

DRIAF-SRPV

RAPPORT DE SYNTHÈSE

DU PLAN DE SURVEILLANCE SOLS & VÉGÉTAUX

MIS EN ŒUVRE SUR LE PÉRIMÈTRE

DES MURS À PÊCHES DE LA VILLE DE MONTREUIL-SOUS-BOIS

ANNÉE 2008



05 octobre 2008

Cadre de la mise en œuvre du plan de surveillance	1
Résumé.....	2
I Cadre de l'action de surveillance	3
I-1 Contexte de l'action et historique de la démarche.....	3
I-2 Actions de surveillance et objectifs visés	3
II Les données.....	4
II-1 Plan de situation.....	4
II-2 Rappel sur les données normatives et leurs évolutions.....	4
II-2.1 Les données normatives au niveau du sol	4
II-2.2 Aspects réglementaires concernant les végétaux	5
II-3 Le plan de surveillance	5
III Les résultats.....	6
III-1 Plan de surveillance sol	6
III-2 Plan de surveillance végétaux.....	7
III-2.1 Présence du cadmium dans les végétaux	7
III-2.2 Présence du plomb dans les végétaux	8
III-2.3 Présence des autres éléments traces dans les végétaux	9
III-2.4 Présence d'éléments traces dans d'autres végétaux	10
III-2.5 Variabilité des résultats	10
IV Discussion.....	11
IV-1 Pollution des sols	11
IV-2 Productions maraîchères et fruitières.....	11
IV-3 Pollution des sols et réflexion autour de l'usage à moyen et long terme du site	12
V Conclusion	14
Bibliographie.....	15

Cadre de la mise en œuvre du plan de surveillance

La mise en œuvre du plan de surveillance des sols et des végétaux issus du périmètre dit des "murs à pêches" a été initiée au cours de l'année 2008. Cette action s'inscrit dans l'orientation "*promouvoir des modes de production respectueux de la santé et de l'environnement*" du projet stratégique mis en place par la Direction Régionale et Interdépartementale de l'Agriculture et de la Forêt pour la période 2007-2012.

Dans l'action du projet stratégique intitulée "*gestion des milieux dégradés*" et appliquée au secteur dit des "murs à pêches" situé sur le territoire de la commune de Montreuil-Sous-Bois, la DRIAF assure, sous l'autorité du Sous-Préfet de Seine Saint-Denis, la mise en œuvre d'un plan de surveillance du site.

Les actions mises en œuvre sont:

- Identifier le niveau de pollution du sol par les Eléments Traces Métalliques et en caractériser la répartition spatiale;
- Assurer la veille sanitaire des végétaux (fruits et légumes) produits sur ce périmètre;
- Donner des recommandations en terme de veille sanitaire en fonction de l'usage actuel et des projets d'évolution envisagés;
- Contribuer à une approche pertinente de l'aménagement du territoire dans le contexte d'un agro-écosystème pollué.

Pilote de l'action : Marie-Christine de Guénin, directrice adjointe DRIAF

Equipe projet : Christian Dron, chargé de mission métaux lourds – Antoine Lebel, SREA – Nathalie Therre, Chef du SRPV.

Rapport rédigé par: Christian Dron, chargé de mission métaux lourds -SRPV-

Date de rédaction: le 05 octobre 2008

Résumé

Le site des murs à pêches de la commune de Montreuil-Sous-Bois est l'objet d'une réflexion sur la réhabilitation de certains périmètres prioritaires. Le projet comporte un volet architectural de réhabilitation des murs et un volet à caractère agricole. La dimension agricole concerne en priorité la replantation d'espèces fruitières, à commencer par le pêcher symbole emblématique de l'histoire du site, mais aussi d'autres espèces comme le pommier, par ailleurs d'autres réflexions menées par diverses associations s'intéressent, entre autre, au maraîchage et à la mise en place d'une AMAP (Association pour le Maintien d'une Agriculture Paysanne).

Cependant une présomption puis un premier constat de contamination des sols par des Eléments Traces Métalliques (ETM) justifie d'une démarche d'investigation approfondie dont le but est de mieux cerner les caractéristiques de cette contamination des sols (concentration et répartition spatiale de la contamination), et des végétaux (niveau de contamination et respect, ou non des normes réglementaires par les productions maraîchères et fruitières issues du site).

Le travail de synthèse regroupe les données acquises par différents acteurs ayant financé et/ou mené des opérations de surveillance: Mairie de Montreuil (cofinancement DIREN), DRIAF-SRPV, association des "Murs à pêches", Société Régionale d'Horticulture, "Jardins du cœur".

Au total les informations portent sur 37 échantillons de sol et 74 échantillons de végétaux. La gamme des éléments traces analysés est variable selon les analyses, mais le cadmium et le plomb qui sont les deux seuls éléments traces soumis à des seuils réglementaires en alimentation humaine ont été systématiquement investigués.

Le plan de surveillance constate le caractère nettement contaminé des sols du site par le cuivre, le mercure, le plomb, le zinc et le niveau en limite de contamination pour le cadmium. Dans une approche simplifiée, le qualificatif de "contaminé" est appliqué dès lors que les concentrations mesurées sont supérieures à plus de trois fois celles que l'on mesure sur un sol agricole exempt de contamination spécifique. Seul le périmètre restreint des jardins familiaux en bordure de la voie de desserte de Fontenay situé sur les terres rapportées, peut être qualifié de "non contaminé" pour l'épaisseur de cet horizon de remblai.

L'historique particulier des sols d'un site où il a été pratiqué une production arboricole, maraîchère et horticole intensive depuis la fin du XVIème siècle, confronté aux résultats analytiques, laisse présager, sans trop d'incertitudes que l'origine de la pollution globale et homogène réside dans les pratiques culturelles qui ont été mises en œuvre au cours du temps. L'usage de gadoues de la ville de Paris comme amendement organique et source d'éléments fertilisants explique les fortes teneurs en matière organique, elle-même vectrice des éléments traces (cuivre, mercure, plomb, zinc) présents le plus massivement. Les pratiques phytosanitaires ancestrales et l'apport de phosphates naturels ont du contribuer à la contamination plus marginale en arsenic et en cadmium.

Concernant les végétaux le plan de surveillance a permis d'enrichir la base de connaissances sur les thématiques réglementaires, agronomiques, de gestion du risque et d'approche stratégique de développement du site:

- Sur le plan réglementaire, il ressort que le plomb est sujet à des dépassements de seuils réglementaires sur ~30% des échantillons de végétaux. Les fines herbes (et plus particulièrement le thym et la menthe), les légumes-tiges (poireaux, rhubarbe), les légumes-feuilles (salades) sont les plus exposés. A contrario aucun cas de dépassement de seuil parmi les légumes-fruits et les espèces fruitières, avec une bonne marge de sécurité entre la valeur mesurée et la valeur seuil réglementaire. Le cadmium ne présente aucun cas de dépassement de seuil et les marges de sécurité sont importantes.
- Sur le plan agronomique, les sols présentent des valeurs en terme de pH et de matière organique limitantes pour la mobilité et la biodisponibilité des éléments traces, niveaux de valeur qu'il faudra, en conséquence, veiller à maintenir. Par contre les éléments d'information obtenus ne permettent pas de construire une prédiction, à priori, de la teneur en ETM dans le végétal en fonction de la valeur dans le sol. Le niveau du transfert fonction de la biodisponibilité instantanée de l'élément et de la réceptivité du végétal n'étant pas une variable modélisable, le seul moyen d'évaluer le niveau de contamination des végétaux est de mettre en œuvre des mesures analytiques dans le cadre de plans de surveillance.
- Sur le plan de la gestion du risque, il est possible de définir un gradient de risque de dépassement de seuil et de préconiser des choix sur les espèces à éviter, voire à proscrire, (thym, menthe, poireaux, rhubarbe, salade) et sur les espèces à privilégier (petits pois, légumes-fruits, fruits).
- Sur le plan des axes de développement du site, le caractère contaminé des sols impacte les modalités d'utilisation et de gestion quels que soient les usages, mais il ne remet pas fondamentalement en question les réflexions en cours. Les variétés fruitières (pommiers, poiriers, pêchers, framboisiers, fraisiers, mûriers) se comportent favorablement. Cela permet d'envisager un approfondissement sur les aspects conjoints de réhabilitation des périmètres dits prioritaires et de réflexion sur la réimplantation d'espèces fruitières.
Il n'en demeure pas moins que le contexte particulier de sols pollués devra être intégré dans la réflexion stratégique globale et peut justifier d'envisager différentes alternatives en terme d'implication technique, économique et juridique dont les grandes variantes joueraient sur les paramètres dépollution /aménagement spécifiques / plans de surveillance annuels.

Les implications issues de ces premiers résultats, enrichis par l'expertise propre de la DDASS, doivent permettre de mieux cerner le champ des possibles dans le cadre de concertation des différents partenaires impliqués dans la réflexion concernant le devenir du site des murs à pêche.

RAPPORT DE SYNTHÈSE

DU PLAN DE SURVEILLANCE SOLS & VÉGÉTAUX MIS EN ŒUVRE SUR LE PÉRIMÈTRE DES MURS À PÊCHES DE LA VILLE DE MONTREUIL-SOUS-BOIS ANNÉE 2008

I Cadre de l'action de surveillance

I-1 Contexte de l'action et historique de la démarche

Le site des murs à pêches de la commune de Montreuil-Sous-Bois est l'objet d'une réflexion sur la réhabilitation de certains périmètres prioritaires. Le projet comporte un volet architectural de réhabilitation des murs et un volet à caractère agricole. La dimension agricole concerne en priorité la replantation d'espèces fruitières, à commencer par le pêcher symbole emblématique de l'histoire du site, mais aussi d'autres espèces comme le pommier, par ailleurs d'autres réflexions menées par diverses associations s'intéressent, entre autre, au maraîchage et à la mise en place d'une AMAP (Association pour le Maintien d'une Agriculture Paysanne).

Cependant une présomption de contamination des sols avait été évoquée par certains acteurs, et l'association "des murs à pêches" a alors pris l'initiative de réaliser et de financer 7 analyses de sol visant à rechercher la présence ou non d'Éléments Traces Métalliques (ETM). Ces analyses ont été réalisées auprès du laboratoire SAS (45160 ARDON).

Début mars 2008, l'association "murs à pêches" saisit la DRIAF pour apporter une expertise sur ces résultats d'analyse. Une première réunion technique (DRIAF, Société Régionale d'Horticulture de Montreuil, association "murs à pêches") sur le sujet des résultats d'analyses et de la pollution se tient le 28 mars 2008 dans les locaux de la DRIAF à Cachan.

Il est fait le constat du fort niveau de contamination des sols en cuivre, mercure, plomb et zinc et à un plus faible niveau en arsenic et en cadmium. Les aspects réglementaires sont rappelés. Ces aspects réglementaires décrits plus loin (*chap II-2.2*), indiquent les valeurs seuil en cadmium et en plomb à ne pas dépasser dans le cadre de commercialisation [distribution] de légumes ou fruits destinés à la consommation humaine. Par contre la réglementation ne définit pas de seuil de teneurs en ETM du sol en rapport avec l'usage (agricole, pavillonnaire avec jardins, école, zone d'activité etc...) qui pourrait en être fait.

Il est alors décidé qu'un plan de surveillance sur sol et végétaux viendra compléter l'information initiale concernant les sols. Le 25 avril 2004 une réunion de terrain en présence de plusieurs association (SRHM, MAP, Sens de l'humus, Rêve de terre) permet de définir les aspects méthodologiques ainsi que les caractéristiques du plan de surveillance qui sera mis en œuvre et financé par la DRIAF (*annexe-1 tableau-01*).

Ce plan de surveillance comporte 9 échantillons de sols et 14 échantillons de végétaux (salade, bettes, poireaux, chou, persil, thym, menthe). Les analyses faites sur le sol confirment l'appréciation initiale sur le caractère pollué des sols. Les analyses faites sur les végétaux font ressortir une fréquence de dépassement du seuil réglementaire exclusivement pour le plomb sur 44% des échantillons, avec une nette prévalence pour le thym, le poireau et la salade.

I-2 Actions de surveillance et objectifs visés

Une réunion (24 juin 2008) en préfecture de Bobigny, convoquée sur l'initiative de M. Vicherat, sous-préfet de Seine Saint-Denis, a pour objectif de faire un point sur les enseignements des premières actions de surveillance réalisées sur le site des "murs à pêches" de Montreuil. Les interrogations suscitées par les premiers éléments de connaissance portant sur la teneur en ETM des sols et des légumes analysés conduit à prendre la décision d'enrichir et de compléter ces premières données.

Les éléments de la présente synthèse intègrent toutes les données acquises à ce jour par les différents promoteurs des actions de surveillance mairie de Montreuil - DIREN, DRIAF, association MAP, Société Régionale d'Horticulture de Montreuil et association des Jardins du Cœur.

Le montant du budget analyses des actions de surveillance s'élève à ~ 12 000 € TTC. Le financement est décrit (*annexe-1 tableau-01*).

Outre le coût des analyses, la réalisation globale de cette action a nécessité des phases de définition du plan d'échantillonnage, de prélèvements sur le terrain, de gestion des échantillons, de traitement des données et d'élaboration d'un document de synthèse. Toute cette partie du travail a été assurée par la DRIAF-SRPV.

II Les données

II-1 Plan de situation

Les périmètres concernés par les actions de surveillance sont le site des murs à pêches et le jardin école de la Société Régionale d'Horticulture de Montreuil

La figure-01 (*annexe-2a*) visualise les emplacements des analyses de sols et de végétaux. Un accent particulier a été mis sur les parcelles d'intérêts: zone prioritaire dans le cadre du projet de la réhabilitation des murs à pêches, jardins familiaux situés sur des parcelles cadastrales propriété de la ville de Montreuil ou du conseil général et sites d'activité et/ou de production d'associations (jardin école -SRHM-, "MAP", "Jardins du cœur", "Vivre les Murs", "Racines en Ville", "le sens de l'humus", "jardins de la lune")

II-2 Rappel sur les données normatives et leur évolution

II-2.1 Les données normatives au niveau du sol

Jusqu'au début de l'année 2007, ce sont les outils de caractérisation des sols contaminés proposés dans le cadre du Guide de Gestion des sites et sols pollués (*Eds BRGM – mars 2000 et annexe-5C révision du 09/12/02*) qui faisaient référence. Ce guide préconisait, dans le cadre de l'Etude Simplifiée des Risques (ESR), les critères de Valeur de Constat d'Impact (VCI) et de Valeur De Source Sol (VDSS) (*annexe-02b tableau-03*) comme valeurs guides pour la classification des niveaux de pollution.

La note du Ministère de l'Écologie, de l'Energie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire (MEEDDAT) du 8 février 2007: "Sites et sols pollués - Modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués" et la circulaire afférente présente le nouveau cadre d'approche de la gestion des sites et sols pollués, les évolutions par rapport à l'approche précédente et les nouveaux outils méthodologiques. L'information exhaustive est donnée sur le lien:

<http://www.sites-pollues.ecologie.gouv.fr/ReglementationCirculaire.asp#Circulaire%20du%2008%20février%202007>

Les principales évolutions sont:

- L'abandon de la référence aux valeurs guides VCI et VDSS car elles apparaissaient comme insuffisamment protectrices de la santé humaine.
- La nouvelle approche est centrée sur l'appréciation de compatibilité entre l'état des milieux et leurs usages, l'outil à mettre en œuvre étant la démarche d'interprétation des milieux (IEM). La démarche d'IEM s'appuie sur la politique de gestion effective des risques mise en œuvre par les pouvoirs publics pour la population française. Elle conduit ainsi à comparer l'état des milieux :
 - ↳ à l'état des milieux naturels voisins de la zone d'investigation (notion de fond pédogéochimique naturel ou de teneur agricole habituelle locale)
 - ↳ aux valeurs de gestion réglementaires mises en place par les pouvoirs publics pour préserver l'environnement et améliorer la qualité des différents milieux. Ces valeurs de gestion réglementaires correspondent au niveau de risque accepté par les pouvoirs publics pour l'ensemble de la population française.

La Teneur Agricole Habituelle Locale en Élément Trace Métallique (*annexe-02b*) et un seuil issu de l'expertise (MENCH M. et BAIZE D -2004-) nous permettent de statuer sur le caractère d'anomalie, ou non, en terme de concentration en un ETM donné d'un sol.

En extrapolant ces connaissances, nous avons défini comme indicateur de contamination le seuil de 3*TAHL. Ainsi à partir du moment où la teneur du sol en un ETM donné est supérieure à trois fois la TAHL de cet ETM, alors il y a tout lieu de penser que cette anomalie est soit le fruit d'une anomalie pédogénétique (milieu géologique particulier) ou d'une contamination d'origine anthropique (contamination liée à l'activité humaine). Ce seuil repose sur les connaissances existantes mais reste arbitraire, et n'a de valeur autre que celle de simplifier une approche en première analyse. Une approche complète et exhaustive nécessite de mettre en œuvre les nouveaux outils méthodologiques proposés par le MEEDDAT évoqués précédemment.

Le tableau-04 (*annexe-02b*) donne les valeurs de références nationales pour la TAHL et en conséquence pour le seuil de 3*TAHL définissant le caractère contaminé, ou non, d'un sol en un ETM donné.

Les nuances de définition entre les termes de "contamination" et de "pollution" sont rappelés par MATHIEU et al, 2008: "dans le cas l'on constate une augmentation nette de la teneur en une substance potentiellement dangereuse dans les sols par rapport au fond pédogéochimique naturel local suite à une ou plusieurs activité(s) humaine(s), on parle de contamination: lorsqu'aucun effet négatif n'est observé sur un quelconque compartiment de l'écosystème ou de l'agrosystème étudié et de pollution dans le cas inverse".

Dans cette présente synthèse nous utiliserons indistinctement les deux termes et notamment le terme de pollution puisqu'un impact avéré par des dépassements de seuil réglementaire est constaté au niveau de la chaîne alimentaire.

II-2.2 Aspects réglementaires concernant les végétaux

Les textes réglementaires encadrant la qualité sanitaire des denrées alimentaires produites sur les zones de production concernées sont le règlement CE-1881/2006 et le règlement communautaire CE-852/2004 dit « paquet hygiène ».

- **Règlement CE-1881/2006.**

Les teneurs maximales en contaminants (nitrates, mycotoxines, métaux, dioxines..) dans les denrées alimentaires sont définies dans le règlement CE-1881/2006. En ce qui concerne les légumes et fruits à destination de consommation humaine seuls le cadmium et le plomb sont réglementés. Cette réglementation vise à prévenir la bio-accumulation dans le temps pouvant engendrer une toxicité chronique par ingestion de denrées contaminées. Cette réglementation stipule qu' « en vue d'une protection efficace de la santé publique, les produits dont les teneurs en contaminants excèdent les teneurs maximales ne doivent être mis sur le marché [et par extension distribués] ni en tant que tel, ni après mélange avec d'autres denrées alimentaires, ni comme ingrédients d'autres denrées alimentaires ».

- **Règlement communautaire CE-852/2004 dit « paquet hygiène ».**

Dans son article 1^{er} ce règlement rappelle

- a) "la responsabilité première en matière de sécurité alimentaire incombe à l'exploitant du secteur alimentaire";
- b) "il est nécessaire de garantir la sécurité alimentaire à toutes les étapes de la chaîne alimentaire depuis la production primaire".

Et Chapitre IX.1 – annexe.1

"Les exploitants du secteur alimentaire ne doivent accepter aucun ingrédient ou matière première (...), dont on sait ou dont on a tout lieu de supposer qu'ils sont contaminés par des parasites, de micro-organismes pathogènes ou des substances toxiques, décomposées ou étrangères, de manière telle que, même après que l'exploitant du secteur alimentaire a procédé normalement au triage et/ou aux procédures de préparation ou de transformation, le produit final serait impropre à la consommation humaine".

Pour les légumes et les fruits seuls le cadmium et le plomb font l'objet de définition de seuils réglementaires. Les valeurs seuils par catégories de fruits et légumes et pour les différents végétaux étudiés (les catégories de végétaux sont définies par l'article 1^{er} de la directive 90/642/CEE modifiée en dernier lieu par la directive 2006/4/CE de la Commission du 26 janvier 2006) sont présentés respectivement tableau-05 et tableau-06 (annexe-02c).

II-3 Le plan de surveillance

Les éléments traces métalliques sont définis par une présence quantitative inférieure à 0.1% au niveau de la lithosphère. Naturellement présents, à faible concentration, ils sont, mis à part le Cadmium (Cd), le mercure (Hg) et le Plomb (Pb), indispensables à la vie dans une plage très restreinte de concentration et qualifiés d'oligo-éléments.

La recherche de présence porte sur la liste d'éléments traces métalliques suivants: arsenic (As), cadmium (Cd), chrome (Cr), cuivre (Cu), mercure (Hg), nickel (Ni), plomb (Pb) et zinc (Zn). Cette liste n'a pas été mise en œuvre systématiquement que ce soit sur le sol ou sur les végétaux. Les deux éléments qui ont été systématiquement recherchés sur les deux matrices sont le cadmium et le plomb soumis à la réglementation sanitaire sur les végétaux. Les caractéristiques analytiques de chaque action de surveillance sont identifiées (annexe-1 tableaux 02a & 02b) pour la matrice sol et pour la matrice végétale.

Les objectifs des actions de surveillance mises en œuvre sont:

- assurer la veille sanitaire vis à vis du risque de dépassement des seuils sanitaires en Eléments Traces Métalliques et tout particulièrement du cadmium et du plomb dans les légumes et les fruits produits sur le secteur.
- compléter la base de connaissance sur le transfert du cadmium et du plomb dans différentes espèces de légumes présents sur le périmètre;
- compléter la base de connaissance sur le transfert du cadmium et du plomb dans différentes espèces de fruits dont les pêches, présentant un intérêt stratégique particulier dans l'optique du projet de réhabilitation des murs à pêches et ce, plus spécifiquement sur les zones A1, A2 de reconversion du site.
- affiner la caractérisation spatiale de la pollution des sols et plus particulièrement confirmer, ou non, le caractère non contaminé du sol de surface issu de remblai en bordure de la voie "de desserte de Fontenay";

La cartographie correspondant au dispositif mis en place est présentée:

- pour le sol en annexe-2d figure-03. Les numéros des points en "S-ii" permettent de renvoyer à la table de données attributaires concernant les paramètres d'études des analyses de sol en annexe-3c tableau-10.
- pour les végétaux en annexe-2e figure-04. Les numéros des points en "ii" permettent de renvoyer aux tables de données attributaires concernant les paramètres d'études des analyses sur les végétaux en annexe-3f tableaux 14a, 14b & 15.

A noter que les résultats des analyses des sols peuvent servir de source d'information pour plusieurs analyses de végétaux fait sur le même périmètre.

III Résultats

III-1 Plan de surveillance sol

Les analyses de sol révèlent deux types de résultats. Dans le *tableau-01*, synthèse résumé du *tableau-07 annexe-3a*, il ressort un net différentiel entre des échantillons de sols qualifiés de "contaminés" et des échantillons qualifiés de "non contaminés" au regard de l'évaluation du seuil de 3*TAHL (teneur agricole habituelle locale, teneur basée sur un référentiel national dans le cas présent, MENCH M. et BAIZE D -2004-, MATHIEU et al -2004-).

Les échantillons contaminés, le sont très nettement en cuivre, mercure, cadmium, plomb et zinc et en limite de seuil de contamination pour le cadmium.

Les résultats faisant ressortir ce caractère contaminé concernent plus de 85% (36/40) des analyses réalisées et plus de 80% des parcelles cadastrales (24/29). La fréquence d'analyses révélant un très haut niveau de contamination globale est très élevé (*annexe-3a figure-05*). La contamination à un caractère assez homogène dans ces dimensions spatiales intra et inter-parcellaire puisque les résultats montrent que les différents ETM impliqués se trouvent à des niveaux assez proches selon que l'on compare d'une part des résultats entre différentes parcelles et d'autre part des résultats à l'intérieur d'une même parcelle selon diverses modalités de prélèvement (en diagonale sur la superficie de la parcelle, ou ponctuel et localisé sur 1m²).

Tableau-01: Caractérisation des sols contaminés et non contaminés issus du site des "murs à pêches"

ETM en mg/kg ou ppm	Stat	Arg %	PH	MO %	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
TAHL (ref nationale sol non conatminé)	moyenne					0.3	35	15	0.1	20	25	60
3*TAHL (définition seuil sol contaminé)						0.9	105	45	0.2	60	75	180
Analyses sur sols contaminés	moyenne	15.7	7.7	4.8	14	1.0	39	266	3.4	29	491	374
Analyses sur sols non contaminés	moyenne	26.3	8.1	3.0	7	0.4	48	31	0.2	23	54	265

Les paramètres pédologiques que sont l'argile, le pH et la matière organique signent également ce différentiel entre échantillon. Il est à noter que ces paramètres sont à leur optimum pour contribuer à la stabilisation des ETM en excès, par la même réduire substantiellement les possibilités de mobilité de ces éléments que ce soit vers les végétaux ou en profondeur vers les aquifères, et, en conséquence, réduire les risques sanitaires (transfert vers les productions fruitières et légumières) et environnementaux (transfert vers les eaux de la nappe).

La contamination fait ressortir une nette corrélation (*annexe-3b tableaux 08&09*) des éléments traces entre eux hormis le cadmium et le chrome, et, également hormis le cadmium et le chrome et l'arsenic, un bon niveau de corrélation avec la teneur en matière organique.

Les échantillons non contaminés, hormis pour le zinc en excès modéré, ne sont pas répartis au hasard et correspondent à la majeure partie des jardins familiaux situés sur la terre de remblai en bordure de la voie de desserte de Fontenay (parcelles cadastrales CJ-439, CJ-443, CJ-455, CJ-462, zone d'une surface de l'ordre de 0.75 ha délimitée en vert en *annexe-2d figure-03*).

Bilan et interprétation des résultats d'analyse de sol

Compte tenu des éléments d'informations que nous avons pu collecter sur l'historique du site (système de production agricole, terrassements) et que nous pouvons confronter aux résultats d'analyses il ressort que:

- Les sols hormis, un périmètre restreint et localisé, peuvent être qualifié de contaminés. Par rapport à un sol agricole conforme à la TAHL, les sols sont contaminés par le cuivre, le mercure, le plomb et le zinc, et en limite de contamination pour le cadmium. Seuls le chrome et le nickel sont conformes à un sol à la TAHL.
- L'historique particulier de ce périmètre ayant eu une vocation agricole dédiée à des productions horticoles intensives depuis le milieu du XVI siècle (GENIN et al, 2008), oriente le diagnostic quant à l'origine de la contamination. La contamination semble liée aux pratiques culturales qui ont été mises en œuvre, sans écarter pour autant des contaminations atmosphériques possibles du fait de sources urbaines et industrielles environnantes.

Le facteur explicatif de premier plan est le recours aux gadoues de la ville de Paris comme produit d'amendement organique et de fertilisation. Ceci explique le fort niveau de matière organique des analyses faites sur secteur contaminé et la couleur sombre (noire) de ces sols in situ. La vertu de ces supports d'amendements et de fertilisation s'est dégradée au fil du temps. Avec le développement de l'industrialisation, la matière organique des gadoues s'est chargée en éléments toxiques dont les éléments traces métalliques. La matière organique des gadoues est probablement simultanément la source de la contamination car c'est elle qui a été vectrice de cet apport et l'antidote car elle stabilise ces contaminants et limite leur mobilité.

Le deuxième facteur explicatif, mais ayant impacté de façon plus limitée, le niveau des teneurs en ETM des sols est encore lié aux pratiques culturales, mais de façon moins massive. Les pratiques phytosanitaires ancestrales à base, entre autre, d'arséniate de plomb, de sulfate de cuivre (bouillie bordelaise) et l'apport de phosphore sous forme de phosphates naturels riches en cadmium ont du contribuer à contaminer secondairement le milieu, expliquant le caractère limite des concentrations en arsenic et en cadmium sans lien avec le taux de matière organique pour ce dernier.

Au-delà de ces deux facteurs, d'autres facteurs peuvent induire des variations locales de contamination tant en intensité sur les paramètres étudiés qu'en diversité c'est à dire impliquant d'autres contaminants non étudiés dans la présente étude. Ces facteurs sont pour l'essentiel des décharges sauvages sur des parcelles en déshérence, et / ou des activités artisanales ou industrielles ayant pu impacté le milieu (ex: atelier de réparation automobile et pollution aux hydrocarbures, déchetterie et centre de tri et pollution diverses dont ETM, combustions).

- Le périmètre non contaminé correspond à une zone de remblai, réalisée il y a une vingtaine d'années lors de travaux autoroutiers. Si le sol de surface est non contaminé, il n'en demeure pas moins, en l'absence d'excavation des sols initiaux, que la contamination des sols doit se retrouver à l'identique du site comme le confirme la comparaison entre les analyses n°33 non contaminée (CJ-439) et n°34 contaminée (CJ-440) (annexe-3c tableau-10).

Définition d'une variable intégrative représentative de la pollution plurimétallique

Compte tenu des excellents niveaux de corrélation existants entre les différents métaux lourds présents dans le sol (annexe-3b tableaux 08&09), une variable intégrative est créée. Cette variable (ETM_Sth) intègre les ETM impliqués dans la contamination des sols soit Cd, Cu, Hg, Pb et Zn. Elle pondère chacun des ETM par sa TAHL et fait la somme des teneurs pondérées.

D'où $ETM_Sth = [Cd]/[Cd_{TAHL}] + [Cu]/[Cu_{TAHL}] + [Hg]/[Hg_{TAHL}] + [Pb]/[Pb_{TAHL}] + [Zn]/[Zn_{TAHL}]$

Cette variable ne prétend à aucune quantification d'un risque cumulé. Son intérêt est d'être un indicateur simple et unique d'intensité globale de contamination et de faciliter une présentation plus intégrative des données.

III-2 Plan de surveillance végétaux

Les végétaux ont été prélevés, lavés et conditionnés (congelés) au cours de la même journée. Ils ont été prélevés à leur stade de maturité, sauf quelques échantillons de pêches. Les valeurs seuils réglementaires sont définies par rapport à la matière fraîche, donc par rapport à la teneur en eau du végétal telle qu'il se présente à maturité. Craignant de voir disparaître les pêches, avec l'approche de la maturité, certains échantillons ont été prélevés bien avant ce stade (anticipation de 20-30 jours). Or à ce stade précoce on peut supposer que les éléments minéraux (dont les ETM) ont migré dans les fruits, mais la teneur en eau du fruit est encore inférieure à celle de la maturité. Or l'eau du fruit est un facteur de dilution des ETM mesurés en mg/kg de matière fraîche. Un correctif de teneur en cadmium et en plomb a été réalisé pour obtenir la concentration à maturité des pêches récoltées prématurément (annexe-03d tableau-13).

La teneur en ETM dans les végétaux est soit présentée en valeur brute en mg/kg (ou ppm), soit présentée en valeur normalisée par la valeur réglementaire soit:

$$ETM_Nhu = [ETM_V] / [ETM_hu],$$

avec $ETM = Cd \text{ ou } Pb$

ETM_Nhu : valeur normalisée par la valeur réglementaire

ETM_V : teneur mesurée dans le végétal en mg/kg ou ppm

ETM_hu : valeur réglementaire (annexe-02c tableau-06).

Si $ETM_Nhu \geq 1$ alors il y a dépassement de la valeur seuil réglementaire

III-2.1 Présence du cadmium dans les végétaux (annexe-03e figures 06 & 08 et annexe-03f tableaux 14a & 14b)

Sur 72 échantillons analysés, le cadmium ne dépasse le seuil de quantification analytique (seuil à partir duquel il est possible d'attribuer une valeur à la mesure) que dans 22 cas. Ce seuil de quantification n'est jamais dépassé sur fruits.

Sur ces 22 échantillons, 8 échantillons de légumes (dont 3 salades) ont une teneur comprise entre 25 et 50% de la valeur réglementaire.

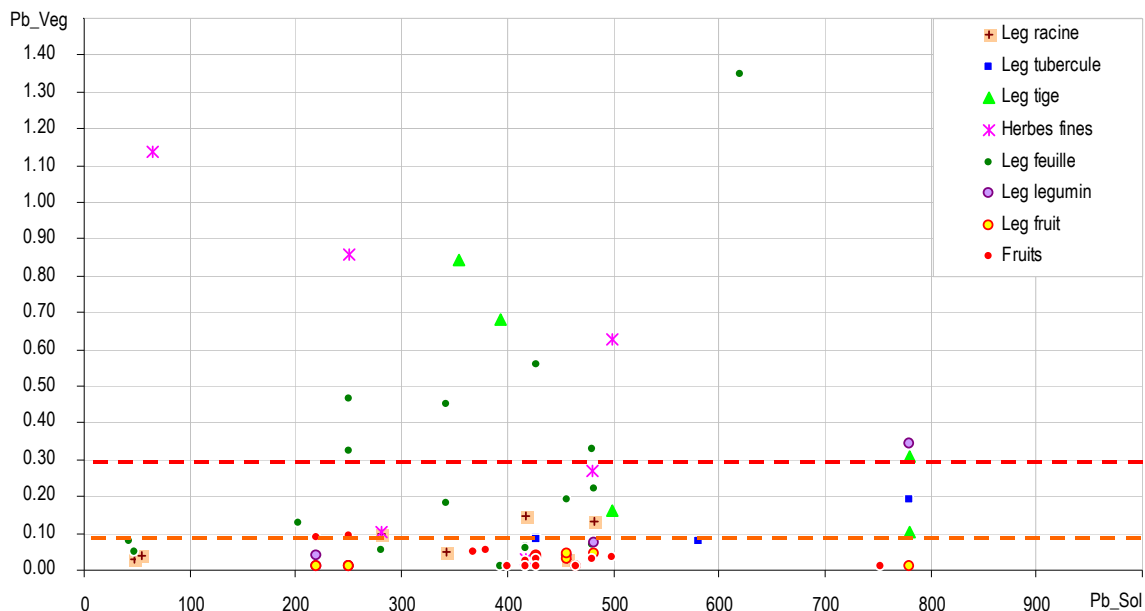
Aucun dépassement de seuil réglementaire en cadmium

III-2.2 Présence du plomb dans les végétaux (annexe-03e figures 07 &09 et annexe-03f tableaux 14a &14b).

Contrairement au cadmium, le plomb est transféré du sol vers les végétaux à des teneurs comprises entre 0 et 7.20 mg par kg de matière fraîche soit pour des teneurs en eau de végétaux comprises dans un intervalle variant entre 60 et 95% et pour la grande majorité des teneurs en eau supérieures à 80%.

La *figure-01* synthétise les résultats du plan de surveillance. Pour les différentes catégories de végétaux présentes, les résultats sont selon les axes teneurs en plomb dans le sol en abscisse et teneur en plomb dans le végétal en ordonnée: 63% des valeurs sont inférieures à 0.10ppm, 15% dans l'intervalle 0.10-0.30ppm et 22% supérieure à 0.30ppm. Au total 93% des valeurs sont inférieures à 1.00ppm.

Figure-01: Teneur en plomb (mg/kg) dans les végétaux en fonction de la teneur du sol (mg/kg) pour les grandes catégories de fruits et légumes
Les droites (---) et (---) encadrent l'intervalle des valeurs seuil réglementaires pour les végétaux (0.10 – 0.20 et 0.30 mg/kg)



En dessous de 0.10 ppm il n'y a aucun dépassement de seuil quel que soit le végétal, au-dessus de 0.30 ppm il y a un dépassement de seuil quel que soit le végétal et entre 0.10 et 0.30 ppm cela dépend du seuil réglementaire tel que défini (*annexe-02c tableau-06*).

Pour unifier l'analyse, la variable Pb_Nhu telle que définie en préalable, permet de normaliser la teneur mesurée par la teneur seuil réglementaire qui s'applique au végétal.

Sur 72 échantillons analysés le plomb dépasse le seuil réglementaire pour la teneur en plomb des végétaux (*annexe-03*) dans 20 cas. Les végétaux (*tableau-02 et annexe-03e figures 07 &09*) des catégories des fines herbes (*plus spécifiquement thym, menthe*), des légumes feuilles (*plus spécifiquement salade*), et des légumes tiges (*poireaux, rhubarbes*) sont les plus sujets au dépassement de seuil réglementaire. Les légumes fruits (*tomates, courgettes, poivrons, aubergines*) ne présentent pas de dépassement de seuil, de même que les fruits et ce avec une marge de sécurité importante. Les légumes des autres familles (légumes racines, légumes tubercules, légumes bulbes, légumineuses) ont chacun quelques échantillons en dépassement de seuil.

Tableau-02 Fréquence de dépassement du seuil réglementaire en cadmium et en plomb par espèce

Catégorie de végétaux	Espèce	Nombre d'échantillons	Cadmium	Plomb
Fruits	Pommier	4	0%	0%
	Poirier	1	0%	0%
	Pêcher	5	0%	0%
Petits Fruits	Mûrier	1	0%	0%
	Framboisier	1	0%	0%
	Fraisier	2	0%	0%
Fines herbes	Persil	1	0%	0%
	Thym	4	0%	100%
	Ciboulette	1	0%	0%
	Menthe	2	0%	50%
	Romarin	1	0%	0%
Légumes brassicées	Chou	2	0%	0%
Légumes bulbes	Oignon	1	0%	0%
Légumes feuilles	Salade	12	0%	58%
	Epinard	1	0%	0%
	Bettes	3	0%	0%
Légumes fruits	Courgettes	3	0%	0%
	Poivron	1	0%	0%
	Aubergine	1	0%	0%
	Tomate	5	0%	0%
Légumes potagères	Haricot vert	4	0%	25%
	Pois	2	0%	0%
Légumes racines	Betterave rouge	1	0%	0%
	Carotte	1	0%	0%
	Navet	1	0%	0%
	Radis	2	0%	50%
	RadisN	1	0%	0%
	Céleri rave	1	0%	100%
Légumes tiges	Poireau	2	0%	100%
	Rhubarbe	2	0%	100%
Légumes tubercules	Pomme de terre	3	0%	33%
Total		72	0%	28%

~30% de dépassement de seuil réglementaire en plomb

III-2.3 Présence des autres éléments traces dans les végétaux (annexe-03f tableaux-15).

Outre le cadmium et le plomb, les autres ETM (arsenic, chrome, cuivre, mercure, nickel et zinc) ont été recherchés sur un nombre plus restreints de légumes.

- L'arsenic, le chrome, le mercure et le nickel ne dépassent pas le seuil de quantification pour les différents végétaux analysés hormis pour le thym.
- Le cuivre et le zinc sont présents dans des intervalles respectifs de [0.75-1.50] pour le cuivre et [2-10] pour le zinc, là encore hormis pour le thym où les teneurs en cuivre sont de l'ordre de 5 ppm et celles du zinc de l'ordre de 20 à 35ppm. Le cuivre et le zinc sont des oligo-éléments c'est à dire des éléments utiles et indispensables au métabolisme moléculaire des végétaux. Leur optimum est dans un intervalle restreint, en deçà de cet intervalle il y a situation de carence et au-delà de cet intervalle phénomène de phytotoxicité. Compte tenu des valeurs de très large excès de ces éléments dans le sol, se pose la question du niveau de transfert, normal ou excessif, dans le végétal. Hormis pour le thym, et malgré le manque de référence sur ce sujet, les teneurs en cuivre et en zinc semblent dans une plage des teneurs conformes au bon sens agronomique. Cette approche subjective est confortée par les références de la base de données BAPPET (BAse de données sur les teneurs en Eléments Traces métalliques de Plantes Potagères ADEME 2008 *annexe-03g*). Cette base de données archive les teneurs dans les plantes potagères en fonction des teneurs du sol. Sur salade (*figures 13a & 13b*), pomme de terre (*figures 14a & 14b*) et tomate (*figures 15a & 15b*) on constate:
 - qu'en situation non polluée telle que décrite sur les graphiques les teneurs en cuivre et en zinc se situent respectivement dans des intervalles de [0.25-1.50] pour le cuivre et de [1-5] pour le zinc;
 - qu'en situation polluée telle que décrite sur les graphiques les teneurs en cuivre et en zinc se déplacent à la hausse respectivement dans des intervalles de [0.50-2.00] pour le cuivre et de [1-10] pour le zinc.
 ↪ pour le cuivre et le zinc la teneur dans les légumes est conforme à la plage haute d'une teneur agronomique normale.
- Le thym a un comportement spécifique de plante accumulatrice de l'ensemble du spectre des ETM étudiés, exception faite du cadmium. L'arsenic, le chrome, le mercure et le nickel sont quantifiés uniquement sur ce végétal. Les teneurs en cuivre et en zinc sont 5 à 10 fois plus élevées que sur les autres végétaux.

Le cuivre et le zinc se situent à des teneurs conformes au haut de la gamme des valeurs agronomiques. L'arsenic, le chrome, le mercure et le nickel ne sont pas quantifiés. Le thym se comporte comme une plante accumulatrice.

III-2.4 Présence d'éléments traces dans d'autres végétaux (annexe-03f tableaux-16).

Deux analyses sur des parties végétales non destinées à l'alimentation humaine ont été réalisées. Une a été faite sur de l'herbe pour ce qui concerne le cadmium, le cuivre, le plomb et le zinc. L'autre a été réalisée sur des rameaux de jeunes pêcheurs avec mesure du cadmium et du plomb.

Le caractère restreint de l'échantillonnage limite les prétentions du commentaire. Dans les deux cas les teneurs en cadmium sont faibles. Les teneurs en plomb sont raisonnables notamment sur herbe et plus élevées sur jeunes rameaux de pêcheurs. Ces informations peuvent éventuellement ouvrir des pistes de réflexion et une démarche de complément d'information:

- gestion des déchets de tonte ou de taille en fonction de la teneur du bois ou de l'herbe. Cet aspect semble, à priori peu problématique.
- concentration en plomb dans la partie ligneuse des arbres et notamment du pêcher, comme facteur de risque ou outil de prédiction du transfert dans le fruit?

III-2.5 Variabilité des résultats

La *figure-01* ci-dessus fait ressortir que:

- les teneurs dans les végétaux sont variables à niveau de teneurs du sol identiques ou similaires;
- la teneur dans le sol n'est pas prédictive du niveau de teneur dans la plante, pour une même espèce il est possible de constater des teneurs élevées dans le végétal pour la plage basse des valeurs de sols et des teneurs faibles dans le végétal pour la plage haute des valeurs de sols.

Ceci n'est pas spécifique aux résultats de ce plan de surveillance. On peut constater les mêmes faits sur d'autres espèces, en particulier sur des cultures céréalières (blé, colza, tournesol). Les références de la base de données BAPPET confortent ce constat (*annexe-03g*). Les données sur salade (*figures 10a & 10b*), pomme de terre (*figures 11a & 11b*) et tomate (*figures 12a & 12b*) sont présentées et permettent de faire le même double constat que précédemment. Les points rouges correspondent aux données du plan de surveillance et montre que ces données sont cohérentes et convergentes avec des données issues de contextes élargis.

Cette problématique de variabilité a fait l'objet, entre autre, d'un protocole expérimental conduit dans le cadre de l'étude Epandagri. Etude réalisée par plusieurs équipes de L'Institut National de Recherche Agronomique, entre 2001 et 2004, sur les sols pollués des terres agricoles de Pierrelaye-Bessancourt (95). Un des résultats de ce protocole expérimental est présenté en *annexe-03h figure-16*. Ce résultat montre entre autre la variabilité du cadmium biodisponible dans le temps.

Les sources de variabilité conduisant à des transferts différenciés sont imputables:

- à la teneur totale en élément trace du sol;
- à la teneur biodisponible en élément trace variable dans le temps en fonction de paramètres pédo, agro-climatiques;
- à la capacité intrinsèque du végétal (variabilité entre espèce et entre variété à l'intérieure d'une même espèce) à prélever l'élément trace du sol, variable en fonction du propre cycle de développement du végétal;

Ainsi au-delà de la déduction de bon sens, qui se vérifie en tendance sur les graphiques précédents, et qui veut que plus la teneur du sol en ETM est élevée, plus il y a de probabilité de transfert de cet ETM vers la plante, il n'est pas possible d'avoir une approche prédictive du transfert. La seule façon d'évaluer le niveau de transfert est de réaliser des mesures analytiques.

La variabilité des résultats, ne permet pas d'avoir une approche prédictive, au mieux une approche tendancielle validée par les faits (mesures analytiques).

IV Discussion

IV-1 Pollution des sols

Les sols sont nettement contaminés en cuivre, mercure, plomb et zinc, et en limite de contamination pour le cadmium. Selon le schéma conceptuel d'exposition (*annexe-02b figure-02*), ce constat à des répercussions potentielles directes et indirectes au niveau environnemental et sanitaire.

- Au niveau environnemental et dans une optique dominante de protection de la ressource en eau, il faut veiller à ce que ces polluants ne viennent pas à contaminer les aquifères, engendrant directement une problématique environnementale sur le milieu et la vie aquatique et indirectement une problématique sanitaire sur la qualité des eaux à destination de consommation humaine ou à usage agricole.
- Au niveau sanitaire soit de façon directe par rapport au risque d'ingestion de sol par des jeunes enfants ou d'inhalation de poussières, ou de façon indirecte par réintégration des éléments traces dans la chaîne alimentaire végétale au niveau des productions maraîchères et arboricoles.

Quelles que soient les options qui pourraient être prises, ce sol contaminé nécessitera une attention particulière dans sa gestion:

- Pour les parcelles dont le sol est voué à rester en l'état, sans remaniements, il faudra veiller à maintenir les paramètres agronomiques de pH et de teneur en matière organique à leurs niveaux actuels. Les valeurs de ces paramètres conditionnent la stabilité des éléments traces dans le sol, limitant ainsi leurs mobilités vers les aquifères et leurs biodisponibilités vis à vis de la chaîne alimentaire;
- Pour les parcelles dont le sol est voué à être remanié, excavé, déplacé, exporté, le caractère contaminé imposera réglementairement des mesures techniques de gestions spécifiques et engendrera par la même des surcoûts substantiels des opérations et aménagements envisagés.

IV-2 Productions maraîchères et fruitières

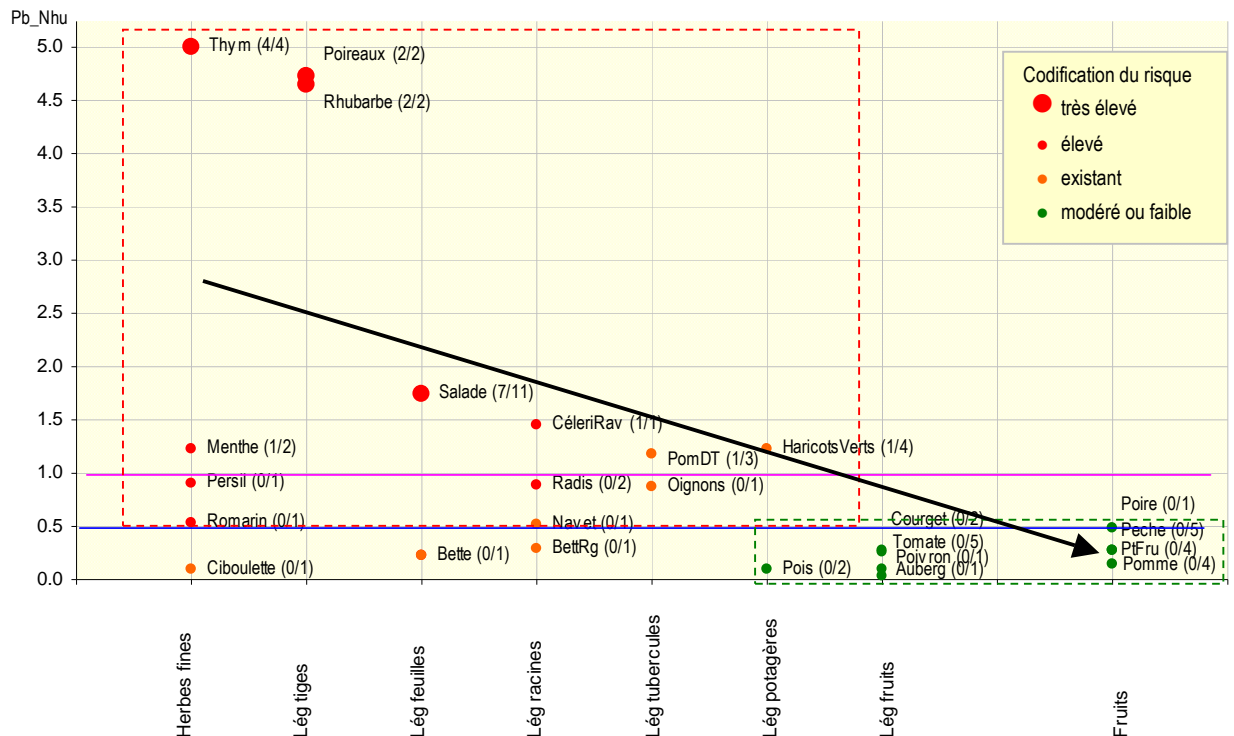
Pour les deux ETM soumis à des seuils réglementaires, seul le plomb est sujet à des dépassements de seuil. L'intégration des connaissances acquises pour le plomb permet d'élaborer une grille de risque telle que la présente la *figure-02*, avec la flèche noire qui matérialise le gradient de réduction du risque de dépassement de seuil réglementaire.

Figure-02:

Grille de risque de dépassement de seuil réglementaire pour le plomb (Pb_Nhu) pour les différents végétaux classés par catégorie et par ordre inverse de la teneur normalisée en plomb des différentes catégories. Entre parenthèse est noté le nombre de dépassement de seuil par rapport au nombre total d'échantillons étudiés.

Les droites (—) et (---) correspondent respectivement à la limite du seuil réglementaire normalisé et à 50% de cette valeur limite.

Les carrés (---) et (---) matérialisent respectivement les végétaux présentant un risque existant à élevé de dépassement de seuil et les végétaux présentant un risque modéré à faible.



Les productions végétales du site des murs à pêche ont comme particularité fondamentale de ne pas entrer directement dans le cadre du secteur marchand auquel s'applique de fait le règlement CE-1881/2006 et le règlement communautaire CE-852/2004 dit « paquet hygiène » dont les grandes lignes sont rappelées au chapitre II-2.2. Les productions sont issues de jardins privés, de jardins familiaux ou d'association sur terrains propriétés de la mairie ou du conseil général.

Les deux règlements, précédemment cités, s'appliquent de fait à la production des associations à partir du moment où celle-ci fait l'objet d'une distribution quand bien même fut-elle à titre gratuit. En conséquence ces associations doivent se donner les moyens d'assurer la distribution de produits sains et conformes à la réglementation. Un des moyens d'y parvenir est de faire des analyses sur les lots avant distribution et décider du devenir du lot (distribution ou destruction) en fonction du résultat d'analyse.

Par contre pour ce qui est des jardins strictement privés et des jardins familiaux, il n'y a pas de cadre réglementaire clairement établi. Pour les jardins privés, il est logique de penser que la production et la consommation de légumes sont strictement sous la responsabilité des propriétaires, par contre pour les jardins familiaux la détermination et/ou la répartition de la responsabilité entre, d'une part, le jardinier amateur même informé des risques sanitaires sur la culture de certains légumes et, d'autre part, la collectivité propriétaire pleinement consciente du caractère contaminé des sols mérite d'être approfondie.

D'un point de vue technique et compte tenu des informations à notre disposition (plan de surveillance, base de données BAPPET), les orientations à venir pourraient être les suivantes:

- Pour les associations ayant une activité de production dans une optique de distribution
Orienter la production vers les espèces les moins à risques à savoir les légumes fruits, les petits pois et les fruits. Mettre en place un plan de surveillance pour tous les végétaux produits et d'autant plus resserré qu'il s'agira de productions dont le facteur de risque est fort ou de productions sans références sur le secteur. Dans un objectif de distribution, il est, de fait, déconseillé de produire les végétaux ayant un facteur de risque élevé (salade, poireau, rhubarbe, thym, menthe).
- Pour les productions familiales sur terrains privés, mis à disposition ou loués
Informers les jardiniers du gradient de risque. Il serait souhaitable que les végétaux les plus à risque ne soient pas produits sur leurs parcelles et qu'ils soient achetés en magasin, sur le marché. Par contre privilégier la production des végétaux les moins à risques.
Ces restrictions ne concernent pas les jardins en bordure de la voie de desserte de Fontenay (parcelles cadastrales CJ-439, CJ-443, CJ-455, CJ-462).

En terme de plans de surveillance, il faudra, au moins dans un premier temps maintenir, la vigilance sur les deux éléments traces (cadmium et plomb) soumis à réglementation et ce sur l'ensemble du panel des végétaux cultivés.

- Pour le cadmium les références de la base de données BAPPET montrent qu'à des teneurs dans le sol similaires à celles de Montreuil, il peut y avoir des dépassements de seuil réglementaire (*cf exemple annexe-03g figure-10a*). Seule une répétition des observations dans le temps permettra de conforter les résultats obtenus en 2008.
- Pour le plomb les références de la base de données BAPPET montre que même pour des végétaux ayant exprimé un comportement favorable, il peut y avoir des dépassements de seuil réglementaire (*cf exemple annexe-03g figure 11b&12b*). De plus certains végétaux (betteraves, carottes, navets, radis, oignons, épinards, bettes, choux, pommiers) apparaissent comme étant plus à risque dans les données issues de la base BAPPET que dans les résultats limités à 1 ou 2 échantillons obtenus dans le cadre du plan de surveillance de Montreuil. Là encore seule une répétition des observations dans le temps permettra de conforter les résultats obtenus en 2008.

IV-3 Pollution des sols et réflexion autour de l'usage à moyen et long terme du site

La pollution des sols en éléments traces métalliques (Cu, Hg, Pb, Zn, et secondairement Cd) est avérée puisqu'il y a un impact constaté sur au moins une composante de l'agroécosystème à savoir la filière alimentaire. Cet état de fait a des implications potentielles en terme d'approche environnementale (protection des aquifères), d'approche sanitaire (fréquentation du site et chaîne alimentaire), d'aménagement (gestion des sols pollués) et donc des conséquences potentielles en termes financiers (surcoûts liés à la gestion de sols pollués) et juridiques (responsabilités des propriétaires, acteurs et/ou gestionnaires de terrains appartenant au site). Compte tenu du niveau de contamination du site, il n'existe pas, en l'état actuel de la connaissance, d'approche technique ou technologique de dépollution "douce", rapide et peu coûteuse qui puisse être envisagée. Dans ce contexte les approches de bioremédiation, sous réserve d'efficacité conjointe sur la diversité des éléments traces présents ne peuvent s'appréhender que sur le long terme.

Différentes hypothèses d'évolution du site peuvent être envisagées, notamment celle intégrant les perspectives de maintien voire de développement de l'usage agricole de certaines parcelles. Le projet de réhabilitation des murs à pêches et de développement de productions fruitières est en cours de réflexion. D'autres projets ont été avancés (production biologique en AMAP par l'association "Rêve de terre", sans écarter le maintien de jardins familiaux et de l'activité d'associations telles les "Jardins du cœur". Une rapide évaluation des différentes hypothèses envisageables peut être proposée en regard de la problématique sols pollués. Cette évaluation propose de décliner les implications des différentes alternatives (avantages / inconvénients) dans leurs termes techniques, financiers, gestion d'image (force/faiblesse).

- Disparition totale et définitive de l'usage agricole des sols et urbanisation de certains terrains.
Gestion des sols contaminés: excavation, confinement ou exportation, traitement spécifique ou stockage. Surcoût pour les opérations d'aménagement envisagées. Il n'est pas envisageable, comme cela a pu se faire par le passé, de valoriser comme terre végétale les sols qui seraient excavés, elle aura le statut de déchet.
- Maintien de l'usage agricole des sols.
 - ❖ Projet de réhabilitation des murs à pêches et de développement de la production fruitière.
 - Maintien en l'état du sol et implantation d'arbres fruitiers sur ce sol. Solution, à priori, la plus économique, bien que nécessitant la mise en place d'un plan de surveillance annuel. Problématique en terme d'image de reconnexion à la nature et à la production agricole avec une situation de sol pollué: communication spécifique visant à démontrer qu'il est possible de dépasser ce handicap originel.
 - Affranchissement du sol pollué, soit par culture en "container" avec une terre végétale non polluée, soit excavation et remplacement de la couche polluée par une terre végétale non polluée. La première hypothèse peut poser problème par rapport à l'approche traditionnelle de la conduite des arbres en palissage le long des murs, par contre d'un coût restreint elle exempte de la mise en place d'un plan de surveillance et résout en partie la problématique en terme d'image. La deuxième hypothèse est plus lourde en terme technique et financier mais peut peut-être s'envisager sur des surfaces restreintes. Elle pose en outre la problématique de la gestion du sol excavé et, sous cette condition, résout totalement le problème d'image.
 - ❖ Autres usages agricoles des parcelles du site.
 - Maintien en l'état du sol. Solution, à priori, la plus économique, bien que nécessitant la mise en place d'un plan de surveillance annuel. Problématique en terme de domaine de responsabilité plus particulièrement sur les parcelles louées ou mises à disposition pour des jardins familiaux.
 - Affranchissement du sol pollué par excavation et remplacement de la couche polluée par une terre végétale non polluée. Cette hypothèse est plus lourde en terme technique et financier mais peut peut-être s'envisager sur des surfaces restreintes. Elle pose à nouveau la problématique de la gestion du sol excavé. Il semble que cette option serait la seule compatible avec l'hypothèse de mise en place d'une production biologique en AMAP, elle pourrait être pertinente dans le cadre de l'activité de production des "Jardins du cœur".

Ces hypothèses visent à balayer rapidement le champ des possibles. Elles ne prétendent aucunement se substituer à une approche approfondie conforme à la note du Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire du 8 février 2007: "Sites et sols pollués - Modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués" et à la circulaire afférente présentant le nouveau cadre d'approche de la gestion des sites et sols pollués.

V Conclusion

Le plan de surveillance mis en place sur le site des murs à pêche constate le caractère contaminé des sols du site par le cuivre, le mercure, le plomb, le zinc et en limite de contamination pour le cadmium. Dans le présent cadre d'évaluation et dans une approche simplifiée, le terme "contaminé" est appliqué dès lors que les concentrations mesurées sont supérieures à plus de trois fois celles que l'on mesure sur un sol agricole exempt de contamination. Seul le périmètre restreint des jardins familiaux, en bordure de la voie de desserte de Fontenay situés sur les terres rapportées, peut être qualifié de "non contaminé" pour cet horizon de remblai.

Concernant les végétaux le plan de surveillance a permis d'enrichir la base de connaissances sur les thématiques réglementaires, agronomiques, de gestion du risque et d'approche stratégique de développement du site:

- Sur le plan réglementaire, il ressort que le plomb est sujet à des dépassements de seuils réglementaires sur ~30% des échantillons de végétaux. Les fines herbes (et plus particulièrement le thym et la menthe), les légumes-tiges (poireaux, rhubarbe), les légumes-feuilles (salades) sont les plus exposés. A contrario aucun cas de dépassement de seuil parmi les légumes-fruits et les espèces fruitières, avec une bonne marge de sécurité entre la valeur mesurée et la valeur seuil réglementaire. Le cadmium ne présente aucun cas de dépassement de seuil et les marges de sécurité sont importantes.
- Sur le plan agronomique, les sols présentent des valeurs en terme de pH et de matière organique limitantes pour la mobilité et la biodisponibilité des éléments traces, niveaux de valeur qu'il faudra, en conséquence, veiller à maintenir. Par contre les éléments d'information obtenus ne permettent pas de construire une prédiction, à priori, de la teneur en ETM dans le végétal en fonction de la valeur dans le sol. Le niveau du transfert fonction de la biodisponibilité instantanée de l'élément et de la réceptivité du végétal n'étant pas une variable modélisable, le seul moyen d'évaluer le niveau de contamination des végétaux est de mettre en oeuvre des mesures analytiques dans le cadre de plans de surveillance.
- Sur le plan de la gestion du risque, il est possible de définir un gradient de risque de dépassement de seuil et de préconiser des choix sur les espèces à éviter, voire à proscrire, (thym, menthe, poireaux, rhubarbe, salade) et sur les espèces à privilégier (petits pois, légumes-fruits, fruits).
- Sur le plan des axes de développement du site, le caractère contaminé des sols impacte les modalités d'utilisation et de gestion quels que soient les usages, mais il ne remet pas fondamentalement en question les réflexions en cours. Les variétés fruitières (pommiers, poiriers, pêcheurs, framboisiers, fraisiers, mûriers) se comportent favorablement. Cela permet d'envisager un approfondissement sur les aspects conjoints de réhabilitation des périmètres dits prioritaires et de réflexion sur la réimplantation d'espèces fruitières.
Il n'en demeure pas moins que le contexte particulier de sols pollués devra être intégré dans la réflexion stratégique globale et peut justifier d'envisager différentes alternatives en terme d'implication technique, économique et juridique dont les grandes variantes joueraient sur les paramètres dépollution /aménagement spécifiques / plans de surveillance annuels.
La mise en oeuvre d'une démarche approfondie conforme à la note du Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire du 8 février 2007: "Sites et sols pollués - Modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués" et à la circulaire afférente présentant le nouveau cadre d'approche de la gestion des sites et sols pollués semblerait opérante et adaptée au contexte et à la problématique.

Les implications issues de ces premiers résultats, enrichis par l'expertise propre de la DDASS, doivent permettre de mieux cerner le champ des possibles dans le cadre de concertation des différents partenaires impliqués dans la réflexion concernant le devenir du site des murs à pêche.

Bibliographie

Bibliographie des références citées mais également des références consultées.

Documents de référence méthodologique

ADEME, INERIS, SPDE, SYPREA. -2005- *Guide Méthodologie d'évaluation quantitative des risques sanitaires relatifs aux substances chimiques.* p0-42.

ADEME, INERIS, SPDE, SYPREA. -2005- *Application de la méthodologie relative aux substances chimiques à la filière de boues issues d'une STEP urbaine.* p0-200.

ADEME. -2005- *Dérogations relatives à la réglementation des boues d'épuration.* p0-136.

ADEME, INERIS, CNAM, INP, ENSAT, ISA. -2008- *BAse de données sur les teneurs en Eléments Traces métalliques de Plantes Potagères* <http://www.sites-pollues.ecologie.gouv.fr/DocumentsDiagnostics.asp#BAPPET>

BRGM. -2001- *Source Guide Méthodologie pour l'analyse des sols pollués* – BRGM, p0-76.

BRGM. -2002- *Annexe-5C Valeurs guide en matière de pollution des sols et des eaux,* p0-13.

INERIS -2006- *Synthèse des valeurs réglementaires pour les substances chimiques, en vigueur dans l'eau, l'air et les denrées alimentaires au 1^{er} mars 2006.* p0-43.

INERIS -2005- *Retour d'expérience sur la gestion des sites pollués en France, VDSS, VCI, ESR, évaluation, besoins, difficultés.* p0-9.

MEDD -2007- *Sites et sols pollués - Modalités de gestion et de réaménagement des sites pollués"* <http://www.sites-pollues.ecologie.gouv.fr/ReglementationCirculaire.asp#Circulaire%20du%2008%20février%202007>

Bibliographie

BAIZE D., MENCH M. & al. -2003- *Phytodisponibilité des éléments traces.* Courrier de l'Environnement n°25, p45-62.

BAIZE D. et al. -2006- *Epanchages de boues d'épuration urbaines sur des terres agricoles: impact sur la composition en éléments traces des sols et des grains de blé tendre.* Courrier de l'Environnement, n°53, p35-61

EGAN K. et al. -2005 *Cadmium Impact assessment of different maximum limits (Evaluation de l'impact de différents hypothèses de teneurs limites maximale en cadmium.* FAO, P157-203

GENIN A. et al -2008- *Étude préalable à la réhabilitation des Murs à Pêches de Montreuil-sous-Bois.* Rapport de présentation, p0-93.

LAMY et al. -2003- *Etude EPANDAGRI: Etude d'un secteur agricole pollué par les épanchages d'eaux usées: bilan environnemental et possibilités de reconversion végétales.* Troisième rapport d'avancement des travaux, 204p

MENCH M. et BAIZE D. -2004- *Contamination des sols et de nos aliments d'origine végétale par les éléments en trace.* Courrier de l'Environnement, n°52 p31-56.

MATHIEU. et al. -2008- *proposition de référentiels en éléments traces métalliques des sols: leur utilisation dans les évaluations des risques sanitaires.* Environnement, Risques et santé, vol-7 n°2, p112-122