

**L'incidence des pollutions urbaines sur les productions  
alimentaires en ville**

Rapport final de la recherche réalisé pour le compte de  
l'Institut Bruxellois de Gestion de l'Environnement

Gauthier Chapelle

**Greenloop**

Avril 2013

## Table des matières

Introduction	3
1. Problématique des pollutions en agriculture urbaine	4
1.1. Les principaux polluants	4
1.1.1. Les métaux lourds	4
1.1.2. Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAPs)	5
1.1.3. Les autres polluants chimiques	5
1.2 Types de pollution	5
1.3 Pollution & méthodes de culture	7
1.3.1. En pleine terre	7
1.3.2. Toits & balcons	7
1.3.3. Serres permanentes	7
1.4. Pollution et types de légumes	8
2. Gestion des pollutions en agriculture urbaine	9
2.1. Gestion des pollutions	9
2.1.1. Prévention	9
2.1.2. Traitement des pollutions	10
2.2. Gestion des pollutions dans d'autres villes	11
2.3. Seuils de référence européens	13
2.4. Coûts de détection et mesures	13
3. Conclusions et recommandations	15
3.1. Conclusions globales	15
3.2. Conclusions et recommandations pour la pollution des sols	16
3.3. Conclusions et recommandations pour la pollution de l'air	17
3.4. Recommandations pour les pouvoirs publics	19
Bibliographie	22
Annexe 1 : Liste des personnes interviewées	24
Annexe 2 : Source des différents contaminants dans le sol	25
Annexe 3 : Concentrations de contaminants dans l'arrêté de 2004 en RBC	26
Annexe 4 : Règlement européen sur les ETM dans les légumes	29
Annexe 5 : Directive européenne sur les EZTM dans les sols	30
Annexe 6 : Normes sols en RBC	31
Annexe 7 : Norme française sur les amendements organiques	32

## INTRODUCTION

Dans la mouvance d'une demande croissante des bruxellois en vue du développement d'une production de légumes en ville, Bruxelles-Environnement souhaite continuer la promotion des potagers urbains, ainsi que celle de nouvelles méthodes de cultures alimentaires adaptées à la ville.

Dans le contexte de cet essor rapide de l'agriculture urbaine, y compris dans les pays du Nord, il reste à s'assurer que la pollution urbaine ne constitue pas un obstacle infranchissable pour son développement.

Pour ce faire, Bruxelles-Environnement attendait de la présente étude qu'elle fasse le point sur la pollution urbaine et son influence sur les légumes et fruits cultivés en ville :

- Quels impacts de cette pollution sur les aliments produits à Bruxelles ? Que disent la littérature et les experts<sup>1</sup> sur cette question dans les villes du Nord les plus en pointe en agriculture urbaine (AU) ?
- Quelles recommandations pour faire diminuer ces impacts, le cas échéant, jusqu'à un seuil acceptable ?

---

<sup>1</sup> Voir la liste des experts interviewés par l'auteur ou par Nicolas Bel en Annexe 1

# 1. PROBLEMATIQUE DES POLLUTIONS EN AGRICULTURE URBAINE

## 1.1. LES PRINCIPAUX POLLUANTS

Par ordre d'importance en termes de risque<sup>2</sup> :

### 1.1.1. Les métaux lourds

Appelés aussi ETM, pour « éléments trace métallique ». Ils sont typiques des villes, et plus rares dans les campagnes (comme à Hong Kong, où leurs concentrations sont 4 fois plus fortes en ville)<sup>3</sup>. Les principaux qui peuvent poser problème en maraichage urbain sont :

- Le plomb : le polluant le plus courant ; origine industrielle variée ; peu assimilable par les plantes, sauf en conditions acides, par définition rares dans les potagers (amendement). La circulation des véhicules a longtemps généré du plomb, retiré des carburants en Europe depuis le début des années 2000 (1975 aux USA). Ce qui a été émis est encore présent dans les sols. Il peut aussi être issu des anciennes peintures au plomb, communes jusqu'à la fin des années 70<sup>4</sup>, ou de certains anciens pesticides<sup>5</sup>.
- Le cadmium : très toxique, plus assimilable, mais plus rare. Le cadmium est présent en petite quantité dans les produits contenant du zinc. Tout récipient galvanisé et utilisé en jardinage est source potentielle de cadmium. Le zinc est aussi utilisé dans le procédé de vulcanisation utilisé pour la fabrication des pneus. A l'usage, ceux-ci produisent donc des particules de caoutchouc contenant du cadmium, qui se disperse facilement et s'accumule dans les sols et les plantes<sup>6</sup>. Le cadmium est mobile dans le sol et plus facilement absorbé par les plantes que la plupart des éléments<sup>7</sup>.
- Les 6 autres qui sont surveillés dans les sols (Arrêté 2004 pour Bruxelles<sup>8</sup>) : mercure, arsenic, chrome, zinc, nickel, cuivre. L'arsenic faisait autrefois partie de

<sup>2</sup> Voir en Annexe 2 un tableau plus détaillé sur les sources des polluants

<sup>3</sup> Wong & Thornton, 2004. Urban environmental geochemistry of trace metals: a review. Environ Pollut. 142(1), 1-16.

<sup>4</sup> Angima & Sullivan, 2008. Evaluating and reducing lead hazard in gardens and landscapes. EC 1616-E, Oregon State University.

<sup>5</sup> Shayler et al., 2009. Sources and Impacts of Contaminants in Soils. Ithaca, NY: Cornell University Department of Crop and Soil Sciences, Waste Management Institute.

<sup>6</sup> Hodel & Chang, 2009. Trace elements and urban gardens. University of California Cooperative Extension, Los Angeles County Division of Agriculture and Natural Resources.

<sup>7</sup> Vick, J. W., & Poe, J. (2011). Safe Container Gardening Practice Guide# 28. University of Louisville.

<sup>8</sup> Voir en Annexe 3 le tableau des concentrations de contaminants maximum tel que publié dans l'arrêté bruxellois de 2004.

certains pesticides, notamment dans les vergers. Il a été aussi longtemps associé au cuivre et au chrome, sous la forme d'arséniate de cuivre chromaté, en tant que fongicide de protection des poutres de construction et du bois d'œuvre, une substance maintenant fortement réglementée<sup>9</sup>. Le mercure peut être issu d'anciennes batteries. Le chrome et le nickel peuvent s'échapper de véhicules et moteurs à l'abandon.

- En règle générale, les ETM circulent facilement en ville et ne sont pas fixés<sup>10</sup>.
- A souligner : zinc et cuivre sont des oligo-éléments dont nous avons besoin en traces dans notre alimentation.<sup>11</sup>

A noter qu'en dehors du cas du plomb, déjà bien étudié, nous savons encore peu de choses sur la biodisponibilité des différents métaux ou composants toxiques (c'est à dire jusqu'à quel point ils sont absorbés par les plantes)<sup>12</sup>.

### 1.1.2. Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (ou HAPs)

- Les HAPs sont très variés (le Benzo(a)pyrène est l'indicateur de référence). Ils sont notamment issus à la combustion incomplète des hydrocarbures, et associés aussi à l'usage de goudrons et de bitumes.<sup>13</sup>
- 16 HAPs sont repris dans l'arrêté 2004 (voir en Annexe 3).

### 1.1.3. Les autres polluants chimiques

- Les Composés Organiques Volatiles (ou COV) : comprennent 19 solvants chlorés (nombreux usages, notamment dans le traitement des meubles) et les 9 composés organiques comprenant notamment le benzène, le toluène et le xylène, regroupés sous l'acronyme BTX, souvent associés aux fuites de pétrole ou de fuel dans les stations-services ou à proximité de réservoirs de carburants.
- Les cyanures et les pesticides (voir en Annexe 3 ceux repris dans l'arrêté)

## 1.2. TYPES DE POLLUTION

Il existe 3 sources de pollutions pour la culture des fruits et légumes

- La pollution par voies aériennes :
  - o Pollution de l'air pouvant contaminer les produits: les chauffages urbains, les incinérateurs, la circulation des véhicules, l'industrie sidérurgique ou chimique.

<sup>9</sup> Shayler et al., 2009. Sources and Impacts of Contaminants in Soils. Déjà cité.

<sup>10</sup> Wong & Thornton, 2004. Urban environmental geochemistry of trace metals: a review. Déjà cité.

<sup>11</sup> Interview de Philippe Cambier, Directeur de Recherche à l'INRA, par Nicolas Bel.

<sup>12</sup> Earth Institute Columbia, 2012. The Potential for Urban Agriculture in New York City, disponible sur [http://www.urbandesignlab.columbia.edu/sitefiles/file/urban\\_agriculture\\_nyc.pdf](http://www.urbandesignlab.columbia.edu/sitefiles/file/urban_agriculture_nyc.pdf)

<sup>13</sup> Shayler et al., 2009. Sources and Impacts of Contaminants in Soils. Déjà cité.

- La proximité d'un fort trafic augmente la concentration des métaux lourds dans les produits<sup>14</sup>
  - A Berlin, certains sites hors-sol sont plus pollués (pollution aérienne) que les sites en pleine terre (pollution du sol) malgré le passé de Berlin (industries, bombe, etc)<sup>15</sup>
- La pollution des sols :
- Pollutions historiques pour la pleine terre : Contamination ancienne des sols par les activités industrielles, les garages, l'épandage des boues d'épuration, le trafic routier ou ferroviaire et la mise en décharge des déchets.
  - D'autres sources de pollution peuvent être plus indirectes comme l'écoulement d'eau depuis les toits, et d'autres structures qui peuvent amener des métaux lourds comme le plomb ou le mercure. (exemple à Paris avec le « Jardin sur le Toit »)
  - Les polluants peuvent également être introduits par les terrains adjacents via des mouvements de nappes phréatiques ou l'eau des sols.
  - En général, il existe pour le plomb une forte corrélation entre la teneur en sol et la teneur dans les produits<sup>16</sup>.
  - Parmi les difficultés liées à la détection : certains polluants présents dans le sol peuvent ne pas être testés ; les niveaux de contamination peuvent être très différents d'une partie du site à une autre (il y a cependant des protocoles concernant le nombre et l'espacement des échantillons de sol lors du test d'un sol)
  - Contamination des composts :
    - Les matières organiques importées peuvent être contaminées (exemple d'un bois raméal fragmenté résultant de la taille d'arbres ou buissons urbains).
    - Les HAPs ne sont dégradés qu'avec une maturation soignée du composts.
    - Les pesticides contenus dans les aliments compostés sont dégradés par le processus de compostage.<sup>17</sup>

<sup>14</sup> Säumel et al., 2012. How healthy is urban horticulture in high traffic areas? Trace metal concentrations in vegetable crops from plantings within inner city neighbourhoods in Berlin, Germany Environmental Pollution 165, 124-132

<sup>15</sup> Säumel et al., 2012. Déjà cité.

<sup>16</sup> Prasad & Nazareth, 2000. Contamination of allotment soil with lead: managing potential risks to health. J Public Health Med. 22(4), 525-30.

<sup>17</sup> Vergé-Leviel., 2001. Organic micropollutants in urban composts : study of their behaviour during the process of composting and residues biodisponibility after spreading on soil. Travaux Universitaires - Thèse nouveau doctorat 2001 (bibl.: 107 ref.) (No : 01 INAP 0001); Fogarty & Tuovinen, 1991. Microbiological Degradation of Pesticides in Yard Waste Composting. Microbiol Rev. 55(2), 225-233.

- Avec un compost mal fait, il y a un risque important de contamination bactériologique.
- Il y a trois façons pour les personnes d'être exposées directement aux contaminants du sol<sup>18</sup> :
  - Par ingestion (manger et boire)
  - Par exposition cutanée (contact avec la peau)
  - Par inhalation (respiration)

En règle générale, la contamination par ingestion directe de sol (enfant, poussière) ou cutanée (main dans la terre) est beaucoup plus risquée que la consommation de légumes<sup>19 20</sup>
- La pollution de l'eau d'irrigation :
  - Les nappes phréatiques peuvent être contaminées par la percolation des polluants à travers le sol.
  - Les anciennes toitures en zinc peuvent contaminer l'eau de ruissellement (la ville de Paris interdit d'ailleurs la récupération d'eau des toits en zinc).

### **1.3. POLLUTION & METHODES DE CULTURE**

Les différentes méthodes de culture en ville sont exposées à différents types de pollution.

#### **1.3.1. En pleine terre**

- A la pollution initiale du sol
- Aux contaminations issues éventuellement des composts
- A celle pouvant toucher les eaux d'irrigation (si forage) ; la nappe phréatique ; les eaux de surface le cas échéant
- A la contamination aérienne

#### **1.3.2. Toits & balcons**

- Pollution aérienne
- Attention aux revêtements de toitures, peintures

#### **1.3.3. Serres permanentes**

- A la pollution initiale du sol et des substrats
- A la contamination éventuelle des eaux d'irrigation

---

<sup>18</sup> Earth Institute Columbia, 2012. The Potential for Urban Agriculture in New York City. Déjà cite.

<sup>19</sup> Shayler et al., 2009. Sources and Impacts of Contaminants in Soils. Déjà cité.

<sup>20</sup> Interview de Philippe Cambier, Directeur de Recherche à l'INRA, par Nicolas Bel.

#### 1.4. POLLUTION & TYPES DE LEGUMES

- De façon générale, en ce qui concerne les métaux lourds, les légumes fruits accumulent peu, les légumes racines un peu, et les légumes feuilles beaucoup<sup>21</sup> De nombreuses études sur le taux de transfert de métaux du sol à la plante sont en cours et apporteront des précisions dans ce domaine dans les années à venir.<sup>22</sup>
- Toutefois, il est bon de ne pas généraliser, sachant que bien d'autres facteurs entrent en ligne de compte : famille d'appartenance de la plante, type de contaminant, conditions de sol, etc.
- Les fruits et légumes-fruits : ce sont les cultures les moins sensibles aux contaminants du sol, et donc les plus souhaitables, incluant des fruits et graines tels que : tomates, aubergines, poivrons, gombos (seulement les graines des cosses), courges (d'été et d'hiver), maïs, concombres, melons, pois et haricots écosés, oignons (bulbe seulement) et les fruitiers tels que les pommiers et les poiriers.<sup>23</sup> Le risque résiduel peut alors être celui des particules du sol déposées par la pluie ou le vent, ou de la pollution aérienne de surface, ce qui confirme l'intérêt de laver les fruits et légumes après la récolte.
- Les légumes-racines : ils présentent une capacité intermédiaire à fixer les polluants des sols, à l'instar des carottes, betteraves, pommes de terre et navets. Une partie des contaminants restera en surface par adhésion, et pourra donc facilement être retiré avant consommation.
- Les légumes feuilles : en général, ce sont ceux qui concentrent le plus les polluants du sol, donc les cultures les moins souhaitables en sols contaminés. Ils comprennent par exemple la laitue, les épinards, les blettes, les différents choux, brocolis, choux-fleurs, haricots verts et petits pois non écosés, etc., mais aussi les herbes aromatiques, elles aussi sujettes à concentrer les polluants.

---

<sup>21</sup> Pour tous les métaux lourds testés (Zn, Pb, Cu, Ni, Cr, Cd) par Säumel et al., 2012 ; Pour le plomb dans Finster et al., 2004. Lead levels of edibles grown in contaminated residential soils: a field survey. *Sci Total Environ.* 320(2-3), 245-57.

<sup>22</sup> Nicolas Bel, comm.pers.

<sup>23</sup> Turner, 2009. *Urban Agriculture & Soil Contamination: An Introduction to Urban Gardening*. University of Louisville Center for Environmental Policy and Management. Disponible sur [http://louisville.edu/cepm/publications/practice-guides-1/PG25%20-%20Urban%20Agriculture%20-%20Soil%20Contamination.pdf/at\\_download/file](http://louisville.edu/cepm/publications/practice-guides-1/PG25%20-%20Urban%20Agriculture%20-%20Soil%20Contamination.pdf/at_download/file)



## 2. GESTION DES POLLUTIONS EN AGRICULTURE URBAINE

### 2.1. GESTION DES POLLUTIONS

#### 2.1.1. Prévention

Les mesures de prévention proposées ci-dessous sont essentiellement issues de l'excellent papier de Finster et ses collègues<sup>24</sup>, sauf mention contraire. La plupart d'entre elles sont bien connues des agriculteurs urbains, et sont déjà conseillées par Bruxelles Environnement et/ou mises en pratique à Bruxelles.

- Avant l'installation d'un jardin :
  - o Localiser les vergers et potagers loin des bâtiments, en particulier s'il s'agit de sites à risque (industrie, garage, zone d'épandage des boues d'épuration) et si de la peinture écaillée est évidente.
  - o Analyser l'histoire du site afin de déterminer les dangers potentiels du plomb, de l'étendue de la contamination et l'emplacement des zones à haut risque. Les systèmes d'information géographique sont de bons outils pour analyser les risques<sup>25</sup>.
  - o Analyser la concentration de plomb dans des échantillons de sol provenant de zones où des potagers existent ou sont planifiés. Ne pas faire pousser des cultures vivrières dans un sol qui est contaminé à des niveaux supérieurs à 400 ppm.
- Une fois le jardin installé :
  - o S'il n'est pas possible d'utiliser des contenants ou construire des plates-bandes surélevées, se limiter aux légumes-fruits (les légumes-racines, les légumes-feuilles et les herbes aromatiques ne devraient pas être plantées dans des sols contaminés).
  - o Tester la nouvelle terre végétale importée avant de l'utiliser et tester à nouveau chaque année la terre du jardin pour surveiller une recontamination éventuelle (sources possibles : air, eau, compost).
  - o Ne pas utiliser de plantes ou déchets de plantes cultivées dans des sols contaminés pour fabriquer du compost.
  - o Utiliser du paillis ou une bâche contre les mauvaises herbes dans les plates-bandes permet de réduire le risque de dépôt de la poussière du sol

<sup>24</sup> Finster et al., déjà cité

<sup>25</sup> Wong & Thornton, 2004, déjà cité

- aérienne. De même, ajouter du compost et plus généralement des matières organiques au sol minimise l'effet des polluants aériens.
- Des bâtiments ou une haie haute entre les sources de pollution dues au trafic et les jardins réduisent la quantité de métaux lourds présents dans les produits consommés.<sup>26</sup> Même effet protecteur de la hauteur (plus de 10m) pour les cultures sur toits<sup>27</sup>. De façon générale, la présence de végétation spontanée (surtout arbres et buissons) permet de limiter la présence d'ETM dans les particules de l'air<sup>28</sup>
  - Après la récolte :
    - Laver les légumes-feuilles permet d'éliminer jusqu'à 80 pour cent de la contamination par le plomb, ainsi que les autres contaminants de surface. L'ajout de vinaigre à 1% de concentration est conseillé par certains<sup>29</sup>.
    - De même, une grande partie du plomb et des HAPs peut être retirée des légumes-racines tels que les carottes et les pommes de terre en les pelant<sup>30</sup>.

### 2.1.2. Traitement des pollutions

- Traitements physiques : avec recours à des technologies plus ou moins lourdes et coûteuses.<sup>31</sup>
  - Excavation (pratique et rapide). Elle est alors suivie d'un apport de sol nouveau, généralement isolé du sous-sol.
  - Recouvrement du sol en place par un géotextile, ou membrane (imperméable aux polluants), avant là aussi d'apporter un sol propre en plates-bandes surélevées. Il est aussi possible d'utiliser des bacs ou autres contenants. C'est d'ailleurs la solution couramment retenue pour pallier rapidement à une contamination.
  - Lavage du sol : le sol est enlevé, traité en dehors du site et remis en place. C'est un procédé coûteux, exigeant aussi de pouvoir stocker ou recycler les polluants extraits.
  - Extraction du sol à la vapeur : implique l'installation de tuyaux dans le sol. C'est la technique la plus coûteuse des 4, mais elle est d'une grande efficacité.

<sup>26</sup> Säumel et al., 2012. How healthy is urban horticulture in high traffic areas? Déjà cité.

<sup>27</sup> Säumel et al., 2012. How healthy is urban horticulture in high traffic areas? Déjà cité.

<sup>28</sup> Wong & Thornton, 2004. Déjà cite.

<sup>29</sup> Turner, 2009. Urban Agriculture & Soil Contamination: An Introduction to Urban Gardening. Déjà cité.

<sup>30</sup> Samsøe-Petersen et al., 2002. Uptake of trace elements and PAHs by fruit and vegetables from contaminated soils. Environ Sci Technol, 36, 3057-3063.

<sup>31</sup> Turner, 2009. Urban Agriculture & Soil Contamination: An Introduction to Urban Gardening. Déjà cité.

- Traitements biologiques : ces techniques sont souvent moins chères, généralement plus lentes, et encore en bonne partie expérimentales. On peut notamment citer :
  - o L'ajout de compost : technique bon marché et rapide ; cependant, ce n'est pas une vraie technique d'assainissement vrai, puisqu'elle ne fait que diluer les polluants ; l'ajout de compost peut cependant être utilisée pour créer un lit surélevé, dans lequel les racines des plantes ne peuvent pas atteindre le sol contaminé.
  - o La remédiation microbienne : les microbes dégradent les polluants organiques en des composants assimilables par les plantes (concerne essentiellement les hydrocarbures, les HAP, les PCB et les pesticides) ; le coût est faible et le délai d'action rapide ; par contre il y a possibilité d'augmenter la toxicité de certains métaux via leur interaction avec les microbes.
  - o La remédiation fongique : également fort efficace contre les polluants organiques, mais la technique n'est pas encore commercialisée
  
- La phytoremédiation<sup>32</sup> :
  - o Puisque basée sur l'utilisation des plantes, c'est aussi un traitement biologique. Elle mérite un développement un peu plus approfondi.
  - o Dans le cas où la concentration en ETM permet la croissance des plantes accumulatrices, la phytoremédiation est un outil efficace et de 200 à 1000 fois plus économique que le remplacement de la terre.<sup>33</sup>

## **2.2. GESTION DES POLLUTIONS DANS D'AUTRES VILLES**

- Aux USA<sup>34</sup> :
  - o Les législations fédérale et des Etats concernent uniquement les habitations, il n'y a pas de législation spécifique aux jardins. En général, les pouvoirs publics partent du principe que tous les sols urbains sont pollués (4% des jardins sains<sup>35</sup>). Même ligne de raisonnement à New York<sup>36</sup>
  - o Par exemple à Chicago, la majorité des jardins sont contaminés au-delà des normes autorisées pour le plomb<sup>37</sup>

---

<sup>32</sup> Pour Bruxelles, consulter [www.solvay.edu/profile/stephankampelmann](http://www.solvay.edu/profile/stephankampelmann) et [www.phytoremediation.be/](http://www.phytoremediation.be/)

<sup>33</sup> Wong & Thornton, 2004. Déjà cite.

<sup>34</sup> Interview de Marie Dehaene, assistante de Fabienne Giboudeaux à la Ville de Paris, par Nicolas Bel, sauf mention contraire

<sup>35</sup> Cheng et al., 2010. Urban soil contamination: an obstacle to successful urban agriculture. Disponible sur [https://gsa.confex.com/gsa/2010NE/finalprogram/abstract\\_169603.htm](https://gsa.confex.com/gsa/2010NE/finalprogram/abstract_169603.htm)

<sup>36</sup> Earth Institute Columbia, 2012. The Potential for Urban Agriculture in New York City. Déjà cite.

<sup>37</sup> Finster et al., 2004. Déjà cite.

- Les « Community gardens », rassemblant la majorité des potagers urbains, correspond à un mouvement ancien. Les pouvoirs publics n’y interviennent que depuis quelques années. Les études se font essentiellement sur les métaux lourds (surtout plomb, cadmium et arsenic), mais aussi sur les HAP, COV, pesticides et dioxines. Le test plomb y est systématique. Les autres polluants sont testés si une activité industrielle préalable (garages compris) a existé.
  - A New York, une petite partie de la remédiation des « brownfields » (zone jugée polluée à cause de ses activités commerciales ou industrielles antérieures) donnera lieu à la création de nouveaux espaces verts y compris des jardins collectifs<sup>38</sup>. L’association Green Thumb<sup>39</sup> ainsi que le NY Restoration Project<sup>40</sup> travailleront ainsi ensemble pour piloter un jardin communautaire sur un site de « brownfield » en reconversion et la Ville participera à l’élaboration de mesures de protection qui seront utilisées pour revendiquer plus de brownfields en tant que jardins communautaires<sup>41</sup>. Une des approches utilisées sera la phytoremédiation, en collaboration avec l’agence d’urbanisme « youarethecity », à la ferme communautaire « La Finca del Sur »<sup>42</sup>
- A Montréal, au Canada<sup>43</sup> :
- La prise en compte de la pollution en AU a démarré au début des années 2000, lorsque la Direction de la Santé Publique a fait fermer (voire raser) plusieurs jardins sur la base d’analyses de sol qui montraient des taux élevés de polluants métalliques.
  - Depuis, les associations se sont battues pour garder leurs jardins, et tous les jardins ont été "dépollués" : en fait de la nouvelle terre a été apportée et isolée du sol d’origine.
  - La situation est considérée comme réglée, d’autant plus que la DSP est revenue sur son verdict initial, disant que les bienfaits santé qui se dégagent d’un jardin (nutrition, activité physique, etc) sont à mettre aussi dans la balance pour évaluer les risques pour la santé humaine.

---

<sup>38</sup> Cfr la mesure 11 de la section Brownfields dans PlaNYC, 2011. A greener, greater New York. Disponible à [http://nytelecom.vo.llnwd.net/o15/agencies/planyc2030/pdf/planyc\\_2011\\_planyc\\_full\\_report.pdf](http://nytelecom.vo.llnwd.net/o15/agencies/planyc2030/pdf/planyc_2011_planyc_full_report.pdf). Ce plan lancé en 2007 vise en particulier 10 thématiques : logement et quartiers, parcs et espaces publics, brownfields, cours d’eau, alimentation en eau, transport, énergie, qualité de l’air, déchets et changement climatique.

<sup>39</sup> <http://www.greenthumbnyc.org/>

<sup>40</sup> <http://www.nyrp.org/>

<sup>41</sup> EPA, 2011. Brownfields and urban agriculture: Interim Guidelines for Safe Gardening Practices.

<sup>42</sup> <http://www.youarethecity.com/?p=750>

<sup>43</sup> Interview de Jeanne Pourias, par Nicolas Bel

- Par ailleurs des recherches ont montré que la fraction absorbée par les plantes peut être minimale si on contrôle le pH du sol en l'empêchant de s'acidifier (concerne en particulier le plomb).
  - Du coup, ces allers retours de la part des organismes de contrôle sanitaire (DSP) ont contribué à "atténuer" les peurs en ce qui concerne la pollution de l'air.
- A Paris, en France<sup>44</sup> :
- Quand il y a une demande de quartier pour un nouveau jardin partagé, le protocole classique est le suivant :
    - Etude historique de l'affectation de la parcelle, car de nombreuses implantations anciennes d'industries ont laissé des traces.
    - Si il y a présomption de pollution, la ville installe des bacs ou de la terre rapportée sur membranes imperméables.
  - Jusqu'à présent la terre rapportée fait partie du même marché que celle fournie aux espaces verts (pas testée, mais avec un cahier des charges). Comme cette terre s'avère difficile à cultiver pour les potagers, nécessitant 3 ans de travail et d'amendement pour devenir pleinement productive, la ville envisage de créer un marché spécifique aux potagers.
  - La Ville a lancé une étude sur l'impact de la pollution aérienne sur différents points types de Paris (confiée à un bureau d'études indépendant), sur 2 ans. Résultats l'an prochain.

### **2.3. SEUILS DE REFERENCE EUROPEENS**

- Dans les légumes et fruits : Au niveau réglementaire, seuls le plomb et le cadmium sont réglementés au niveau européen, par le règlement (CE) n°1881/2006<sup>45</sup>.
- Par ailleurs la directive n° 86-278 du 12/06/86 fixe des seuils limites d'ETM pour l'utilisation des boues d'épuration en agriculture en épandage sur les sols<sup>46</sup>

### **2.4. COUTS DE DETECTION & MESURES**

- Les coûts d'analyse de sols, de composts ou de légumes sont similaires. Pour chaque échantillon analysé<sup>47</sup> :
  - 15€ (HTVA) pour la minéralisation globale
  - 20€ (HTVA) par métal testé

---

<sup>44</sup> Interview de Fabienne Giboudeaux

<sup>45</sup> Voir en Annexe 4

<sup>46</sup> Voir en Annexe 5

<sup>47</sup> Prix fournis par Ivan Suys de Brulabo

- Pour les sols ou les composts, il est également possible d'analyser les ETM dans le compost ou la terre avec un appareil portatif de type Niton. L'investissement est d'environ 30 000 euros mais le nombre de mesure illimité.<sup>48</sup>
- Les coûts d'analyse des contaminants dans l'eau (à titre indicatif)<sup>49</sup> :
  - o Pour les 8 ETM, 185€ HTVA
  - o Pour les 16 HAPs, 155€ HTVA
  - o Pour les COVs, 150€ HTVA
- Les coûts d'analyse de l'air sont nettement plus élevés, et a priori moins utiles pour les agriculteurs urbains (étant donné le peu d'impacts directs). Nous fournissons à toute fin utile (notamment pour la recherche) l'estimation suivante d'une série de mesures effectuée pour un site donné<sup>50</sup> :
  - o 4900€ HTVA pour une campagne de 4 semaines de dosage des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et des métaux lourds (ETM) dans l'air ambiant
  - o Le matériel utilisé est de la marque Leckel (modèle monovoie LVS3 pour les HAP et modèle séquentiel SEQ47/50 pour les ETM)
- A Bruxelles-Environnement, le moniteur utilisé qui peut mesurer Cr, Cd, Cu, Zn, Ni et Pb est le ThermoScientific Partisol dont le coût à l'achat avoisine les 12.500 € HTVA<sup>51</sup>. Les échantillons collectés par cet appareil sont ensuite analysés en laboratoire par X-Ray Fluorescence. A Bruxelles, ces analyses sont sous-traitées à l'ISSEP (Institut Scientifique de Service Public, rue du Chéra 200, 4000 Liège).
- La liste des laboratoires agréés en Région de Bruxelles-Capitale se trouve sur [http://app.bruxellesenvironnement.be/listes/?nr\\_list=0000002](http://app.bruxellesenvironnement.be/listes/?nr_list=0000002)

---

<sup>48</sup> Nicolas Bel, comm. pers. Voir <http://www.niton.com/en/niton-analyzers-products/xltpi/xlt>

<sup>49</sup> Prix fournis par Rose Detaille de l'ISSEP

<sup>50</sup> Prix fourni par Guy Gérard de l'ISSEP

<sup>51</sup> Information fournie par Olivier Brasseur

### 3. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

L'objectif de ce dernier chapitre est de présenter les conclusions et recommandations (ces dernières précédées d'une flèche →) sous une forme directe et concise. Pour retourner aux détails éventuels, il est possible pour le lecteur de se référer aux chapitres précédents ou aux annexes.

#### **3.1. CONCLUSIONS GLOBALES**

- La pollution urbaine a bien des conséquences sur la qualité des légumes et fruits qui y sont cultivés, et donc sur la santé en l'absence de précautions.
- De l'avis des experts consultés, cette pollution est toutefois *maitrisable* et à *relativiser*.

##### **Maitrisable :**

- Le polluant principal pour l'AU est le plomb. Son apport par l'air est en baisse drastique dans les pays occidentaux depuis l'interdiction de son utilisation comme additif dans les carburants. Celui qui est présent dans les sols peut être détecté, neutralisé ou nettoyé, tout comme les autres ETM (voir point 3.2), dont le cadmium, lui aussi réglementé au niveau européen.
- Les autres polluants sont généralement organiques (HAPs, COV, BTX, pesticides). Une bonne partie se décompose par exposition à l'oxygène, aux UV ou sous l'action microbienne des sols. Ceux qui s'accumulent dans les sols peuvent être détectés et nettoyés dans les sols ; la plupart sont interdits ou en voie de l'être. Ceux qui se déposent peuvent être éliminés par un simple lavage des aliments.

##### **A relativiser :**

Plusieurs constats liés sont soulignés par de nombreux experts et publications :

- La contamination au quotidien des citadins, et donc *le plus grand risque* est majoritairement due à *l'inhalation de polluants et de poussières*<sup>52</sup>, ainsi qu'à *l'ingestion accidentelle de sol*<sup>53</sup>, plutôt qu'à celle des fruits et légumes.
- *Vu la faible proportion de légumes de l'AU mangés par la plupart des consommateurs, les teneurs du sang en polluants n'ont jamais été constatées comme plus élevées que les moyennes nationales. C'est par exemple le cas du plomb dans une étude menée au*

<sup>52</sup> Wong & Thornton, 2004. Urban environmental geochemistry of trace metals: a review. Déjà cité.

<sup>53</sup> Poggio & Vrscaj, 2009. A GIS-based human health risk assessment for urban green space planning – An example from Grugliasco (Italy). Sci Total Environ. 2009 Nov 15;407(23), 5961-70

Royaume-Uni<sup>54</sup>. A noter que les trop rares études sur ce sujet précis ne concernaient pas des jardins où les précautions décrites ci-dessous avaient été prises<sup>55</sup>.

#### **A relativiser, mais :**

- Si les études actuelles sont assez complètes en ce qui concerne le plomb, le cadmium, le cuivre et le zinc, d'autres recherches restent à mener sur :
  - o *Le mercure, le manganèse, le platine* et les terres rares (certains de plus en plus utilisés en motorisation ou en catalyseurs)<sup>56</sup>.
  - o *Les résidus d'antibiotiques* et d'autres médicaments présents dans l'eau (un problème qui n'est toutefois pas spécifique au milieu urbain)
- Attention aux *contaminants qu'on ne cherche pas* (soit qu'on se limite aux classiques pour diminuer les coûts d'analyse, soit parce qu'on les ignore.
- Attention aux *synergies entre contaminants*, encore mal connues (encore une fois non spécifique à l'AU)
- Il existe encore un manque de connaissances sur les taux de transfert des contaminants du sol à la plante. Actuellement, Bruxelles-Environnement se réfère toujours au modèle Vlier-Humaan (modélisation de ces transferts), en attendant le nouveau modèle S-Risk développé en Flandre par le VITO<sup>57</sup>.

### **3.2. CONCLUSIONS & RECOMMANDATIONS POUR LA POLLUTION DES SOLS**

#### **Maitrisable :**

- Comme montré au chapitre 2, les procédures de la gestion des polluants dans les sols sont bien connues et structurées, entre prévention, détection et traitements  
→ Intérêt de professionnaliser et vulgariser cette gestion
- Recommandations de prévention :
  - Sur un nouveau sol à cultiver, toujours tester les 7 ETM & les HAPs, même dans les jardins privés<sup>58</sup>
  - Toujours tester les substrats importés (terres de remblais, terres végétales & composts) et les eaux de forage ou de surfaces utilisées pour l'arrosage (attention aux recontaminations !)
  - Eviter de cultiver à proximité des bâtiments et installations polluées

<sup>54</sup> Prasad & Nazareth, 2000. Contamination of allotment soil with lead: managing potential risks to health. Déjà cite.

<sup>55</sup> Des études sur le niveau de contamination des légumes dans les jardins où les précautions décrites au point 2.1. ont été prises restent encore à faire.

<sup>56</sup> Wong & Thornton, 2004. Urban environmental geochemistry of trace metals: a review. Déjà cité.

<sup>57</sup> L'étude de ces taux de transferts fait partie des priorités du programme français JASSUR sur l'AU financé par l'ANR et rassemblant 7 grandes villes.

<sup>58</sup> Finster et al., 2004. Lead levels of edibles grown in contaminated residential soils: a field survey. Déjà cité



- En cas de doutes, s'isoler des sols en place en cultivant en bacs, ou en plates-bandes sur membranes imperméables. Protéger aussi les sentiers, pour éviter les contaminations par inhalation ou contact
- Si le sol est faiblement contaminé, il est possible de se limiter aux légumes-fruits en attendant qu'il soit possible de décontaminer le sol.
- En sol faiblement contaminé, lavage et épluchage éliminent la majorité des polluants de contact (essentiellement les HAPs, par opposition aux métaux lourds qui se bio-concentrent).<sup>59</sup>

#### **A relativiser**

- Le plomb est très peu bio-disponible si le pH n'est pas acide. Hors un potager bien suivi et fertilisé régulièrement présente en général un pH neutre.
  - Le maintien d'un pH neutre est une première protection fort efficace
- Le cuivre et le zinc sont des oligo-éléments indispensables à notre santé en petite quantité. Par ailleurs, à concentration élevée, le cuivre tue les plantes avant de pouvoir intoxiquer le jardinier.

#### **A relativiser, mais :**

- Les sols urbains se caractérisent par une histoire potentiellement complexe, présentant de nombreux remaniements générant souvent une hétérogénéité importante en matière de pollution.
- Attention aux possibilités de sources de contaminations illicites (le plus souvent sous forme de dépôt sauvages plus ou moins anciens)
- Les sols sont encore trop souvent considérés comme un support, sans tenir compte de sa « mémoire » et de ses futures utilisations possibles en AU.
  - Efforts de sensibilisation large encore nécessaires dans ce domaine

### **3.3. CONCLUSIONS & RECOMMANDATIONS POUR LA POLLUTION DE L'AIR**

#### **Maitrisable :**

- Le réseau de stations de mesure et suivi des contaminants de l'air est déjà bien en place à Bruxelles.
- Une expérience est en cours actuellement sur les dépôts de « black carbon », piège idéal pour notamment les HAPs. Les premiers résultats semblent indiquer la différence importante entre les fronts de rue et les intérieurs d'îlot
  - La culture de plantes alimentaires sur balcon est donc à conseiller surtout en intérieur d'îlot.

---

<sup>59</sup> Samsoe-Petersen et al., 2002. Uptake of trace elements and PAHs by fruit and vegetables from contaminated soils. Déjà cité.

- Elle est envisageable dans la plupart des cas (sauf dans les rues très ventées où il y a resuspension) à partir de 10m de hauteur<sup>60</sup>
- La présence d'arbres dans les environs est favorable pour réduire les contaminations<sup>61</sup>, même si il faut une grosse densité pour que l'effet soit important (une étude anglaise stipule par exemple qu'il faut une couverture d'arbre de 20% pour réduire les PM10 de 7%<sup>62</sup>). L'effet canyon observé dans les rues arborées est surtout important pour le « black C », pour lequel on constate jusqu'à 60% de réduction<sup>63</sup>.
  - Encourager la plantation d'arbres en ville, afin de profiter de l'« effet canyon »
- Résumé des mesures de prévention :
  - Si possible cultiver ses légumes à l'abri des bâtiments, palissades, haies et/ou arbres par rapport à la circulation.
  - En l'absence d'obstacles, cultiver au moins à 500m des grosses avenues, ou à 100m des rues passantes.
  - En front de rue, la hauteur protège (de 2 à 5m suffiraient<sup>64</sup> pour certains auteurs, 10m pour d'autres<sup>65</sup>, mais les études quantitatives publiées sont encore peu nombreuses)
  - Le lavage (et éventuellement l'épluchage), à l'eau claire ou éventuellement avec 1% de vinaigre blanc, est conseillé par de nombreux auteurs<sup>66</sup> pour éliminer la majorité des contaminants de surface (80% dans le cas du plomb<sup>67</sup>, pas de quantification pour les autres substances).

#### A relativiser :

- La publication allemande de Säumel et ses collègues, publiée au cours de l'été 2012, est à l'origine de cette étude. Comme l'a pointé un expert que nous avons interrogé<sup>68</sup>, cette étude présente quelques imperfections méthodologiques qui la rendent peu conclusive. En effet, bien que les chercheurs visaient à mettre en valeur la contamination aérienne, ils ont curieusement négligé de mesurer la

<sup>60</sup> Säumel et al., 2012. How healthy is urban horticulture in high traffic areas? Déjà cité.

<sup>61</sup> Litschke & Kuttler, 2008. On the reduction of urban particle concentration by vegetation – a review. Meteorologische Zeitschrift, 17 (3), 229-240 ; Urban air quality report, 2012. Woodland trust. Disponible sur [www.woodlandtrust.org.uk/en/campaigning/our-campaigns/Documents/urbanairqualityreport.pdf](http://www.woodlandtrust.org.uk/en/campaigning/our-campaigns/Documents/urbanairqualityreport.pdf)

<sup>62</sup> McDonald et al., 2007. Quantifying the effect of urban tree planting on concentrations and depositions of PM10 in two UK conurbations. Atmospheric Environment, 41 (38), 8455-8467

<sup>63</sup> Pugh et al., 2012. Effectiveness of Green Infrastructure for Improvement of Air Quality in Urban Street Canyons. Environ. Sci. Technol., 46 (14), 7692-7699.

<sup>64</sup> Nicolas Bel, comm.pers., études en cours demandant des confirmations quantitatives

<sup>65</sup> Säumel et al., 2012. How healthy is urban horticulture in high traffic areas? Déjà cité.

<sup>66</sup> Dont Philippe Cambier de l'INRA; voir aussi Turner, 2009. Urban Agriculture & Soil Contamination: An Introduction to Urban Gardening. Déjà cité.

<sup>67</sup> Turner, 2009. Urban Agriculture & Soil Contamination: An Introduction to Urban Gardening. Déjà cité

<sup>68</sup> Philippe Cambier de l'INRA

- contamination initiale des sols, rendant ainsi impossible de bien distinguer la pollution des sols et la pollution aérienne.
- Une étude similaire (mais moins exhaustive) vient d'être lancée en France, sur les toits d'AgroParisTech<sup>69</sup>, soit en situation urbaine typique. Deux légumes sont testés : les tomates et les laitues, ces dernières choisies pour leur capacité à concentrer les contaminants en tant que légumes-feuilles. Les plantes ont été cultivées dans une terre végétale. Seuls le plomb et le cadmium ont été testés, et les résultats sont rassurants : les plus hautes valeurs de contamination mesurées n'atteignent respectivement que 30% (Pb) et 5% (Cd) de la norme européenne. Par ailleurs, la comparaison entre les légumes lavés ou non montre que la contamination vient en fait des composts, et pas de l'air. A noter que les HAPs ont été jugés non prioritaires dans cette étude, à la fois parce qu'ils ne s'accumulent pas, et parce qu'ils sont essentiellement contenus dans le « black carbon », et restent donc en surface.

### **3.4. RECOMMANDATIONS POUR LES POUVOIRS PUBLICS**

Les recommandations qui suivent complètent celles déjà listées auparavant.

- En termes de prévention, détection & traitements des contaminations :
  - Les soutenir activement (prévention, détection & traitements) : Le processus est déjà bien engagé à Bruxelles dans le cadre de l'Ordonnance Sols<sup>70</sup>. Voir l'expérience de New York en matière de dépollution des « Brown Fields » pour compléter le processus. Des précisions et ajustements peuvent sans doute encore être apportés pour le cas particulier de l'AU. Par définition, cette ordonnance ne reprend pas (encore) les sols qui seraient constitués sur les toits.
  - Importance des registres des sols contaminés : déjà en cours à Bruxelles dans le cadre de l'Ordonnance Sols (« Inventaire de l'état du sol »<sup>71</sup>). D'autres villes-pilotes de l'AU l'ont aussi institutionnalisé, comme Montréal<sup>72</sup> ou New York<sup>73</sup>.
- En termes de normes de polluants dans les sols :
  - A durcir pour les lieux fréquentés par les enfants<sup>74</sup> : et notamment les potagers collectifs, où la contamination se fait surtout par inhalation et contact. Il ne suffit donc pas de décontaminer et/ou isoler les surfaces cultivées<sup>75</sup>

---

<sup>69</sup> Etude menée par l'association Potager sur les toits en partenariat avec l'Institut National de Recherche Agronomique

<sup>70</sup> [www.bruxellesenvironnement.be/Templates/Professionnels/Informer.aspx?id=32685](http://www.bruxellesenvironnement.be/Templates/Professionnels/Informer.aspx?id=32685)

<sup>71</sup> [www.bruxellesenvironnement.be/Templates/Professionnels/niveau2.aspx?maintaxid=11680&taxid=12025&langtype=2060](http://www.bruxellesenvironnement.be/Templates/Professionnels/niveau2.aspx?maintaxid=11680&taxid=12025&langtype=2060)

<sup>72</sup> Interview d'Eric Duchemin, de l'UQAM

<sup>73</sup> Interview de Marie Dehaene, assistante de Fabienne Giboudeaux à la Ville de Paris, par Nicolas Bel

<sup>74</sup> Alloway, 2004. Contamination of soils in domestic gardens and allotments: a brief overview. Land Contamination & Reclamation, 12 (3), 179-187.

- A mettre en place pour les exploitations commerciales : Cette avancée paraît nécessaire pour le développement d'exploitations agricoles urbaines, en pleine terre et/ou plein air, en vue de protéger tant les consommateurs que les producteurs. Un contrôle annuel des substrats et/ou des légumes produits est recommandé<sup>76</sup>.
- En termes d'importation & déplacements de terre :
    - Améliorer la réglementation assurant la traçabilité des terres déplacées. En cours dans le cadre de l'Ordonnance Sols, en se calquant sur l'approche de la Région Flamande, plus avancée.
    - Développement d'une norme spécifique à l'AU (donc encore plus stricte que celles existantes<sup>77</sup>) de qualité des sols déplacés, que ce soit en matière de contaminants ou de qualité agronomique (granulométrie, matière organique). Déjà en cours à Paris.
  - Composts & « terres végétales » :
 

Les contaminations accidentelles sont toujours possibles dans les composts (constatées par exemple à Montréal)<sup>78</sup>. En France, la norme NF U 44-051, en vigueur depuis mars 2009, n'offre pas de garanties suffisantes d'innocuité et ne protège pas assez les sols et l'environnement, car trop laxiste et en raison de l'absence de tri des biodéchets à la source. Les déchets peuvent contenir des métaux, des médicaments, des résidus de pesticides, des cendres riches en métaux lourds, des PCB, dioxines, etc.<sup>79</sup>

    - Mise en place d'une réglementation pour garantir la qualité des composts commercialisés, afin de minimiser les contaminations accidentelles.
  - En termes de recherche :
    - Tests pour l'utilisation possible des déchets verts en AU : Besoin d'expérimentation sur la présence ou non de contaminants dans les coupes de haie, de feuilles mortes et autres déchets végétaux d'origine urbaine. Possibilité de développement d'une filière certifiée pour l'agriculture urbaine (mulch, compost, bois raméal fragmenté)
    - Soutenir les expériences en traitements biologiques des sols, reconnus comme étant moins chers que les traitements physiques (quoique généralement plus

---

<sup>75</sup> Shayler et al., 2009. Sources and Impacts of Contaminants in Soils. Déjà cité; EPA, 2011. Brownfields and urban agriculture: Interim Guidelines for Safe Gardening Practices.; Cheng et al., 2010. Urban soil contamination: an obstacle to successful urban agriculture. Déjà cite.

<sup>76</sup> Notamment par Fabienne Giboudeaux, responsable alimentation durable à la Ville de Paris

<sup>77</sup> Voir Annexe 6

<sup>78</sup> Interview Eric Duchemin

<sup>79</sup> Voir Annexe 7 et [www.actu-environnement.com/ae/news/norme-dechets-francais-retard-biodechets\\_10084.php4](http://www.actu-environnement.com/ae/news/norme-dechets-francais-retard-biodechets_10084.php4)

- lents). Déjà en cours pour la phyto-remédiation (avec l'ULB/UEC), avec une expérience lancée sur l'extraction du cadmium par le tabouret bleu (*Thlaspi caerulescens*)<sup>80</sup>
- Soutien aux potagers dans les écoles :
    - Recommander l'analyse systématique de la qualité des sols et de l'eau présente ou utilisée pour l'arrosage (nappes phréatiques, eaux de surface). En fonction de ce qui est détecté, suivre les autres recommandations (de 3.1 à 3.3), sans oublier que les enfants sont plus sensibles aux contaminants.<sup>81</sup>
  - En termes de l'utilisation des pesticides (effets sur compost, eau, air) :
    - Travailler à l'interdiction totale en ville : déjà bien amorcé avec l'Ordonnance Pesticides. Montréal et le Québec sont intéressants à suivre (et suivis d'ailleurs) mais présentent l'avantage d'avoir pris sur la vente, et pas seulement sur l'utilisation comme en RBC.
  - Communication & pédagogie :
 

La pollution urbaine, ou plus précisément la perception qu'en ont une bonne partie des citoyens, représente un frein important au développement de l'AU au-delà du cercle des convaincus. Il reste donc un important travail de communication et pédagogie à effectuer auprès des différents publics.

    - Préciser que la pollution la plus médiatisée, et donc la plus crainte par les citoyens (ozone et particules fines) ne sont pas (ozone) ou peu (particules fines, qui peuvent être lavées) causes de contamination des légumes.
    - Relativiser les contaminations possibles par l'alimentation, comparé à l'inhalation/contact, mais aussi comparé aux produits cultivés hors de la ville, pas nécessairement exempts de contaminants.
    - Ne pas vouloir trop simplifier la question, ni prétendre arriver au risque 0<sup>82</sup>.
      - Les contaminations de sol sont possibles pratiquement n'importe où en ville
      - Les différents légumes ne réagissent pas de la même façon, ne concentrent pas de la même façon.
      - Les interactions potentielles entre sol et plantes et polluants, ou entre polluants sont innombrables et souvent difficiles à prévoir.
    - Prévoir un budget de communication à la hauteur !

<sup>80</sup> Cfr [http://fr.wikipedia.org/wiki/Thlaspi\\_caerulescens](http://fr.wikipedia.org/wiki/Thlaspi_caerulescens)  
et [www.sciencedaily.com/releases/2005/06/050619192657.htm](http://www.sciencedaily.com/releases/2005/06/050619192657.htm)

<sup>81</sup> Hough et al., 2004. Assessing potential risk of heavy metal exposure from consumption of home-produced vegetables by urban populations. *Environ Health Perspect* 112, 215-221.

<sup>82</sup> A Paris, la ville applique un principe de précaution : officiellement ils déconseillent la consommation de légumes... mais ne l'interdisent pas ! (Interview de Fabienne Giboudeaux) On peut faire plus rassurant...

## Bibliographie

Alloway, 2004. Contamination of soils in domestic gardens and allotments: a brief overview. *Land Contamination & Reclamation*, 12 (3), 179-187.

Angima & Sullivan, 2008. Evaluating and reducing lead hazard in gardens and landscapes. EC 1616-E, Oregon State University.

Cheng et al., 2010. Urban soil contamination: an obstacle to successful urban agriculture. [https://gsa.confex.com/gsa/2010NE/finalprogram/abstract\\_169603.htm](https://gsa.confex.com/gsa/2010NE/finalprogram/abstract_169603.htm)

Earth Institute Columbia, 2012. The Potential for Urban Agriculture in New York City. [www.urbandesignlab.columbia.edu/sitefiles/file/urban\\_agriculture\\_nyc.pdf](http://www.urbandesignlab.columbia.edu/sitefiles/file/urban_agriculture_nyc.pdf)

EPA, 2011. Brownfields and urban agriculture: Interim Guidelines for Safe Gardening Practices.

Finster et al., 2004. Lead levels of edibles grown in contaminated residential soils: a field survey. *Sci Total Environ*. 320(2-3), 245-57.

Fogarty & Tuovinen, 1991. Microbiological Degradation of Pesticides in Yard Waste Composting. *Microbiol Rev*. 55(2), 225-233.

Hodel & Chang, 2009. Trace elements and urban gardens. University of California Cooperative Extension, Los Angeles County Division of Agriculture and Natural Resources.

Hough et al., 2004. Assessing potential risk of heavy metal exposure from consumption of home-produced vegetables by urban populations. *Environ Health Perspect* 112, 215-221.

Litschke & Kuttler, 2008. On the reduction of urban particle concentration by vegetation – a review. *Meteorologische Zeitschrift*, 17 (3), 229-240.

McDonald et al., 2007. Quantifying the effect of urban tree planting on concentrations and depositions of PM10 in two UK conurbations. *Atmospheric Environment*, 41 (38), 8455-8467

Planyc, 2011. A greener, greater New York. [http://nytelecom.vo.llnwd.net/o15/agencies/planyc2030/pdf/planyc\\_2011\\_planyc\\_full\\_report.pdf](http://nytelecom.vo.llnwd.net/o15/agencies/planyc2030/pdf/planyc_2011_planyc_full_report.pdf)

Poggio & Vrscaj, 2009. A GIS-based human health risk assessment for urban green space planning – An example from Grugliasco (Italy). *Sci Total Environ*. 2009 Nov 15;407(23), 5961-70

Prasad & Nazareth, 2000. Contamination of allotment soil with lead: managing potential risks to health. *J Public Health Med.* 22(4), 525-30.

Pugh et al., 2012. Effectiveness of Green Infrastructure for Improvement of Air Quality in Urban Street Canyons. *Environ. Sci. Technol.*, 46 (14), 7692-7699.

Samsøe-Petersen et al., 2002. Uptake of trace elements and PAHs by fruit and vegetables from contaminated soils. *Environ Sci Technol*, 36, 3057-3063.

Säumel et al., 2012. How healthy is urban horticulture in high traffic areas? Trace metal concentrations in vegetable crops from plantings within inner city neighbourhoods in Berlin, Germany *Environmental Pollution* 165, 124-132

Shayler et al., 2009. Sources and Impacts of Contaminants in Soils. Ithaca, NY: Cornell University Department of Crop and Soil Sciences, Waste Management Institute.

Turner, 2009. Urban Agriculture & Soil Contamination: An Introduction to Urban Gardening. University of Louisville Center for Environmental Policy and Management.

Urban air quality report, 2012. Woodland trust.  
[www.woodlandtrust.org.uk/en/campaigning/our-campaigns/Documents/urbanairqualityreport.pdf](http://www.woodlandtrust.org.uk/en/campaigning/our-campaigns/Documents/urbanairqualityreport.pdf)

Vergé-Leviel., 2001. Organic micropollutants in urban composts : study of their behaviour during the process of composting and residues biodisponibility after spreading on soil. *Travaux Universitaires - Thèse nouveau doctorat 2001 (bibl.: 107 ref.) (No : 01 INAP 0001);*

Vick, J. W., & Poe, J. (2011). Safe Container Gardening Practice Guide# 28. University of Louisville.

Wong & Thornton, 2004. Urban environmental geochemistry of trace metals: a review. *Environ Pollut.* 142(1), 1-16.

## Annexe 1

Liste des personnes interviewées ainsi que leurs coordonnées

Christine Aubry  
Tel : +33 6 09 63 47 03  
Email : christine.aubry@agroparistech.fr

Nicolas Bel  
Tel : +33 6 67 83 34 27  
Email : nicobel@hotmail.com

Philippe Cambier  
Tel: +33 1 30 81 54 06  
Email : Philippe.Cambier@grignon.inra.fr

Marie Dehaene

Rose Detaille  
Tel : 04 229 82 40  
Email : R.Detaille@issep.be

Eric Duchemin  
Tel : +1 514-937-5619  
Email : drexenv@sympatico.ca

Fabienne Giboudeaux  
Tel : + 33 1 42 76 57 58 (cabinet)  
Email : fabienne.giboudeaux@paris.fr

Stephan Kampelmann  
Tel : 02 650 41 22  
Email : stephan.kampelmann@ulb.ac.be

Jeanne Pourias  
Email : jeanne.pourias@agroparistech.fr

Christophe Schwartz  
Tel: +33 3 83 59 58 54  
Email : Christophe.Schwartz@ensaia.inpl-nancy.fr



## Annexe 2

Source des différents contaminants dans les sols

Référence : EPA, 2011. Brownfields and urban agriculture: Interim Guidelines for Safe Gardening Practices. Page 8.

Land Use	Common Contaminants
Agriculture, green space	Nitrate, pesticides/herbicides
Car wash, parking lots, road and maintenance depot, vehicle services	Metals, PAHs, petroleum products, sodium, solvents, surfactants
Dry cleaning	Solvents
Existing commercial or industrial building structures	Asbestos, petroleum products, lead paint, PCB caulks, solvents
Junkyards	Metals, petroleum products, solvents, sulfate
Machine shops and metal works	Metals, petroleum products, solvents, surfactants
Residential areas, buildings with lead-based paint, where coal, oil, gas or garbage was burned	Metals, including lead, PAHs, petroleum products, creosote
Stormwater drains and retention basins	Metals, pathogens, pesticides/herbicides, petroleum products, sodium, solvents
Underground and aboveground storage tanks	Pesticides/herbicides, petroleum products, solvents
Wood preserving	Metals, petroleum products, phenols, solvents, sulfate
Chemical manufacture, clandestine dumping, hazardous material storage and transfer, industrial lagoons and pits, railroad tracks and yards, research labs	Fluoride, metals, nitrate, pathogens, petroleum products, phenols, radioactivity, sodium, solvents, sulfate

(Adapted from Boulting and Ginn, 2004)

## Annexe 3

Tableau des concentrations de contaminants dans l'Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale déterminant les normes de pollution du sol et des eaux dont le dépassement justifie la réalisation d'une étude de risque. 2004

Classes de sensibilité	Sol (mg/kg de matière sèche)			Eaux souterraines (g/l)
	Z. particulière	Z. d'habitat	Z. industrielle	toutes zones
Métaux lourds et métalloïdes				
Arsenic	45	110	300	20
Cadmium	2	6	30	5
Chrome	130	300	800	50
Cuivre	200	400	800	100
Mercurure	10	15	30	1
Plomb	200	700	2500	20
Nickel	100	470	700	40
Zinc	600	1000	3000	500

Classes de sensibilité	Sol (mg/kg de matière sèche)			Eaux souterraines (g/l)
	Z. particulière	Z. d'habitat	Z. industrielle	toutes zones
Composés organiques				
Benzène	0,5	0,5	1	10
Toluène	5	15	200	700
Ethylbenzène	1,5	5	70	300
Xylène	3,5	15	190	500
Styrène	0,5	1,5	13	20
Hexane	1	1	10	180
Heptane	25	25	25	3000
Octane	75	90	90	600
Huile minérale	1000	1000	1500	500

Solvants chlorés				
1,2-dichloroéthane	0,035	0,075	4	30
Dichlorométhane	0,13	0,35	3,5	20
Tétrachlorométhane	0,02	0,02	1	2
Tétrachloroéthène	0,7	1,4	35	40
Trichlorométhane	0,02	0,02	0,55	200
Trichloroéthène	0,65	1,4	10	70
Chlorure de vinyle	0,02	0,02	0,35	5
Monochlorobenzène	2,5	8	40	300
1,2-dichlorobenzène	35	110	690	1000
1,3-dichlorobenzène	40	140	1260	1000
1,4-dichlorobenzène	4	15	190	300
Trichlorobenzène	0,5	2	80	20
Tétrachlorobenzène	0,1	0,3	275	9
Pentachlorobenzène	0,5	1,3	385	2,4
Hexachlorobenzène	0,05	0,1	55	1
1,1,1-trichloroéthane	10	13	300	500
1,1,2-trichloroéthane	0,2	0,6	1	12
1,1-dichloroéthane	2	5	95	330
cis+trans-1,2-dichloroéthène	0,4	0,7	33	50

Hydrocarbures aromatiques polycycliques				
Naphtalène	1,5	5	160	60
Benzo(a)pyrène	0,5	1,5	3	0,7
Phénanthrène	60	65	1650	120
Fluoranthène	20	30	270	4
Benzo(a)anthracène	5	10,5	30	7
Chrysène	10	180	320	1,5
Benzo(b)fluoranthène	2	7	30	1,2
Benzo(k)fluoranthène	1	11,5	30	0,76
Benzo(ghi)pérylène	160	3920	4690	0,26
Indéno(1,2,3-cd)pyrène	1	20	30	0,1
Anthracène	3	70	4690	75
Fluorène	45	3950	4690	120
Dibenz(a,h)anthracène	0,5	1,5	3	0,5
Acénaphène	9	14	210	180
Acénaphylène	1	1	40	70
Pyrène	125	395	3150	90

Cyanures				
Cyanure totaux				70
Cyanures libres	5	5	110	
Cyanures non oxydables au chlore	5	12	550	
Pesticides				
Aldrine + Dieldrine				0,03
Chlordane (cis+trans)				0,2
DDT+DDE+DDD				2
Lindane (gamma)				2
Lindane (à-isomère)				0,06
Lindane (â-isomère)				0,2
Endosulfane (â, à et sulfate)				1,8
Méthyle tertiaire butyléther	2	9	140	300
Polychlorobiphényles (PCB)	0,25	0,9	10,4	0,1

**Annexe 4**

Règlement (CE) n°1881/2006

Teneurs maximales en ETM dans les légumes et fruits autorisées pour leur commercialisation

Unité : mg/kg de poids à l'état frais

Plomb :

Légumes, à l'exclusion des brassicacées, des légumes-feuilles, des fines herbes et des champignons. Dans le cas des pommes de terre, la teneur maximale s'applique aux produits pelés.	0,1
Brassicacées, légumes-feuilles et champignons cultivés	0,3
Fruits, à l'exclusion des baies et des petits fruits	0,1
Baies et petits fruits	0,2

Cadmium :

Légumes et fruits, à l'exclusion des légumes-feuilles, des fines herbes, des champignons, des légumes-tiges, des pignons de pin, des légumes-racines et des pommes de terre	0,05
Légumes-feuilles, fines herbes, champignons cultivés et céleri-rave	0,2
Légumes-tiges, légumes-racines et pommes de terre, à l'exclusion du céleri-rave. Dans le cas des pommes de terre, la teneur maximale s'applique aux produits pelés.	0,1
Baies et petits fruits	0,2

**Annexe 5**

Directive n° 86-278 du 12/06/86 relative à la protection de l'environnement et notamment des sols, lors de l'utilisation des boues d'épuration en agriculture

Valeurs limites de concentration en métaux lourds dans les sols

(mg/kg de matière sèche d'un échantillon représentatif des sols dont le pH est de 6 à 7 tel que défini à l'annexe II C)

<b>Paramètres</b>	<b>Valeurs limites (1)</b>
Cadmium	1 à 3
Cuivre (2)	50 à 140
Nickel (2)	30 à 75
Plomb	50 à 300
Zinc(2)	150 à 300
Mercurure	1 à 1,5
Chrome (3)	

Les échantillons représentatifs de sols soumis à l'analyse devraient normalement être constitués par le mélange de vingt-cinq carottes prélevées sur une surface inférieure ou égale à 5 ha, exploitée de façon homogène.

Les prélèvements sont à effectuer sur une profondeur de 25 cm, sauf si l'épaisseur de la couche arable est inférieure à cette valeur, mais sans que la profondeur de l'échantillonnage dans ce cas ne soit inférieure à 10 cm.

## Annexe 6

Normes sols en Région Bruxelles Capitale :

<http://www.bruxellesenvironnement.be/Templates/Professionnels/Informer.aspx?id=32685>

Normes d'intervention : ce sont des concentrations en polluants du sol et de l'eau souterraine au-delà desquelles les risques pour la santé humaine et/ou pour l'environnement sont considérés comme non négligeables et un traitement de la pollution est requis. Concrètement, ce sont des normes au-delà desquelles une étude détaillée doit être effectuée lorsqu'un sol ne respectait pas (ou n'était pas sensé respecter) les normes d'assainissement.

Normes d'assainissement : ce sont des concentrations en polluants du sol et de l'eau souterraine sous lesquelles les risques pour la santé humaine et pour l'environnement sont considérés comme nuls, et qui permettent au sol de remplir toutes les fonctions. Concrètement, ce sont des normes au-delà desquelles une étude détaillée doit être effectuée lorsqu'un sol respectait (ou était censé respecter) les normes d'assainissement et ce sont également ces normes qui doivent être atteintes en cas d'assainissement.

Ces deux normes ne tiennent compte ni de la teneur en matière organique ni du taux d'argile dans le sol. Les normes d'intervention dépendent seulement de l'affectation du site étudié au Plan Régional d'Affectation du Sol (PRAS), ce qui n'est pas le cas des normes d'assainissement.

Trois types de zones ont été définis.

- Zone particulière : zones vertes, zones vertes à haute valeur biologique, zones de parcs, zones de cimetières, zones forestières, zones de servitudes au pourtour des bois et forêts, zones agricoles ainsi que les zones de protection de captages des eaux souterraines.
- Zone d'habitat : zones d'habitation à prédominance résidentielle, zone d'habitation, zones mixtes, zones administratives, zones d'équipements d'intérêt collectif ou de service public, zones de sport ou de loisirs en plein air.
- Zone industrielle : zones d'industries urbaines, zones d'activités portuaires et de transport, zones de chemin de fer.

## Annexe 7

## Extrait de la norme NF U 44-051 relative aux contaminants

- **Titre** : Amendements organiques - Dénominations spécifications et marquage.
  - **Statut** : Norme homologuée par l'AFNOR et rendue d'application obligatoire.
- date d'homologation : Avril 2006.
- Mise en application obligatoire : 21 Août 2007. Amendement A1 (décembre 2010) mis en application obligatoire le 29 octobre 2011

## Innocuité

La norme fixe des teneurs limites en éléments traces métalliques (ETM), en composés traces organiques (CTO), en micro-organismes et en éléments inertes et impuretés. Elle impose également des flux maximum annuels moyens sur 10 ans pour les ETM et les CTO qui doivent être utilisés pour déterminer la dose maximale préconisée du produit.

*Flux et teneurs limites en éléments et composés traces*

		Elément ou composé	Valeur limite (mg/kg de MS)	Flux maximal par an (g/ha)
<b>Eléments traces métalliques</b>		As	18	270
		Cd	3	45
		Cr	120	1800
		Cu	300	3000
		Hg	2	30
		Ni	60	900
		Pb	180	2700
		Se	12	180
	Zn	600	6000	
<b>Composé traces</b>	<b>HAP</b>	Fluoranthène	4	6



<b>organiques</b>	Benzo(b)fluoranthène	2,5	4
	Benzo(a)pyrène	1,5	2

*Valeurs limites en microorganismes d'intérêt sanitaire*

	Toutes cultures sauf cultures maraîchères	Cultures maraîchères
<b>Agents indicateurs de traitement :</b> <i>Escherichia coli</i> Entérocoques	$10^2$ /g MB $10^4$ /g MB	
<b>Agents pathogènes :</b> Oeufs d'helminthes viables <i>Salmonella</i>	Absence dans 1,5 g MB Absence dans 1 g MB	Absence dans 1,5 g MB Absence dans 25 g MB

*N.B. : la norme fixe des valeurs limites en micro-organismes différentes selon la destination du produit (culture maraîchère ou non).*

*Valeurs limites en inertes et impuretés*

Inertes et impuretés	Valeurs limites
Films + PSE > 5 mm	< 0,3 % MS
Autres plastiques > 5 mm	< 0,8 % MS
Verres + Métaux > 2 mm	< 2 % MS

## Marquage

---

Outre les éléments habituels de marquage (dénomination, composition, dose d'emploi ...), les étiquettes, emballages ou documents d'accompagnement du produit doivent indiquer obligatoirement :

- la liste des matières premières représentant plus de 5 % en masse du produit avant mélange et/ou avant transformation
- les teneurs en matière sèche, matière organique, azote total et azote organique non uréique
- le C/N<sub>total</sub>
- les teneurs en K<sub>2</sub>O et P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> si supérieures ou égales à 0,5 % sur le produit brut
- les teneurs en Cu et Zn, sur le brut, en cas de dépassement des seuils (dérogation possible pour ces deux éléments, s'ils sont supérieurs à leur valeur limite, avec mention spécifique à stipuler)

## Modalités de contrôle du produit fini

- La vérification de la conformité des produits à la norme doit se faire à chaque création de nouveau produit ou ensemble de produits mis sur le marché.
- La fréquence d'analyse des produits varie en fonction du volume produit par unité de production.

	Déterminations	Méthode	Paramètres à déclarer	Paramètres de conformité
<b>Éléments traces</b>	As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Se, Zn	NF EN 13-650	X (Cu et Zn si dépassement autorisé)	X
<b>Composés traces organiques</b>	3 HAP	XP X 33-012		X
<b>Micro-organismes d'intérêt</b>	Œufs d'helminthes viables <i>Salmonella</i>	XP X 33-017 NFV 08-052 / NF EN		X

sanitaire		ISO 6579		
<b>Indicateurs de traitement</b>	Entérocoques <i>Escherichia coli</i>	NF EN ISO 7899-1  NF V 08-053		

Les analyses sur les agents pathogènes, les inertes et impuretés, et les CTO ne sont pas obligatoires en routine pour certaines dénominations de type. **La conformité reste cependant requise.**

Les analyses de valeur agronomique, ETM, CTO et inertes et impuretés peuvent être réalisées sur les matières premières pour les produits obtenus par mélange sans transformation.