Université Pierre et Marie Curie, MinesParisTech
& AgroParisTech

Master 2 Sciences de l'Univers, Environnement, Ecologie

Parcours Hydrologie-Hydrogéologie

Etude environnementale des sites et sols pollués

Chaima BOUKARFA

Encadrante : Julie ZMIJEWSKI

ICF Environnement
14-30 rue Alexandre
92260 Gennevilliers

18 septembre 2015

Abstract

The following report presents the work done during my end of study project. The project was realized in the *Etude-Ingenerie* department of the Gennevilliers agency (92) of *ICF Environnement*, an engineering consulting firm. This firm is specialized in the management of polluted sites and soils.

During this internship, I have provided, with engineers of ICF, different services in order to address issues of polluted or potentially polluted soils.

To this end, environmental studies are required in order to have a global vision of the environmental status of a site. Indeed, these studies allow the identification of the sources of pollution, the state of the transfer media and their characteristics, and the sanitary and environmental issues. These studies are realized during buy/sale transactions, land development with or without a change of use or cessation of activities.

These studies are realized according to a national methodology that will be illustrated here with a case study.

Key words: polluted sites and soils, diagnostic, pollutions, national methodology

Remerciements

Je voudrais tout d'abord remercier mon encadrante Julie ZMIJEWSKI superviseur à ICF Environnement qui m'a suivie tout au long de ce stage. Merci Julie pour ton temps, tes conseils, ta patience et ton soutien.

J'aimerais remercier Nathalie HEBRARD responsable du Service Etudes et Ingénierie de la région Ile-de- France et Nord-Normandie de m'avoir accueillie dans son service.

Merci à mes responsables de formation, Pierre RIBSTEIN et Ludovic OUDIN pour m'avoir accueillie au sein du master, ainsi que l'équipe pédagogique, et les intervenants professionnels, pour avoir assuré la partie théorique de ma formation.

Je tiens aussi à remercier les stagiaires, les ingénieurs et en particulier Christine, les chefs de projet et superviseurs de l'agence de Gennevilliers, qui de par leur conseils et expériences m'ont beaucoup appris sur le travail dans un bureau d'étude.

Un merci à ma collègue de bureau Marine pour tous les bons moments et les rires partagés ensemble au long des six mois de ce stage.

Et enfin merci à Laura (notre médecin colombienne) pour son amitié.

Sommaire

1 Présentation de l'entreprise 7
1.1 Le groupe IRH Environnement 7
1.2 La société ICF environnement 8
1.2.1 Secteurs d'activité de la société ICF Environnement 8
1.2.2 Certifications et normes 9
2 Méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués 9
2.1 Concept de pollution 9
2.2 Méthodologie de gestion de gestion des sites et sols pollués 10
2.2.1 Note ministérielle du 8 février 2007 10
2.2.2 Les deux démarches de gestion 10
2.2.3 La norme NF X 31-620 11
2.2.4 Diagnostic de l'état des milieux 12
3 Description technique de certaines prestations 13
3.1 Etude de vulnérabilité des milieux 13
3.2 Etude historique, mémorielle et documentaire 14
3.3 Visite de site 14
3.4 Evaluation quantitative des risques sanitaires 15
3.5 Investigations 15
3.5.1 Objectifs 15
3.5.2 Implantation des sondages 16
3.5.3 Investigation sur les sols 16
3.5.4 Investigation des eaux souterraines 17
3.5.5 Investigation sur les gaz du sol 19
3.5.6 Interprétation des résultats 20
4 Missions réalisées durant le stage 20
5 Etude de cas : diagnostic environnemental d'un site à Vélizy 23
5.1 Contexte de l'étude 23
5.2 Etude de vulnérabilité 24
5.2.1 Contexte géologique régional 24
5.2.2 Contexte géologique local 24
5.2.3 Contexte hydrologique 25
5.2.4 Contexte hydrogéologique 26
5.2.5 Cibles potentielles 27
5.2.6 Synthèse de l'étude de vulnérabilité 29
5.3 Etude historique (A110) 29
5.3.1 Photographies aériennes de l'IGN 29

5.3.2 Consultation de la base de données BASOL 30
5.3.3 Consultation de la base de données BASIAS 30
5.3.4 Consultation des ICPE 31
5.3.5 Synthèse de l'étude historique 33
5.3.6 Schéma conceptuel initial 35
5.4 Investigation sur les sols 35
5.4.1 Stratégie d'implantation et d'échantillonnage 35
5.4.2 Résultats des observations de terrains et programme d'analyse 37
5.4.3 Résultats analytiques sur les sols et interprétations 39
5.4.4 Interprétations des résultats 40
5.4.5 Schéma conceptuel mis à jour 40
5.5 Conclusion de l'étude 41
5.6 Recommandations 42
6 Conclusion générale 43

Liste des figures

Figure 1: Agences du groupe IRH Environnement 7
Figure 2: Labels et certifications d'ICF Environnement 9
Figure 3: Les démarches de gestion des sols (source : note ministérielle du 08/02/2007) 11
Figure 4: Etapes suivies pour la réalisation d'un diagnostic de sol selon la norme NF X 31-620 12
Figure 5: Réalisation d'un piézomètre et sa coupe schématique 18
Figure 6: Schéma et photo d'un piézair 19
Figure 7: Exemple du référencement des affaires ICF dans Paris et région parisienne 21
Figure 8: Localisation du site sur photographie aérienne (source: Geoportail) 23
Figure 9: Extrait de la carte géologique n°183 – Paris (source: BRGM) 24
Figure 10: Lithologie rencontrée au droit du sondage n° 01835D0041/P1 (source : Infoterre) 25
Figure 11: Localisation de la zone d'étude par rapport aux cours d'eau (source : Géoportail) 26
Figure 12 : Extrait de la carte hydrogéologique de Paris (source : SIGESSN) 26
Figure 13: Localisation des captages AEP / AEI à proximité du site à l'étude (source: Infoterre) 28
Figure 14: Localisation des sites BASIAS à proximité du site à l'étude (source : Infoterre, BRGM) 31
Figure 15: Localisation des installations classées du site (2001) 33
Figure 16: localisation des installations classées du site en 2015 34
Figure 17: Synthèse des sources de pollutions potentielles 35
Figure 18: Schéma conceptuel actualisé des sources de pollutions 41

Liste des tableaux

Tableau 1: Techniques de forages 17
Tableau 2: Interprétation des résultats selon le milieu 20
Tableau 3: Synthèse des missions réalisées 22
Tableau 4: Captage AEP à proximité de la zone d'étude 27
Tableau 5: Captages eau industrielle à proximité du site à l'étude 28
Tableau 6: Zones d'intérêt soumises à protection dans le secteur du site à l'étude 29

Tableau 7: Description des photographies aériennes 30
Tableau 8: Récapitulatif des échantillons analysés 36
Tableau 10:Lithologies au droit des sondages 37
Tableau 9: Programme analytique des échantillons 38

Annexes

Annexe 1: Organigramme du groupe ICF 44
Annexe 2: Prestations du domaine A 45
Annexe 3 : Photographies aériennes 48
Annexe 4 : Plan d'implantation des sondages 49

Liste des abréviations

AEI	Alimentation en Eau Industrielle
AEP	Alimentation en Eau Potable
ARS	Agence Régionale de la Santé
BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
BSS	Banque de données du Sous-Sol
BTEX	Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylène
COFRAC	Comité Français d'Accréditation
COHV	Composés Organo-Halogénés Volatils
DLI	Dépôt de Liquides Inflammables
DRIEE	Direction Régional et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie d'Ile de France
EQRS	Evaluation Quantitative des Risques Sanitaires
HAP	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
HCT	Hydrocarbures Totaux
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
IdF	Ile de France
IGN	Institut Géographique National
ISDI	Installation de Stockage de déchets Inertes
LNE	Laboratoire national de métrologie et d'essais
MS	Matière Sèche
NGF	Nivellement Général de la France
PCB	Polychlorobiphényles
SIGESSN	Système d'Information pour la Gestion des Eaux Souterraines en Seine-Normandie
SSP	Sites et Sols Pollués

Introduction générale

La protection de la santé humaine, le maintien de la biodiversité et des écosystèmes ou encore le soutien des activités économiques sont autant d'enjeux qui font de la gestion des sites et sols pollués une nécessité.

Le ministère de l'Ecologie définit un site pollué comme «un site présentant un risque pérenne, réel ou potentiel, pour la santé humaine ou l'environnement du fait d'une pollution résultant d'une activité actuelle ou ancienne sur ce site »

L'évaluation des risques implique la prise en compte des sources de pollution présentes, des voies de transferts possibles de cette pollution ainsi que des cibles éventuelles. La compréhension de ces éléments est nécessaire afin de pouvoir mettre en place des solutions de réhabilitation telles que l'enlèvement des sources de pollution, le traitement de la pollution ou la restriction de l'usage si cela s'avère nécessaire.

- **La Source** correspond à l'origine de la pollution présente sur le site. Elle se caractérise par le type de polluant rencontré ainsi que par sa concentration, sa durée et son étendue.
- **Le Transfert** regroupe les voies de migration possibles du polluant et les modes d'exposition éventuels. La migration des polluants dépend en particulier de la nature des sols et de la nature des polluants et peut se faire par ruissellement, infiltration ou évaporation. L'exposition peut se faire de façon directe par contact cutané, inhalation ou ingestion du polluant ; ou de manière indirecte par ingestion produits eux même issus de milieux pollués tels que les poissons ou les légumes.
- **La Cible** peut-être soit environnementale telle qu'une zone protégée, soit humaine tels que les futurs usagers du site que sont les enfants dans le cas d'une école, les employés de bureau ou les habitants par exemple.

Cependant l'approche actuelle de la gestion a évolué pour s'appuyer sur une évaluation des risques selon l'usage des sites et selon l'environnement. Cette gestion des risques selon l'usage s'applique pour les pollutions historiques. En ce qui concerne les installations actuelles, la réglementation doit permettre de prévenir les pollutions. Aujourd'hui, le propriétaire ou l'exploitant d'un site pollué a pour obligation de réparer les dommages occasionnés, c'est-à-dire de réaliser des travaux de dépollution afin de rendre le site compatible avec son usage futur, et protéger l'environnement.

Pendant les six mois de ce stage, que j'ai effectué au sein d'ICF Environnement, j'ai été amenée à travailler sur plusieurs projets liés aux sites et sols pollués et impliquant notamment la réalisation de diagnostics environnementaux.

Après une première partie dédiée à la présentation de la société ICF Environnement au sein de laquelle j'ai réalisé ce stage, une seconde partie présentera la méthodologie nationale dans le domaine des sites et sols pollués. En particulier, seront développées certaines prestations que j'ai réalisées (visite de site, étude historique, étude de vulnérabilité,…). Dans la troisième partie sera présentée une étude de cas, afin d'illustrer cette méthodologie, et d'illustrer le travail réalisé durant ce stage.

1 Présentation de l'entreprise

1.1 Le groupe IRH Environnement

Le groupe IRH Environnement (pour Institut de Recherche Hydrologique) est spécialiste du conseil en environnement et de la maitrise des risques environnementaux. Il s'agit d'un groupe indépendant, détenu par son président, Yves Bernheim. Début 2014, le groupe compte un effectif de plus de 400 personnes, qui peuvent intervenir sur toute la France grâce à un réseau de 19 agences. Le groupe IRH Environnement apporte son savoir-faire en conseil en environnementaux collectivités locales, aux industriels et aux professionnels de l'immobilier.

Le groupe IRH Environnement comprend deux sociétés distinctes :

- **IRH Ingénieur Conseil**, bureau d'études spécialisé dans les domaines de d'eau, de l'air, des déchets, de l'énergie, et des milieux aquatiques.
- **ICF Environnement**, expert du risque environnemental dans le domaine des sites et sols pollués : du conseil et des études aux travaux de dépollution. La figure suivante représente les différentes agences du réseau IRH sur le territoire national.

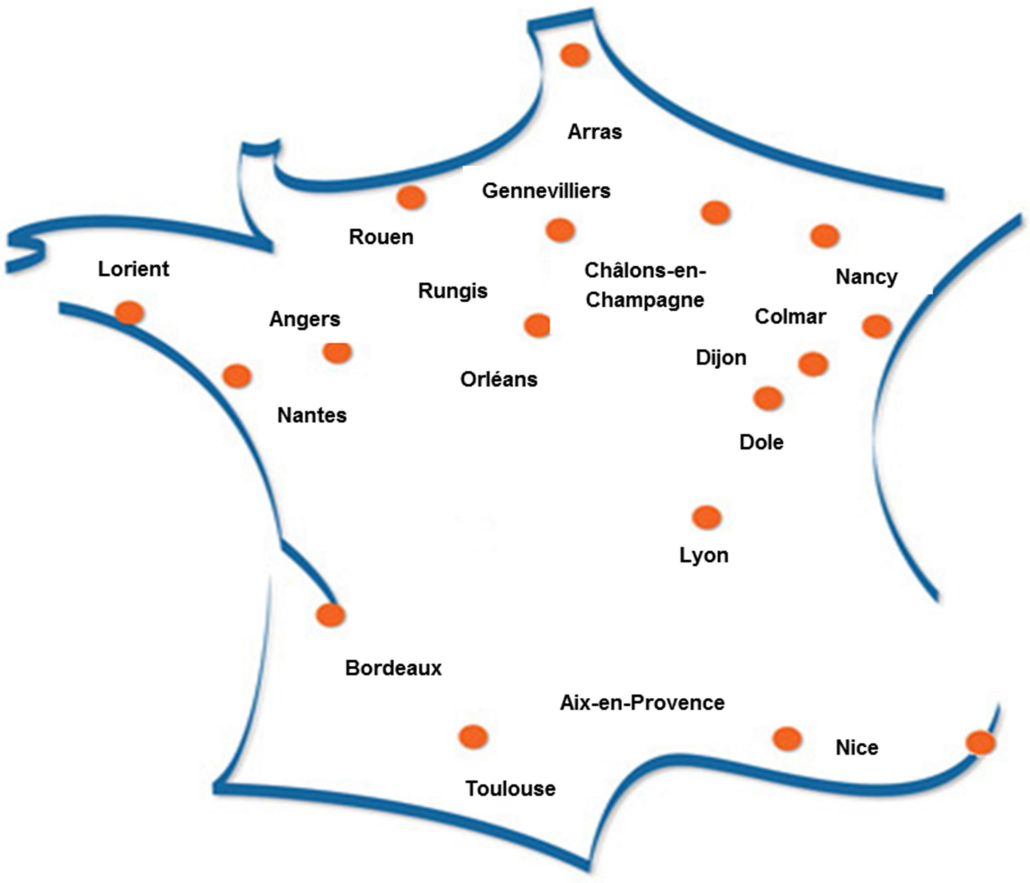


Figure 1: Agences du groupe IRH Environnement

Un organigramme du groupe ICF Environnement est présenté en **Annexe 1.**

1.2 La société ICF environnement

ICF Environnement est un acteur historique et majeur de la dépollution des sites et des sols pollués et un expert de la gestion des risques environnementaux.

La filiale ICF Environnement compte environ 100 salariés répartis sur 11 agences, dont le siège social, situé à Gennevilliers (92). Elle développe depuis plus de 20 ans un savoir-faire reconnu de conseil, d'expertise et de maîtrise du risque environnemental.

Ces activités, menées par une équipe pluridisciplinaire de plus de 100 collaborateurs, s'articulent autour de quatre grands types de prestations (conseil, études/ingénierie, travaux, hydrogéologie) pour répondre aux enjeux des clients :

- Industriels (agroalimentaire, automobile, métallurgie, papeterie…)
- Institutionnels (communautés de communes, Agence de l'eau, sociétés d'économie mixte…)
- Acteurs de l'immobilier (aménageurs, promoteurs…)

1.2.1 Secteurs d'activité de la société ICF Environnement

ICF Environnement propose une large gamme de prestations et services à l'environnement via trois grands types d'activités :

- **Conseil :** expertise pour la maîtrise des risques environnementaux associés aux projets immobiliers et industriels, sécurisation des problématiques environnementales dans les opérations de fusion-acquisition et dans la préparation des dossiers réglementaires permettant d'intégrer les activités industrielles dans l'environnement ;
- **Etude et Ingénierie :** étude, conception, dimensionnement et mise en œuvre de solutions de gestion optimisées en matière de sites et sols pollués, amélioration de la qualité des eaux souterraines, géothermie ;
- **Travaux :** conception et mise en œuvre des techniques de dépollution les plus adaptées en fonction du contexte d'intervention pour le traitement des pollutions accidentelles ou chroniques. Utilisation de techniques éprouvées comme le venting (dépollution par volatilisation des polluants et récupération des gaz du sol), le pompage de la nappe, l'oxydation chimique (injection dans les milieux contaminés de produits chimiques qui vont oxyder les substances polluantes pour les dégrader inertes), etc. ICF Environnement est également active dans la recherche et développement de nouvelles techniques de dépollution.

De plus, ICF Environnement est un des membres fondateur de l'Union Professionnelle de Dépollution de Sites (UPDS). L'UPDS est un syndicat professionnel ouvert à toutes les entreprises et regroupe en France la plupart des entreprises spécialisées dans la réalisation des études et/ou travaux relatifs aux sites pollués.

ICF Environnement est aussi un partenaire reconnu par les administrations (ministère de l'environnement, préfectures, Directions régionales et Interdépartementales de

l'Environnement et de l'Energie [DRIEE], Directions régionales de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement [DREAL], Agences régionales de santé [ARS]).

1.2.2 Certifications et normes

L'engagement Qualité est une mission stratégique pour ICF Environnement. Dans cet objectif, le système de management de la qualité vise à garantir aux clients des prestations labellisées ISO 9001.

ICF Environnement est certifié selon les normes NF X 31-620-1 à NF X 31-620-4 de juin 2011 relatives aux prestations de services des Sites et Sols pollués pour les domaines A (Études, Assistance et Contrôle), B (Ingénierie des travaux de réhabilitation) et C (Exécution des travaux de réhabilitation).

ICF Environnement est certifié LNE service Sites et Sols pollués (figure 2).

Cette démarche volontaire atteste de la conformité des services proposés avec les exigences définies dans le référentiel de certification et celles des normes françaises NF X 31-620 relatives aux sites et sols pollués. Elle permet aux clients (entreprises privées, collectivités locales, etc.) d'identifier les prestataires pouvant effectuer une prestation de qualité conforme à leurs besoins, aux dispositions législatives et réglementaires en vigueur.

Figure 2: Labels et certifications d'ICF Environnement

2 Méthodologie nationale de gestion des sites et sols pollués

La réalisation d'une étude du domaine des sites et sols pollués se fait suivant une méthodologie définie à l'échelle nationale.

2.1 Concept de pollution

Les activités humaines passées ou présentes, et en particulier les activités industrielles, mais aussi agricoles ou domestiques, libèrent dans l'environnement une grande variété de substances potentiellement dangereuses, appelées globalement contaminants ou polluants.

Or cette définition semble difficile à appréhender d'un point de vue réglementaire. Il est donc plus approprié de considérer une pollution comme un élément risquant de remettre en cause les usages du milieu concerné, au vu du caractère toxique pour l'homme et l'environnement.

2.2 Méthodologie de gestion de gestion des sites et sols pollués

La méthodologie nationale est basée sur une politique de gestion des sites en fonction de l'usage. Cette nouvelle politique ne se focalise plus sur la pollution en elle-même mais sur les risques qu'elle représente pour l'environnement et la santé humaine. Si la contamination est existante mais qu'il n'y a pas de cible pouvant être contaminée ou de moyens de transfert de la pollution, alors une surveillance simple peut être mise en place, en remplacement de travaux pouvant être lourds.

La méthodologie nationale concerne les pollutions historiques et les pollutions actuelles en cas d'accident, la prévention étant aujourd'hui une problématique majeure des installations actuelles.

La méthodologie nationale s'appuie sur différents textes que sont :

- les recommandations relatives aux sites et sols pollués inscrites dans la note et les circulaires ministérielles présentées par le ministère en charge de l'environnement le 8 février 2007 ;
- les exigences et préconisations, selon le cas, des normes NF X31-620-1, NF X31-620-2, NF X31-620-3 et NF X31-620-4 de juin 2011 : « Qualité du sol - Prestations de services relatives aux sites et sols pollués ».

2.2.1 Note ministérielle du 8 février 2007

La note ministérielle datant du 8 février 2007 présente les modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués. Ce document contient trois annexes :

- Annexe 1 : La politique et la gestion des sites pollués en France. Historique, bilan et nouvelles démarches de gestion proposées ;
- Annexe 2 : Modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués. Comment identifier un site (potentiellement) pollué. Comment gérer un problème de site pollué ;
- Annexe 3 : Les outils en appui aux démarches de gestion. Les documents utiles pour la gestion des sites pollués.

Cette note présente en particulier les démarches de gestion que sont l'Interprétation de l'Etat des Milieux et le Plan de Gestion ainsi que les différents outils existants, tels que le diagnostic de site, la visite de site, le schéma conceptuel, l'analyse des risques résiduels, etc.

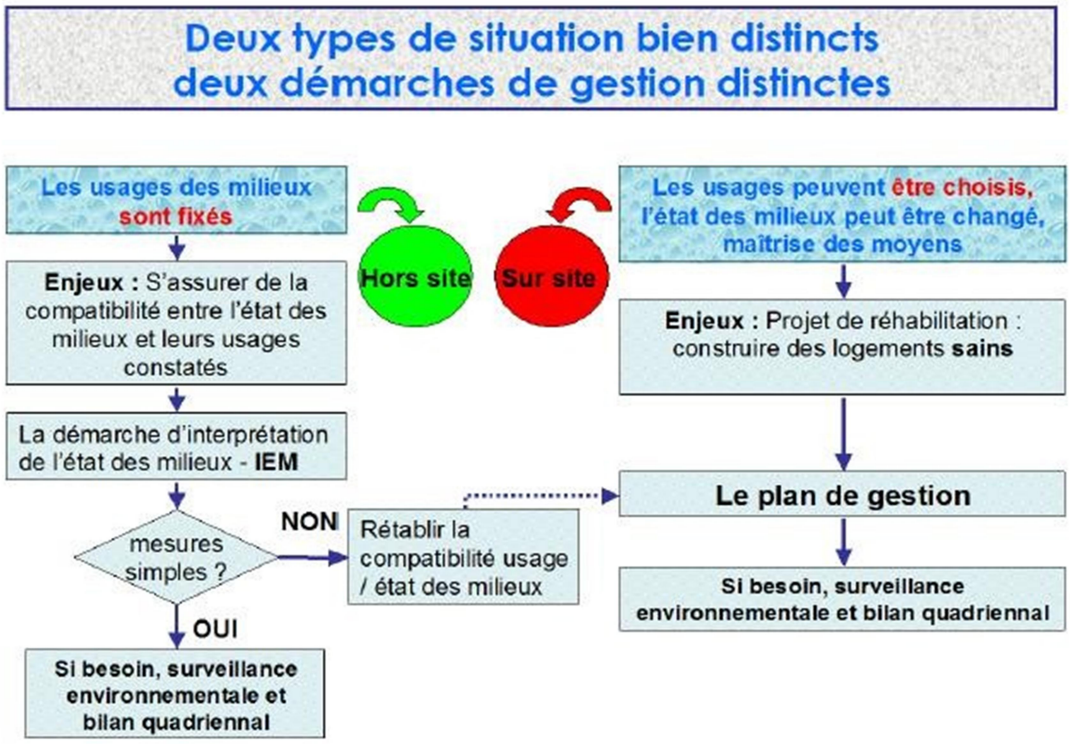
2.2.2 Les deux démarches de gestion

En application des principes de la politique de gestion des risques selon les usages, deux grands types de situation de gestion ont été définis (figure 3) :

- la démarche d'**interprétation de l'état des milieux** (IEM), pour les sites déjà occupés et urbanisés (usage défini non modifié). L'objectif de cette étude est de déterminer la compatibilité entre l'état du site et son usage actuel ;
- le **plan de gestion** (PG), pour les sites à urbaniser ou à réhabiliter. Dans cette optique, la réhabilitation du site consiste, en cas d'impact, à éliminer la source de pollution et la zone impactée (travaux de dépollution) ou, au minimum, à limiter

voire à supprimer les voies d'exposition à la pollution pour rendre le site compatible avec l'usage futur.

Figure 3: Les démarches de gestion des sols (source : note ministérielle du 08/02/2007)



Ces démarches ne sont pas nécessairement exclusives l'une de l'autre: selon le cas, elles peuvent être mises en œuvre indépendamment l'une de l'autre, simultanément ou successivement.

2.2.3 La norme NF X 31-620

La norme NF X 31-620, publiée en septembre 2003, a été révisée en juin 2011 pour prendre en compte les évolutions liées aux outils méthodologiques du 8 février 2007. Elle se décline en quatre parties, une partie générale et trois autres parties, spécifiques aux trois grands domaines des métiers de la dépollution :

- X 31-620-1 : Exigences générales pour les prestations de services relatives aux sites et sols pollués ;
- X 31-620-2 : Exigences dans le domaine des prestations d'études, d'assistance et de contrôle (domaine A) ;
- X 31-620-3 : Exigences dans le domaine des prestations d'ingénierie des travaux de réhabilitation (domaine B) ;
- X 31-620-4 : Exigences dans le domaine des prestations d'exécution des travaux de réhabilitation (domaine C).

La norme décrit les objectifs et le contenu de chaque prestation délivrable à destination du client. Les prestations suivantes sont décrites et identifiées :

- les « prestations élémentaires », correspondant à des compétences spécifiques proposées par les prestataires ;

- les « offres globales de prestations », regroupant plusieurs prestations élémentaires de façon à mieux correspondre aux différents contextes de gestion existants. Elles restent cependant modulables en fonction des spécificités de chaque site.

Dans ce rapport on s'intéressera uniquement aux prestations du domaine A, Le contenu de chaque prestation globale et élémentaire du domaine A est fourni en **Annexe 2.**

2.2.4 Diagnostic de l'état des milieux

Toute démarche de gestion nécessite la réalisation d'un diagnostic de l'état des milieux (sources) qui doit permettre d'appréhender l'état de pollution des milieux et les voies d'exposition (vecteurs) aux pollutions, au regard des activités et des usages constatés ou futurs de la zone étudiée (cibles).

Etapes du diagnostic

Les étapes du diagnostic environnemental sont les suivantes :

- phase 1 : connaissance du site (visite du site, étude historique) ;
- phase 2 : connaissance du milieu (étude de vulnérabilité) ;
- phase 3 : caractérisation des milieux mis au jour = investigations et schéma conceptuel.

Ces étapes sont illustrées par le schéma suivant :

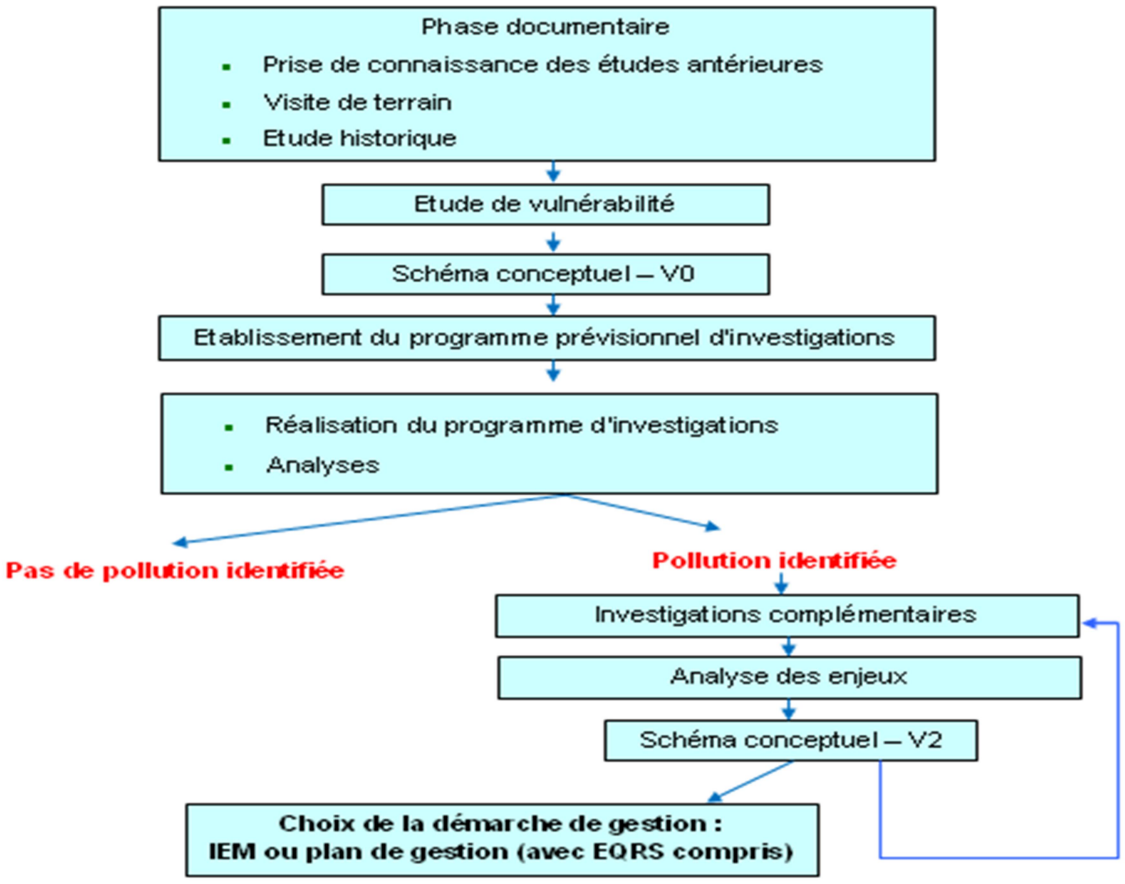


Figure 4: Etapes suivies pour la réalisation d'un diagnostic de sol selon la norme NF X 31-620

Schéma conceptuel

Dans un premier temps, l'exploitant doit réaliser un bilan factuel de l'état des milieux ou du site étudié, déjà appelé « schéma conceptuel »selon les guides de gestions proposés en 1996.

Cette étape préliminaire indispensable permet d'appréhender les relations entre :

- les sources de pollution éventuelles
- les différents milieux de transfert et leurs caractéristiques, ce qui détermine l'étendue des pollutions
- les enjeux à protéger : les populations riveraines, les ressources naturelles à protéger.

Le schéma conceptuel, par le lien qu'il établit entre des sources de pollution et des populations ou compartiments de l'environnement susceptibles d'être impactés, est le fondement nécessaire à une politique de gestion du risque selon l'usage. ***(Selon la circulaire du 08/02/07 relative aux sites et sols pollués - Modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués)***

Au cours de mon stage, j'ai participé à la réalisation de différentes phases du diagnostic environnemental à travers les prestations que sont : l'étude historique et documentaire, l'étude de vulnérabilité et la caractérisation des milieux au travers des investigations sur les différents milieux. Ces prestations seront décrites dans la partie suivante.

3 Description technique de certaines prestations

3.1 Etude de vulnérabilité des milieux

L'étude de vulnérabilité à la pollution doit permettre de préciser les informations propres au site étudié et à ses environs. Cette étude permet d'évaluer la vulnérabilité des milieux et de repérer les voies de transfert et les cibles d'une potentielle contamination. Pour ce faire, elle recense :

- l'ensemble des facteurs ayant un rôle sur les transferts d'une éventuelle pollution comme : topographie, pluviométrie, potentiel de ruissellement, nature des terrains au droit du site (lithologie, perméabilité, etc.), nature du réseau hydrographique (plans d'eau, rivières, etc.), relations nappes-rivières, existence de nappes souterraines (nombre, nature, profondeur, sens d'écoulement, utilisations, etc.) ;
- les cibles potentielles (captages d'eau, l'utilisation de la nappe, habitations, loisirs, industries, etc.). La sensibilité de ces cibles face à une potentielle contamination est évaluée. Par exemple, un captage dont l'usage est l'alimentation en eau potable est jugé plus sensible qu'un captage en eau industrielle.

Les sources d'informations consultées pour la réalisation de cette étude de vulnérabilité sont les suivantes :

- des cartes : topographiques, IGN, géologiques, hydrologique, hydrogéologiques, des risques naturels, des espaces naturels protégés, d'occupation des sols (POS, PLU),... ;
- des bases de données du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) : la Banque de données du Sous-Sol (BSS), points d'eau, … ;
- des données météorologiques de Météo France ;
- le Service Environnement de l'Agence Régionale de Santé (ARS), l'Agence de l'Eau et Service Navigation.

3.2 Etude historique, mémorielle et documentaire

L'analyse documentaire permet de retracer l'ensemble des activités actuelles et passées afin d'identifier et de localiser l'ensemble des sources de pollutions potentielles. Cette étude a pour but de réaliser un constat de l'impact potentiel du site sur les usages et sur l'environnement.

L'étude documentaire comprend notamment l'examen :

- des activités qui se sont succédé sur le site ;
- de leur localisation précise sur le site ;
- des polluants susceptibles d'y avoir été produits ou utilisés ;
- de l'emplacement des stockages et des lieux de manipulation de produits ;
- des pollutions accidentelles ou chroniques survenues lors de l'exploitation du site, et leur localisation.

La collecte des informations est réalisée au moyen de la consultation :

- des bases de données BASOL et BASIAS du ministère de l'environnement et du développement durable ;
- des documents mis à disposition par le client ;
- d'interview de personnes ayant travaillé sur le site ;
- du service des Installations Classées à la Préfecture ;
- des archives départementales et municipales ;
- du service urbanisme de la mairie.

3.3 Visite de site

Il s'agit de procéder à un état des lieux qui permet :

- d'orienter la recherche documentaire, d'en vérifier certaines informations ou de les compléter ;
- d'orienter la stratégie de contrôle des milieux, et de dimensionner à leur juste proportion les premières mesures de précaution et de maîtrise des risques quand elles sont nécessaires ;
- Obtenir des informations supplémentaires sur le site et son environnement (bâtiments existants, espaces extérieurs, utilisation, type de revêtement du sol,…) ;

- Relever des indices de la présence d'une source potentielle de pollution (comme par exemple le regard d'une cuve enterrée, une zone de déchets visible) ;
- Obtenir des informations sur la localisation de réseaux enterrés présents sur le site ;
- Evaluer l'accessibilité du site pour la réalisation des investigations.

Les prestations développées ci-dessus comprennent l'ensemble des éléments qui apportent une vision globale du site et des milieux environnants. Ces prestations sont nécessaires afin de déterminer si un site relève de la méthodologie des sites et sols pollués afin de pouvoir dimensionner les investigations à effectuer par la suite.

3.4 Evaluation quantitative des risques sanitaires

Du fait des activités humaines, des contaminants chimiques sont omniprésents dans l'environnement. Cette problématique est une préoccupation majeure en santé publique. Il s'agit donc de s'assurer de la compatibilité d'un site vis-à-vis de son usage actuel ou futur, via la réalisation d'une évaluation quantitative des risques sanitaires.

L'EQRS permet :

- L'identification du potentiel dangereux de chaque substance ;
- L'estimation de la relation dose-effet, évaluation des expositions ;
- La caractérisation du risque (pour un usage actuel ou futur) associé l'état environnemental actuel du site (susceptible d'inclure la mise en œuvre de mesures de réhabilitation). *(Source : http://www.groupeirhenvironnement.com/fr)*

3.5 Investigations

Selon le guide de gestion des sites et sols pollués, la contamination des milieux est la présence de substances non présentes naturellement dans un milieu environnemental, elle résulte d'apports extérieurs de substances chimiques ayant pour conséquences des altérations de leur propriétés biophysico-chimiques et des services écosystémiques, ainsi des investigations des milieux sont indispensable à la détermination et à la gestion de cette contamination ou éventuelle pollution.

3.5.1 Objectifs

Les objectifs des investigations de terrain sont d'évaluer :

- l'incidence éventuelle du site sur la qualité des sols ;
- l'incidence éventuelle du site sur la qualité des eaux souterraines de la nappe ;
- l'incidence éventuelle des substances présentes dans le sous-sol du site sur la qualité de l'air ambiant des bâtiments.

Ces investigations se déclinent en deux étapes :

- l'implantation des points de prélèvements en fonction de la topographie des lieux, des études historiques et documentaires ou des éventuels réseaux enterrés ;
- la réalisation des sondages/ piézomètres /piézairs.

Suivant la nature de l'étude, un seul, deux, voire même les trois milieux peuvent être investigués avec la réalisation de prélèvements.

Ces prélèvements permettent de caractériser la qualité du (des) milieu(x) examiné(s), de modéliser le panache de pollution, d'effectuer des bilans et des suivis du site.

Les techniques de prélèvements utilisées dépendent de la problématique, de l'étude et de l'accessibilité du site.

3.5.2 Implantation des sondages

L'implantation des sondages est soumise à deux facteurs :

- la localisation des sources potentielles de pollution, déterminées grâce aux études historiques et documentaires,
- la localisation des réseaux enterrés sur le site, conformément à la réglementation relative à l'exécution de travaux à proximité de certains ouvrages souterrains.

Une fois sur le terrain, un détecteur de réseaux est utilisé au niveau de chaque point de sondage afin de s'assurer de l'absence de réseaux électriques.

Les sondages sont implantés de façon à répondre à la problématique du site :

- pour une pollution ponctuelle, les sondages sont implantés de façon à atteindre la zone source et à déterminer l'étendue du panache ;
- pour une pollution globale, les sondages sont implantés de façon à quadriller l'ensemble du site. Le but est de trouver l'équilibre entre un maillage suffisamment fin pour détecter une pollution même restreinte et un nombre de sondages faible, pour un moindre coût.

À noter que, pour chaque sondage, l'ingénieur doit lever la coupe géologique, prélever des échantillons choisis en fonction de la lithologie et des observations organoleptiques (couleur, odeurs…). Une fois prélevés, les échantillons sont conditionnés dans des flacons en verre, étiquetés et conservés dans une glacière réfrigérée puis transportés jusqu'au laboratoire (l'envoi se fait sous 24 heures pour optimiser sa conservation).

3.5.3 Investigation sur les sols

Le tableau ci-dessous synthétise les informations relatives à quelques techniques de forage que j'ai pu voir durant mon stage sur le terrain :

Tableau 1: Techniques de forages

TECHNIQUE	CONDITIONS D'UTILISATIO	TYPES DE SOLS ECHANTILLONNABL ES	AUTONOMIE	PROFONDEUR D'INVESTIGATIO N	RAPIDITE D'INVESTIGATIO N	TYPE D'ECHANTILLONNA GE
Tarière manuelle	Utilisable en extérieur ainsi qu'en intérieur à condition d'utiliser un marteau-piqueur pour traverser la dalle en béton	Argiles et sables de fins à moyens	Matériel très peu encombrant, peu cher et facile d'utilisation	1 ou 2 m dans des terrains meubles	Rapide	Ponctuel
Tarière mécanique	Utilisable en extérieur et en intérieur si la hauteur sous plafond est suffisante	Argiles, sables et graves argileuses	Passage par un sous-traitant	Jusqu'à 15 m dans des terrains meubles	Variable selon le type de sol	
Carottier battu portatif	Utilisable en extérieur comme en intérieur	Argiles sableuses. Sables et graves	Matériel peu encombrant	2 ou 3 m	Variable selon type de sol	

3.5.4 Investigation des eaux souterraines

Les investigations sur les eaux souterraines sont réalisées grâce à la mise en place et à l'utilisation d'un réseau de forage (piézomètre) permettant d'évaluer la qualité de l'eau souterraine au droit ou à proximité d'un site (potentiellement) pollué.

Réalisation d'un piézomètre

La réalisation d'un piézomètre s'effectue en deux étapes :

- le forage du piézomètre au diamètre demandé grâce à une tarière mécanique jusqu'à la profondeur souhaitée ;
- l'équipement de ce dernier avec la crépine, le massif filtrant, les protections, ainsi que son développement.

Une photographie illustrant la réalisation d'un piézomètre ainsi qu'une coupe de piézomètre sont présentées ci-dessous.

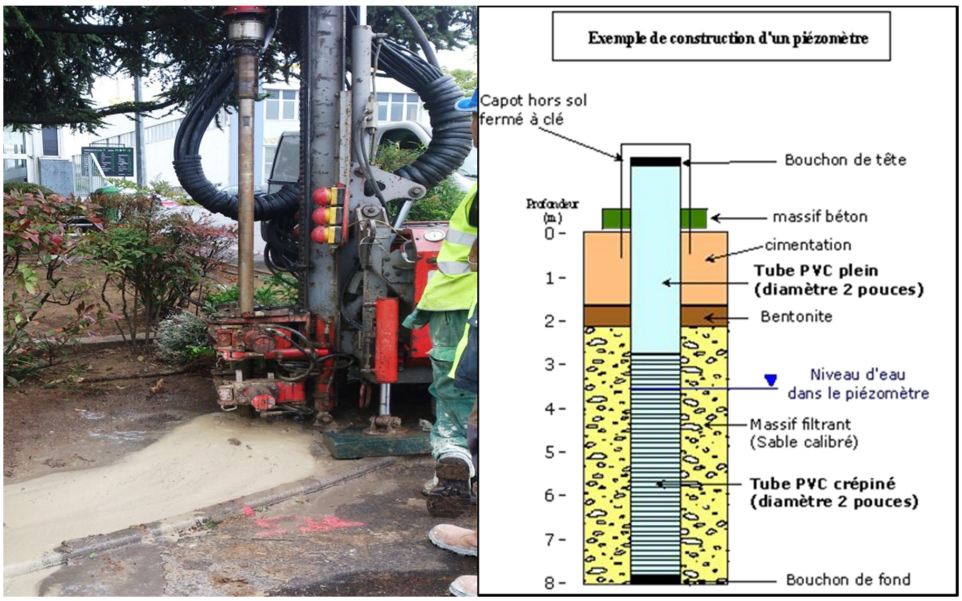


Figure 5: Réalisation d'un piézomètre et sa coupe schématique

Prélèvement d'eaux souterraines

Après l'implantation des piézomètres, il est nécessaire d'attendre au moins cinq jours avant de procéder aux prélèvements et aux mesures, le temps que le milieu se stabilise à nouveau.

Avant l'échantillonnage, les piézomètres sont purgés et les paramètres physico chimiques (température, pH, potentiel redox, conductivité) des eaux de purge sont relevés toutes les cinq minutes. La purge est terminée lorsque ces paramètres sont stables et que le volume purgé correspond de trois à cinq fois au volume d'eau contenu dans le piézomètre

Les eaux souterraines peuvent être prélevées à l'aide selon deux méthodes :

- prélèvement à la pompe ;
- prélèvement au bailer (tube plastique ouvert permettant à l'eau de remonter dans le tube mais sans redescendre).

Les échantillons d'eau sont prélevés à l'aide d'un échantillonneur jetable à usage unique nommé bailer (photographie 1) afin d'éviter une contamination croisée des piézomètres.

Prélèvement au bailer

Remplissage des flacons

Photographie 1: Prélèvement des eaux souterraines sur le terrain

Les échantillons sont analysés par un laboratoire agréé par le Ministère en charge de l'environnement et accrédité ou reconnu comme tel par le Comité Français d'Accréditation (COFRAC).

Les piézomètres permettent également de déterminer le sens d'écoulement de la nappe. Pour cela, il faut mesurer le niveau de la nappe dans plusieurs piézomètres puis établir une carte piézométrique par interpolation linéaire. C'est à partir de cette carte qu'est déterminé l'écoulement de la nappe. Pour pouvoir établir cette carte piézométrique, il faut niveler les piézomètres, soit par rapport au nivellement général de la France (NGF), soit avec un nivellement relatif en prenant la cote du piézomètre le plus bas.

3.5.5 Investigation sur les gaz du sol

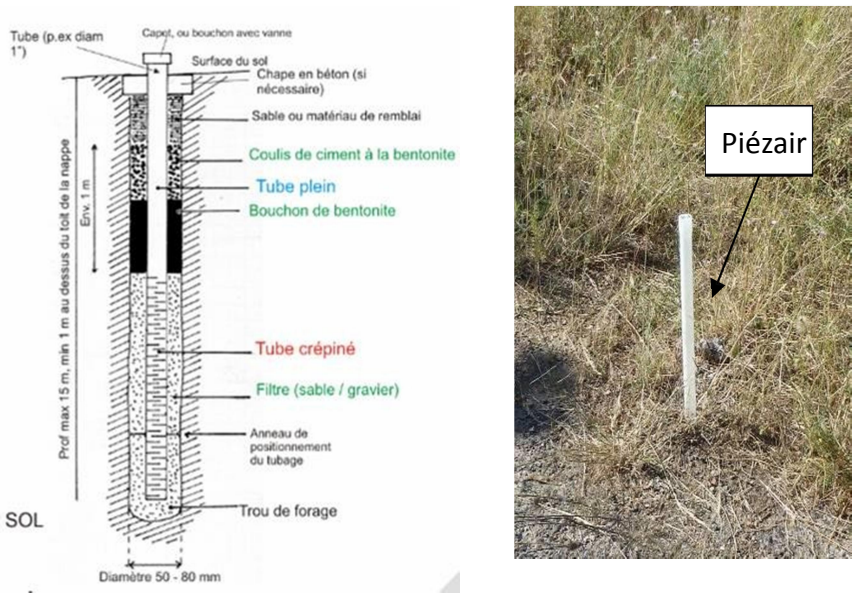
Les substances volatiles situées dans le sol peuvent être inhalées par les personnes résidant ou travaillant sur le site. Les prélèvements de gaz du sol sont ainsi effectués dans le but d'analyser la qualité de l'air issu du dégazage des sols et/ou de la nappe et de réaliser au besoin un calcul de risque sanitaire au terme de la prestation des EQRS.

Les prélèvements de gaz du sol sont réalisés à l'aide d'un piézair qui est un outil utilisé dans un but d'obtenir des informations nécessaires à l'étude et plus particulièrement la compatibilité du site avec son usage.

Le piézair est Semblable à un piézomètre mais de diamètre inférieur (environ 5 cm), les piézairs sont constitués d'un tube plein et d'une partie crépinée, un massif filtrant est disposé en face des crépines.

La figure 6, illustre un schéma ainsi qu'une photo d'un piézair prise sur le terrain.

Figure 6: Schéma et photo d'un piézair



3.5.6 Interprétation des résultats

Une fois les échantillons (sol, eau et gaz) envoyés au laboratoire d'analyse et après réception des résultats, ces derniers sont comparés aux valeurs de référence et aux valeurs de comparaison pour les milieux concernés. Le tableau suivant définit ces valeurs selon le milieu analysé.

Tableau 2: Interprétation des résultats selon le milieu

MATRICE	INTERPRETATION DANS LE CADRE DE L'ETUDE	VALEURS DE REFERENCE OU DECOMPARAISON
SOL	Définir les sources-sol. La notion de contamination sera basée sur la définition suivante : « présence de substances non présentes naturellement dans un milieu environnemental, sans présupposer des risques engendrés par cette substance ». Des valeurs de fonds géochimiques nationaux ou régionaux seront ainsi utilisées pour caractériser des éventuelles contaminations (issues de la bibliographie dans un premier temps).	Pour les métaux, les données de bruit de fond disponibles : • programme ASPITET • données issues de l'atlas géochimique européen INDIQUASOL
EAUX SOUTERRAN -ES	Conclure quant à un éventuel impact du site sur les eaux souterraines. Conclure quant à la compatibilité des usages constatés des eaux souterraines (AEP, arrosage…).	Amont/aval Arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux eaux de consommation et aux eaux brutes. Critères de potabilité définis par l'OMS en cas d'absence de valeur.
GAZ DU SOL	Réalisation d'une EQRS dans le cas de la détection de composés à des teneurs supérieures aux limites de quantification.	Absence de valeurs réglementaire ou de valeurs de bruit de fond

4 Missions réalisées durant le stage

Tout au long de ce stage, j'ai participé à la réalisation de différentes missions, en collaboration avec les ingénieurs d'études de la société. Le tableau 3 résume les principaux projets auxquels j'ai participé :

Durant mon stage, j'ai également effectué un référencement sur Google Earth de toutes les affaires réalisées par ICF Environnement afin d'organiser et de faciliter l'accessibilité aux données relatives à chaque affaire. L'intérêt de cette démarche est de retrouver la référence des affaires déjà réalisées au droit du site à l'étude et/ou à proximité, en renseignant l'adresse de ce site.

Pour ce faire, j'inscris dans un tableau Excel la référence du dossier, le code prestation, l'adresse du site, le nom du client et l'année de réalisation de l'étude. Ce fichier Excel est ensuite exporté et les données reportées sur Google Earth, la figure 7 représente un extrait de ce référencement en Ile-de-France.

Cette mission m'a permis de connaitre les différentes affaires et prestations effectuées par ICF Environnement tout au long de mon stage.

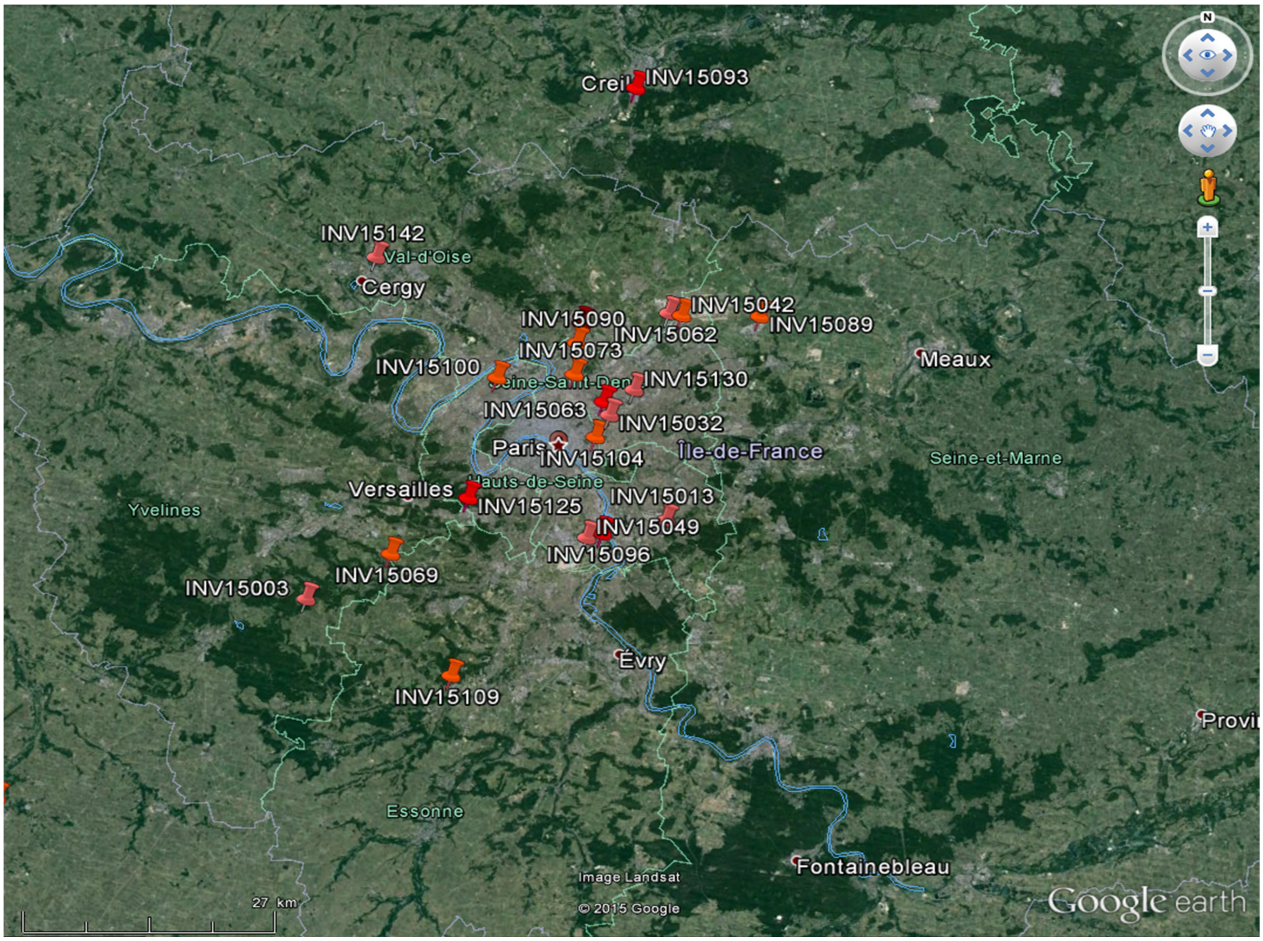


Figure 7: Exemple du référencement des affaires ICF dans Paris et région parisienne

Tableau 3: Synthèse des missions réalisées

Commune	Projet futur du site étudié	Prestations	Part de travail dans le projet	Bureau	Terrain
Paris (75)	Crèche	A100 A120 A110	Réalisation de visite de site Rédaction de l'étude historique et de l'étude de vulnérabilité	x	x
Saint Brice Courcelles (51)	surveillance des eaux souterraines sur le site	A210	Prélèvement des eaux souterraines		x
Paris (75)	construction de bureaux et de salles d'exposition	A230	Prélèvement de gaz du sol		x
Chevilly Larue (94)	bâtiments à usage de logements parking souterrain et jardins privatifs	A200	Réalisation des investigations des sols		x
Barjouville (28)	Vente et réaménagement du terrain	A110 A120	Rédaction de l'étude historique et de l'étude de vulnérabilité	x	
Rouen (14)	Cessation d'activité	A110 A120	Rédaction de l'étude historique et de l'étude de vulnérabilité	x	
Pontoise (95)	Diagnostic de pollution du site	A110 A200	Consultation des archives pour l'étude historique Réalisation des investigations des sols Asssitance à l'extraction d'une cuve	x	x
Vélizy (78)	Gestion environnementale du site	A110 A120 A200	Rédaction de l'étude historique et de l'étude de vulnérabilité Réalisation des investigations des sols	x	x
Bobigny (93)	Réaménagement du site	A110 A120 A200	Rédaction de l'étude historique et de l'étude de vulnérabilité Réalisation des investigations des sols	x	x
Achères (78)	Vente de terrains	A110 A120	Rédaction de l'étude historique et de l'étude de vulnérabilité	x	x

5 Etude de cas : diagnostic environnemental d'un site à Vélizy

5.1 Contexte de l'étude

Dans le cadre de la gestion, l'optimisation et la valorisation du patrimoine immobilier d'un groupe industriel, le client a mandaté ICF Environnement pour la réalisation d'une étude environnementale. Aucune information sur une éventuelle cessation d'activités, un éventuel projet de réaménagement du site et/ou changements d'usages n'a été fournie par le client.

L'étude environnementale comprend:

- Une visite de site ;
- Une étude de vulnérabilité ;
- Une étude historique ;
- Des investigations sur les sols.

Le site à l'étude s'étend sur une superficie de 31 795 m².La figure ci-dessous présente a localisation.

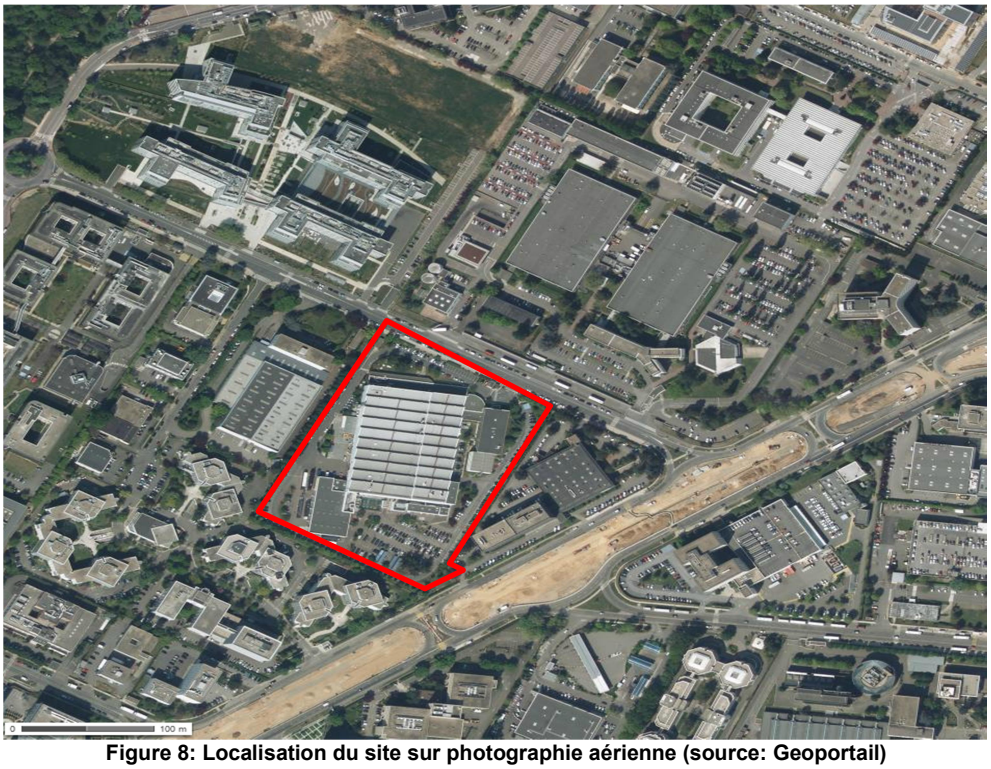


Figure 8: Localisation du site sur photographie aérienne (source: Geoportail)

Une visite du site[1] a été effectuée en juin 2015 en compagnie d'un employé de l'entreprise afin de vérifier les informations recueillies lors des consultations et de vérifier l'absence/présence d'installations potentiellement polluantes (ICPE) au droit du site.

Le site est actuellement occupé par un bâtiment à usage de bureaux et d'ateliers d'entretien de véhicule ainsi que par des parkings de véhicules personnel.

[1] Pour des raisons de confidentialité, aucune photographie n'a été réalisée.

Plusieurs Installation Classée pour la Protection de l'Environnement ont été observées lors de la visite conformément aux données recueillies en DRIEE. La synthèse de ces informations (rubriques ICPE, classement ICPE selon la DRIEE, classement ICPE observé lors de la visite de site) sera présentée dans l'étude historique et documentaire.

5.2 Etude de vulnérabilité

5.2.1 Contexte géologique régional

D'après l'examen de la carte géologique n°183 au 1/50 000 de Paris éditée par le BRGM, la succession des terrains au droit du site est décrite ci-après :

- **Limons des Plateaux (LP)** : cette formation, datant du Quaternaire, correspond à des dépôts sédimentaires, de couleur rougeâtre ou jaune brun, et peut atteindre jusqu'à 2 mètres d'épaisseur dans la région du site ;
- **Meulières de Montmorency (g3a)** : cette formation, datant du Chattien (Oligocène supérieur), correspond à des débris de roches siliceuses emballées dans une argile brun-verdâtre et peut atteindre jusqu'à 5 mètres d'épaisseur ;
- **Sables et Grès de Fontainebleau (g2b)** : cette formation, datant du Stampien (Oligocène moyen), correspond à des sables quartzeux, blanc à jaune, renfermant des fossiles, et qui peuvent atteindre jusqu'à 60 mètres d'épaisseur.

Un extrait de la carte géologique au 1/50 000 n° 183 de Paris, éditée par le BRGM est présenté dans la figure ci-après.

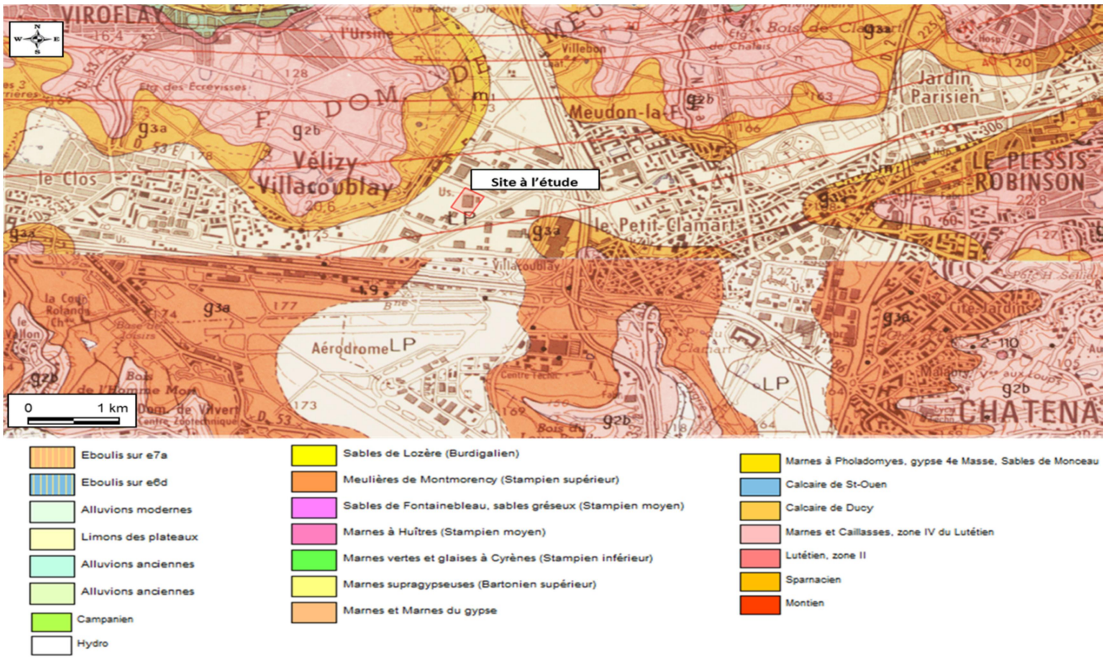


Figure 9: Extrait de la carte géologique n°183 – Paris (source: BRGM)

5.2.2 Contexte géologique local

La géologie locale a été déterminée à partir de l'examen de la coupe lithologique d'un sondage, référencé n° n° 01835D0041/P1 dans la Banque de données du Sous-Sol (BSS) du BRGM, réalisé jusqu'à 70 m de profondeur à 300 m au Nord du site à l'étude.

La figure ci-après présente la localisation des points BSS situés au droit du site à l'étude.

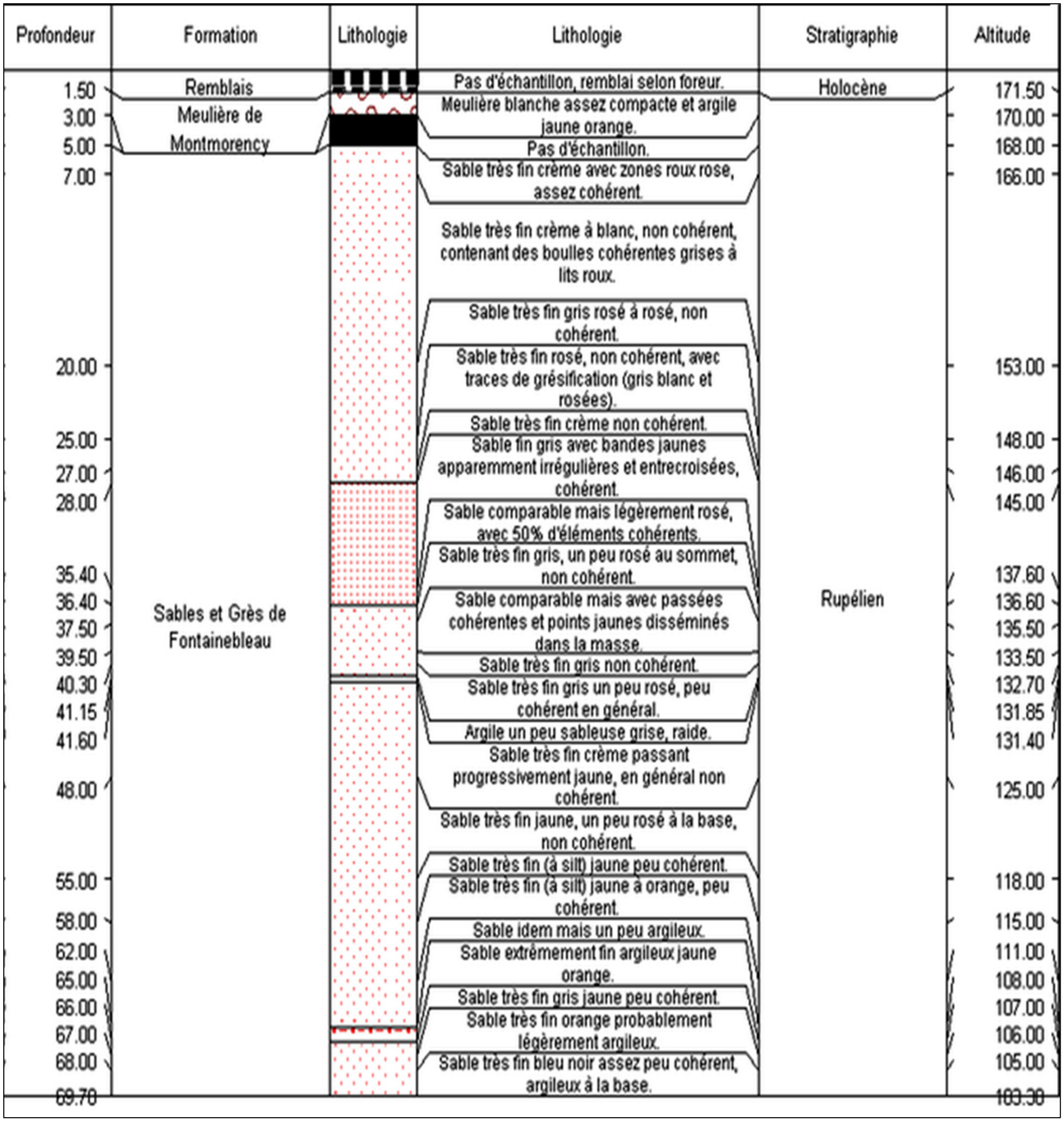


Figure 10: Lithologie rencontrée au droit du sondage n° 01835D0041/P1 (source : Infoterre)

La succession lithologique déterminée par l'examen de la carte géologique n°183 du BRGM est donc cohérente, à l'exception de l'absence des Limons de Plateaux, avec la succession lithologique rencontrée au droit du point BSS n°01835D0041/P1 situé à 300 m au Nord du site à l'étude.

5.2.3 Contexte hydrologique

Le site à l'étude est situé à environ 4 km au sud-ouest de la Seine.

De plus, le site est localisé à environ 1 km à l'Ouest (latéral hydraulique) d'un étang nommé « Etang du trou aux gants » qui se trouve dans la forêt domaniale de Meudon sur la commune de Vélizy-Villacoublay.

La situation hydrologique de la zone d'étude est présentée dans la figure ci-après.

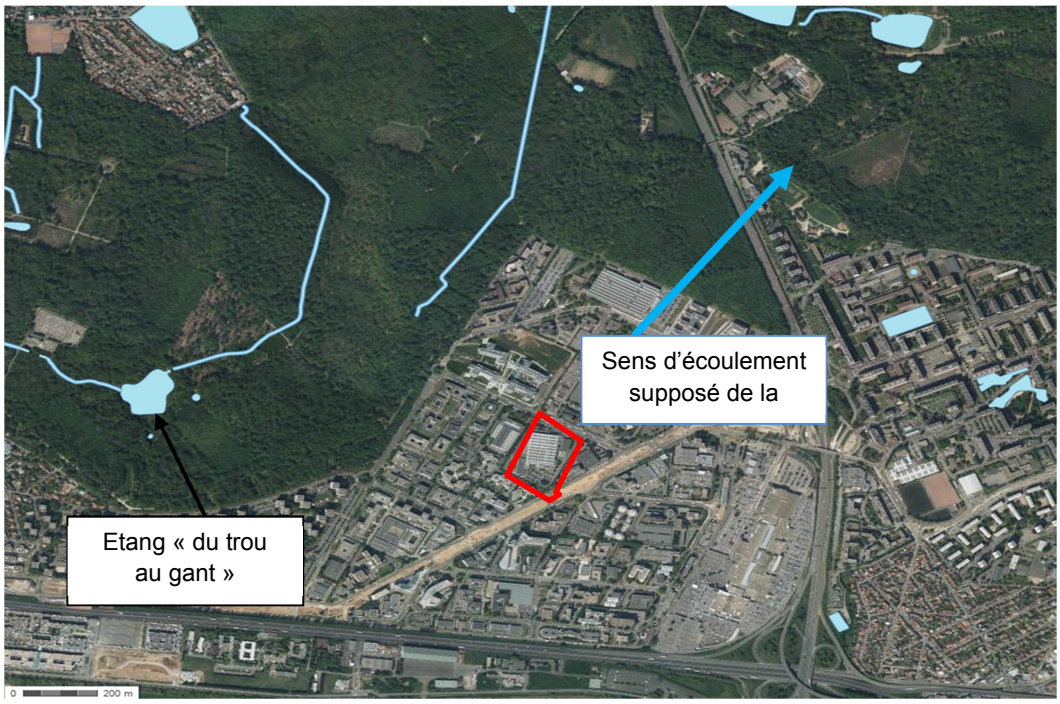


Figure 11: Localisation de la zone d'étude par rapport aux cours d'eau (source : Géoportail)

5.2.4 Contexte hydrogéologique

Selon les informations recueillies dans la base de données Infoterre, la Nappe des Sables de Fontainebleau est la première nappe potentiellement présente au droit du site. Cette nappe est potentiellement en communication directe avec les nappes sous-jacentes de l'Eocène inferieur et moyen et de la Craie.

Au regard de la carte hydrogéologique au 1/50 000 de Paris et de la localisation du site par rapport à la Seine, les eaux souterraines devraient s'écouler vers le nord-est.

Un extrait de la carte hydrogéologique au 1/50 000 de Paris est fourni dans la figure ci-après.

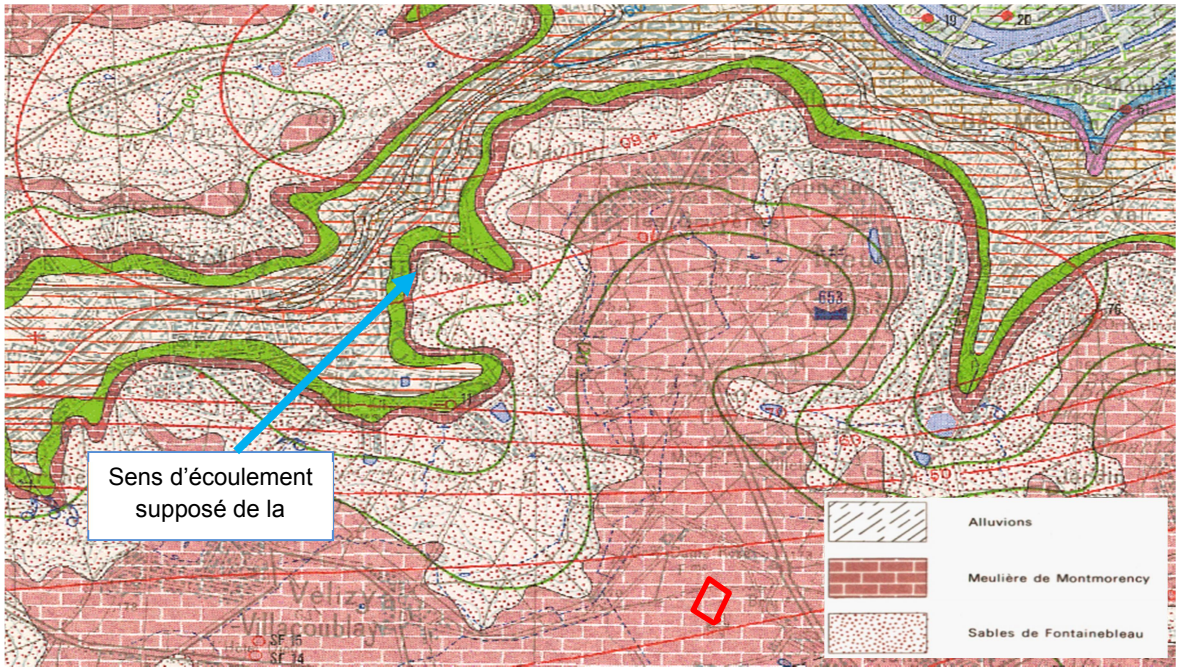


Figure 12 : Extrait de la carte hydrogéologique de Paris (source : SIGESSN)

D'après la Banque de données du Sous-Sol, le forage référencé n° 01835D0041/P, réalisé jusqu'à une profondeur de 69,7 m et situé à 200 mètres environ au nord-est du site à l'étude, le toit de la première nappe d'eau serait situé à 41,8 m de profondeur par rapport au niveau du sol (environ 130,2 m NGF).

Compte tenu de sa profondeur importante et de la présence de couches imperméables sus-jacentes (Meulière de Montmorency), la Nappe des Sables de Fontainebleau apparait peu vulnérable à une éventuelle pollution provenant du site.

5.2.5 Cibles potentielles

5.2.5.1 Exploitation des eaux souterraines

Les cibles potentielles les plus proches pour l'exploitation des nappes souterraines, recensées par l'Agence Régionale de Santé (ARS) d'Ile de France, unité territoriale des Yvelines, et dans les bases de données Infoterre du BRGM, sont décrites dans les paragraphes ci-après.

Captages pour Alimentation en Eau Potable (AEP)

Selon les informations fournies par l'ARS, aucun captage d'eau destinée à la consommation humaine et aucun périmètre de protection de captages d'eau potable ne sont recensés à proximité du site à l'étude.

Un captage AEP est présent sur la commune de Vélizy-Villacoublay, en amont hydraulique, à environ 1,3 km au sud-est du site à l'étude.

Les caractéristiques de ce captage selon la base de données Infoterre, sont présentées dans le tableau ci-après :

Tableau 4: Captage AEP à proximité de la zone d'étude

Référence de l'ouvrage	Profondeur de l'ouvrage (m)	Niveau d'eau mesuré (m NGF)	Aquifère capté	Distance par rapport au site	Position hydraulique par rapport au site	Utilisation
02191X0062/F	76.50	Non renseigné	Nappe des Sables de Fontainebleau	1303 m au Sud	Amont Hydraulique	Alimentation en eau potable implanté sur le plateau de l'enceinte de la base aérienne de Vélizy

D'après la carte ci-après représentant les périmètres de protection des captages d'eau potable dans les Yvelines, le site à l'étude n'est pas concerné par un périmètre de protection des captages.

Captages agricoles et domestiques

Selon la Banque du Sous-Sol, aucun captage agricole et domestique n'est recensé aux abords du site à l'étude.

Captages pour l'Alimentation en Eau Industrielle (AEI)

D'après la Banque de données du Sous-sol, aucun captage pour l'alimentation en eau industrielle n'est présent au droit du site à l'étude.

Deux captages AEI, actuellement non utilisés, sont recensés à proximité du site à l'étude. Les données sur ces captages sont présentées dans le tableau suivant.

Tableau 5: Captages eau industrielle à proximité du site à l'étude

Référence de l'ouvrage	Profondeur de l'ouvrage (m)	Niveau d'eau mesuré (m NGF)	Aquifère capté	Distance par rapport au site	Position hydraulique par rapport au site	Utilisation
01835D0041/P1	69.70	41.8	Nappe des Sables de Fontainebleau	300 m au Nord-Est	Aval Hydraulique	Refroidissement
01835D0052/P2	69.75	41.5	Nappe des Sables de Fontainebleau	350 m à l'Est	Latéral Hydraulique	Refroidissement

Le plan de localisation de ces ouvrages est présenté dans la figure ci-après.

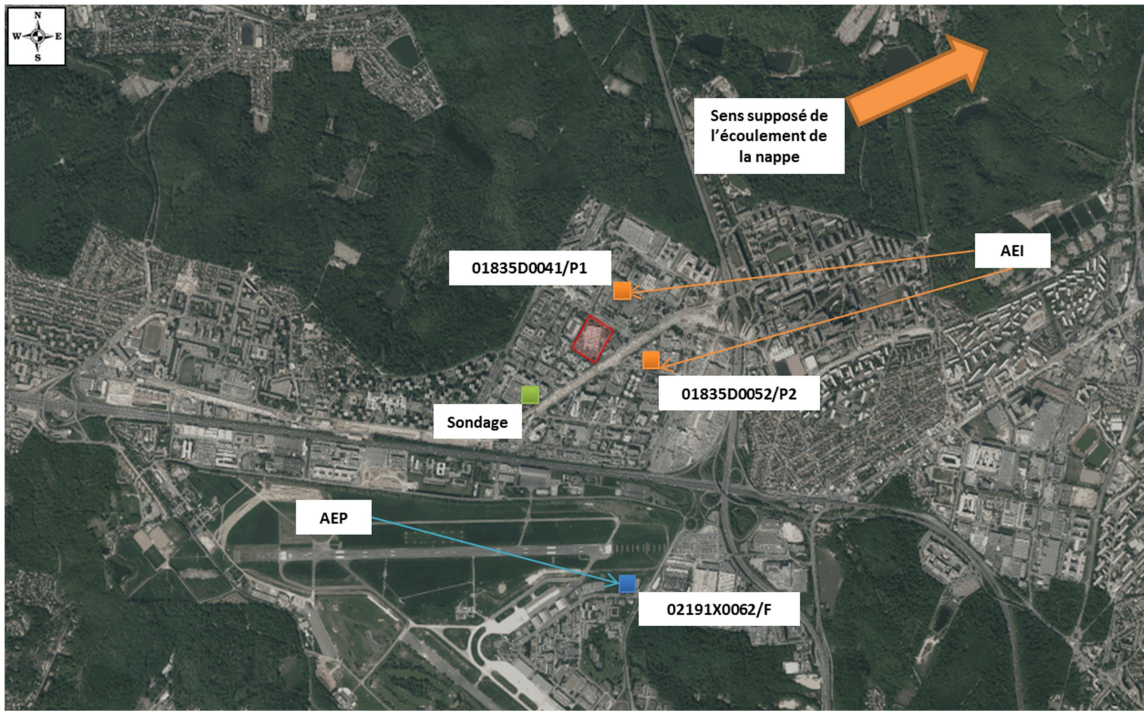


Figure 13: Localisation des captages AEP / AEI à proximité du site à l'étude (source: Infoterre)

5.2.5.2 Occupation du sol dans le secteur d'étude

D'après le Plan Local d'urbanisation (PLU) de la ville de Vélizy-Villacoublay, le site est localisé dans une zone d'activité industrielle.

5.2.5.3 Zones naturelles d'intérêt soumises à protection

Deux zones soumises à protection sont situées à proximité du site à l'étude (à 700 mètres environ par rapport au site). Les typologies des zones d'intérêt soumises à protection recensées dans les bases de données officielles consultées sont fournies dans le tableau suivant.

Tableau 6: Zones d'intérêt soumises à protection dans le secteur du site à l'étude

	Nom de la zone - distance et direction par rapport au site	Source
ZNIEFF type I	ZNIEFF de Type 1 (MNHN) : situé au nord Forêt de Meudon et bois de Clamart	Infoterre
ZNIEFF type II	ZNIEFF de type 2 (MNHN) : située au nord Forêts domaniales de Meudon et de fausses-reposes et parc de Saint-Cloud	

5.2.6 Synthèse de l'étude de vulnérabilité

D'après l'étude du contexte géologique réalisée, le site à l'étude repose sur la formation des Limons de Plateau surmontant les « Meulières de Montmorency » et les «Sables et Grès de Fontainebleau ». La première nappe potentiellement présente au droit du site est la nappe des Sables de Fontainebleau, située à une profondeur d'environ 41 m par rapport au niveau du terrain naturel.
Aucun captage AEP n'est référencé aux environs du site (premier captage AEP situé à environ 1,3 km en amont hydraulique du site). Cependant, deux captages AEI sont présents dans un rayon de 350 m autour du site. Aucune zone protégée ou d'importance environnementale n'est située à proximité du site.

Au vu de la présence de formations imperméables sus-jacentes et de la profondeur de la nappe des Sables de Fontainebleau, les eaux souterraines au droit du site sont considérées comme peu vulnérables vis-à-vis d'une potentielle pollution issue du site et peu sensibles (captage AEP le plus proche à 1,3 km en amont hydraulique).

5.3 Etude historique (A110)

La collecte des informations a été réalisée sur la base des consultations :

- des photographies aériennes (IGN) ;
- des bases de données (BASIAS) du BRGM et des bases de données (BASOL) du Ministère en charge de l'Environnement ;
- de l'unité territoriale des Yvelines de la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Environnement et de l'Energie (DRIEE) d'Ile de France et de l'inventaire national des (ICPE) ;

5.3.1 Photographies aériennes de l'IGN

Une consultation des photographies aériennes de l'IGN a permis d'analyser les évolutions majeures au droit du site et de ses environs, sur une période de 66 ans, de 1949 à 2014. Quelques photographies ont été choisies pour ce rapport de stage de 1949 à 2014[2], représentatives de l'évolution du site et de ses environs et sont fournies en **Annexe 3**. Les

[2] Le site étant localisé à proximité d'un site militaire, les photographies aériennes de 1987 à 2011 ne sont pas disponibles.

évolutions majeures du site à l'étude et de ses environs sont présentées dans le tableau ci-après.

Tableau 7: Description des photographies aériennes

Année	Au droit du site à l'étude	Alentours du site d'étude
1949	Aucuns bâtiments n'est visible. Le site est occupé par un champ.	Quelques bâtiments de type hangars sont présents à l'extrémité est de l'emprise du site.
1960	Configuration identique à 1949.	Configuration identique à 1949.
1967	Configuration identique à 1949.	Un bâtiment de type hangar est visible directement au nord du site. Les bâtiments présents à l'est du site de 1949 à 1960 ne sont plus visibles. Des voiries sont visibles au droit de leur emprise (avenue Morane Saulnier).
1973	Le site est occupé par un bâtiment dans sa partie nord.	Les alentours du site sont occupés par des bâtiments de type hangar. La ville de Vélizy-Villacoublay est en extension vers le l'est et le sud.
1987	Configuration identique à 1973.	De nouveaux bâtiments sont visibles à proximité immédiate de la zone d'étude et au nord du site.
2011	Deux nouveaux bâtiments sont visibles au nord-est et au sud-ouest du bâtiment de 1973. Le site est dans sa configuration actuelle.	De nouvelles constructions sont visibles au nord-ouest et à l'ouest de la zone d'étude.
2014	Configuration identique à 2011.	Configuration identique à 2011.

5.3.2 Consultation de la base de données BASOL

L'inventaire national des sites pollués ou potentiellement pollués (base de données BASOL du Ministère en charge de l'Environnement - http://basol.ecologie.gouv.fr/recherche.php) a été consulté afin de connaître si un tel site est, ou était, localisé sur ou à proximité du site étudié.

Le site à l'étude n'est pas recensé dans cette base de données. De plus, aucun site BASOL n'est recensé dans un rayon de 3 km autour de la zone d'étude.

5.3.3 Consultation de la base de données BASIAS

La base de données BASIAS (Base de données des Anciens Sites Industriels et Activités de Service - http://basias.brgm.fr), développée par le bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) pour le Ministère en charge de l'Environnement, recense les sites industriels, en activité ou non, susceptibles d'engendrer une pollution de l'environnement. Cet inventaire a été consulté afin de déterminer et de localiser les dits sites sur ou à proximité du site à l'étude.

Le site, objet de la présente étude, est répertorié dans la base de données BASIAS. De plus, quatre autres sites BASIAS sont situés sur les parcelles adjacentes au site (en latéral

hydraulique supposé du site) dans un rayon d'environ 250 m. La localisation de ces sites BASIAS recensés autour de la zone d'étude est présentée dans la figure suivante.

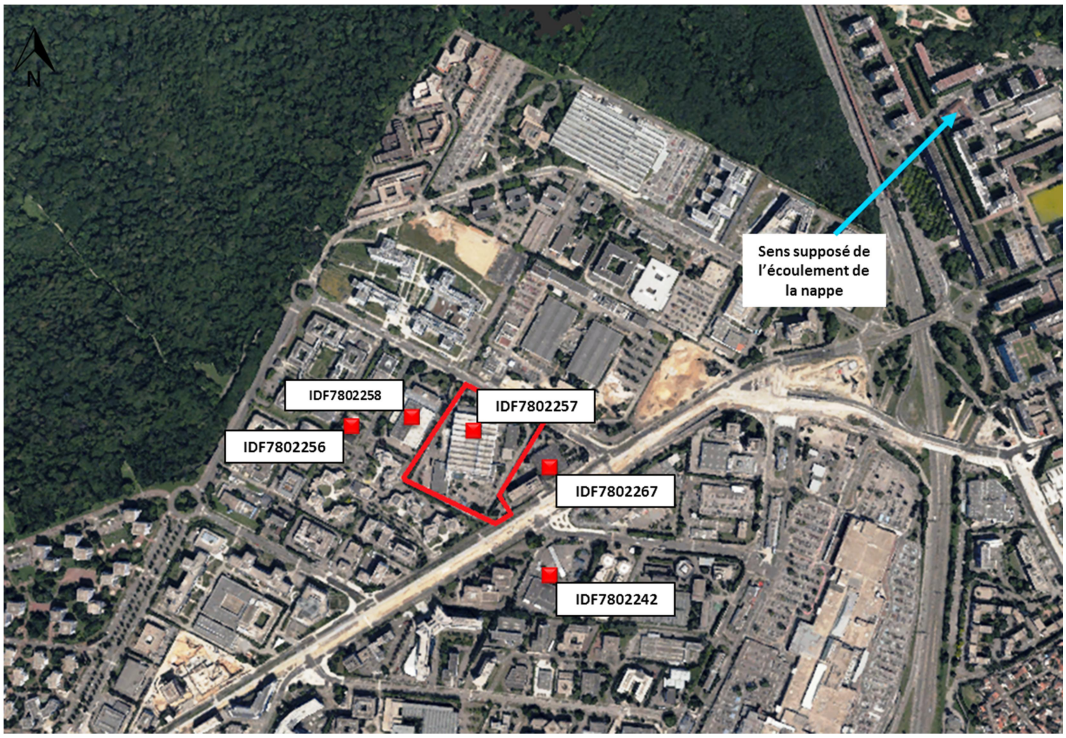


Figure 14: Localisation des sites BASIAS à proximité du site à l'étude (source : Infoterre, BRGM)

5.3.4 Consultation des ICPE

L'inventaire national des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (base de données du Ministère de l'écologie, du Développement durable et de l'Energie, (http://www.installationsclassees.developpement-durable.gouv.fr) a été consulté afin de disposer de données sur les ICPE présentes au droit du site.

D'après cette base de données, la zone de l'étude est une installation classée pour la protection de l'environnement soumise au régime d'autorisation.

Régime d'autorisation *:*

Le titre 1er du Livre V du code de l'environnement relatif aux Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) prévoit que les installations industrielles et agricoles d'une certaine importance doivent, dans un souci de protection de l'environnement, préalablement à leur mise en service, faire l'objet d'une autorisation prise sous la forme d'un arrêté préfectoral qui fixe les dispositions que l'exploitant devra respecter pour assurer cette protection

Le régime de déclaration *:*

Toute installation exploitée ou détenue par une personne physique ou morale, publique ou privée, qui peut présenter des dangers pour l'environnement ou pour la santé ou la sécurité des riverains, est soumise aux dispositions :

- du Code de l'environnement Partie législative Livre V ;

- du Code de l'environnement Partie réglementaire Livre V Titre 1.

L'unité territoriale des Yvelines de la DRIEE Ile de France, a été consultée le 22 juillet 2015. L'examen des documents disponibles est présenté dans les paragraphes ci-après.

Activité soumise à autorisation

-Atelier d'essais de moteur à explosion (puissance totale 147kW)

Activités soumises à déclaration

-Atelier de réparation et entretien de véhicules (surface comprise entre 500 et 5000 m²) ;
-Emploi de matières plastiques, modelage, découpage, meulage de pièces plastiques ;
-Installation de réfrigération (puissance absorbée comprise entre 50 et 500 kW) ;
-Installation de combustion fonctionnant au fioul domestique (puissance comprise entre 4 et 20 MW) ;
-Composant, appareils, matériels en exploitation imprégnés de polychlorobiphényles contenant plus de 30 litres de produit ;
-Deux cuves enterrées destinées au stockage d'essence (10 000 litres chacune) ;
-Deux cuves de stockage des huiles usagées (1500 litres chacune) ;
-Local de stockage d'hydrocarbures ;
-Local de stockage des huiles,
-Trois transformateurs électriques ;
-Une cuve à fuel domestique de 60 000 litres enterrée ;
-Installation de compression d'air d'une puissance de 67 kW ;
-Dépôt d'acétylène de 30 m^3.

Un plan datant de 1989 localise les deux cuves d'hydrocarbures de 10 000 litres et la cuve d'eau de la zone de distribution de carburant actuellement en place en partie sud du site.

Un plan datant de 2001 localise les installations potentiellement polluantes à cette époque et est illustré par la figure 9.

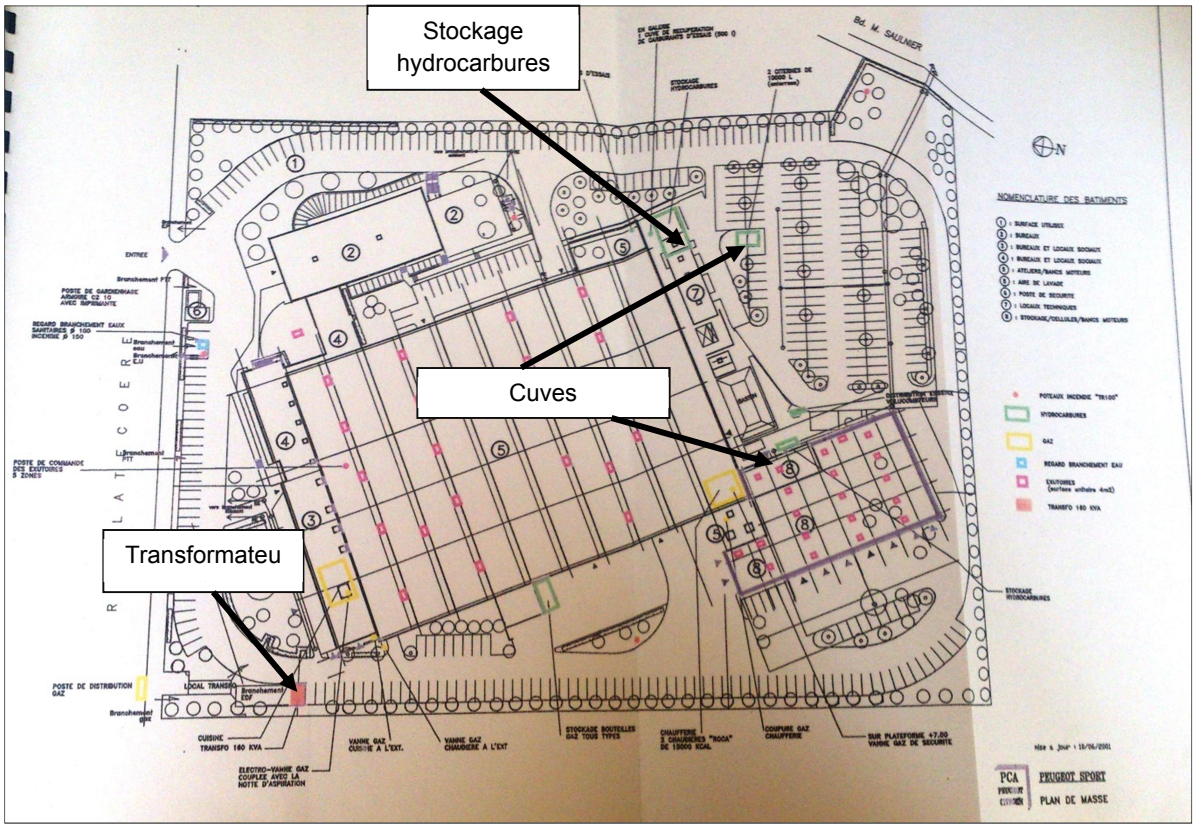


Figure 15: Localisation des installations classées du site (2001)

5.3.5 Synthèse de l'étude historique

L'étude historique a mis en évidence la présence d'une occupation du site depuis au moins 1913 (ancien aérodrome). De 1968 à 1989, le site est occupé par une société qui exerce une activité de traitement des métaux. La société du client commence l'exploitation du site en 1989. Plusieurs installations potentiellement polluantes étaient présentes sur site (ateliers de bancs d'essais, atelier d'entretien et de réparation de véhicules, cuves enterrées de carburant et volucompteurs associés, transformateurs, aire de lavage, cabine de peinture).

Le site n'est pas répertorié dans la base de données BASOL, cependant il est répertorié dans la base de données BASIAS.

La visite de site du 26 juin 2015 a permis de confirmer la présence et de localiser les activités potentiellement polluantes soumises à la réglementation sur les ICPE au droit du site conformément aux données recueillies auprès de la DRIEE.

Un plan de synthèse, recensant l'ensemble des installations potentiellement polluantes au droit du site est présenté dans la figure 16, ci-après.

Figure 16: localisation des installations classées du site en 2015

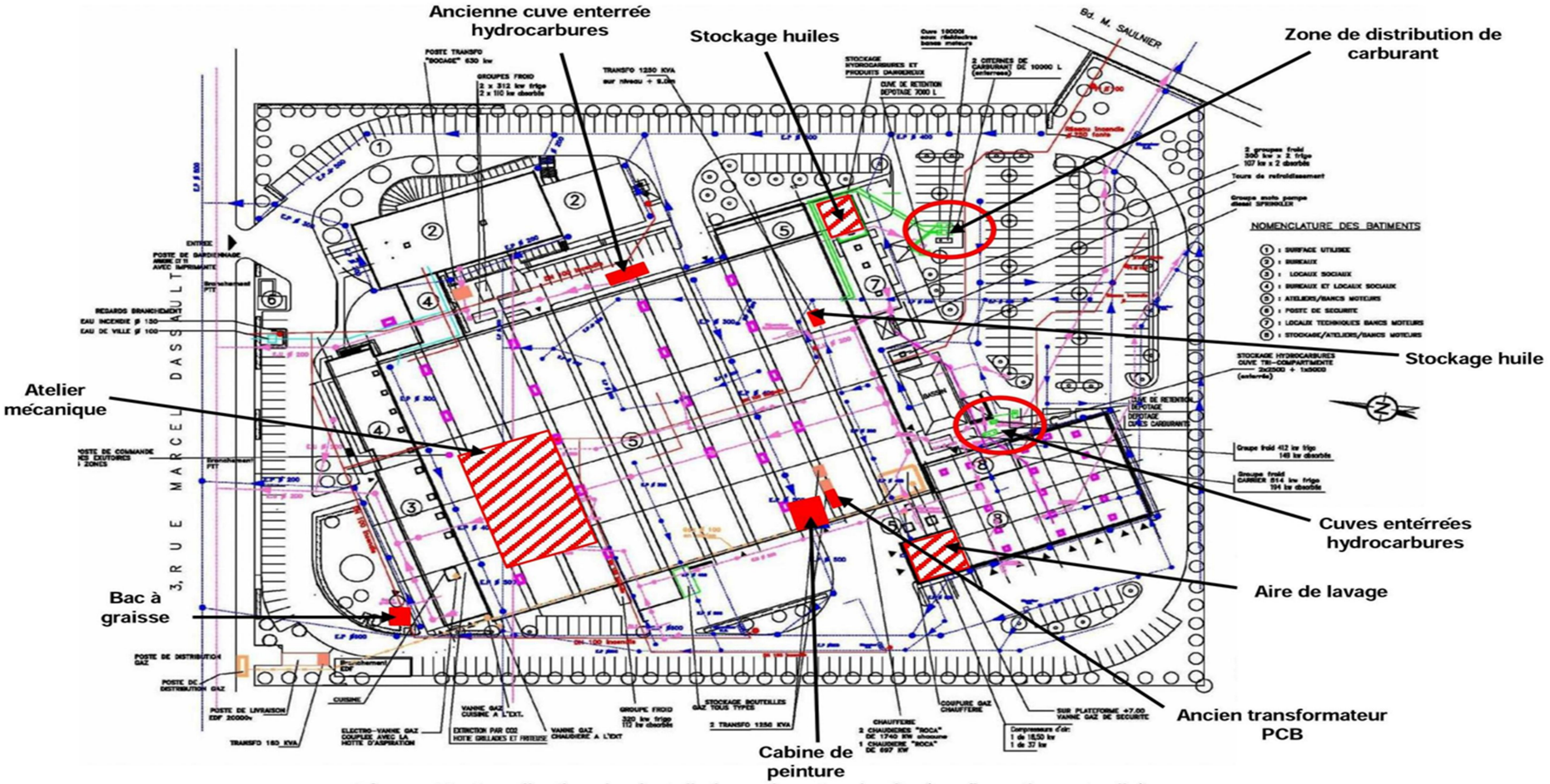


Figure 12 : Localisation des installations classées du site (configuration actuelle)

5.3.6 Schéma conceptuel initial

Le schéma conceptuel permet d'établir le lien entre trois facteurs susceptibles de générer un risque pour l'usage considéré : l'existence d'une source ou d'un danger, d'une voie de transfert et de cibles.

A ce stade, les sources potentielles de pollution retenues au droit du site peuvent être liées à la présence éventuelle de remblais de qualité incertaine et les fuites éventuelles des voitures stationnées.

La figure, ci-après, présente le schéma conceptuel initial établit à la suite de l'étude de vulnérabilité et de l'étude historique.

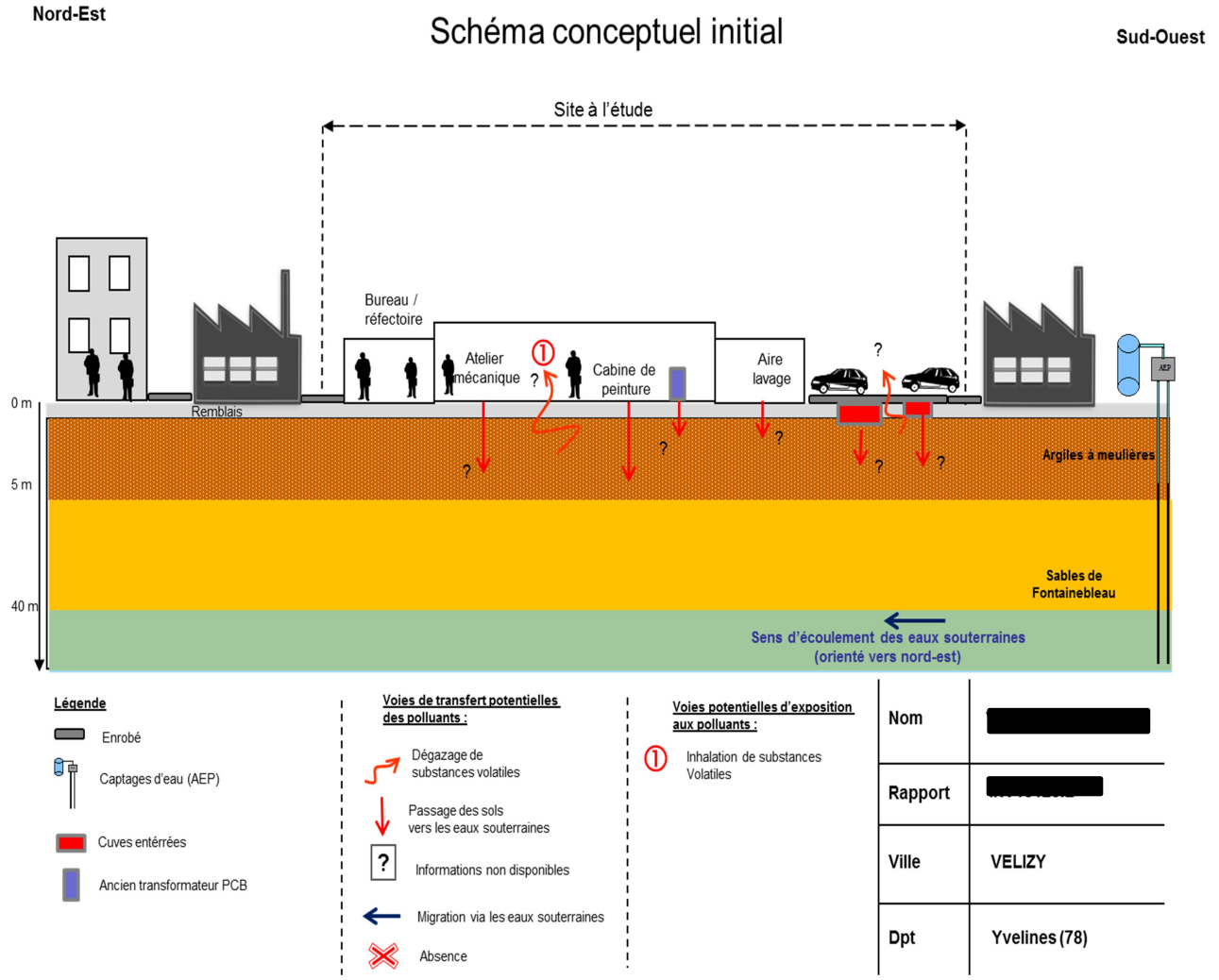


Figure 17: Synthèse des sources de pollutions potentielles

5.4 Investigation sur les sols

Les investigations du sol de la zone étudiée ont été effectuée sur une durée de trois jours.

5.4.1 Stratégie d'implantation et d'échantillonnage

L'implantation des sondages a été réalisée de manière à définir la qualité générale des sols, notamment au droit des zones sources supposées de pollution.

Un total de dix sondages (de S1 à S29) entre deux et cinq mètres de profondeur ont été réalisés à la tarière mécanique. Le matériel utilisé a été mis à disposition par une société de, sous la supervision d'ICF Environnement.

Au total, 29 sondages ont été réalisés et 64 échantillons ont été analysés. Un plan d'implantation des sondages est présenté en **Annexe 4**.
Avec un ingénieur d'ICF Environnement, nous avons été présent constamment lors des investigations, et avons assuré le respect du Plan de Prévention, dirigé les sondages, noté les coupes techniques, choisi et constitué les échantillons nécessaires à la caractérisation analytique des sols traversés.

Pour cela, cette stratégie a consisté en un échantillonnage suivant les observations visuelles et olfactives de terrain et en fonction des éléments recueillis lors de l'étude historique.
L'appellation des échantillons est établie sous la forme suivante :
$S_x\,(a-b)$, où « x » est le numéro du sondage et (a-b) représente la profondeur d'échantillonnage à partir du niveau du terrain naturel du sol.
La lithologie observée au niveau des sondages est décrite dans le tableau ci-après.

Un récapitulatif des échantillons prélevés pour analyse est présenté dans le tableau ci-après.

Tableau 8: Récapitulatif des échantillons analysés

Zones investiguées	Sondages	Profondeur (m)	Echantillons
Aire de Lavage	S8, S9	2	S8 (0,0 5 - 1), S8 (1 - 2), S9 (0,05 - 1), S9 (1 - 2)
Stockage des huiles neuves	S4	2	S4 (0,45 - 1), S4 (1 - 2)
Cabine de peinture	S6	3	S6 (0,80 - 2), S6 (2 - 3)
Local Transformateur	S7	2	S7 (0,3 - 1)
Ancienne cuve des huiles usagées et deversoir	S21, S22, S23	4	S21 (1 - 2), S21 (3 - 4), S22 (0,05 - 1), S22 (2 - 3), S23 (0,10 - 1), S23 (1 - 2)
Atelier mécanique	S2, S3	2	S2 (0,5 - 1), S2 (1 - 2), S3 (0,5 - 1), S3 (1 - 2)
Cuve chaufferie fioul	S12, S13, S14	5	S12 (0,05 - 1), S12 (1 - 2), S12 (2 -3), S12 (3 - 4), S13 (0,05 - 1), S13 (1 - 2), S13 (2 - 3), S13 (3 - 4), S13 (4 - 5), S14 (0,05 - 1), S14 (1 - 2), S14 (2 - 2,80)
Distribution de carburant	S17, S18, S19, S20	5	S17 (0,05 - 1), S17 (3 - 4), S18 (0,05 - 1), S18 (2 - 3), S18 (4 - 5), S19 (1 - 2), S19 (2 - 3), S19 (3 - 4), S19 (4 - 5), S20 (0,05 - 1), S20 (2 - 3), S20 (3 - 4)
Separateurs / Debourbeurs	S11, S27, S28	3	S11 (0,05 - 1), S11 (1 -2), S27 (0,05 - 1), S27 (2 - 3), S28 (0,05 - 1), S28 (2 - 3), S29 (1 - 2), S29 (3 - 4)
Zone Parking	S15, S16	2	S15 (0,05 - 1), S15 (1 - 2), S16 (0,05 - 1), S16 (1 - 2)
Emplacement déchets	S10	3	S10 (0,05 - 1), S10 (2 -3)
Bac à graisse	S1	3	S1 (0,1 - 1), S1 (1 - 3)
Ancienne Cuve entérrée	S5, S29	5	S5 (0,05 - 1), S5 (2 - 2,80)
Enrobé bitumineux	S24, S25, S26	1	Enrobé 1, Enrobé 2, Enrobé 3

Les échantillons ont été conditionnés dans des flacons en verre étanches neufs de qualité laboratoire, soigneusement étiquetés dès leur conditionnement, conservés dans des glacières limitant le risque d'altération et expédiés au laboratoire

5.4.2 Résultats des observations de terrains et programme d'analyse

Les terrains rencontrés sur l'ensemble des sondages correspondent essentiellement à :

Tableau 9:Lithologies au droit des sondages

Lithologie	Epaisseur (m)	Sondage
Enrobé bitumineux	0,05	S5, S8, S29 S10 à S22 S24 à S27
Terre végétale brune	0,10	S1, S23
Dalle béton	0,30 à 0,80	S2 à S4 S6, S7
Remblais limono-sableux brun à ocre	0,50 à 2	Tous les sondages
Argiles à Meulières	1 à 4	Tous les sondages

Des anomalies organoleptiques (odeur d'hydrocarbure, couleur gris foncé) ont été observées dans le terrain naturel au droit des sondages S12 entre 3 et 4 m de profondeur et S20 entre 2 et 4 m de profondeur. Aucune anomalie n'a été observée dans les autres terrains investigués (remblais et terrain naturel).

Le programme analytique, établi en fonction des objectifs préfixés, est présenté dans le tableau ci-après.

Tableau 10: Programme analytique des échantillons

Zones investiguées	Sondages	Echantillons	Analyse
Aire de Lavage	S8, S9	S8 (0,0 5 - 1), S8 (1 - 2), S9 (0,05 - 1), S9 (1 - 2)	BTEX, HAP, HCT C5 - C40, COHV (4 unités), Métaux lourds (2 unités)
Stockage des huiles neuves	S4	S4 (0,45 - 1), S4 (1 - 2)	BTEX, HAP, HCT C5 - C40, COHV (2 unités), Métaux lourds (1 unité)
Cabine de peinture	S6	S6 (0,80 - 2), S6 (2 - 3)	BTEX, HAP, HCT C5 - C40, COHV (2 unités), Métaux lourds (1 unité)
Local Transformateur	S7	S7 (0,3 - 1)	PCB, HCT C5 - C40 (1 unité)
Ancienne cuve des huiles usagées et deversoir	S21, S22, S23	S21 (1 - 2), S21 (3 - 4), S22 (0,05 - 1), S22 (2 - 3), S23 (0,10 - 1), S23 (1 - 2)	HAP, HCT C5 - C40 (6 unités), Métaux lourds (3 unités)
Atelier mécanique	S2, S3	S2 (0,5 - 1), S2 (1 - 2), S3 (0,5 - 1), S3 (1 - 2)	BTEX, HAP, HCT C5 - C40, COHV (4 unités), Métaux lourds (2 unités)
Cuve chaufferie fioul	S12, S13, S14	S12 (0,05 - 1), S12 (1 - 2), S12 (2 -3), S12 (3 - 4), S13 (0,05 - 1), S13 (1 - 2), S13 (2 - 3), S13 (3 - 4), S13 (4 - 5), S14 (0,05 - 1), S14 (1 - 2), S14 (2 - 2,80)	HAP, HCT C5 - C40 (12 unités)
Distribution de carburant	S17, S18, S19, S20	S17 (0,05 - 1), S17 (3 - 4), S18 (0,05 - 1), S18 (2 - 3), S18 (4 - 5), S19 (1 - 2), S19 (2 - 3), S19 (3 - 4), S19 (4 - 5), S20 (0,05 - 1), S20 (2 - 3), S20 (3 - 4)	BTEX, HAP, HCT C5 - C40, COHV (12 unités)
Separateurs / Debourbeurs	S11, S27, S28	S11 (0,05 - 1), S11 (1 -2), S27 (0,05 - 1), S27 (2 - 3), S28 (0,05 - 1), S28 (2 - 3),	BTEX, HAP, HCT C5 - C40, COHV (6 unités), Métaux lourds (3 unités)
Zone Parking	S15, S16	S15 (0,05 - 1), S15 (1 - 2), S16 (0,05 - 1), S16 (1 - 2)	BTEX, HAP, HCT C5 - C40, COHV (4 unités), Métaux lourds (2 unités)
Emplacement déchets	S10	S10 (0,05 - 1), S10 (2 -3)	BTEX, HAP, HCT C5 - C40, COHV (2 unités), Métaux lourds (1 unité)
Bac à graisse	S1	S1 (0,1 - 1), S1 (1 - 3)	BTEX, HAP, HCT C5 - C40, COHV (2 unités), Métaux lourds (1 unité)
Ancienne Cuve entérrée	S5, S29	S5 (0,05 - 1), S5 (2 - 2,80), S29 (1 - 2), S29 (3 - 4)	HAP, HCT C5 - C40 (4 unités), Métaux lourds (1 unité)
Enrobé bitumineux	S24, S25, S26	Enrobé 1, Enrobé 2, Enrobé 3	Hap, Amiante

5.4.3 Résultats analytiques sur les sols et interprétations

Les paramètres analysés sont : les métaux lourds, HCT (hydrocarbures totaux), HAP (hydrocarbures aromatiques polycycliques), BTEX (benzène, toluène, éthylbenzène, xylène), COHV (composés organohalogénés volatils) et les PCB (polychlorobiphényles).

Les valeurs analytiques mesurées sont comparées à titre indicatif aux valeurs de référence disponibles :

Pour les métaux lourds :

- La valeur de fond géochimique nationale : « Teneurs totales en métaux lourds dans les sols français – Gamme de valeurs couramment observées dans les sols ordinaires de toutes granulométries » - Résultats généraux du programme ASPITET (INRA, 2000).
- Seuils de sélection CIRE-IDF[3] : seuils au-delà desquels la CIRE-IDF considère que les substances doivent être sélectionnées pour un calcul de risque.

Pour les HCT, HAP, BTEX, PCB aux valeurs limites imposées par l'arrêté du 12 décembre 2014, fixant la liste des types de déchets inertes admissibles dans des installations de stockage de déchets inertes

Les résultats obtenus sont décrits comme suit :

Dans les sols :

Métaux Lourds

Des teneurs en métaux lourds et métalloïdes (Plomb, Mercure), dont les concentrations sont supérieures aux valeurs de références CIRE Ile de France, ont été mesurées dans 2 des 16 échantillons analysés.

BTEX

Les BTEX (Benzène, Toluène, Éthylbenzène et Xylènes), ont été détectés dans certains échantillons des sondages S20, S19 et S17:

- Présence d'une teneur de 7,5 mg/kg MS en BTEX (principalement des xylènes) dans l'échantillon S20 (3 – 4), prélevé à proximité de la cuve située au droit de la zone de distribution du carburant (partie sud du site). Cette teneur (50 mg/kg MS) est supérieure à la valeur seuil pour les BTEX totaux (6 mg/kg MS) définie par l'arrêté ministériel du 12 décembre 2014 relatif à l'acceptation des terres en Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI). Cette anomalie est limitée verticalement (teneurs à l'état de traces dans les échantillons prélevés entre 0 et 1 mètres et entre 2 et 3 mètres).

- Présence de teneurs en 1,2,4-triméthylbenzène dans les échantillons S20 (2 – 3) et S20 (3 – 4) avec respectivement 5,7 et 20 mg/kg MS. Aucune valeur réglementaire de référence n'est fixée à ce jour pour ce paramètre.

[3] Cellule interrégionale d'épidémiologie d'Ile-de-France

- Présence de teneurs en 1,3,5-triméthylbenzène dans les échantillons S20 (2 – 3) et S20 (3 – 4) avec respectivement 2 et 6,9 mg/kg MS. Aucune valeur réglementaire de référence n'est fixée à ce jour pour ce paramètre.
- Présence de teneurs en xylènes à l'état de traces, dans les échantillons S17 (0,05 – 1), S17 (3 – 4) et S19 (3 – 4) comprises entre 0,08 et 0,16 mg/kg MS. Ces teneurs sont inférieures à la valeur seuil pour les BTEX totaux (50 mg/kg MS) définie par l'arrêté ministériel du 12 décembre 2014 relatif à l'acceptation des terres en Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI).

Les teneurs mesurées dans les autres échantillons analysés sont inférieures aux limites de quantification du laboratoire.

Dans les enrobés

Amiante

Les teneurs mesurées dans l'ensemble des échantillons d'enrobés analysés sont inférieures aux limites de quantification du laboratoire.

HAP

Les teneurs mesurées dans l'ensemble des échantillons d'enrobés analysés sont inférieures aux limites de quantification du laboratoire

5.4.4 Interprétations des résultats

Les résultats d'analyses mettent en évidence :

Pour les enrobés

L'Absence d'amiante et de HAP;

Pour les sols en place

L'Absence d'anomalies en COHV, HAP et PCB ;

la présence ponctuelle de teneurs en HCT volatils et de BTEX totaux supérieures à la valeur seuil pour les BTEX totaux (6 mg/kg MS) définie par l'arrêté ministériel du 12 décembre 2014 relatif à l'acceptation des terres en Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI) dans le terrain naturel au droit du sondage S20, réalisé à proximité d'une cuve enterrée de carburant située à l'extérieure en partie Sud du site, entre 3 et 4 mètres de profondeur. Cette anomalie est ponctuelle et limitée (absence d'anomalie dans les sols sus-jacents). L'origine de la présence de ces substances peut être attribuée à une fuite de la cuve à proximité du sondage S20.

5.4.5 Schéma conceptuel mis à jour

La figure, ci-après, présente le schéma conceptuel établit à partir du schéma conceptuel initial mis à jour suite aux résultats de la campagne d'investigations réalisée sur les sols

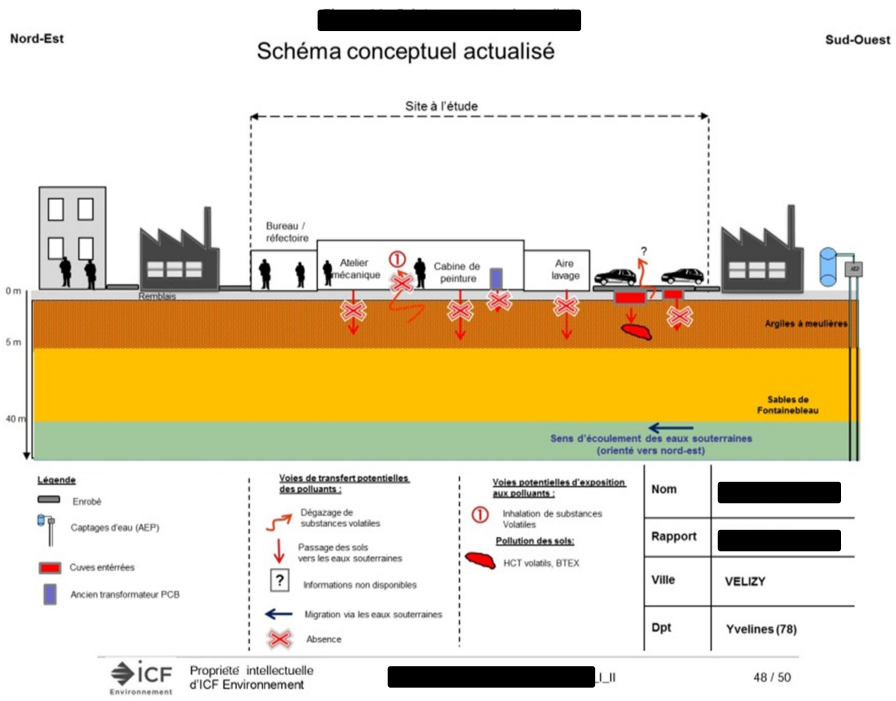


Figure 18: Schéma conceptuel actualisé des sources de pollutions

5.5 Conclusion de l'étude

Dans le cadre des études liées à la gestion du site à l'étude situé sur la commune de Vélizy-Villacoublay (78), le client a mandaté ICF Environnement pour la réalisation d'une mission EVAL (phases I et II) conformément aux exigences de la Norme NF X 31-620-2.

L'étude de vulnérabilité a mis en évidence que le site à l'étude repose sur la formation des Limons de Plateau surmontant les « Meulières de Montmorency » et les «Sables et Grès de Fontainebleau ». La première nappe potentiellement présente au droit du site est la nappe des Sables de Fontainebleau, située à une profondeur d'environ 41 m par rapport au niveau du terrain naturel. Au vue de la présence de formations imperméables sus-jacentes et de la profondeur de la nappe des Sables de Fontainebleau, les eaux souterraines au droit du site sont considérées comme peu vulnérables vis-à-vis d'une potentielle pollution issue du site et peu sensibles (captage AEP le plus proche à 1,3 km en amont hydraulique).

L'étude historique a mis en évidence la présence d'une occupation du site depuis au moins 1913 (ancien aérodrome Morane Saulnier). De 1968 à 1989, le site est occupé par une société qui exerce une activité de traitement des métaux. La société du client commence l'exploitation du site en 1989. Plusieurs installations potentiellement polluantes étaient présentes sur site (ateliers de bancs d'essais, atelier d'entretien et de réparation de véhicules, cuves enterrées de carburant et volucompteurs associés, transformateurs, aire de lavage, cabine de peinture).

Le site n'est pas répertorié dans la base de données BASOL, cependant il est répertorié dans la base de données BASIAS.
La visite de site du 26 juin 2015 a permis de confirmer la présence et de localiser les activités potentiellement polluantes soumises à la réglementation sur les ICPE au droit du site conformément aux données recueillies auprès de la DRIEE.
Un total de 29 sondages, entre1 et 5 mètres de profondeur, a été réalisé au droit et/ou à proximité des installations / activités du site potentiellement polluantes. Les résultats analytiques ont mis en évidence :

- l'absence d'amiante et de HAP dans les enrobés;
- l'absence d'anomalies en COHV, HAP et PCB dans les sols ;
- la présence ponctuelle de teneurs en HCT volatils et de BTEX totaux supérieures à la valeur seuil pour les BTEX totaux (5 mg/kg MS) définie par l'arrêté ministériel du 12 décembre 2014 relatif à l'acceptation des terres en Installation de Stockage de Déchets Inertes (ISDI) dans le terrain naturel au droit du sondage S20, réalisé à proximité d'une cuve enterrée de carburant située à l'extérieure en partie Sud du site, entre 3 et 4 mètres de profondeur. Cette anomalie est ponctuelle et limitée (absence d'anomalie dans les sols sus-jacents). L'origine de la présence de ces substances peut être attribuée à une fuite de la cuve à proximité du sondage S20.

5.6 Recommandations

Suite à l'étude historique, l'étude de vulnérabilité et les investigations sur les sols ; Globalement, aucune anomalie n'a été mise en évidence dans les sols au droit du site, à l'exception de la présence ponctuelle de BTEX et HCT volatils (actuellement confiné) dans le terrain naturel entre 3 et 4 mètres de profondeur à proximité d'une cuve enterrée en partie sud du site (zone de distribution du carburant).
En cas de cessation d'activité, ICF Environnement recommande :

- la mise en sécurité du site incluant l'évacuation de l'ensemble des déchets et la vidange et le dégazage des cuves enterrées. A noter qu'aucun document de traçabilité des transformateurs PCB n'a été retrouvé en DRIEE. Il conviendra de disposer de ces documents dans le cadre de la procédure ;

- compte tenu de l'anomalie ponctuelle observée à proximité de la cuve enterrée située en partie sud du site, le tri et la purge des terres concernées par l'anomalie en BTEX et HCT avec l'assistance d'un bureau d'étude spécialisé.

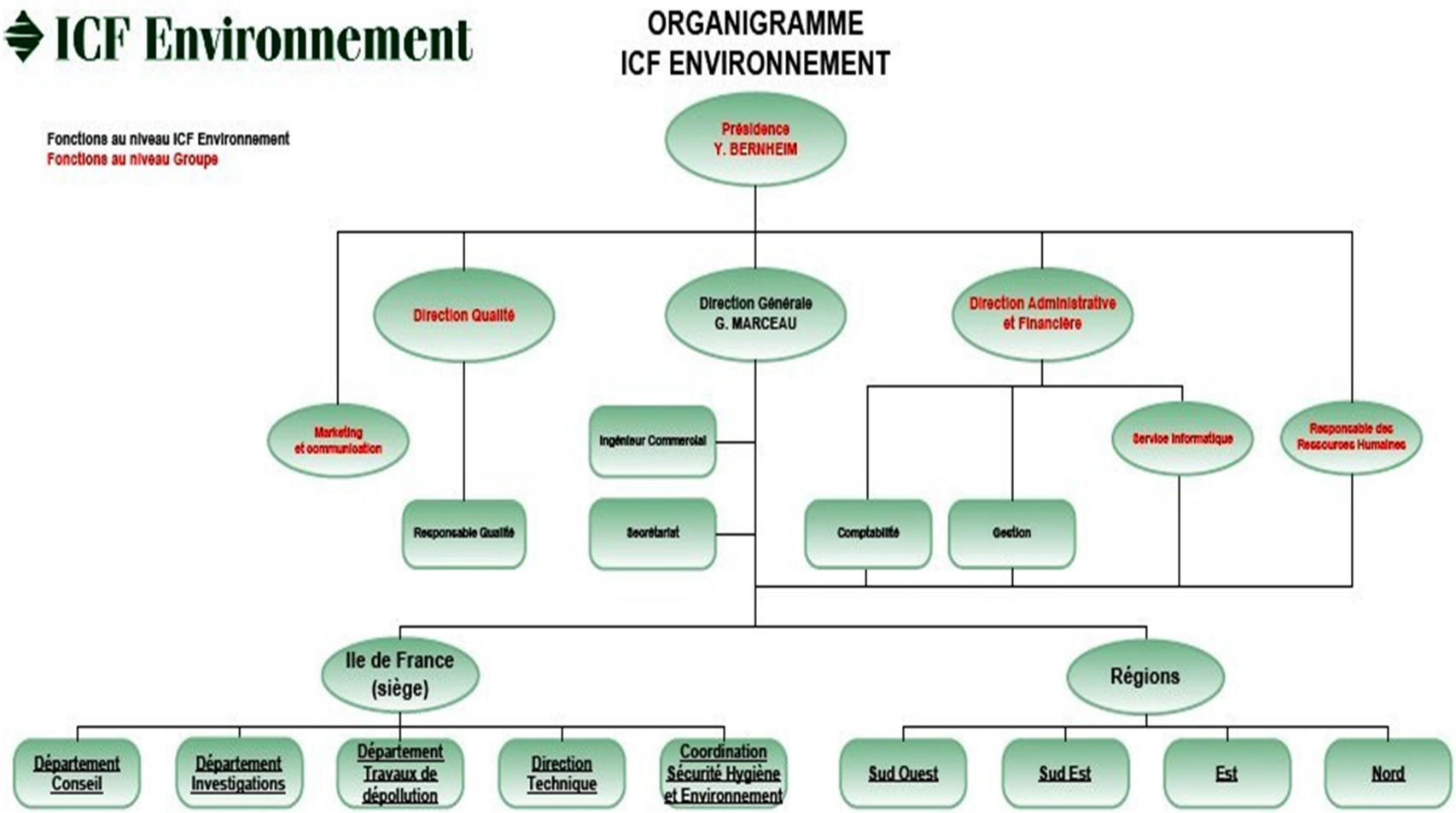
6 Conclusion générale

La gestion des sites et sols pollués intervient tout au long des différentes phases du cycle de vie d'une parcelle foncière. Les propriétaires et exploitants sont légalement soumis à certaines obligations en termes de connaissance et/ou de maintien de l'état du sous-sol. Les clients font alors appel à des bureaux d'étude pour la réalisation de différentes prestations adaptés à leur besoin.
Le diagnostic environnemental est une prestation couramment réalisée dans le département « Etude-Ingénierie » au sein duquel j'ai effectué mon stage. Il permet d'obtenir des informations sur la qualité des sols et des eaux souterraines au droit du site et de proposer plusieurs solutions de gestion adaptées à chaque situation.
Le travail en bureau d'étude allie donc travail de bureau avec la réalisation des études documentaires et la rédaction des rapports, et travail de terrain avec les visites et les investigations sur site.

Le travail de terrain demande une certaine autonomie et réactivité pour envisager des solutions pertinentes face à des situations inattendues. Par ailleurs le travail en bureau d'étude demande une bonne organisation et une grande adaptabilité. En effet la quantité de projets en cours sur l'ensemble du service, et donc la quantité de travail par ingénieur, peut rapidement varier. D'un autre côté, cela donne l'opportunité de travailler sur une grande variété de projets avec des situations à chaque fois différentes. Le travail de terrain réalisé par les ingénieurs est une bonne opportunité, il leur permet de mieux comprendre et ainsi de mieux appréhender chaque situation.

Ce stage fut très intéressant et formateur à plusieurs niveaux. J'ai pu approfondir mes connaissances dans le domaine des sites et sols pollués. Par ailleurs ce stage m'a permis de découvrir le travail en bureau d'étude avec son fonctionnement et ses exigences.

Annexe 1: Organigramme du groupe ICF



Annexe 2: Prestations du domaine A

Prestations globales	*Code Prestation selon NFX 31-620-2*	*Objectifs*
Assistance à maîtrise d'ouvrage	AMO	Assister et conseiller son client pendant tout ou partie de la durée du projet.
Levée de doute pour le savoir si un site relève ou non de la méthodologie nationale des sites pollués	LEVE	Identifier les sites qui sont susceptibles d'être pollués par des activités industrielles et/ou de service (sites industriels, zones de stockage, décharges, etc.), ou par des activités d'épandage des effluents ou de déchets.
Évaluation (ou audit) environnementale des sols et des eaux souterraines lors d'une vente/acquisition d'un site	EVAL	Identifier, quantifier et hiérarchiser les impacts environnementaux sur les sols et les eaux souterraines traduisant un passif résultant d'activités passées ou présentes sur le site. Déterminer les conséquences techniques et financières liées aux éventuels impacts sur les milieux et constats effectués dans le cadre de cette prestation.
Conception de programme d'investigations ou de surveillance Réalisation du programme Interprétation des résultats Élaboration de schémas conceptuels, de modèles de fonctionnement et de bilans quadriennaux	CPIS	-Définir un programme d'investigations ou de surveillance. -Mettre en œuvre le programme de prélèvements. -Interpréter les résultats. -Fournir des données d'entrée pour les offres globales IEM et PG. - Élaborer un bilan de la surveillance périodique et proposer en cas de besoin une modification des paramètres de la surveillance.
Plan de gestion dans le cadre d'un projet de réhabilitation ou d'aménagement d'un site	PG	Définir les modalités de réhabilitation et d'aménagement d'un site pollué. Supprimer ou, à défaut, maitriser les sources de pollution et leurs impacts
Interprétation de l'état des milieux	IME	Distinguer les milieux avec des usages déjà fixés qui : -ne nécessitent aucune action particulière ; -peuvent faire l'objet d'actions simples de gestion pour rétablir la compatibilité entre l'état des milieux et leurs usages constatés ; -nécessitent la mise en œuvre d'un plan de gestion.
Contrôle : - de la mise en œuvre du programme d'investigations ou de surveillance - de la mise en œuvre des mesures de gestion	CONT	Vérifier la conformité des travaux d'exécution des ouvrages d'investigations ou de surveillance Contrôler, au fur et à mesure de leur avancement, que les mesures de gestion (opérations de dépollution, réalisation des aménagements, etc.) sont réalisées conformément aux dispositions prévues.
Expertise dans le domaine des sites et sols pollués	XPER	Réaliser une revue critique de l'intégralité du dossier ou répondre à des questions.

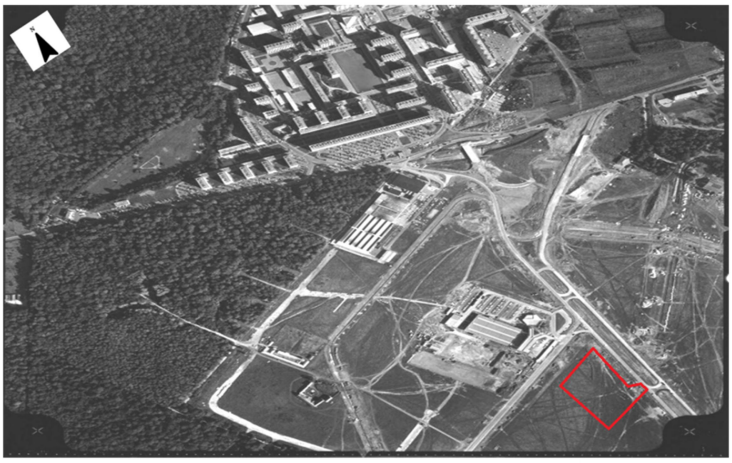
Prestations élémentaires	***Code Prestation selon NFX 31-620-2***	***Objectifs***
Visite de site	A100	Procéder à un état des lieux afin : d'orienter la recherche documentaire, d'en vérifier certaines informations ou de les compléter ; d'orienter la stratégie de contrôle des milieux ; surtout, de dimensionner à leur juste proportion les premières mesures de précaution et de maîtrise des risques quand elles sont nécessaires.
Eudes historiques, documentaires et mémorielles	A110	Les études historiques, documentaires et mémorielles ont pour but de reconstituer, à travers l'histoire des pratiques industrielles et environnementales du site, d'une part les zones potentiellement polluées et d'autre part les types de polluants potentiellement présents au droit du site concerné. Elles permettent par ailleurs d'identifier les restrictions ou contraintes d'usages qui pourraient être imposées aux terrains.
Eude de vulnérabilité des milieux	A120	Cette étude vise à identifier les possibilités de transfert des pollutions et les usages réels des milieux concernés. Les transferts peuvent s'effectuer par exemple par une nappe sous-jacente, par l'air atmosphérique, par les végétaux cultivés, etc. Les usages incluent par exemple les habitations, les établissements recevant du public, les zones agricoles, etc.
Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les sols	A200	Procéder aux prélèvements, mesures, observations et/ou analyses selon les spécifications des prestations CPIS, CONT ou PG en fonction des milieux concernés.
Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les eaux souterraines	A210	Procéder aux prélèvements, mesures, observations et/ou analyses selon les spécifications des prestations CPIS, CONT ou PG en fonction des milieux concernés.
Prélèvements, mesures, observations, et/ou analyses sur les eaux superficielles et/ou sédiments	A220	Procéder aux prélèvements, mesures, observations et/ou analyses selon les spécifications des prestations CPIS, CONT ou PG en fonction des milieux concernés.
Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les gaz du sol	A230	Procéder aux prélèvements, mesures, observations et/ou analyses selon les spécifications des prestations CPIS, CONT ou PG en fonction des milieux concernés.
Prélèvements; mesures, observations et/ou analyses sur l'air ambiant et les poussières atmosphériques	A240	Procéder aux prélèvements, mesures, observations et/ou analyses selon les spécifications des prestations CPIS, CONT ou PG en fonction des milieux concernés.
Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les denrées alimentaires	A250	Procéder aux prélèvements, mesures, observations et/ou analyses selon les spécifications des prestations CPIS, CONT ou PG en fonction des milieux concernés.
Prélèvements, mesures, observations et/ou analyses sur les terres excavées	A260	Procéder aux prélèvements, mesures, observations et/ou analyses selon les spécifications des prestations CPIS, CONT ou PG en fonction des milieux concernés.
Analyse des enjeux sur les ressources en eaux	A300	Evaluer l'état actuel d'une ressource en eau ou prévoir son évolution. Définir les actions pour prévenir et améliorer la qualité de la ressource en eau.
Analyse des enjeux sur les ressources environnementales	A310	Identifier les espèces ou habitats naturels susceptibles d'être affectés par une pollution et définir les mesures de prévention appropriées.

Prestations élémentaires	*Code Prestation selon NFX 31-620-2*	*Objectifs*
Analyse des enjeux sanitaires (démarche d'évaluation des risques sanitaires)	A320	Evaluer les risques sanitaires en fonction des contextes de gestion.
Identification des options de gestion possibles et réalisation d'un bilan coûts/avantages	A330	Proposer les options de gestion présentant le bilan coûts/avantages le plus adapté.
Dossiers de restriction d'usage et de servitudes	A400	Elaborer un dossier de restriction d'usage ou de servitudes

Annexe 3 : Photographies aériennes

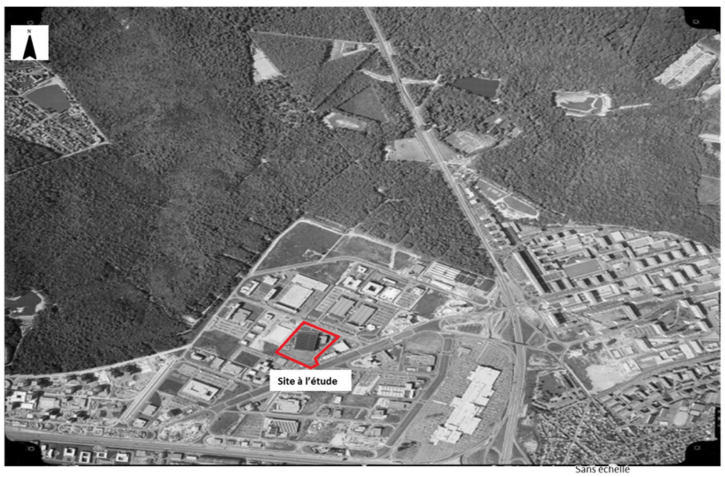
Sans échelle

Cliché n°1379 Réf: C2314-1691_1960_CDP1570_1379	1960



Sans échelle

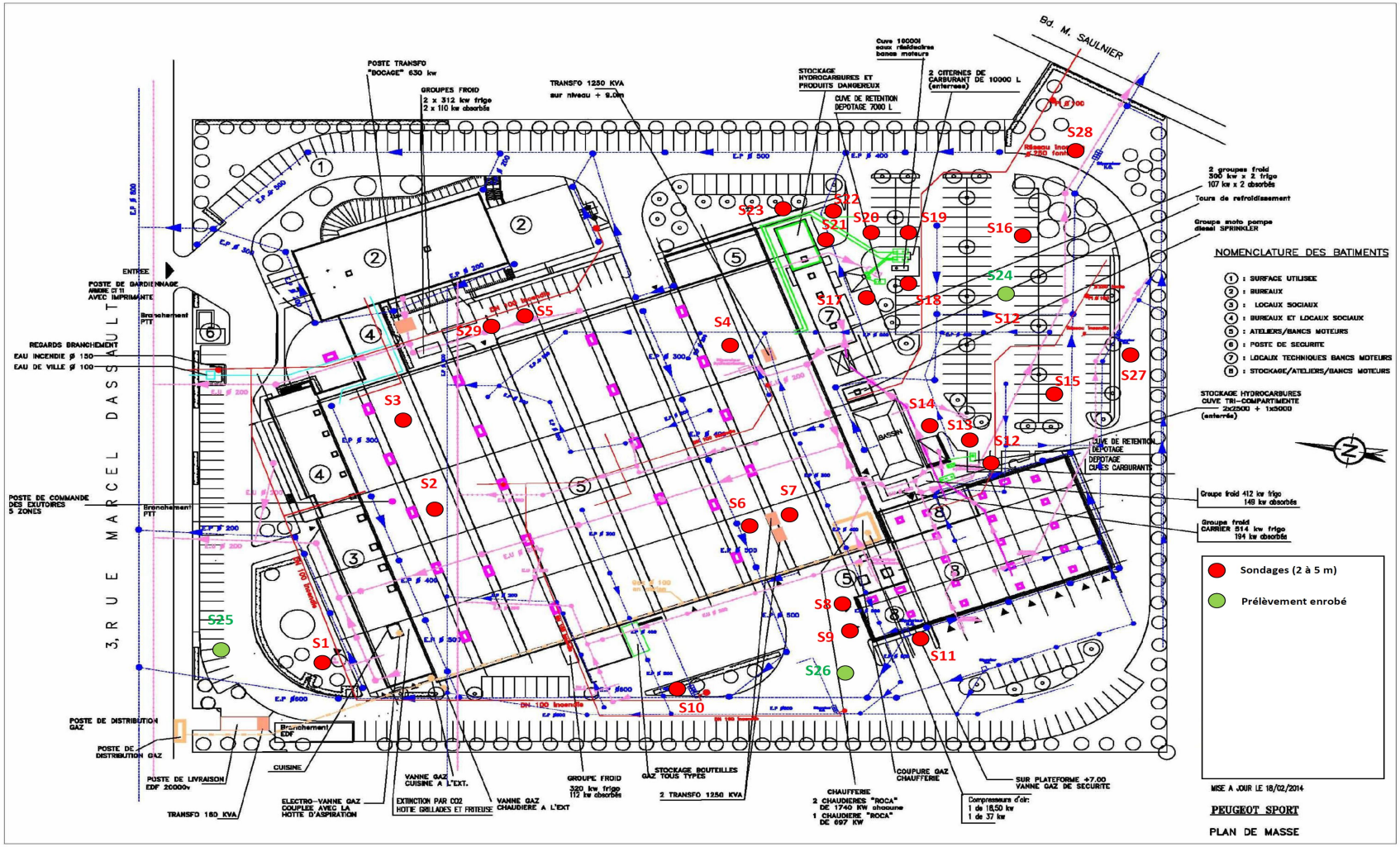
Cliché n°2200 Réf: C2314-0811_CDP6906_2200	1967



Sans échelle

Cliché n°222 Réf: C2314-1081_1973_F2314_0222	1973

Annexe 4 : Plan d'implantation des sondages



Résumé

Le présent rapport présente le travail effectué au cours de mon projet de fin d'étude. Celui-ci s'est déroulé au sein du bureau d'étude ICF Environnement, dans le département «Etude-Ingénierie» de l'agence de Gennevilliers (92). ICF Environnement est un bureau d'étude spécialisé dans la gestion des sites et sols pollués.

Durant ce stage, j'ai réalisé avec les ingénieurs d'ICF, différentes prestations afin de répondre aux problématiques de sites pollués ou potentiellement pollués.

Pour cela, la réalisation d'études environnementales est nécessaire afin d'avoir une vision globale de l'état environnemental d'un site. En effet, ces études permettent d'identifier les sources de pollution, l'état des milieux de transferts, leurs caractéristiques ainsi que les enjeux sanitaires et environnementaux. Elles s'effectuent dans le cadre d'opérations d'achat/vente, d'aménagement de terrains avec changement d'usage ou non, ou de cessation d'activité.

Les études sont réalisées selon une méthodologie nationale qui sera illustrée ici par une étude de cas.

Mots clés : Sites et sols pollués, diagnostic, pollution, méthodologie nationale