

**Potentiel d'exposition de la
population à la pollution des sols :
méthode d'estimation**

**Etude pilote sur la région
Nord-Pas-de-Calais**

VERSION PROVISOIRE

ADELINE MAULPOIX

FRÉDÉRIC DOR

DENIS ZMIROU

AVRIL 2005

SOMMAIRE

I. Introduction	4
1. Le tribut du passé	4
2. La connaissance de l'exposition.....	5
II. Objectifs du travail.....	7
1. Les objectifs	7
2. Le cadre de l'étude.....	Erreur ! Signet non défini.
III. Matériels et méthodes	8
1. Le potentiel d'exposition : cadre général	8
2. Les sites choisis pour la validation.....	9
2.1. La base de la sélection	9
2.2. Les critères de sélection	10
2.3. Les sites retenus	10
3. Le recueil des données	11
3.1. Les sources d'information potentielles identifiées.....	11
3.2. Le format des données recueillies	13
4. L'analyse des données.....	13
4.1. L'établissement du score d'exposition.....	13
4.1.1. Le vecteur air.....	14
4.1.2. Le vecteur eau	15
4.1.3. Le vecteur sol	16
4.1.4. Le vecteur alimentation	17
4.1.5. Le vecteur eau de surface et la pêche.....	17
4.1.6. Le vecteur zone de loisir.....	18
4.1.7. Calcul du score d'exposition	18
4.2. Le calcul de la taille des populations	19
4.3. L'expression des résultats	19
4.3.1. La cartographie.....	19
4.3.2. La classification des sites	20
IV. Résultats	20
1. Le recueil des données	20
1.1. L'analyse des sources d'informations.....	20
1.2. Les activités industrielles.....	20
1.3. Les captages d'eau	22
1.4. Le réseau hydrographique et hydrogéologique	23
1.5. Les populations	23
1.6. Les établissements scolaires.....	24
1.7. Les zones de loisirs	24
1.8. Les zones de culture.....	25
1.9. Les données météorologiques	25
1.10. Bilan des informations	26
2. Description des sites.....	29
3. Description du potentiel d'exposition	30
3.1. Le score d'exposition.....	30
3.2. La taille des populations concernées.....	31
3.2.1. L'échelle régionale.....	31
3.2.2. A l'échelle du site	33
3.3. Les zones de double exposition.....	37
V. Discussion	38
1. Le potentiel d'exposition des populations.....	39
1.1. Les vecteurs ou média d'exposition.....	39
1.2. Les scores d'exposition	40
1.3. La taille des populations	41
1.3.1. L'homogénéité de densité des populations	41
1.3.2. Les populations exposées par le vecteur eau d'alimentation	41
1.3.3. Le dénombrement par classe d'âge	42
1.3.4. Les établissements scolaires	42
1.4. La classification des sites	43

1.4.1.	Le critère score d'exposition	43
1.4.2.	Le critère « score x population »	47
1.4.3.	Bilan	47
2.	Le Système d'Information Géographique	51
2.1.	Le traitement des données.....	51
2.2.	Les données.....	52
2.2.1.	La précision des données.....	52
2.2.2.	La disponibilité des données	53
3.	La faisabilité de la méthode	54
VI.	Conclusion et perspectives d'application	56
	<i>Bibliographie</i>	58
	Index des sigles employés.....	60
	Annexe n°1 : Les différents médias de transferts de polluants	61
	Annexe n°2 : Description des sites sélectionnés.....	63

DRAFT

I. Introduction

1. Le tribut du passé

De nombreuses situations environnementales dégradées où les sols pollués tenaient une place prépondérante ont été gérées ces dernières années : l'usine Metal Europe à Noyelles Godault (mais aussi les autres situations impliquant une pollution par le plomb), l'usine Kodak à Vincennes, Sermaise en région parisienne... Des conséquences sanitaires étaient parfois mises en avant de manière concomitante. C'est le tribut que l'on paye au passé car pendant longtemps le sol a été considéré comme un moyen pratique et peu coûteux d'élimination des déchets de toutes sortes. L'activité industrielle a ainsi contribué en grande part à la pollution des sols en enfouissant sur place les déchets ou les effluents générés par ses activités de production.

L'élaboration des réglementations sur la maîtrise des pollutions des sols industriels a commencé au début des années 80, en réponse à des premières alertes sanitaires survenues à cette époque. Des effets sanitaires dans des populations vivant à proximité ou sur des sites pollués de diverses natures ont été observés, comme par exemple à Love Canal et Woburn aux Etats-Unis, et à Montchanin en France [1, 2, 3, 4, 5, 6]. Cependant, en dépit d'un nombre important de situations dégradées, les études épidémiologiques réalisées ont souvent été peu démonstratives en raison notamment de deux écueils majeurs que sont l'estimation difficile de l'exposition des populations aux polluants présents dans les sols contaminés, et la taille réduite des populations concernées, lorsque l'on considère les sites séparément les uns des autres [7, 8].

2. Une demande de méthode

Au plan régional, l'année 2000 a vu en Nord Pas-de-Calais la mise en place d'un programme régional d'action en santé environnement (PRASE) dont l'un des deux axes concerne l'évaluation et la gestion des risques pour la santé autour des sites pollués. En effet, l'importante histoire industrielle de la région a permis une forte mobilisation des acteurs concernés par la politique nationale des sols pollués. L'inventaire régional historique des sites potentiellement pollués est donc naturellement un des plus avancés du territoire. Cette région comptabilise en effet le nombre le plus élevé de sites recensés et ayant fait l'objet d'études des risques.

Dans ce contexte, la CIRE a sollicité un appui méthodologique auprès du Département Santé Environnement de l'Institut de Veille Sanitaire afin de développer une approche de l'exposition potentielle de la population qui soit à la fois standardisée et opérationnelle en

visant deux finalités : (i) la prise en charge de situations locales identifiées pour réponse à la population et (ii) l'identification et la classification de situations préoccupantes de manière anticipée.

Cette demande est renforcée depuis par l'augmentation du nombre de sollicitations locales sur la thématique des sols pollués. Elle conforte le besoin de disposer de méthodes d'analyse des situations a priori et a posteriori.

Le projet a été présenté conjointement par la DRASS et l'InVS à la commission du PRASE 2000 de la région Nord-Pas-de-Calais. Ce projet trouve dans la région Nord-Pas de Calais des conditions favorables à sa mise en œuvre pour tester la faisabilité de l'approche méthodologique. Il a également reçu un soutien des responsables du bureau de la pollution des sols du ministère de l'écologie et du développement durable.

Fort de ce double soutien –ministériel et régional– le groupe de pilotage (CIRE et InVS) a effectué les demandes d'accord auprès du Préfet de région, des Préfets de départements et des Institutions collaboratrices assurant le recueil de l'ensemble des informations (DDASS, DRIRE, DDE, BRGM, les collectivités territoriales), une bonne connaissance du projet par l'ensemble des acteurs devant permettre l'accès et le recueil des informations pertinentes pour mener à bien cette étude.

3. La connaissance de l'exposition

Aujourd'hui, même si les méthodes ont évolué et que l'évaluation quantitative des risques sanitaires prend une place de plus en plus importante dans le cadre des risques faibles, il n'en reste pas moins que les réponses apportées aux populations concernées sont lacunaires et mal acceptées car empreinte d'incertitude difficile à communiquer. L'analyse des travaux publiés jusqu'à aujourd'hui révèle la difficulté de l'estimation de l'exposition des populations aux polluants présents dans les sols qui repose principalement sur la modélisation. Or, les quelques études d'imprégnation biologiques de population résidant autour ou sur des sites pollués n'ont pas toujours démontré de surexposition particulière. Cette apparente contradiction pointe la nécessité de développer les travaux adéquats pour objectiver cette exposition des populations.

L'exposition est donc un élément clé pour apprécier les implications sanitaires potentielles de la qualité de l'environnement. D'après Sexton [9], c'est « le déroulement simultané de deux événements : la présence d'un polluant à un point précis dans l'espace et le temps et la présence d'un ou plusieurs individus au même endroit, au même moment. ». L'exposition est encore définie ainsi par Lioy [10] : « contact, par une ou plusieurs voie d'entrée dans l'organisme, entre l'homme et le polluant à une concentration précise pour une durée

déterminée ». Ces deux définitions évoquent clairement les quatre éléments caractéristiques d'une exposition, c'est à dire la voie de pénétration (inhalation, ingestion et contact cutané), l'intensité (dose de polluant), la durée (pendant combien de temps) et la fréquence (combien de fois).

La caractérisation de l'exposition se fait en deux temps : l'analyse du potentiel d'exposition, suivie de la quantification de l'exposition. Le potentiel d'exposition représente l'analyse de la possibilité d'un contact entre la pollution et l'homme ; cela consiste à acquérir des données aussi spécifiques que possible sur les voies et modalités de contact entre des personnes et les milieux contaminés, sur les caractères des populations concernées ainsi que sur les lieux fréquentés. La quantification de l'exposition s'appuie sur des mesures biologiques ou des scénarios d'exposition construits sur la base des éléments recueillis précédemment.

Pour mettre en œuvre cette estimation de l'exposition, dans un contexte où les possibilités de contact sont multiples, il est nécessaire d'apprécier les diverses voies et vecteurs par lesquels la pollution est susceptible d'atteindre l'individu, en considérant la réalité du terrain. Dans les pratiques conventionnelles d'estimation des expositions, cette phase a pour souci de s'assurer que l'on ne passera pas à côté de modalités de contact, quelles que soient leur fréquence et leur plausibilité. Cela conduit le plus souvent à exagérer les niveaux d'exposition estimés des populations. Les conclusions de ces travaux se retrouvent dans des réglementations dont les critères d'intervention et de dépollution des sols sont parfois très sévères et qui peuvent être difficiles à satisfaire.

A titre d'exemple, envisageons le cas d'une ressource en eau pouvant être contaminée par la pollution d'un sol. Les scénarios d'exposition construits dans le cadre des études génériques d'évaluation des risques sanitaires supposent, entre autre, que la population consomme l'eau provenant de cette ressource et l'utilise aussi pour irriguer les jardins potagers. Dans ce raisonnement, il est peu tenu compte de la réalité du terrain. Or, en réalité, la pollution du sol peut ne pas contaminer la ressource en eau si le plafond de la nappe phréatique est imperméable et, à plus forte raison, s'il n'existe pas d'eau souterraine au droit du site. En outre, dans le cas d'une contamination avérée de l'eau potable, il est fort possible que la population s'en soit affranchie en consommant de l'eau embouteillée. Le problème posé est alors complètement modifié : les scénarios d'exposition par l'eau deviennent caducs et les niveaux d'exposition qui en résultent sont majorés par rapport à la réalité de terrain. Si des hypothèses de cet ordre sont faites pour chaque voie et vecteur d'exposition, on conçoit que soit artificiellement augmenté l'estimation du niveau d'exposition des populations et donc aussi le risque sanitaire qu'elles sont jugées encourir. Cet exemple simple démontre bien que l'observation des composantes de terrain et la prise en compte

des caractéristiques et comportements réels des populations présentes sur et à proximité des sites étudiés sont nécessaires pour bien caler les estimations. On objectera dans l'autre sens que l'évaluation des expositions peut ne pas s'intéresser aux seules populations *présentes*, mais aussi aux occupants *futurs*, aux comportements et modes d'occupation du site difficiles à anticiper, et donc qu'il faut s'autoriser d'explorer des usages variés, même aujourd'hui hypothétiques, des sites et de leur environnement.

II. Objectifs du travail

1. Les objectifs

Le présent travail s'inscrit dans ces propositions de développement d'outils et de méthodes mises en œuvre depuis de nombreuses années par le ministère de l'écologie et du développement durable sur le recensement, l'évaluation des impacts sanitaires et environnementaux et le traitement des sols pollués. L'analyse de la vulnérabilité de la nappe aquifère, et la présence de sites sensibles sur des sols pollués comme les écoles par exemple sont deux axes majeurs permettant d'avoir d'une bonne compréhension de la situation.

Le projet présenté s'appuie sur l'analyse de la connaissance de l'exposition des populations et en particulier de leur potentiel d'exposition. C'est une première étape incontournable dans l'analyse des liens entre la santé publique et l'environnement. Il a donc pour objectif de mettre au point et de tester une approche méthodologique visant à apprécier la taille et les caractéristiques de la population vivant sur ou au voisinage de sites dont les sols sont pollués, et à apprécier son potentiel d'exposition ; ce potentiel traduit les contacts possibles de cette population avec les milieux environnementaux contaminés. Cette méthode devrait également permettre de connaître et de comprendre les voies d'accès à l'information dans les institutions nationales, régionales ou locales afin de cerner les conditions (faisabilité dans différents contextes de sites, validité des données recueillies...) d'une application de la démarche suivie sur un vaste ensemble de sites pollués sur le territoire national.

Cette approche permet de retrouver la double finalité déjà exprimée : la connaissance du potentiel d'exposition permet d'une part d'apprécier un certain nombre de situations simultanément au regard les unes des autres dans une optique de classification des priorités et d'autre part d'apprécier une situation locale isolée afin d'en comprendre l'urgence d'intervention.

Globalement, ce travail nécessite d'être conduit en deux temps. Le premier vise à tester la faisabilité de la méthode proposée, notamment en ce qui concerne les modalités et

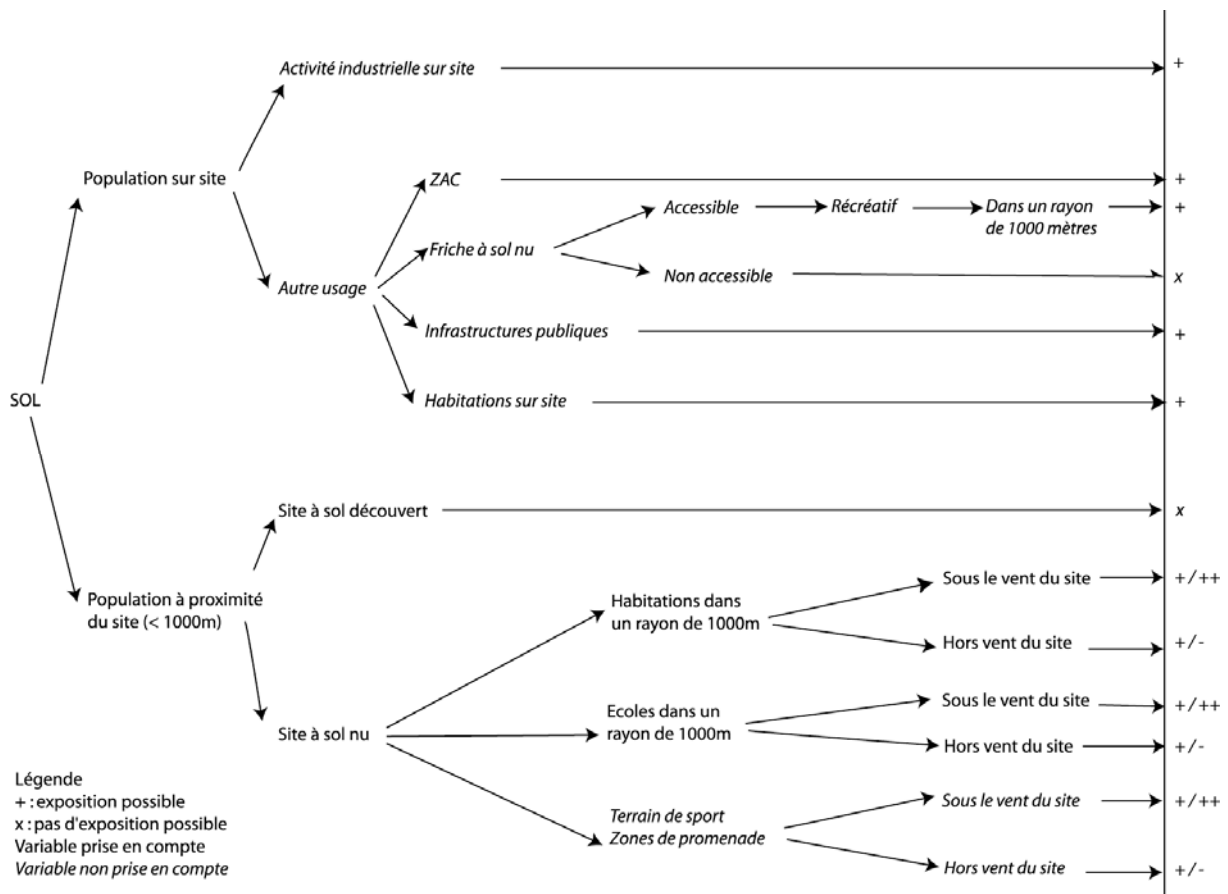
possibilités de recueillir l'ensemble des informations nécessaires et d'apprécier le temps et le coût. C'est l'objet de ce document. Le deuxième temps visera à apprécier l'opérationnalité de la méthode et sa validité. Pour cela, une discussion des caractéristiques souhaitées pour cette méthode, telles sa simplicité, sa durée de mise en œuvre, son coût, sa sensibilité, sa spécificité devra être menée avec les parties concernées.

III. Matériels et méthodes

1. Le potentiel d'exposition : cadre général

L'appréciation du potentiel d'exposition nécessite de dresser l'ensemble des possibilités de transfert des polluants à partir du sol dans les différents milieux puis de déterminer si des populations sont susceptibles d'être en contact avec ces milieux dans lesquels les polluants se sont dispersés. Le schéma général pour le sol est proposé ici à titre d'exemple ; les deux autres concernant l'eau souterraine et l'eau de surface sont placés en annexe 1. Ce schéma général permet de visualiser les possibilités de contact envisagées entre les populations et les milieux pollués et de comprendre la nature des informations à recueillir pour renseigner et apprécier ce potentiel d'exposition. Les parties de l'arborescence en italique sont celles pour lesquelles il n'est pas possible d'obtenir des informations exploitables actuellement.

Schéma n°1 : Arborescence du potentiel d'exposition des populations :
l'exemple du vecteur sol



2. Les sites choisis pour la validation

2.1. La base de la sélection

Les sites ont été sélectionnés à partir du document de la DRIRE : « L'industrie au regard de l'environnement en 2000 ; Région Nord Pas-de-Calais »[12] qui applique la démarche du ministère chargé de l'Environnement de classification des sites pollués. Ce document, dont l'objectif est de faire le point sur l'évolution de l'environnement industriel régional, reprend l'ensemble des informations recueillies au cours de l'année 2000 sur plus de 600 sites industriels dans les domaines des risques, de l'air, de l'eau, des déchets, des sols pollués et des installations nucléaires de base. Il se fonde sur les résultats obtenus par le travail de l'ensemble du personnel de la DRIRE à travers la mission d'inspection des installations classées qui vise à s'assurer que les conditions d'exploitation préservent la sécurité et la santé publique ainsi que l'environnement naturel.

Le chapitre « sites et sols pollués » totalise 238 sites pollués ou en cours de réhabilitation soit 181 dans le département du Nord et 57 dans celui du Pas-de-Calais. Ils sont répartis en fonction de leur activité industrielle présente ou passée :

- Cokeries et transformation de la houille
- Chimie et industrie pétrolière
- Fonderie, métallurgie, sidérurgie, traitements de surface
- Traitement de déchets, divers
- Usines à gaz

2.2. Les critères de sélection

Les sites ont été sélectionnés dans un souci de diversité maximale tant au plan des activités professionnelles que de la localisation géographique afin de pouvoir créer un éventail de configurations le plus large possible. La représentativité de l'échantillon au niveau national ou régional n'était pas recherchée et les résultats obtenus ne pourront servir à aucune généralisation et extrapolation, ni à l'échelle régionale, ni à l'échelle nationale. Les critères de choix retenus sont :

- couverture homogène du territoire régional
- en activité / fermé
- localisation urbaine / rurale
- ressource en eau souterraine
- captages actifs
- taille de la population de la commune
- étendue du site

2.3. Les sites retenus

Sur la base de ces critères, et en tenant compte d'éléments locaux le choix s'est porté sur 25 sites dont 14 pour le département du Nord et 11 pour le Pas de Calais. Ils se répartissent comme suit :

- 6 sites de cokerie et transformation de la houille : Nord : 2 ; Pas-de-Calais : 4
- 4 sites de chimie et de l'industrie pétrolière : Nord : 1 ; Pas-de-Calais : 3
- 4 sites de fonderie, métallurgie, sidérurgie, traitements de surface : Nord :3 ; Pas-de-Calais :1
- 5 sites de traitement de déchets : Nord : 4 ; Pas-de-Calais : 1
- 3 sites divers : Nord : 3 ; Pas-de-Calais : 0
- 3 sites d'anciennes usines à gaz : Nord : 1 ; Pas-de-Calais : 2

Ces sites ne présentent pas tous la même configuration. Certains sont en activité, d'autres non. Les activités industrielles n'utilisent pas les mêmes dispositifs. Certaines conduisent à des rejets atmosphériques par des cheminées de hauteur variable qui engendrent une dispersion des polluants dans l'environnement à distance du site. D'autres ne produisent pas ce type de rejets. Il sera tenu compte, autant que faire se peut de ces différences, dans l'analyse du potentiel d'exposition. Seule la nature des polluants n'est pas apparue comme un critère discriminant malgré les différences de comportement (volatilisation, persistance, migration...) car les activités industrielles ne rejettent jamais un seul type de polluant mais un cocktail dont les caractéristiques laissent prévoir toutes les hypothèses de dispersion et de diffusion dans tous les milieux environnementaux.

L'annexe n°2 rassemble l'ensemble des sites considérés dans cette étude et indique les activités qui y ont été développées ainsi que les pollutions suspectées ou avérées.

3. Le recueil des données

Pour cette approche méthodologique novatrice, l'ensemble des services, organismes et institutions pertinents a été rencontré ; tous ont mis à disposition les informations recherchées.

3.1. Les sources d'information potentielles identifiées

- La DRIRE est l'institution régionale missionnée par l'Etat pour appliquer, entr'autre, la politique des sols pollués. Ses subdivisions en sont responsables, au niveau local. Chaque site recensé fait l'objet d'une recherche d'information, soit par l'objet d'une ESR, soit par une enquête préliminaire de terrain. Les dossiers des subdivisions de la DRIRE sont donc une première étape de collecte de renseignements, notamment sur la description générale des sites.

- Le BRGM, auteur de la banque de données des anciens sites industriels et activités de services, rédige des fiches récapitulatives sur chaque site à pollution avérée. Ces renseignements pourraient être un bon complément à ceux obtenus par la DRIRE.
- L'Agence de l'Eau du bassin Artois-Picardie centralise toutes les informations concernant la ressource en eau. Il semble possible d'y être renseigné sur les captages et les prises d'eau (localisation géographique, débit, état, exploitant, utilisation), ainsi que sur les nappes phréatiques (localisation, sens d'écoulement).
- Le service environnement des DDASS a, entre autres, comme priorité d'action la surveillance des eaux potables et des eaux de baignade. Il peut donc fournir des informations concernant les captages en eau potable (population desservie, cheminement du circuit d'eau) et la localisation des zones où la baignade est autorisée.
- L'IFEN réalise une base de données (Corine Land Cover) concernant l'occupation du sol.
- Les services d'urbanisme des DDE s'occupent de la gestion des zones cadastrales des communes (zones urbaines, d'exploitation agricole, naturelles protégées). Les zones de promenade (zones naturelles protégées, espaces boisés) sont identifiables à partir des Plans Locaux d'Urbanismes (PLU) anciennement Plans d'Occupation des Sols (POS). Les jardins pourraient être comptés à partir de ces plans cadastraux.
- Le ministère chargé de l'environnement distribue une base de données, la BD Carthage, concernant le réseau hydrographique de surface. Il réalise également la base de données BASOL (base de données sur les sites et sols pollués (ou potentiellement pollués) appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif). Elle peut être utilisée en complément de la base de données BASIAS du BRGM.
- L'INSEE est l'organisme centralisateur des données de population issues des recensements de population. Il les exploite et les commercialise. Le découpage par iris est réalisé dans toutes les communes de plus de 10 000 habitants et dans la plupart de celles entre 5 000 et 10 000 habitants. Un iris regroupe des îlots ou des pâtés de maisons contigus et rassemble environ 2 000 habitants.
- L'antenne régionale de Météo France, dont la mission est l'observation, la mesure et la prévision des conditions climatiques fournit les informations sur les vents dominants de la région.

- Les Inspections d'Académie fournissent des informations sur l'emplacement des écoles primaires et le nombre d'élèves qui les fréquentent ; ce sont les Rectorats qui disposent de ces mêmes informations sur les collèges et les lycées.
- Les Fédérations Départementales de Pêche surveillent et gèrent l'activité de pêche dans les « lots fédéraux ». Cette activité étant soumise à la souscription d'un permis, le nombre d'adhérents peut être connu ainsi que les lieux fédéraux de pêche autorisés.
- Enfin, les mairies pourraient représenter l'ultime relais de renseignement, notamment au sujet des associations locales et privées de pêche. Le service d'urbanisme de la ville pourrait aussi être contacté pour obtenir des informations de terrain sur les sites étudiés.

3.2. Le format des données recueillies

Autant que faire se peut, les données ont été recueillies sous un format numérique compatible avec une exploitation par un système d'information géographique (SIG).

L'ensemble du travail a été réalisé grâce à la version 8 du logiciel ArcView® de la société ESRI et au logiciel de bases de données Access®. Un accès à Internet est également nécessaire pour la consultation de diverses bases de données en ligne.

4. L'analyse des données

L'analyse des données recueillies doit permettre de dégager deux informations qui seront ensuite combinées. La première consiste à apprécier, sous forme d'un score, le potentiel d'exposition de la population vivant dans la zone influencée par la pollution de l'activité industrielle ; ce score rend compte – en termes relatifs – à la fois de la plausibilité d'un contact avec des médias contaminés, et de l'intensité potentielle de cette contamination. La deuxième vise à estimer la taille de la population pour chacune des zones et médias de contacts identifiés.

4.1. L'établissement du score d'exposition

Le « score » décrivant le potentiel d'exposition de la population présente dans une zone précise est établi en prenant en compte :

- le nombre de vecteurs ou milieux d'exposition ;
- pour chacun d'entre eux, une appréciation de l'intensité potentielle de contamination.

La zone d'étude pour chacun des sites est, par convention, un cercle de rayon 1000 mètres, distance qui réalise un compromis entre des retombées atmosphériques importantes, même

si ces retombées peuvent aller plus loin, et une proximité du site et de la localisation de la pollution. Ce compromis tient également compte de la nature diverse des polluants en jeu selon l'activité industrielle concernée. S'agissant d'une analyse préliminaire de l'exposition, il conviendra d'en détailler plus précisément les données lorsque le site sera étudié spécifiquement.

Cette zone est franchie lorsque, et c'est le cas de la ressource en eau, la contamination porte sur des captages qui desservent des populations éloignées, extérieures à ces 1000 mètres.

4.1.1. Le vecteur air

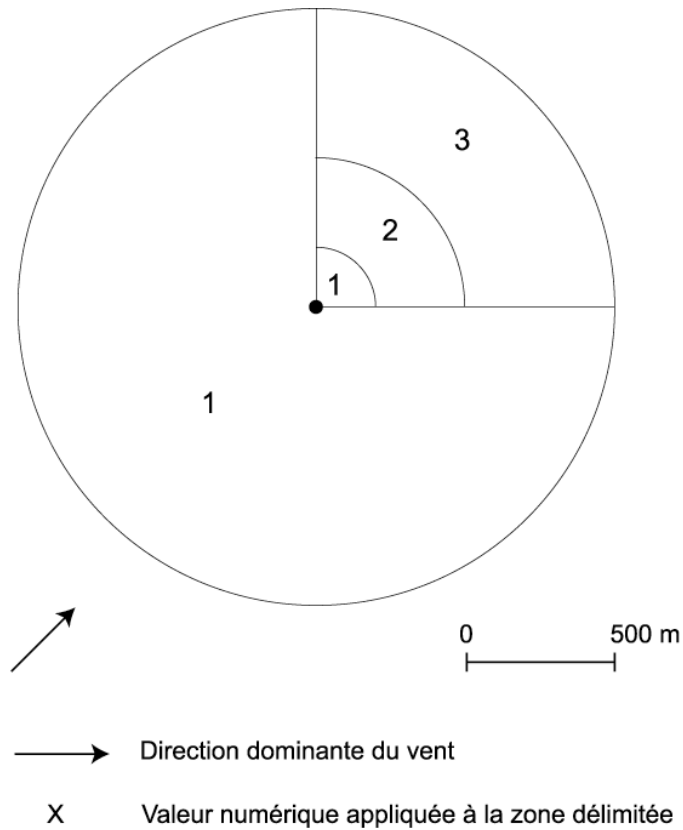
Ce vecteur ne s'applique qu'aux sites actuellement en activité et dont les émissions atmosphériques sont canalisées par une ou plusieurs cheminées (cokerie, incinérateurs, chimie, métallurgie, usine à gaz). Lorsque le site n'est plus en activité, le vecteur air est jugé ne plus contribuer – actuellement – à l'exposition de la population.

L'analyse des roses des vents montre qu'il existe une direction dominante dans cette région d'étude ; toutes les autres ont une probabilité réduite de se produire. Ainsi, si l'ensemble de la population vivant sur ou autour d'un site dont les sols sont pollués est susceptible d'être soumis aux polluants présents, l'intensité et la fréquence d'exposition vont être différentes.

Le raisonnement proposé, nécessairement simplificateur pour l'objet de ce travail, prend en compte ces éléments en distinguant d'une part une zone qualifiée de « sous le vent » formant, par convention, un angle de 90° centré sur l'axe de la direction du vent dominant, et d'autre part, le reste du périmètre, considéré comme étant homogène et peu exposé. A l'intérieur de la zone « sous le vent », une distinction supplémentaire est faite en fonction de la distance par rapport au centre du site (schéma 2) afin de tenir compte d'une gradation dans l'intensité de l'exposition de la population, voire de la fréquence. Cette gradation inverse à la distance est appréciée en distinguant trois arcs de cercles de rayon respectif 200, 500 et 1000 mètres par rapport au centre du site. Le schéma 2 montre les valeurs numériques affectées à chacune des zones ainsi identifiées.

Le score le plus élevé est attribué à la zone sous le vent la plus éloignée du site (périmètre entre 500 et 1000 mètres) car il est reconnu que la dispersion des polluants est supérieure lorsque l'on s'éloigne du site, par rapport au droit du site.

Schéma n°2 : Les scores des différentes zones définies pour le vecteur air



Remarque : le traçage des arcs de 3 cercles est effectué à partir du centre du site lorsque le rayon de celui-ci est inférieur à 200 mètres. En revanche pour les sites ayant un rayon supérieur à 200 mètres, alors les 3 arcs de cercles sont tracés à partir de la périphérie du site. Ainsi, la zone 0-200 mètres est constituée de l'ensemble de la surface du site pollué à laquelle s'additionne le premier arc de cercle tracé à partir de la limite périphérique du site.

4.1.2. Le vecteur eau

Les sites industriels où l'eau peut être envisagée comme vecteur de pollution sont ceux dont les sols sont perméables. Les critères retenus pour définir la perméabilité de ces derniers s'inspirent de ceux définis par le BRGM. Ainsi, lorsque la perméabilité est inférieure à 10^{-8} m/s (limons, silts argileux et argiles), on considère que le sol est imperméable ; en deçà le sol est qualifié de perméable.

Les populations potentiellement exposées à la pollution des sols via l'eau sont celles qui consomment une eau potentiellement contaminée. Les captages pris en compte, par convention, sont ceux se situant dans un périmètre de 1000 mètres à l'aval hydraulique des sites. Les zones influencées sont celles desservies par le ou les captages retenus, et ce jusqu'à deux niveaux successifs de mélange d'eau. On obtient ainsi la règle de score suivante :

- une valeur de 1 pour les zones alimentées par une eau issue de ces captages et ayant subi deux niveaux de mélange. On se limite à ce niveau de mélange des eaux car les hydrogéologues considèrent que l'on retrouve environ 50% de l'eau d'un captage jusqu'au niveau 3 du réseau, c'est à dire après deux mélanges ; au-delà du deuxième niveau de mélange dans le réseau, on considère par convention que la dilution d'une éventuelle pollution des eaux est telle que le score est de 0 ;
- une valeur de 2 pour les zones alimentées par une eau issue de ces captages et ayant subi un niveau de mélange d'eau ;
- une valeur de 3 pour les zones alimentées par une eau issue de ces captages et n'ayant pas subi de mélange d'eau.

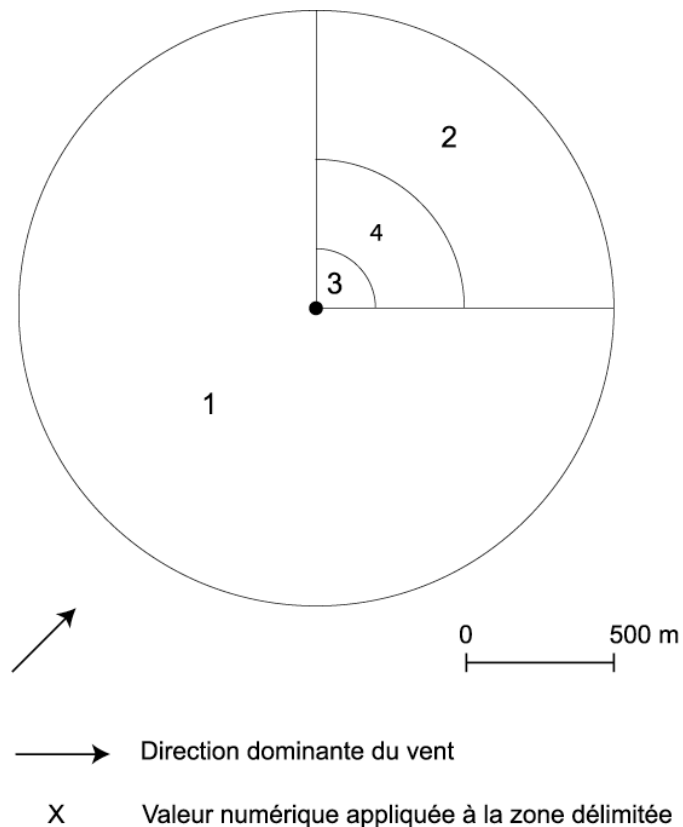
Les populations exposées par ce vecteur sont donc celles alimentées par les UDI distribuant cette eau potentiellement polluée. Nous avons considéré ici, par convention, que lorsqu'une UDI dessert plus de 25 % de la population d'une commune, l'ensemble de la commune est considérée comme étant susceptible de consommer cette eau. A l'inverse, lorsqu'une UDI dessert moins de 25 % de la population d'une commune, sa population n'a pas été considérée comme potentiellement exposée par le vecteur eau.

4.1.3. Le vecteur sol

Pour ce vecteur, deux voies d'exposition ont été retenues : l'air et le sol lui même.

- Le vecteur sol via l'air : ce vecteur correspond aux retombées canalisées et diffuses des polluants ainsi qu'aux réenvols. Les sites concernés sont ceux qui ont eu dans un passé plus ou moins lointain ou qui ont actuellement une activité avec présence d'une cheminée (cokerie, incinérateurs, chimie, métallurgie, usine à gaz). Différentes zones ont été définies comme pour le vecteur air et des scores leurs sont affectés (schéma n°3). L'attribution des scores est le résultat du compromis entre la dispersion atmosphérique à partir de la cheminée et les envols et dispersion des émissions diffuses qui s'effectuent à proximité du site.

Schéma n°3 : Les scores des différentes zones définies pour le vecteur sol via l'air



- Le vecteur sol direct : ce vecteur correspond exclusivement aux polluants déversés dans le sol du site et accessibles à l'homme. Il concerne les sites dont le sol est dit découvert, c'est-à-dire, non recouvert par des matériaux empêchant toute possibilité de contact direct. La diffusion étant considérée comme limitée, seules les populations exposées résidant dans un rayon de 200 mètres autour du site sont concernées, par convention. Un score de 4 est attribué à cette zone, sous l'hypothèse d'une homogénéité de la pollution dans le périmètre.

4.1.4. Le vecteur alimentation

Les cultures réalisées sur le site lui-même, dans un rayon de 1 000 mètres autour de ce dernier ou alimentées par une eau potentiellement polluée sont elles aussi susceptibles de transmettre des polluants à l'homme. Cependant, les populations qui les consomment ne pouvant pas être localisées, en l'état actuel des données disponibles, ce vecteur n'a par conséquent pas été retenu dans le calcul du score final.

4.1.5. Le vecteur eau de surface et la pêche

L'ensemble du réseau hydrographique situé dans un rayon de 1 000 mètres à l'aval hydraulique du site peut être fréquenté par des pêcheurs. Il n'est malheureusement pas possible de savoir le nombre de personnes qui pêche à un endroit précis (les données

disponibles n'indiquent que le nombre de pêcheurs par association par exemple). Ce vecteur trop imprécis en l'état des données disponibles, n'a pas été retenu.

4.1.6. Le vecteur zone de loisir

Les zones de loisirs comprennent les zones de baignade ainsi que les parcs et autres lieux de promenade. Ces derniers peuvent être localisés mais il n'est pas possible d'avoir des indications sur les populations qui fréquentent ces espaces. Ce vecteur n'a par conséquent pas été retenu dans l'établissement du score d'exposition total.

4.1.7. Calcul du score d'exposition

Le tableau 1 récapitule l'ensemble des vecteurs étudiés, qu'ils soient en définitive pris en compte ou non, et l'amplitude de score affectée lorsqu'ils ont été retenus. Au final, le score d'exposition total pour une zone est égal à la somme des scores de chacun des vecteurs de la zone considérée.

Tableau n°1 : Tableau récapitulatif des différents scores affectés pour chaque vecteur

Vecteurs et voies	Scores	
Air	De 1 à 3	Fonction de la direction du vent et de la distance au site pollué
Eau	De 1 à 3	Fonction du niveau de dilution de l'eau issue du captage
Sol direct	0 ou 4	Fonction de la distance au site
Sol via air	De 1 à 4	Fonction de la direction du vent et de la distance au site pollué
Alimentation	Non pris en compte	Information non disponible sur les jardins potagers
Eau de surface et pêche	Non pris en compte	Impossibilité de comptabiliser la population fréquentant ces lieux
Zone de loisir	Non pris en compte	Impossibilité de comptabiliser la population fréquentant ces lieux

4.2. Le calcul de la taille des populations

La taille des populations concernées pour une exposition éventuelle est estimée en s'appuyant sur les données issues du découpage en iris établis par l'INSEE, en considérant une répartition homogène de la population au sein d'un iris. Ainsi, lorsque les différentes zones définies pour chaque vecteur ne correspondent qu'à une partie de la superficie d'un iris, la taille de la population prise en compte représente le pourcentage de la superficie de l'iris concerné.

Dans le cas de sites géographiquement proches (moins de 2 kilomètres entre les deux sites), des zones de double exposition peuvent apparaître (zones soumises simultanément à la pollution de ces 2 sites). On attribuera dans ce cas à la population de cette zone le score le plus élevé. A titre d'exemple, si une zone est soumise à un score de 2 pour le site A et à un score de 4 pour le site B, on lui attribuera un score de 4. En l'absence de toutes possibilités de construire un indice intégrant les doubles expositions dans une zone, une astérisque viendra spécifiée que cette population subit cette double exposition.

4.3. L'expression des résultats

Au final, pour chaque site, toutes les zones identifiées se sont vues affecter un score d'exposition associé à une taille de population concernée par ce score. Les résultats seront présentés sous forme de cartes et de tableaux.

4.3.1. La cartographie

L'utilisation du SIG permet de construire des cartes rassemblant et combinant les informations recueillies pour permettre notamment de visualiser les zones influencées par la pollution des sites. Elles sont réalisées à diverses échelles :

- à l'échelle de la région Nord Pas-de-Calais : elle permet de visualiser l'ensemble des zones touchées par la pollution des sols autour des sites industriels sélectionnés.
- à l'échelle d'un site : les cartes permettent de visualiser les scores d'exposition pour l'ensemble des iris exposés à la pollution des sols et le nombre de vecteurs qui touchent chacun de ces iris ou morceaux d'iris ; on affecte à chaque iris ou morceau d'iris une couleur en fonction de ce score (couleur plus foncée quand le nombre de scores augmente).

Des données indiqueront en parallèle de ces cartes, pour chaque site, le nombre de personnes exposées à la pollution pour chaque vecteur.

4.3.2. La classification des sites

Deux critères ou indices sont construits pour proposer un classement des sites :

- Le critère score : il conduit à un regroupement en catégorie de potentiel d'exposition les 11 niveaux de scores possibles. De manière arbitraire, les scores allant de 7 à 11 représentent la catégorie dite « potentiel d'exposition fort » ; les scores 4, 5 et 6 correspondent à la catégorie « potentiel d'exposition moyen¹ » ; les scores 1, 2 et 3, la catégorie « potentiel d'exposition faible ». Dans ce cas, le classement des sites est établi sur la taille de la population concernée par le potentiel d'exposition fort.
- Le critère « score d'exposition – population » : il consiste pour un même site à multiplier le score d'exposition par la population mise en regard puis d'additionner l'ensemble de ces résultats. Le classement est effectué en ordre décroissant des résultats des calculs numériques.

Au final, l'homogénéité de ces deux approches de classement sera analysée.

IV. Résultats

1. Le recueil des données

1.1. L'analyse des sources d'informations

La coopération de l'ensemble des organismes, institutions et services de l'Etat a été bonne. A l'exception des mairies, des DDE, et des données des Fédérations Départementales de Pêche, toutes les sources d'information sollicitées ont pu contribuer au recueil d'une partie des données nécessaires à ce travail. Les parties des arborescences apparaissant en italique correspondent aux variables qui n'ont pas pu être prises en compte dans ce travail en raison d'un manque d'informations ou d'une information trop imprécise comme celle ayant trait aux jardins potagers.

1.2. Les activités industrielles

Les dossiers d'informations de la DRIRE et de ses subdivisions ont fourni l'essentiel des renseignements de base sur les sites et les activités industrielles passées ou actuelles : description de terrain, qualité et composition du sous-sol, existence de ressources en eau, polluants identifiés et contamination des milieux. Leur publication annuelle *L'industrie au regard de l'environnement* [12] réalisée pour chaque région est le support de recueil. Il est

¹ A partir d'un score de 3, les populations sont obligatoirement situées dans un rayon de 1000 mètres autour de l'ancien site industriel générateur de pollution

disponible en ligne sur le site web de chaque DRIRE.

Les autres sources d'informations sont le BRGM avec les fiches Basias réalisées dans le cadre de l'IHR (Inventaire Historique Régional). Elles sont consultables à l'adresse suivante : <http://basias.brgm.fr>. Cet inventaire est, pour certains départements, encore en cours. Enfin, les fiches Basol du MEDD sont consultables à l'adresse : <http://basol.envir.gouv.fr/>. Il s'agit d'une base de données sur les sites et sols pollués (ou potentiellement pollués) appelant une action des pouvoirs publics à titre préventif ou curatif. On ne peut s'affranchir d'aucune de ces sources d'information car elles se complètent. Ces différentes bases sont en cours de réalisation et l'ensemble des sites n'y est pas encore répertorié. Elles ont permis de récupérer les données suivantes :

- Département du site : Fiche Basias,
- Identifiant du site : Identifiant défini par le BRGM, fiche Basias,
- Adresse : Fiche Basias ou fiche Basol,
- Commune : Fiche Basias ou fiche Basol,
- Code Insee de la commune : fiche Basias ou fiche Basol,
- X (coordonnées en latitude) : fiche Basias ou fiche Basol (lorsque cette information est disponible),
- Y (coordonnées en longitude) : fiche Basias ou fiche Basol (lorsque cette information est disponible),
- Superficie : *L'industrie au regard de l'environnement*,
- Substrat : fiche Basias
- Couverture du sol : DRIRE,
- Description : *L'industrie au regard de l'environnement*,
- Activité actuelle : *L'industrie au regard de l'environnement*,
- Activité source : *L'industrie au regard de l'environnement*,
- Polluants identifiés : *L'industrie au regard de l'environnement*,
- Pollution des sols : *L'industrie au regard de l'environnement*,
- Pollution de la nappe : *L'industrie au regard de l'environnement*,

- Nombre de travailleurs sur le site : DRIRE,
- Population sur le site : INSEE / DRIRE,
- Usage : DDE, INSEE, DRIRE,
- Ressources en eau, nappe exposée : DRIRE.

Les données sur les sites industriels ne sont pas toutes directement intégrables dans un SIG. Dans certains cas, seules les adresses sont disponibles et il est alors nécessaire de réaliser un géocodage pour pouvoir intégrer les sites. A partir de ces adresses, le géocodage permet d'obtenir des coordonnées en longitude et latitude (X ;Y). Diverses solutions sont envisageables :

- rechercher « manuellement » les coordonnées manquantes sur les cartes au 1/25000. On peut pour cela se rendre à la cartothèque de l'IGN à Saint-Mandé où les cartes sont consultables gratuitement. Cette méthode demande un temps important et elle ne peut être envisagée que pour un nombre très limité de sites dont les coordonnées sont manquantes.
- utiliser certains des services proposés sur Internet ou sous-traiter cette opération auprès des sociétés qui offrent ce service. L'intérêt de leurs propositions financières varie en fonction du nombre de données à géocoder.

1.3. Les captages d'eau

Les services détenant ces informations sont l'Agence de l'Eau du bassin Artois-Picardie (service « dispositif permanent d'évaluation ») et la DDASS (service santé environnement) du département concerné.

Il a été possible, après établissement d'une convention entre l'Agence de l'Eau du bassin Artois-Picardie et l'Institut de Veille Sanitaire, d'obtenir des cartes numérisées au format « shape » comprenant la localisation géographique de tous les captages aux environs de chaque site sélectionné. L'exploitation par SIG est donc immédiate. Pour connaître le sens d'écoulement de la nappe, il est nécessaire de disposer des cartes géologiques du bassin. L'Agence de l'Eau les détient toutes sous format papier complétant ainsi les renseignements de qualité du sous-sol obtenus à la DRIRE.

Les renseignements obtenus auprès des services des DDASS sont les suivants :

- désignation précise des captages AEP et AEI à vocation alimentaire à proximité des sites étudiés, liste des installations (MCA, TTP, UDI) en relation avec ces captages ;

- le nom des communes pouvant être alimentées, en partie ou totalement, par un captage précis ainsi que des informations sur les populations desservies. Ces informations résultent d'un travail particulier, exploitant les données de la base « Sise-Eaux » et les dossiers des captages industriels alimentaires. Les données ont été recueillies sous format de fichier Word® ou Excel®. Ces informations devront être insérées dans une base de données Access (par exemple) qui sera ensuite mise en relation avec le logiciel de SIG.

1.4. Le réseau hydrographique et hydrogéologique

Les départements du Nord et du Pas-de-Calais sont principalement alimentés en eau par la nappe phréatique de la Craie dont le sens d'écoulement régional est Sud-Ouest – Nord-Est. Pour matérialiser ce sens d'écoulement, une couche est créée dans ArcView® matérialisée par des carrés, leur diagonale correspondant au sens d'écoulement de la nappe. L'Agence de l'Eau dispose de ces informations.

Pour l'hydrologie de surface, l'idéal est de se doter de la BD Carthage qui rassemble des informations notamment sur le réseau hydrographique et les bassins-versants. Elle offre le meilleur niveau de détail sur le réseau hydrographique. Cette base de données doit être convertie au format shape d'ArcView®. Les tarifs de cette base sont variables selon les organismes demandeurs.

Cette base de données renseigne également sur le sens d'écoulement des eaux de surface. Elle permet de distinguer, pour chaque captage situé dans le périmètre des 1000 mètres autour du site, s'il est situé à l'amont ou à l'aval hydraulique du site. Cette information conditionne l'intensité potentielle de l'exposition.

Dans le cas de notre étude sur la région Nord-Pas-de-Calais, nous n'avons pas eu à utiliser ces informations car l'ensemble des captages prélevaient de l'eau de la nappe. Nous ne pouvons donc nous prononcer sur les difficultés éventuelles qui seraient rencontrées lors de l'exploitation de ces informations.

1.5. Les populations

Les données de population et leur localisation par iris géographique ont fait l'objet d'une commande auprès du service commercial d'exploitation des données de l'INSEE, qui dispose de l'ensemble de ces informations. Elles proviennent du recensement national de 1999 et sont présentées par département et commune. Les fonds géométriques sont achetés à l'échelle de l'iris. Les populations détaillées par sexe et tranches d'âge de vingt ans sont, quant à elles, disponibles au niveau des îlots INSEE. Elles sont ensuite agrégées

au niveau des iris. Parmi les données disponibles, celles retenues sont "la population sans double compte", ce qui correspond, selon la définition de l'INSEE, à la « population totale » moins les « doubles comptes » que représentent les militaires, les étudiants, les élèves internes vivant dans une commune et ayant leur résidence principale dans une autre commune, les personnes sans domicile fixe rattachés administrativement à la commune mais recensés dans une autre commune.... Ces données sont disponibles au format MIF/MID ; elles nécessitent un traitement approprié avant d'être exploitable par le logiciel SIG ArcView®.

1.6. Les établissements scolaires

Les données concernant les établissements scolaires qui intéressent ce travail sont :

- le nom de l'établissement,
- sa commune,
- ses coordonnées,
- le nombre d'enfants fréquentant l'établissement.

Ces données peuvent être récupérées auprès des inspections académiques (primaire) et des rectorats (collège et lycée) de chaque département (données gratuites qui ne nécessitent pas la signature de convention). Deux bases de données, l'une pour les établissements publics (<http://cisad.adc.education.fr/bce>), l'autre pour les établissements privés (<http://www.fabert.com>) permettent de pallier les difficultés. Ces bases de données ne contiennent pas toujours les informations sur le nombre d'élèves dans ces établissements.

Ces données doivent être récupérées pour l'ensemble des communes situées dans un rayon de 1000 mètres autour des sites. Elles ne peuvent pas être intégrées directement dans un SIG. Comme dans le cas des sites industriels, à partir des adresses de ces établissements, il est nécessaire de réaliser un géocodage afin d'obtenir les coordonnées en (X,Y).

1.7. Les zones de loisirs

Les zones de promenade potentielles (espaces boisés, espaces verts et zones naturelles à vocation de sport et de loisirs) n'ont pas pu être intégrées dans le SIG. Les Plans d'Occupation des Sols consultables au service d'urbanisme de la DDE, permettent de les localiser. La consultation de ces plans a permis de retranscrire sur papier, la forme, la localisation géographique et le nombre de zones de promenade potentielles à proximité des sites étudiés. Mais cela a nécessité la consultation des POS de toutes les communes

avoisinant les sites. Certains documents ne sont pas réactualisés depuis plus de dix ans et, parmi les plus petites communes, certaines n'ont pas établi de POS. Les renseignements n'ont donc pas pu être pris pour l'ensemble de communes intégrant les périmètres d'étude des sites, la précision pour d'autres étant difficile à apprécier.

De plus, pour que ces informations puissent être intégrées dans le SIG, l'ensemble de ces POS aurait du être numérisé ce qui représente un travail particulièrement long qui n'a pas été réalisé ici.

De même les zones de baignade n'ont pas été intégrées dans le SIG. La BD Carthage permet de localiser les lacs. La liste des bases de loisir et des zones autorisées pour la baignade d'un département étant disponible auprès des DDASS, les lacs où ce type d'activité a été développé vont pouvoir être sélectionnés et un nouveau thème « zone de baignade » doit être réalisé à partir de ces deux sources d'informations. Mais il n'est pas possible de connaître précisément le nombre d'individus fréquentant ces zones de baignade, ces dernières peuvent donc être localisées dans le SIG mais n'apportent pas de renseignements sur les populations. Leur intérêt est donc limité.

1.8. Les zones de culture

La base de données Corine Land Cover, réalisée par l'IFEN, propose une typologie détaillée de l'occupation du sol. Elle permet de localiser les zones de cultures. Elle doit être achetée auprès de cet organisme et convertie au format « shape » d'ArcView®. Cependant aucune information n'est disponible sur les consommateurs de ces cultures. La base de données Corine land Cover apporte donc des informations sur la localisation des zones de culture potentiellement exposées mais elle ne permet pas d'avoir des renseignements sur les populations potentiellement exposées à la pollution des sols par l'alimentation. Son intérêt est donc limité dans cette étude.

D'autre part, aucun système performant ne permet de rassembler l'information sur l'emplacement et le nombre de jardins potagers dans la zone influencée par l'activité industrielle. Pour cette raison, il a fallu renoncer à prendre en compte ce vecteur d'exposition.

1.9. Les données météorologiques

Les informations concernant les conditions météorologiques à proximité du site étudié sont disponibles auprès des services de Météo France. Cet organisme édite ces informations à l'échelle régionale sous forme d'une brochure envoyée gratuitement sur appel téléphonique. La rose des vents a donc pu être obtenue de cette manière. Pour obtenir des

renseignements plus précis sur les roses des vents au niveau de chaque site, une étude particulière et payante a été proposée mais n'a pas été retenue compte tenu du faible niveau de précision désiré pour l'étude.

Les populations exposées à la pollution de l'air via les sols sont celles situées dans un rayon de 1 000 mètres sous le vent du site. Les populations sous le vent sont celles situées à 45° de part et d'autre de la direction dominante du vent sur la région et sur l'année. Une application a été réalisée en Visual Basic (langage de programmation d'ArcView 8), permettant de définir les zones sous le vent du site et intégrant les différentes distances de 200, 500 et 1000 mètres.

1.10. Bilan des informations

Le tableau suivant permet de récapituler les sources d'informations, leur nature et le travail de mise en forme pour les rendre compatibles avec une exploitation dans le logiciel de SIG ArcView® ainsi que les coûts associés.

Tableau n°1 : Tableau récapitulatif des données nécessaires pour apprécier le potentiel d'exposition

Données	Sources d'information	Coût (en €, par départements)	Exploitation sous SIG
Sites industriels	- DRIRE - BRGM - MEDD	Gratuit Gratuit Gratuit	Nécessite dans chacun des cas un géocodage
Fond des iris et données sur les populations	INSEE	216 € environ	Doit être convertie au format shape d'ArcView
Sens écoulement nappe	Agence de l'Eau	Gratuit	Utilisation de l'application réalisée
Localisation des captages	Agence de l'Eau	Gratuit mais nécessite la signature d'une convention	Directement exploitable sous ArcView
TTP, UDI et Populations desservies	Service « Santé Environnement » des DDASS (base de données Sise Eaux)	Gratuit	Nécessite la mise en place d'une base de données
Hydrographie de surface	MEDD IGN Agence Eau	Coût variable Coût variable Gratuit (convention)	Conversion au format shape Directement exploitable Directement exploitable

Tableau n°1 (suite) : Tableau récapitulatif des données nécessaires pour apprécier le potentiel d'exposition

Données	Sources d'information	Coût (en €, par départements)	Exploitation sous SIG
Limites administratives	IGN	Coût variable selon les organismes	Directement exploitable
Etablissements scolaires	Rectorats et Inspections d'Académie	Gratuit	Nécessite un géocodage
Occupation du sol	IFEN (BD Corin Land Cover)	275 €	Doit être convertie au format shape d'ArcView
Zones de baignade	DDASS	Gratuit	Créer les données
Vent	Météo France	Gratuit	Utilisation de l'application

2. Description des sites

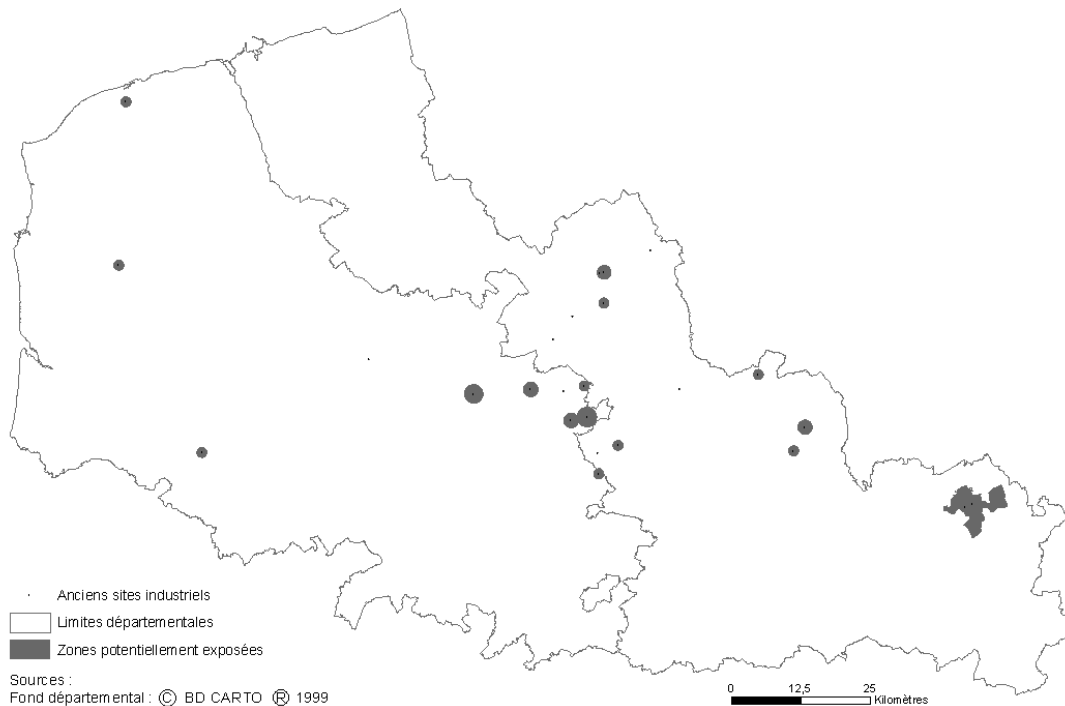
Les sites ont été sélectionnés dans les deux départements de la région Nord-Pas-de-Calais. Cependant ils se rassemblent dans une zone assez centrale (carte n°1).

Carte n°1 : Localisation des anciens sites industriels (Projet PRASE)



La carte n°2 permet de visualiser l'ensemble des zones potentiellement exposées à la pollution des sols autour des sites industriels sélectionnés dans la région Nord-Pas-de-Calais.

**Carte n°2 : Zones potentiellement exposées à la pollution des sols
autour des 25 sites industriels retenus dans le cadre du projet PRASE**



3. Description du potentiel d'exposition

3.1. Le score d'exposition

Il permet d'apprécier le potentiel d'exposition de la population vivant dans une zone influencée par la pollution de l'activité industrielle. En fonction des combinaisons des vecteurs et des voies d'exposition, les scores du potentiel d'exposition varient, selon les conventions adoptées, de 1 à 11 :

- le score minimal de 1 correspond à des populations uniquement exposées par leur consommation d'eau potable (eau ayant subi deux niveaux de mélange). On notera qu'elles ne se trouvent pas dans le périmètre des 1 000 mètres, l'UDI pouvant dans certains cas desservir des habitats éloignés du site.
- le score maximal de 11 correspond obligatoirement à des populations vivant dans la zone des 200 mètres autour du site et sous le vent de ce dernier (exposées donc à un score de 4 pour le vecteur sol direct, un score de 3 pour le vecteur sol via l'air et un score de 1 pour le vecteur air) et qui consomment une eau potable potentiellement polluée

(AEP score de 3, c'est à dire des populations consommant une eau qui n'a pas subi de mélange) ;

Entre ces deux scores, plusieurs déclinaisons sont possibles suivant les vecteurs impliqués. Dans le cadre de l'étude pilote sur la région Nord Pas de Calais, le score minimal est de 1 et le score maximal de 9.

3.2. La taille des populations concernées

Avant de décrire les résultats site par site, il est intéressant d'exprimer la taille de la population concernée par une exposition potentielle aux sites et sols pollués.

3.2.1. L'échelle régionale

Les populations potentiellement exposées à la pollution des sols des 25 sites industriels retenus dans le cadre de cette étude représente un total de 182 690 sujets (la région Nord-Pas-de-Calais comptait 3 996 588 personnes en 1999). Cela représente donc environ 4,6% de la population totale de la région, tous niveaux de score confondus.

Le tableau suivant présente le nombre de personnes exposées pour chacun des scores pour l'ensemble des sites industriels sélectionnés ainsi que le détail des différents milieux composant le score final.

Tableau n°2: Population exposée pour chaque score et milieux contribuant à ces scores dans le cadre de l'étude pilote dans la région Nord Pas de Calais

Scores d'exposition	Les combinaisons possibles des vecteurs et voies d'exposition	Nombre de personnes exposées	Part dans la population totale exposée (%)
Score 1	AEP seule ou sol via air seul	81350	44,5
Score 2	Air (1) et sol via air (1) ou sol via air seul (2) ou sol via air (1) et AEP (1)	57055	31,2
Score 3	Sol via air (1) et air (1) et AEP (1) ou sol via air seul (3) ou sol via air (2) et AEP (1)	4455	2,4
Score 4	Sol via sol seul (4) ou sol via air (3) et air (1) ou sol via air (3) et AEP (1)	12802	7
Score 5	Sol via sol (4) et sol via air (1) ou air (2) et sol via air (3) ou sol via air (3) et air (1) et AEP (1)	14299	7,8
Score 6	Sol via sol (4) et sol via air (1) et air (1) ou sol via air (4) et air (2) ou sol via air (3) et air (2) et AEP (1)	10207	5,6
Score 7	Sol via sol (4) et sol via air (3) ou sol via air (4) et air (2) et AEP (1)	1311	0,7
Score 8	Sol via sol (4) et sol via air (3) et air (1)	1163	0,6
Score 9	Sol via sol (4) et sol via air (3) et air (1) et AEP (1)	48	0,02

On constate une grande diversité des combinaisons de scores possibles ainsi que le nombre important de personnes exposées à un score minimum de 1 lié au vecteur AEP.

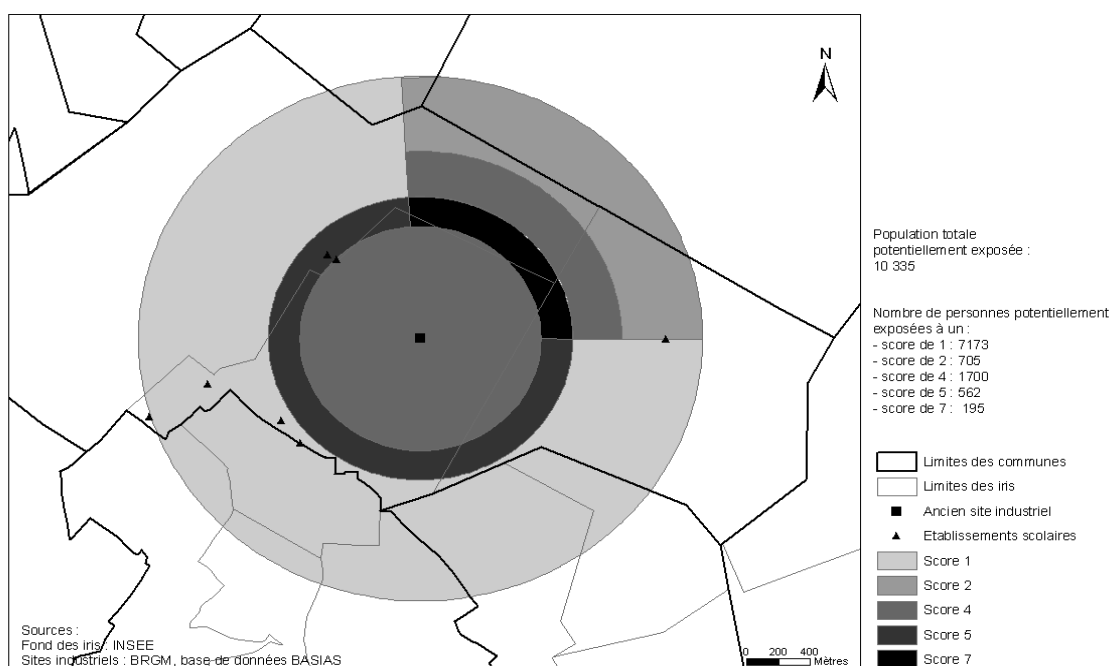
3.2.2. A l'échelle du site

Les résultats concernant la taille des populations exposées pour chaque site sont présentés sous forme de carte pour chacun des sites. Les iris ou morceaux d'iris (quand une partie seulement d'un iris est dans une zone d'exposition) ont une couleur différente suivant l'importance de leur score. Les cartes réalisées contiennent :

- le fond INSEE des iris,
- le site industriel concerné,
- les établissements scolaires situés dans un rayon de 1 000 mètres autour du site et donc potentiellement exposés via l'air ou le sol,
- les scores d'exposition.

En légende de ces cartes, la taille des populations exposées pour chacun des scores est indiquée ainsi que le détail des différents milieux composant le score final et le nombre total d'individus exposés à la pollution d'un site. A titre d'exemple, la carte n°3 décrit les anciens lavoirs et la cokerie de Mazingarbe.

Carte N°3 : Anciens lavoirs et cokerie de Mazingarbe



Le tableau n°3 présente, pour chaque site, les populations exposées en fonction des scores.

On constate l'importance des populations potentiellement exposées à de faibles scores (76 % des populations potentiellement exposées sont exposées à des scores de 1 à 2). Une part très importante de cette population (30%) est potentiellement exposée à l'usine à gaz de Maubeuge. Ce nombre élevé d'individus est lié au vecteur AEP, comme nous le verrons par la suite. Deux autres sites se distinguent : l'usine Rhodia Chimie à la Madeleine et l'usine CEAC à Lille. Le nombre important de personnes potentiellement exposées est ici lié à leur situation en zone urbaine dense.

En revanche, le nombre de personnes potentiellement exposées à des scores élevés est faible (1.4% des populations pour des scores de 7, 8 et 9).

D'autre part, on remarque que 8 des 25 sites ont uniquement un score de 4. Il s'agit de décharges où seul le vecteur sol direct a été pris en compte.

Certains sites présentent des situations spécifiques. Ainsi, aucune population exposée n'a été recensée autour du site lagune de la zone d'Auchel car elle ne peut être considérée comme ayant un sol à proprement parler.

Tableau n°3 : Taille de la population potentiellement exposée, selon les conventions adoptées, pour chaque site en fonction du score d'exposition

	Commune	Score 1	Score 2	Score 3	Score 4	Score 5	Score 6	Score 7	Score 8	Score 9	TOTAL
Fonderie Mazelier	Valenciennes	4402	574	0	148	61	0	20	0	0	5205
Friche Thiers	Escautpont	3286	438	0	638	402	0	120	0	0	4884
Lagune de la ZI d'Auchel	Burbure	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
UMPC	Calais	4151	5650	0	560	247	0	82	0	0	10690
Depot de la Centrale	Courrieres	0	0	0	94	0	0	0	0	0	94
Decharge Premines	Cuincy	0	0	0	258	0	0	0	0	0	258
Usine a gaz	Desvres	0	967	0	0	385	122	0	11	0	1485
Rivage Gayant	Douai	5090	930	0	248	128	0	46	0	0	6442
Friche Ste Henriette *	Henin-Beaumont	4835	301	0	712	643	0	73	0	0	6564
Usine a gaz	Hesdin	0	2567	0	0	143	411	0	100	0	3221
Site Lasailly	Libercourt	4033	918	0	293	238	0	83	0	0	5565
Anciens lavoirs	Mazingarbe	7173	705	0	1700	562	0	195	0	0	10335
Friche de la Cram	Mortagne du Nord	811	377	0	119	55	0	23	0	0	1385
Usine Metaleurop *	Noyelles-Godault	0	5221	0	3248	1340	1970	0	325	0	12104
Ancienne faiencerie	Orchies	0	0	0	144	0	0	0	0	0	144
Ets Beuque	Roubaix	0	0	0	1369	0	0	0	0	0	1369
Cokerie de Pont a Vendin	Vendin le Viel	3968	1495	0	1291	689	0	243	0	0	7686

Tableau 3 (suite)

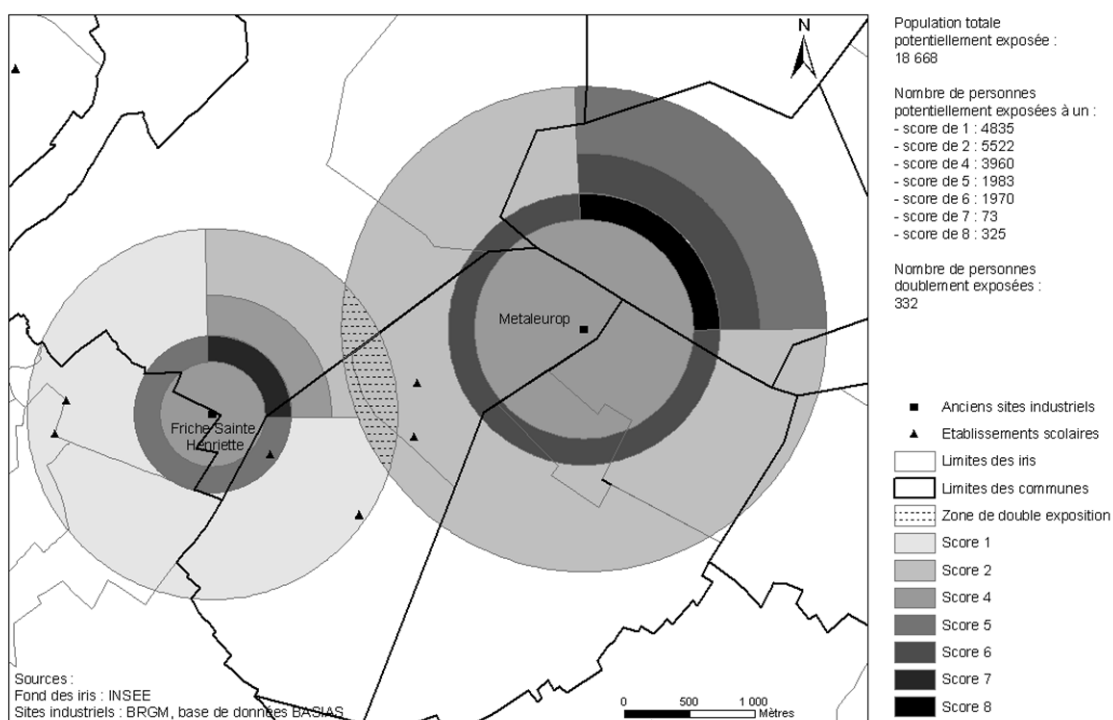
	Commune	Score 1	Score 2	Score 3	Score 4	Score 5	Score 6	Score 7	Score 8	Score 9	TOTAL
Usine Gerland	Corbehem	1795	679	29	153	0	0	0	0	0	2656
Depot de cendres EDF	Don	0	0	0	41	0	0	0	0	0	41
Ancienne usine sander	Haubourdin	0	0	0	25	0	0	0	0	0	25
UIOM	Maubeuge	0	0	0	128	0	0	0	0	0	128
Usine a gaz	Maubeuge	41806	974	4426	0	0	2584	426	0	48	50264
CEAC	Lille	0	14695	0	0	3869	1587	0	207	0	20358
Ilot Ste Helene	Saint-Andre	0	0	0	388	0	0	0	0	0	388
Usine rhodia chimie	La Madeleine	0	20564	0	1245	5537	3533	0	520	0	31399
TOTAL		81350	57055	4455	12802	14299	10207	1311	1163	48	182690
Part ds pop tot exposée (%)		44,5	31,2	2,4	7	7,8	5,6	0,7	0,6	0	

3.3. Les zones de double exposition

La prise en compte de ces zones a pour objectif d'éviter de comptabiliser deux fois des mêmes populations. Deux cas de figures se présentent.

Le premier concerne des sites géographiquement proches (distants de moins de 2 kilomètres). Représentées sur une même carte, les aires allant jusqu'à 1 000 mètres autour des sites se recoupent et une zone de double exposition est délimitée. Dans cette zone, le score d'exposition le plus élevé est retenu et est attribué à la population comptabilisée. Cette population est intégrée au décompte global du site pour lequel le score est le plus élevé ; elle est soustraite des comptes du site qui délivre un score d'exposition plus faible. La carte n°4 montre un exemple de double exposition.

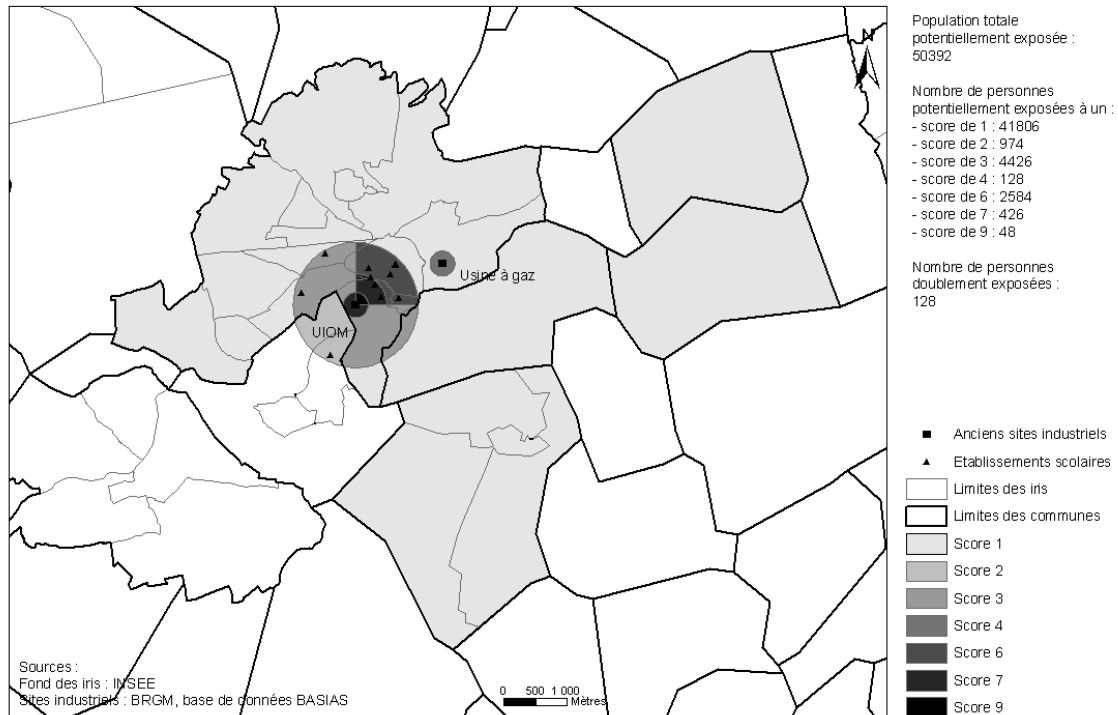
**Carte n°4 : Friche Sainte Henriette à Henin Beaumont
et usine Métaleurop à Noyelles Godault**



Le deuxième cas concerne des sites distants de plus de 2 kilomètres, dont les aires de 1 000 mètres tracées autour des sites ne peuvent se recouvrir mais dont la pollution de l'un influence l'exposition des populations de l'autre ou des autres par l'intermédiaire du vecteur eau d'alimentation. Les populations présentes dans le périmètre des 1000 mètres d'un site sous influence d'un autre et concernées par cette exposition à distance sont comptabilisées pour le site qui les intègre dans son périmètre des 1000 mètres. C'est de toute façon dans

cette zone des 1000 mètres que leur exposition potentielle est la plus forte. La carte n°5, représentant les sites de l'usine à gaz et de l'UIOM de Maubeuge, illustre ce cas.

Carte n°5 : Usine à gaz et UIOM à Maubeuge



V. Discussion

L'analyse du potentiel d'exposition et la « quantification » de cette exposition sont les deux composantes de ce travail. L'analyse du potentiel d'exposition, qui se définit comme la possibilité d'un contact entre la pollution et l'homme, passe par l'acquisition de données aussi spécifiques que possible sur les populations concernées, les lieux fréquentés ainsi que les modalités de contact avec les milieux pollués.

L'approche méthodologique proposée se fonde sur trois grandes hypothèses. La première considère que le sol du site est le seul réceptacle de la pollution induite directement par l'activité industrielle. Cette hypothèse s'avère souvent réductrice en regard d'une réalité plus complexe. En effet, en général, l'activité industrielle génère ou a généré une pollution qui migre dans les sols voisins des sites par mise en suspension et redéposition de particules atmosphériques ou par lessivage des sols.

La seconde hypothèse considère la population présente à proximité des sites comme homogène dans ses comportements, notamment en ce qui concerne la consommation de l'eau potable « au robinet ». Cette hypothèse est justifiée par l'objectif de la méthode qui ne

consiste pas à estimer l'exposition réelle de la population mais son potentiel d'exposition. Pour reprendre l'exemple de l'eau potable, toute la population ne boit pas l'eau qui lui est fournie par son réseau d'alimentation, elle ne serait donc pas exposée dans sa globalité à une pollution de l'eau. En revanche, toute la population est alimentée par cette eau potable. Tout le monde peut donc être amené à la consommer puisqu'elle lui est accessible, et chacun est donc potentiellement exposé à cette possible source de pollution.

La troisième hypothèse considère que la population se répartit de façon homogène au sein d'un iris, plus petite unité territoriale considérée. Or, la densité de population a tendance à diminuer lorsque l'on s'éloigne du centre de la commune vers sa périphérie. Cet aspect n'a pas été pris en compte dans les estimations de population.

Ces hypothèses montrent bien qu'il s'agit ici d'une démarche générique et simplificatrice ayant pour but de faciliter l'analyse des enjeux et des priorités à un échelon territorial large (département, région ou pays). Il est aussi primordial de rappeler que l'échantillon de sites retenu pour éprouver la faisabilité de la méthode n'est en aucun cas représentatif de l'ensemble des sites pollués nationaux, ni même régionaux. Ainsi, l'analyse des résultats aura essentiellement pour objet de proposer des orientations de réflexions et l'élaboration d'un guide méthodologique pour permettre la reprise de cette approche à un niveau plus ambitieux en termes de nombre de sites, en région Nord-Pas de Calais. Cette extension permettra d'organiser le travail de validation de cet outil.

Après avoir analysé les résultats, la discussion s'attachera à montrer l'intérêt du SIG dans ce type de problématique mais insistera également sur les précautions nécessaires lors de l'emploi de ce type de logiciel. Enfin une analyse de la faisabilité permettra d'apprécier cette partie de la méthode proposée

1. Le potentiel d'exposition des populations

1.1. Les vecteurs ou média d'exposition

Les cartes réalisées permettent de visualiser les étendues plus ou moins grandes des différentes zones distinguant les scores d'exposition.

Une lecture plus fine consiste à analyser les milieux en cause dans les scores. Il n'est en effet pas possible d'effectuer des comparaisons sans vérifier ce qui compose le score final. Des combinaisons différentes de milieux peuvent être à l'origine d'un même niveau de score. Par exemple, le score de 4, dans le cas du site « Anciens lavoirs et cokerie de Mazingarbe », correspond soit au vecteur sol direct (1322 personnes sont alors exposées) soit au vecteur sol via l'air (population hors vent du site) et 378 personnes sont alors potentiellement

exposées. De même deux sites différents peuvent avoir un même score mais les milieux composant ce score final peuvent également être différents.

L'analyse des résultats montre l'importance du vecteur eau d'alimentation dans l'exposition potentielle des populations. Une illustration nette est apportée par le cas du site « Usine à gaz » de Maubeuge où 41806 personnes sont potentiellement exposées à la pollution des sols par l'AEP, ce qui représente plus de 50% de la population concernée tous vecteurs confondus ou près de 23% de la population totale potentiellement exposée dans ce travail. Ainsi, dès qu'une UDI dessert un territoire au-delà de la limite des 1000 mètres, la taille de la population peut devenir rapidement très importante.

Sur les trois captages présents dans le périmètre des 1000 mètres, un seul a été retenu. Les deux autres, situés sur la commune de Corbehem, sont sur la ligne marquant la limite amont / aval du sens d'écoulement de la nappe et n'ont donc pas été retenus. On peut cependant supposer que s'ils avaient été pris en compte dans le cadre de cette étude, la population potentiellement exposée via l'AEP aurait été importante ce qui aurait considérablement augmenté le nombre total de personnes exposées à de faibles scores.

De manière générale, ce vecteur expose potentiellement une large frange de la population compte tenu des modalités de distribution d'eau dans la population. Si les données locales confirment une contamination, une action sur ces eaux pourrait sans doute être envisagée et ce nombre par conséquent réduit.

D'autre part, il convient de noter que les populations potentiellement exposées par l'AEP ne résident pas dans le périmètre des 1 000 mètres autour du site. Cela renforce l'importance de tenir compte de la contamination de la nappe tel que cela est déjà le cas dans la procédure d'ESR mise en place par le ministère chargé de l'environnement.

L'analyse du cas particulier de la lagune d'Auchel classée en tant que site pollué (et non pas sol pollué), permet de tirer l'enseignement suivant : sa sélection dans notre échantillon d'étude a permis de démontrer que la méthode développée est spécifique à la problématique des sols pollués. En effet, bien qu'apparaissant dans le document de la DRIRE « L'industrie au regard de l'environnement », ce site est un cas particulier de notre étude car il ne contient pas à proprement parlé de sol et n'est pas classé, à ce titre, dans l'inventaire historique régional.

1.2. Les scores d'exposition

Nombreux sont les vecteurs d'exposition qui n'ont pu être pris en compte en raison de l'impossibilité d'accéder aux informations de manière complète, tant sur la localisation des

lieux que sur la comptabilisation de la population concernée. Cette difficulté, incontournable actuellement, réduit l'analyse du potentiel d'exposition. Ces vecteurs ne peuvent pas tous être considérés comme marginaux, notamment celui ayant trait à la consommation de produits cultivés dans les jardins potagers privés.

Pour les vecteurs d'exposition auxquels des notes ont pu être affectées, la volonté a été d'accorder une égale contribution relative à chacun d'entre eux. En effet, il faut se rappeler que ce score ne détermine en rien un niveau d'exposition mais seulement une possibilité de contact avec un certain niveau de pollution. C'est d'autant plus vrai que la nature des polluants n'a pas été prise en compte. Or, selon leurs propriétés physico-chimiques, l'exposition sera d'autant plus vraisemblable et conséquente qu'ils sont persistant dans l'environnement par rapport à ceux dont la volatilité et la dégradation sont élevées et rapides.

1.3. La taille des populations

1.3.1. L'homogénéité de densité des populations

Une limite importante pour le décompte des populations concerne l'hypothèse d'homogénéité de la densité de population au sein des communes et des iris. L'exemple suivant est démonstratif.

Au site du « Dépôt de la centrale de Courrières », selon l'estimation de la population réalisée, 94 personnes résident dans un rayon de 0 à 200 mètres autour du site. Or, d'après les informations obtenues auprès de la DRIRE du Nord-Pas-de-Calais, 153 personnes résident actuellement sur ce site. Cette différence importante est liée à la façon dont sont réalisées les estimations de populations. On considère en effet que la population est répartie de façon homogène au sein d'un iris. Or, dans certains cas la population peut au contraire être concentrée dans certaines zones particulières de ce dernier ce qui doit être le cas dans l'exemple cité, où une part importante de la population de l'iris doit se concentrer à proximité et sur l'ancien site industriel en question. Cette hypothèse de départ introduit donc un biais dans l'étude.

1.3.2. Les populations exposées par le vecteur eau d'alimentation

Une autre limite importante dans le décompte des populations concerne ces populations potentiellement exposées par le vecteur eau d'alimentation. En effet, lorsque plus de 25% de la population d'une commune est desservie par une UDI nous avons considéré que l'ensemble de la commune était desservie par cette UDI. A l'inverse lorsque moins de 25 % de la population d'une commune est desservie par une UDI, l'hypothèse retenue considère que la population de cette commune n'était pas desservie par cette UDI.

Les informations disponibles permettent de savoir quel pourcentage de la population d'une commune est desservi par telle ou telle UDI mais pas la localisation des populations rattachées. Il ne peut donc pas leur être attribué un score et elles ne peuvent donc rentrer dans le décompte populationnel.

C'est pourquoi, un seuil a été fixé et cette règle a été définie. Ainsi, en deçà du seuil de 25%, les tailles des populations potentiellement exposées par le vecteur eau d'alimentation ont tendance à être sous-estimées ; à l'inverse, au delà de ce seuil, la tendance est à la sur-estimation. Compte tenu du seuil fixé, globalement, on peut penser que l'on penche plutôt vers une sur-estimation de la taille des populations potentiellement exposées.

1.3.3. Le dénombrement par classe d'âge

Les estimations de population réalisées dans le cadre de cette étude concernent la population totale « sans double compte » selon l'appellation de l'INSEE. Les estimations proposées agrègent l'ensemble des personnes, quel que soit leur âge.

Les résultats pourraient être affinés en prenant en compte les différentes classes d'âge et le sexe. Les estimations seraient alors réalisées également pour chacune des classes d'âge, permettant d'obtenir le nombre de personnes exposées entre 0 et 19 ans, entre 20 et 39 ans, etc. D'autant plus que les données du recensement de la population recueillies auprès de l'INSEE intègrent ce type d'information.

Cependant, il n'est pas évident que ce niveau de détail soit légitime dans un pays où les structures d'âge de la population, certes inégales, ne sont pas fondamentalement différentes d'une région à une autre ou d'une commune à une autre. Il faudrait alors apprécier au cas par cas l'utilité d'un tel décompte (par exemple si l'on a affaire à une pollution par du plomb, et que l'on souhaite apprécier le potentiel d'exposition d'enfants en bas âge et de femmes enceintes). Mais à part cet exemple, peu de polluants sont à ce jour reconnus pour engendrer une action délétère sur une catégorie particulière de personnes. Cette approche différentielle ne peut donc être systématisée compte tenu des pollutions rencontrées sur les sites.

1.3.4. Les établissements scolaires

En compensation du non dénombrement de la population par classe d'âge, il peut être intéressant de disposer de résultats concernant les enfants fréquentant des écoles situées dans le périmètre de 1000 mètres autour du site, et de dénombrer plus finement ceux dont les écoles sont situées dans l'un des trois arcs de cercle du cône établi dans la direction principale du vent. En effet, les enfants fréquentant ces écoles passent obligatoirement un

certain temps dans cet environnement.

Des informations sur le nombre d'élèves fréquentant les établissements scolaires peuvent être obtenues en s'appuyant sur les bases de données citées précédemment ou en contactant directement les établissements en question. Cependant ce travail peut être particulièrement long dès lors que ces informations ne sont pas répertoriées pour de trop nombreux établissements dans les bases de données. Tel était le cas dans cette étude pilote et ces informations n'ont pas été complétées pour tous les établissements car il aurait été trop fastidieux de les contacter un à un.

1.4. La classification des sites

Au final, l'intérêt de la démarche est de fournir une aide à la décision en matière de classification des sites du point de vue des risques qu'ils sont susceptibles de faire encourir. Comment utiliser ces résultats à cet effet ? Il semble raisonnable de proposer des règles de décision qui considèrent à la fois le niveau du score d'exposition et le nombre de personnes potentiellement exposées. Les combinaisons pourraient être plus complexes si l'on tient compte des classes d'âges et des enfants fréquentant les établissements scolaires.

Il est illusoire de tenter de réduire à une seule dimension le processus de priorisation des sites pollués, tant sont divers les aspects pouvant être pris en considération. C'est pourquoi le choix fait ici est celui de la transparence : établir deux critères de classification selon, d'une part, l'intensité potentielle de l'exposition (ce dont rend compte le score d'exposition) et selon, d'autre part, l'importance de la population exposée.

1.4.1. Le critère score d'exposition

Le tableau suivant (tableau n°5) montre les populations potentiellement exposées dans chacun de ces cas. Celles qui sont potentiellement « faiblement » exposées représentent 78% de la population totale de cette étude. Les populations « moyennement » exposées représentent environ 20% et enfin celles qui seraient potentiellement « fortement » exposées environ 1,4%.

Cependant, la difficulté est de déterminer l'influence de la notation retenue sur les critères de classification des sites et notamment celui qui consiste à multiplier la taille de la population par le score d'exposition. Il est difficile de concevoir une analyse de sensibilité dans l'optique du travail actuel. Toutefois, on remarquera que la taille des populations qui présente un potentiel d'exposition fort est faible alors que celle qui présente un potentiel d'exposition faible est élevée. La multiplication de ces deux paramètres ne modifie pas la classification finale obtenue, ce qui tend à mettre en lumière la 'robustesse' de la démarche.

Tableau n°5 : Populations exposées par sores regroupés en classes pour chaque site étudié

Nom site	Commune	Potentiel d'exposition faible (scores de 1, 2 et 3)	Potentiel d'exposition moyen (scores de 4, 5 et 6)	Potentiel d'exposition fort (scores de 7, 8 et 9)
Fonderie Mazelier	Valenciennes	4976	209	20
Friche Thiers	Escautpont	3724	1040	120
Lagune de la ZI d'Auchel	Burbure	0	0	0
UMPC	Calais	9801	807	82
Depot de la Centrale	Courrieres	0	94	0
Decharge Premines	Cuincy	0	258	0
Usine a gaz	Desvres	967	507	11
Rivage Gayant	Douai	6020	376	46
Friche Ste Henriette *	Henin-Beaumont	5136	1355	73
Usine a gaz	Hesdin	2567	554	100
Site Lasailly	Libercourt	4951	531	83
Anciens lavoirs	Mazingarbe	7878	2262	195
Friche de la Cram	Mortagne du Nord	1188	174	23
Usine Metaleurop *	Noyelles-Godault	5221	6558	325
Ancienne faiencerie	Orchies	0	144	0
Ets Beauque	Roubaix	0	1369	0
Cokerie de Pont a Vendin	Vendin le Viel	5463	1980	243

Tableau n°5 (suite)

Nom site	Commune	Potentiel d'exposition faible (scores de 1, 2 et 3)	Potentiel d'exposition moyen (scores de 4, 5 et 6)	Potentiel d'exposition fort (scores de 7, 8 et 9)
Usine Gerland	Corbehem	2503	153	0
Depot de cendres EDF	Don	0	41	0
Ancienne usine sander	Haubourdin	0	25	0
UIOM	Maubeuge	0	128	0
Usine a gaz	Maubeuge	47206	2584	474
CEAC	Lille	14695	5456	207
Ilot Ste Helene	Saint-Andre	0	388	0
Usine rhodia chimie	La Madeleine	20564	10315	520
TOTAL		142860	37308	2522
Part dans la pop totale (%)		78	20	1,4

Selon ce critère « score », on voit que certains sites comme l'usine Rhodia Chimie à la Madeleine apparaissent prioritaires à cause du nombre relativement important de personnes ayant un fort potentiel d'exposition. Dans ce cas, 520 personnes ont un score élevé (7, 8 ou 9). Pour ces sites, un travail de définition in situ apparaît indispensable dans un délai rapide (cette affirmation de principe ne préjuge pas de ce qu'une étude in situ a ou non été déjà réalisée dans ce cas précis). Cet examen local pourra soit constater la réalité de l'exposition, soit infirmer le résultat de ce classement, grâce à ces données qui sont inaccessibles au niveau « macroscopique » qui est celui de la procédure proposée ici.

1.4.2. Le critère « score x population »

Les règles de décision en santé publique ont aussi pour souci de considérer l'étendue de l'exposition, au sens de la taille de la population exposée, même à des niveaux modestes ; c'est le concept d'« impact » potentiel. Cette dimension peut être approchée en calculant un index qui serait le produit du score par la taille de la population concernée ; pour cela, il n'y a pas de raison de regrouper les scores par grandes catégories, comme plus haut. Peut-on considérer a priori que l'exposition d'une population de 10 000 habitants classée au score 4 est moins problématique qu'une exposition d'une population de 100 habitants au score 7 ? Peut-être en terme de calendrier des investigations locales de vérification ; pas nécessairement en termes d'impact potentiel. Dans tous les cas, il est clair qu'il convient de vérifier cela par des données locales plus étayées.

1.4.3. Bilan

Le tableau n°6 expose le classement des sites selon cet indice score x population (colonne de gauche) et rappelle (colonne de droite), le classement de ces mêmes sites selon le critère score qui apprécie l'importance des populations classées en score élevé (supérieur à 5).

Tableau n°6 : Ordre de classement des sites selon les deux critères

Nom site	Commune	Ordre classement score * pop	Ordre classement pop score élevé (score > 7)	Valeur score * pop	Valeur pop score élevé
Usine rhodia chimie	La Madeleine	1	1	99151	520
Usine a gaz	Maubeuge	2	2	75950	474
CEAC	Lille	3	5	59913	207
Usine Metaleurop *	Noyelles-Godault	4	3	44554	325
Anciens lavoirs	Mazingarbe	5	6	19558	195
UMPC	Calais	6	10	19500	82
Cokerie de Pont a Vendin	Vendin le Viel	7	4	17268	243
Friche Ste Henriette *	Henin-Beaumont	8	11	12011	73
Friche Thiers	Escautpont	9	7	9564	120
Usine a gaz	Hesdin	10	8	9115	100
Rivage Gayant	Douai	11	12	8904	46
Site Lasailly	Libercourt	12	9	8812	83
Fonderie Mazelier	Valenciennes	13	14	6587	20
Ets Beuque	Roubaix	14	16	5476	0
Usine a gaz	Desvres	15	15	4679	11
Usine Gerland	Corbehem	16	17	3852	0
Friche de la Cram	Mortagne du Nord	17	13	2477	23

Tableau n°6 (suite)

Nom site	Commune	Ordre classement score * pop	Ordre classement pop score élevé (score > 7)	Valeur score * pop	Valeur pop score élevé
Ilot Ste Helene	Saint-Andre	18	18	1552	0
Decharge Premines	Cuincy	19	19	1032	0
Ancienne faïencerie	Orchies	20	20	576	0
UIOM	Maubeuge	21	21	512	0
Depot de la Centrale	Courrieres	22	22	376	0
Depot de cendres EDF	Don	23	23	164	0
Ancienne usine sander	Haubourdin	24	24	100	0
Lagune de la ZI d'Auchel	Burbure	25	25	0	0

A partir des 25 sites sélectionnés, les deux critères conduisent à un classement assez stable. On ne constate pas de distorsion importante sur cet échantillon. Ceci est rassurant par rapport à une utilisation de ce système de classement à une échelle plus vaste. Cependant, il sera nécessaire de vérifier si cette concordance résiste à l'analyse d'autres séries de sites pour asseoir avec confiance les critères de jugement pertinents.

La classification des sites en différentes catégories caractérisées par des temps de réaction différents passe par la fixation de valeurs seuils. Cela n'est jamais aisé et doit être effectué a priori et non au regard des résultats. La délimitation des frontières de classe doit donc être discutée selon un ensemble de critères.

Les 25 sites retenus sont tous considérés prioritaires au regard des premiers travaux du ministère de l'écologie. Pourtant, certains d'entre eux ne présentent, selon ces résultats, aucune population concernée par un score de potentiel d'exposition élevé. On pourrait dès lors les considérer comme non prioritaires pour des investigations immédiates, d'un strict point de vue sanitaire. Les écarts entre les scores des différents sites paraissent importants, laissant augurer un pouvoir de discrimination efficient de la démarche. Il reste à vérifier, dans l'autre sens, si certains sites qui seraient classés comme peu ou non prioritaires selon les critères de l'ESR, viendraient à être retenus avec des scores élevés selon la démarche proposée ici. Le choix comme base de travail de 25 sites classés prioritaires par la DRIRE sur la base des données des ESR ne permet pas, actuellement, cette évaluation.

2. Le Système d'Information Géographique

L'utilisation d'un Système d'Information Géographique permet d'automatiser les traitements et par conséquent d'estimer de façon relativement automatique les populations exposées pour un nombre important de sites sélectionnés. Cependant l'utilisation de ce type de logiciel nécessite une certaine vigilance et la précision des estimations est dans certains cas limitée par l'imprécision des données.

2.1. Le traitement des données

Les opérations réalisées dans le Système d'Information Géographique sont détaillées dans un guide technique qui reprend l'ensemble des étapes nécessaires à la mise en place de ce système. L'utilisation de ce logiciel permet d'estimer de façon relativement précise les populations potentiellement exposées à la pollution des sols en évitant les doubles comptes. Le temps d'exploitation des données avec ce type de logiciel est assez réduit une fois que les différentes étapes des traitements sont clairement définies. De plus, un volume important de données peut être traité de façon assez automatique avec ce type de logiciel ce qui

facilite l'extension de cette méthode à un nombre plus important de sites et à un territoire plus vaste.

Cependant, il est nécessaire d'insister sur la rigueur nécessaire lors de la réalisation de certaines opérations. Le SIG permet certes de traiter un volume important de données mais dans certains cas, notamment les zones de double exposition, il est indispensable de procéder à des vérifications régulières des traitements réalisés car les risques d'erreurs sont alors importants. De plus, lorsque des sites sont géographiquement proches, il est nécessaire de réaliser certains calculs de population au « cas par cas » et non plus de façon automatique comme c'est le cas pour la plupart des sites. L'utilisation de ce logiciel nécessite une rigueur importante et des connaissances préalables sur le fonctionnement de ce type d'outil.

2.2. Les données

2.2.1. La précision des données

La qualité des données recueillies dans les institutions s'est avérée d'une extrême variabilité. Les informations concernant l'eau potable illustrent le phénomène. Le réseau d'eau potable dans la région Nord-Pas de Calais est très particulier. Il se présente sous la forme d'un maillage complexe étudié pour répartir au mieux l'eau provenant de l'unique aquifère exploité de la région : la nappe de la Craie. La connexion d'un captage sur le réseau est donc un élément difficile à suivre sur toute la chaîne de distribution d'eau potable. Grâce à la base de données Sise-eaux, il a été possible d'obtenir le cheminement de l'eau à partir d'un captage : son passage en station de traitement production (niveau 1), sa connexion au réseau à partir d'une unité de distribution et les communes desservies par celle-ci (niveau 2), son mélange avec d'autres productions dans une nouvelle unité de distribution (niveau 3) et ainsi de suite... Malgré ce bon niveau de détail, il n'est pas possible de connaître, auprès des DDASS, le pourcentage d'eau provenant d'un captage défini qui alimente les communes. Les responsables de la base de données supposent, en première estimation, que l'on retrouve environ 50% de l'eau d'un captage jusqu'au niveau 3 du réseau, c'est à dire après deux mélanges. Rajoutant à la confusion, la population desservie est comptabilisée en commune entière, les adhérents du réseau n'étant pas identifiés auprès des DDASS.

Enfin, on notera que l'Agence de l'eau ne dispose pas d'informations sur la présence de captages de certaines communes. Il s'agit, dans le cas de notre étude sur la région Nord-Pas-de-Calais des communes Mazelier, Noyelles et Ruay sur l'Escau, dont les tailles de populations sont faibles. Cependant, cette absence d'information est pénalisante dans le cas où l'éventuel captage desservirait non seulement la commune non considérée actuellement

mais également des communes plus ou moins proches qui auraient une population forte. La priorisation des sites pourrait alors en être affectée.

Un autre exemple intéressant est celui de la localisation des sites industriels ou des écoles. Les coordonnées fournies par le BRGM pour les sites industriels sont d'une précision très inégale (coordonnées du site dans certains cas, de l'église de la commune dans laquelle se situe le site pour d'autres). Des erreurs ont parfois été remarquées dans ces coordonnées et une certaine vigilance est là encore nécessaire pour vérifier que le site est bien situé dans la bonne commune.

De plus, lorsque un géocodage est réalisé (cas pour certains sites industriels dont les coordonnées étaient indisponibles ou inexacts, cas pour les écoles), la précision des coordonnées en sortie est là encore très inégale et dépend du niveau de détail de l'adresse de départ (adresse détaillée avec le nom et le numéro dans la rue ou à l'inverse adresse très imprécise de type « lieu dit de ... »). Dans certains cas, le géocodage n'est pas possible (adresse inconnue dans la base de données permettant de réaliser le géocodage). Ainsi sur les 743 écoles recensées dans les communes exposées à la pollution des sites industriels, seulement 647 écoles ont pu être géocodées. Si l'on avait souhaité détailler le décompte de cette population d'enfants, ces géocodages incomplets en auraient limité la portée.

2.2.2. La disponibilité des données

Certaines des informations nécessaires dans le cadre de ce projet ne sont actuellement pas disponibles ou auraient nécessité des relevés de terrain qui n'ont pas été effectués. A ce jour, aucune base de données ne recense par exemple les jardins potagers. Des relevés GPS auraient permis de les localiser dans le SIG mais ce travail nécessite un temps important.

De plus, même si ces jardins ou les zones de culture d'étendue plus importante, peuvent être localisés, on ne peut connaître précisément qui sont les consommateurs de ces denrées. Il n'est donc pas possible d'estimer les populations potentiellement exposées par le vecteur alimentation. Tout au plus peut-on estimer approximativement les tailles des foyers disposant de jardins – a priori les premiers consommateurs des productions privées - (en prenant les estimations moyennes pour les communes d'enquête), mais il ne serait possible d'attribuer cette consommation à un foyer situé dans un territoire donné et donc, le cas échéant, de repérer un cumul des expositions, que s'il s'agit de jardin potagers privés inclus dans un domicile ; les jardins collectifs municipaux ou les jardins distants des lieux de logements, nombreux dans la région, ne peuvent donc être pris en compte.

D'autre part, toutes les données recueillies n'étaient malheureusement pas toujours

immédiatement disponibles sous un format compatible avec une intégration dans un SIG. C'est le cas notamment des POS qui, dans la plupart des communes, sont disponibles sous forme de plan papier et qui ne peuvent donc pas être intégrés facilement dans un SIG. Ces derniers auraient été intéressants pour déterminer les zones de promenade potentielles par exemple.

De même les zones de baignade auraient pu être localisées en utilisant les données des DDASS concernant ces bases de loisir et le fond géométrique de la BD Carthage. Mais il n'existe pas d'informations précises concernant les populations fréquentant ces espaces et les populations exposées par le vecteur « zones de loisirs » ne peuvent pas être estimées. La création de ces données pour leur exploitation sous SIG nécessite un temps important et elles apportent peu d'information. Elles n'ont par conséquent pas été intégrées dans le SIG.

3. La faisabilité de la méthode

Les sites pollués se comptent par dizaine de milliers en fonction des régions. Le travail de classification consécutif à l'appréciation du potentiel d'exposition et de la taille de la population affectée se doit donc de présenter des caractéristiques lui conférant une bonne opérationnalité. Le premier temps de ce travail avait donc pour objectif de tester une partie de la faisabilité de la méthode proposée, notamment en ce qui concerne les modalités et possibilités de recueillir l'ensemble des informations nécessaires et d'en apprécier le temps et le coût.

Les modalités de recueil ont été satisfaisantes et la disponibilité des données sous des formats immédiatement, ou rendus, compatibles avec le traitement sous SIG est bonne. Il est clair que la réalisation de ce travail sur un très grand nombre de sites à l'échelle régionale ou départementale aura une durée de réalisation longue. Cependant, aucun obstacle n'est venu perturber le recueil des données dès lors que la préparation du projet a été menée avec l'ensemble des partenaires concernés.

L'exploitation des données s'est également passée sans difficultés particulières. La diversité des sites a permis d'embrasser un grand nombre de situations différentes et de formaliser un certain nombre de dispositions informatiques pour les gérer (situations de double compte par exemple). Cela a également permis d'envisager d'autres cas, qui ne se sont pas présentés ici, mais qui pourraient être observés lors de l'extension du travail à d'autres sites et d'autres régions. Ce sont par exemple la nécessité de prendre en compte de multiples directions de vent pour des sites proches qui se recouvrent, des nappes aquifères proches aux caractéristiques d'écoulement différentes. On peut aussi envisager des situations dans des zones où le relief est important, compliquant la prise en compte de la direction du vent ou

des régions où le réseau hydrographique est plus complexe comme dans le cas d'un réseau karstique. Il convient de développer les modalités de prise en compte de ces situations plus complexes. Au final, il est possible de conclure que l'application de cette méthode est raisonnablement aisée.

Le coût de cette méthode est difficile à apprécier. Si l'on se place dans l'hypothèse où le travail est conduit par un organisme d'Etat, alors celui-ci est considérablement réduit, des accords entre les administrations permettant une acquisition sans frais des données (ou pour un coût moindre). Dans un autre cadre, ce coût peut très vite être rédhibitoire. Cependant, il n'en reste pas moins que l'acquisition des données provenant de l'IGN sont d'un coût très élevé quelle que soit la nature du demandeur. Il convient cependant de le relativiser, notamment pour l'Institut de Veille Sanitaire, car nombreuses sont les applications qui peuvent nécessiter l'utilisation de ces fonds de cartes.

Il n'est pas possible, à ce stade du travail de discuter des qualités importantes d'un outil que sont la sensibilité et la spécificité de celui-ci car les résultats issus de ce travail sont difficilement exploitables en raison du petit nombre de sites retenus et du fait qu'ils appartiennent tous à des sites prioritaires, sur lesquels des investigations complémentaires étaient à mettre en œuvre, selon la première analyse faite par le ministère chargé de l'écologie avec la méthode de l'ESR. Il conviendra d'élargir la nature des sites retenus pour déterminer leur positionnement dans ce type de système et déterminer des règles de décision en fonction des niveaux atteints de "score x population" ou de taille de population présentant les scores les plus élevés.

VI. Conclusion et perspectives d'application

L'exposition des populations est un point clé dans l'analyse des situations de santé environnementale. L'approche proposée consiste à apprécier le potentiel d'exposition des populations résidant sur ou autour des sites pollués en combinant une évaluation des modalités d'exposition, en utilisant des données accessibles à un niveau d'analyse « macroscopique », et la taille de la population ; elle se présente comme complément, ou comme voie d'amélioration possible, à la méthode actuelle développée dans l'ESR.

La faisabilité de l'approche a été éprouvée dans sa partie recueil des informations et traitement par SIG. Elle a permis d'estimer les populations potentiellement exposées à la pollution des sols en évitant les doubles comptes lorsqu'elles pouvaient être soumises à l'influence de plusieurs sites, et d'établir un score d'exposition en fonction de leur localisation. Des populations éloignées des sites ont été comptabilisées en raison de leur exposition par le vecteur eau. L'ampleur immédiate prise par la taille de cette population doit être tempérée par les niveaux d'exposition attendus plutôt faibles, en raison de niveaux de dilution déjà avancés.

Les deux critères de classement des sites conduisent à un résultat similaire. Dans les deux cas, des contrastes importants sont observés entre les sites, laissant augurer d'une discrimination efficace de la démarche. Il reste toutefois à dégager les seuils qui permettront de catégoriser les sites, travail qui ne peut être conduit que sur un plus grand nombre de sites, parmi lesquels certains devraient être classés comme non prioritaires, en plus des types de sites prioritaires qui ont fait l'objet de ce travail.

L'application de cette méthode présente l'intérêt d'approcher la taille de la population exposée potentiellement à la pollution des sites et sols pollués ; cela donne un éclairage intéressant, d'un point de vue de santé publique.

La méthode pourrait être encore affinée, avec notamment, si cela s'avère pertinent, le nombre précis d'enfants fréquentant les écoles proches des sites. On peut sans risque parier que le développement continu des systèmes de recueil des données informatisées va étendre leurs possibilités d'exploitation, et que progressivement, des sources d'exposition potentielle, actuellement non prises en compte pour des raisons pratiques, pourront l'être dans un avenir proche.

Plus généralement, il va sans dire que ce schéma général ne doit pas empêcher une certaine souplesse dans la mise en œuvre, qui conduirait à explorer de manière plus approfondie une situation locale que d'autres sources d'information mettraient en lumière.

Une démarche générale par étapes pourrait ainsi se dégager, pour l'identification des sites prioritaires, utilisant à chacune d'entre elles des données de plus en plus fines. L'approche « populationnelle des expositions » proposée ici présente comme intérêt majeur d'autoriser une automatisation des procédures applicables à un vaste niveau territorial. On peut aussi imaginer que la logique qui a été introduite soit, pour partie, intégrée dans des versions futures des protocoles d'évaluation détaillée des risques afin de permettre l'appréciation de situations locales isolées.

Il reste cependant à mettre en place la procédure de validation de la méthode avant d'envisager toute extension à une échelle territoriale plus grande. A l'issue de cette validation, la rédaction d'un guide méthodologique, détaillant l'ensemble des étapes nécessaires pour mener à bien ces estimations de population, favoriserait cette extension. Enfin, les résultats de cette étape qualitative initiale sont nécessaires pour apprécier les besoins d'explorations complémentaires sur les niveaux de pollution des milieux et l'estimation des expositions, de nature à permettre, dans un second temps, une quantification du risque. Cette seconde étape n'est pas prévue dans le projet actuel, mais pourrait en résulter.

Bibliographie

- [1] Najem GR, Cappadona JL. Health effects of hazardous chemical waste disposal sites in New Jersey and in the United States : a review. *Am. J. Prev. Med.* 1991 ; 7 (6) :352-362.
- [2] Vianna NJ, Polan AK. Incidence of low birth weight among Love Canal residents. *Science* 1984 ; 226 (4679) :1217-1219
- [3] Paigen B, Goldman LR, Magnant MM, Highland JH, Steegmann AT Jr. Growth of children living near the hazardous waste site, Love Canal. *Hum. Biol.* 1987 ; 59(3) :489-508
- [4] Janerich DT et al. Cancer incidence in the Love Canal area. *Science* 1981 ; 212(4501) :1404-1407
- [5] Zmirou D., Deloraine A., Saviuc P., Tillier C., Boucharlat A., Maury N. Short term health effects of an industrial toxic waste landfill : a retrospective follow-up study. *Archives Environ. Health*, 1994, 49, 228-238.
- [6] Deloraine A., Zmirou D., Tillier C., Boucharlat A., Boutti H. Case-control assessment of the short-term health effects of an industrial toxic waste landfill. *Environ. Research*, 1995, 68, 124-132.
- [7] Croen LA, Shaw GM, Sanbonmatsu L, Selvin S, Buffler PA. Maternal residential proximity to hazardous waste sites and risk for selected congenital malformations. *Epidemiology* 1997, 8 (4) :347-354
- [8] Shaw GM, Schulman J, Frisch JD, Cummins SK, Harris JA. Congenital malformations and birthweight in areas with potential environmental contamination. *Arch. Environ. Health* 1992 ; 47(2) : 147-153
- [9] Sexton K, Callahan MA, Bryan EF, Saint CG, Wood WP. Informed decisions about protecting and promoting public health : rationale for a national human exposure assessment survey. *J Expo Anal Environ. Epidemiol.* 1995 ;5 (3) :233-256
- [10] Liroy PJ. Assessing total human exposure to contaminants : a multidisciplinary approach. *Environ. Sci. Technol.* 1990 ; 24 (7) :938-945
- [11] MATE. Gestion des sites (potentiellement) pollués, la politique nationale en matière de traitement et de réhabilitation des sites et sols pollués, le pré-diagnostic, le guide étude des sols : diagnostic initial, la méthode nationale d'évaluation simplifiée des risques. BRGM éditions version 2, juillet 2000.

[12] Anonyme. l'Industrie au regard de l'Environnement en 2000. DRIRE Nord-Pas de Calais 2000.

DRIRE

Index des sigles employés

AEI → Adduction d'Eau Industrielle

AEP → Adduction d'Eau Potable

BRGM→ Bureau Régional de Géologie Minière

CIRE → Cellule Inter Régionale d'Epidémiologie

DDASS→ Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales

DDE → Direction départementale de l'Equipement

DRASS→ Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales

DRIRE→ Direction régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement

DSE → Département Santé Environnement de l'Institut de Veille Sanitaire

IGN → Institut Géographique National

INED → Institut National d'Etudes Démographiques

INSEE → Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques

InVS → Institut de Veille Sanitaire

IRE → l'Industrie au Regard de l'Environnement

MATE → Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement

MCA → Mélange de Captages

MEDD → Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable

POS → Plan d'Occupation des Sols

PRASE→ Programme Régional d'Action en Santé Environnement

SIG → Système d'Information Géographique

TTP → Station de Traitement Production

UDI → Unité de Distribution

Annexe n°1 : Les différents médias de transferts de polluants

Schéma n°3 : Arborescence du potentiel d'exposition des populations par le vecteur eau souterraine

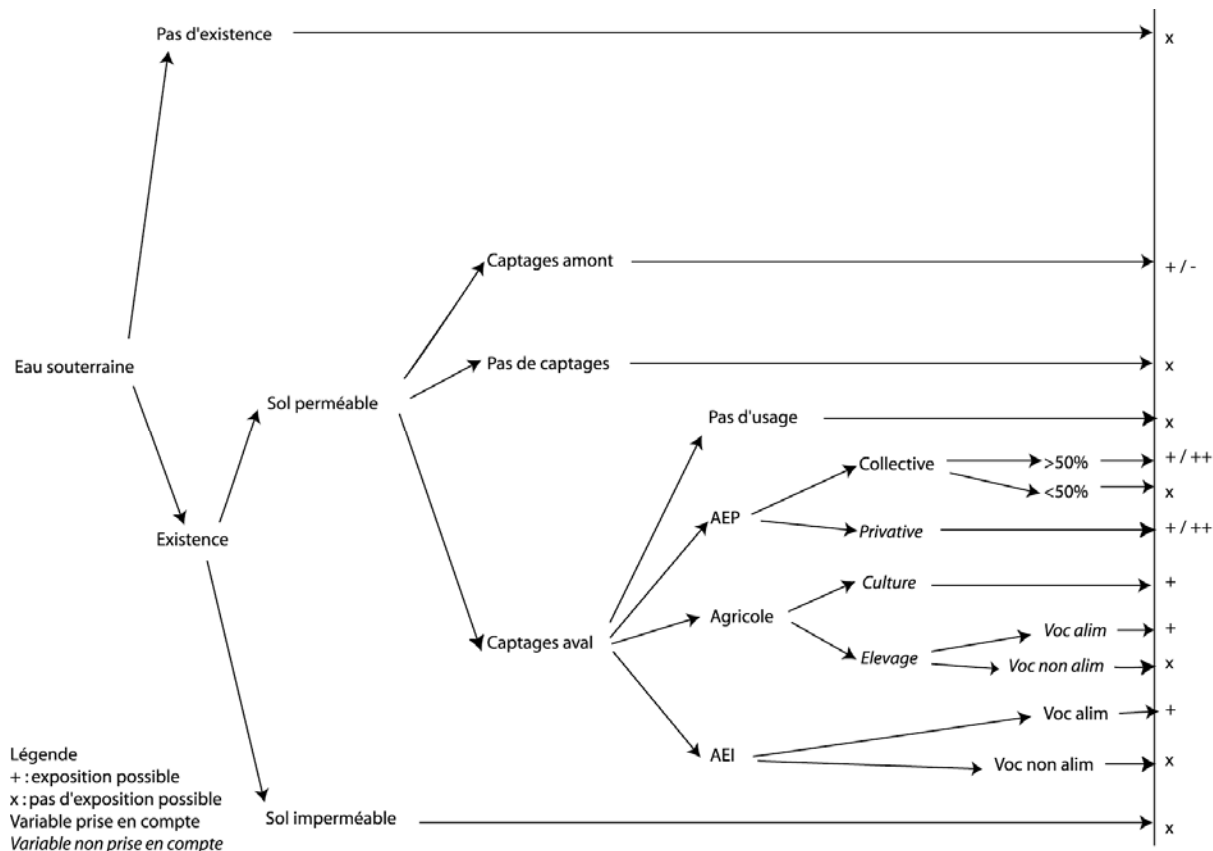
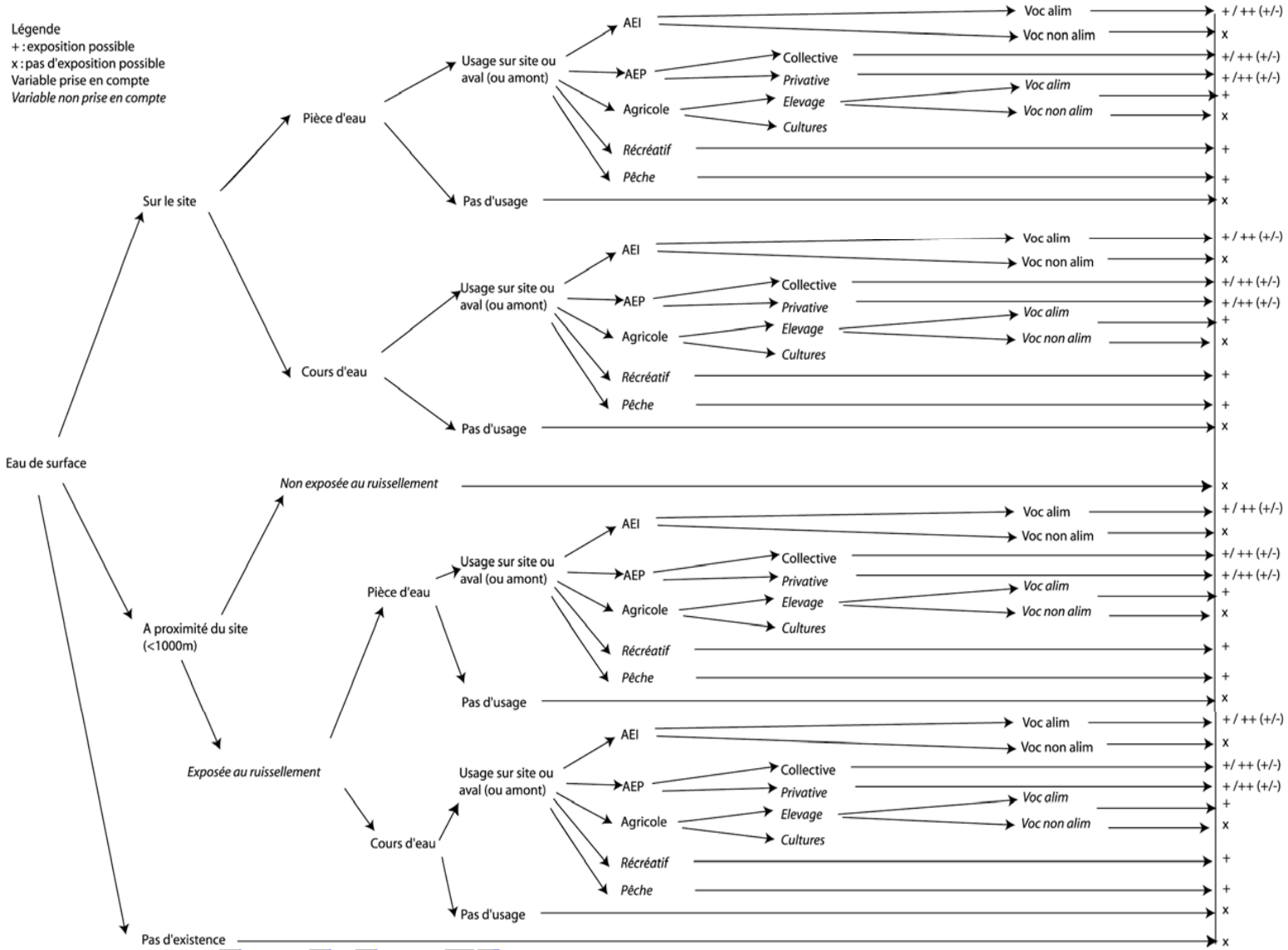


Schéma n°4 : Arborescence du potentiel d'exposition des populations par le vecteur eau de surface



Annexe n°2 : Description des sites sélectionnés

Département du Nord

Site	Description du site	Pollution suspectée ou avérée
Friche Thiers Escautpont	Site occupé par le passé par une cokerie, un lavoir et une centrale thermique des Houillères	Goudrons
Rivage Gayant Douai	Ancien parc à bois des Houillères en cours d'aménagement par la ville de Douai (espace vert et parc d'exposition)	Hydrocarbures et goudrons
Rhodia chimies La Madeleine	Site chimique ancien, en activité	Métaux lourds
CEAC Lille	Usine de fabrication de batteries au plomb (en activité) Ancien dépôt de boues de sulfure de plomb	Pollution historique par du plomb
Mazelier Valenciennes	Fonderie d'aluminium en cessation d'activité (liquidation judiciaire)	Pyralène
Friche de la CRAM Mortagne-du-Nord	Compagnie Royale Asturienne des Mines Ancienne usine de la métallurgie des non ferreux (zinc) et de la chimie (acide sulfurique) arrêtée à la fin des années 60.	Pollution historique par des métaux (zinc, plomb, cadmium)
Dépôt de cendres EDF Don	Dépôt de cendres (terrill) de l'ancienne centrale thermique EDF des Ansereuilles au charbon (nouvelle activité industrielle sur site)	Cendres volantes
Décharge Prémines Cuincy	Ancienne décharge de résines phénoliques et solvants, site orphelin	Résines phénoliques et solvants

Ancienne faïencerie du moulin des loups Orchies	Ancienne fabrication de carrelages et faïences. Site en friche et bassins de décantation des eaux industrielles remplis de boues	Hydrocarbures, boues de décantation et déchets divers
Dépôt de l'UIOM Maubeuge	Ancien site de stockage de mâchefers d'incinération d'ordures ménagères	Cendres et mâchefers
Eta Beuque Roubaix	Atelier de réparation de transformateurs avec un stockage de transformateurs au PCB (en activité)	PCB
Sander Haubourdin	Ancienne usine d'ennoblissement textile	Hydrocarbures, acide sulfurique, produits chimiques divers
Ilot Ste Hélène St André	Ancien entrepôt de peintures et solvants détruit par un incendie en 1985	Solvants et dérivés de peinture
Usine à Gaz Maubeuge	Ancienne usine à gaz	

Département du Pas-de-Calais

Site	Description du site	Pollution suspectée ou avérée
Cokerie et gare d'eau	Anciennes cokerie et gare d'eau des Houillères	Goudrons, ferrocyanures, hydrocarbures
Lavoirs et cokerie	Anciens lavoirs et cokerie	Produits carbonés (dont HAP), goudrons
Friche Ste Henriette Henin-Beaumont	Site occupé par le passé par une cokerie avec traitement des gaz et usine à sous-produits, un lavoir, une centrale électrique et un carreau de fosse	Goudrons, sulfates
Dépôt de la centrale Courrières	Terril de cendres volantes de l'ancienne centrale thermique au charbon des Houillères	Goudrons, produits carbonés
Gerland	Ancienne usine de l'industrie chimique	Hydrocarbures, PCB
Lassailly Libercourt	Ancien site chimique	Goudrons, carbonyles et autres produits aromatiques
UMPC	Universal Matthey Products Chemicals	Substances minérales et organiques
Métaleurop Nouvelles-Godault	Usine en activité (métallurgie des métaux non ferreux), décharge interne de scories et d'arséniates de chaux	Pollution historique par du plomb et de l'arsenic
Lagune de la ZI d'Auchel	Ancienne décharge de concentrats graisseux et de poussières de laine provenant du peignage industriel de la laine.	Matières organiques (orthophosphates)
Usine à gaz	Ancienne usine à gaz	
Usine à gaz Hesdin	Ancienne usine à gaz	