

La Société Royale d'Apiculture de Bruxelles et ses Environs
(S.R.A.B.E)

Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement
(I.B.G.E)

**Etude préliminaire et de faisabilité sur la
pertinence de l'utilisation de l'abeille comme
bio-indicateur de la pollution à Bruxelles**

Note de synthèse

novembre 2004

UNIVERSITÉ LIBRE DE BRUXELLES
Jean-Pierre Vanderborght

L'Etude a été initiée par le Professeur Roland Wollast

Participants à l'Etude:

- Nathalie Roevros
- William Wauthier
- Jean-Pierre Vanderborght
- Michèle Loijens

Etude préliminaire et de faisabilité sur la pertinence de l'utilisation de l'abeille comme bio-indicateur de la pollution à Bruxelles

Note de synthèse

L'étude initiée en 2003 et poursuivie en 2004 a comporté les étapes suivantes :

- détermination des polluants à analyser,
- recherche d'emplacements de ruches situés au voisinage des capteurs de la qualité de l'air exploités par l'IBGE,
- recherche d'apiculteurs pour conduire l'élevage des colonies et obtenir des échantillons à 3 périodes de l'année,
- analyses de miel et d'abeilles (test des procédures analytiques sur quelques échantillons de miel récoltés à Bruxelles en 2003, analyses à 3 périodes de l'année sur des échantillons de miel et quelques abeilles en 2004),
- comparaison avec les résultats des capteurs de l'IBGE,
- proposition d'orientations de recherche pour déterminer la fiabilité d'un bio-indicateur tel que l'abeille.

La méthodologie définitive appliquée en 2004 a été choisie de commun accord au cours d'une réunion du comité d'accompagnement de l'étude tenue le 8 mars 2004 à l'IBGE.

1/ Détermination des polluants à analyser

Le plomb est le seul élément de type « métal lourd en trace » analysé par l'IBGE dans le cadre de la surveillance en continu de la qualité de l'air. C'est donc le seul élément de ce type (par ailleurs susceptible de bio-accumulation) qui autorise une tentative de comparaison des concentrations dans le miel, les abeilles et l'air. Il a donc été retenu pour la présente étude.

2/ Emplacements retenus

Les capteurs de plomb n'équipent qu'un nombre limité de stations de mesure du réseau IBGE. Certains capteurs sont situés sur des sites peu favorables à l'installation de ruches. Quelques stations complémentaires "hors réseau" ont donc été installées par l'IBGE pour aboutir à la liste d'emplacements suivants :

| | Emplacement de la ruche | Capteur IBGE le plus proche | Type d'environnement |
|----|--------------------------------------|--|-----------------------|
| 1 | Campus Plaine ULB (Ixelles) | Avenue de la Couronne (Hôpital Militaire) | mixte (vert + trafic) |
| 2 | Ring - Chaussée de Mons (Anderlecht) | Boulevard de l'Humanité (Anderlecht) | voisinage axe routier |
| 3 | Parc Fond'Roy (Uccle) | IRM | vert |
| 4 | Parc Meudon (Neder-over-Hembeek) | Parc Meudon | vert |
| 5 | Parc Malou (Woluwe-Saint-Lambert) | Jardin Y. Roberti (capteur supplémentaire) | vert |
| 6 | Parc Baudouin (Jette) | Service Plantations Jette (capteur supplémentaire) | vert |
| 7 | IBGE (Woluwe-Saint-Lambert) | IBGE (capteur supplémentaire) | voisinage axe routier |
| 11 | Floréal (Watermael-Boitsfort) | - | résidentiel |

Le dernier emplacement (point 11) a été ajouté en raison de la possibilité d'effectuer à cet endroit des prélèvements d'abeilles à fréquence plus élevée (1 fois par semaine).

3/ Analyse des miels et des abeilles

a. Méthodes analytiques

La méthodologie d'analyse du miel a été testée au préalable sur des échantillons prélevés le 7 octobre 2003 en diverses ruches situées en région bruxelloise ou dans la périphérie immédiate. L'analyse est réalisée selon la méthode préconisée par Vinas et al 1997 :

- peser environ exactement 3 g de miel dans un cristalliseur décontaminé
- transvaser dans un ballon jaugé de 100 ml en plastique au moyen d'eau MQ
- ajouter 10 ml d'H₂O₂ suprapur 30% et 1 ml d'HNO₃ suprapur 65%
- mettre au trait avec de l'eau MQ, homogénéiser
- analyser par absorption atomique (four à graphite)

La méthodologie d'analyse des abeilles a été testée au préalable sur des échantillons fournis en janvier 2004 par un producteur (Marc Wollast, emplacement n° 11). Les abeilles sont pesées après le prélèvement et avant congélation pour conservation. L'analyse est réalisée selon la méthode suivante :

- sécher une nuit à 80° par lots de 3 abeilles
- laisser refroidir, peser chaque lot
- broyer chaque lot dans un mortier en agate
- peser environ 50 mg de poudre d'abeilles directement dans une bombe en téflon
- ajouter 1 ml d'HNO₃ suprapur 65% et 3 ml d'HCl suprapur 30%
- effectuer une pré-digestion au four micro-onde à puissance 3 (270 W) pendant 1 minute, laisser refroidir, ouvrir les bombe pour faire baisser la pression, refermer
- appliquer le programme thermique suivant :
 - ✓ puissance 1 (90W) pendant 3 minutes, puis repos 10 minutes
 - ✓ puissance 2 (180 W) pendant 3 minutes, puis repos 10 minutes
 - ✓ puissance 3 (270 W) pendant 3 minutes, puis repos 1 heure avant ouverture
- transvaser dans un tube de 10 ml et mettre au trait avec de l'eau MQ, homogénéiser
- analyser par absorption atomique (four à graphite)

b. Résultats

Des prélèvements de miel ont été réalisés aux 8 stations énumérées ci-dessus, entre le 15 juin 2004 et le 30 juillet 2004, à raison d'un prélèvement tous les 15 jours. Les échantillons consistaient en fragments de rayon provenant des hausses, ou à défaut du corps de la ruche. Le miel, conservé par congélation, a été séparé par centrifugation au laboratoire (afin d'éviter toute contamination métallique par le matériel de centrifugation classiquement utilisé par les apiculteurs). En parallèle, des échantillons d'abeilles ont été constitué (capture au filet d'abeilles butineuses, de préférence les abeilles rentrantes).

L'ensemble des résultats analytiques, y compris les résultats des essais préliminaires réalisés en 003, sont repris dans les tableaux et graphes figurant en annexe :

- Annexe 1 : Analyse de miels provenant de ruchers situés en région bruxelloise - Octobre 2003
- Annexe 2 : Analyse de miels provenant de ruchers situés en région bruxelloise – Juin/juillet 2004
- Annexe 3 : Analyse d'abeilles provenant de ruchers situés en région bruxelloise – Juin/juillet 2004.

c. Discussion

La figure 1 ci-dessous reprend, par site de prélèvement, l'ensemble des valeurs de concentration dans les abeilles mesurées pendant la période 15 juin – 31 juillet.

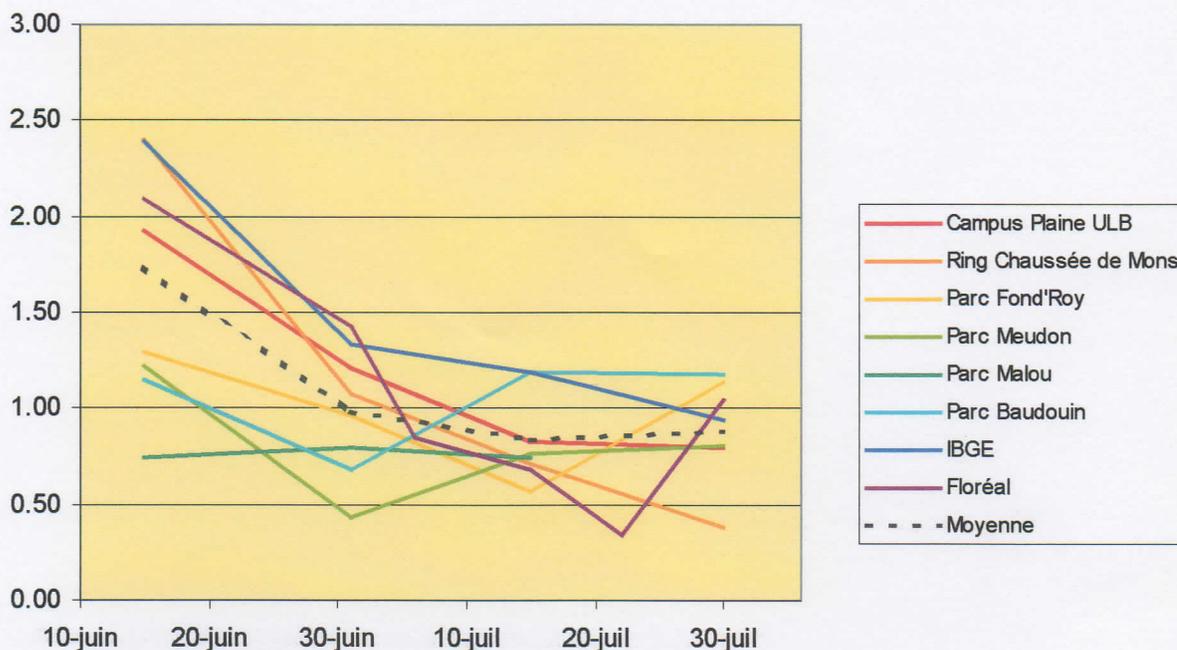


Figure 1 : Analyse du plomb dans les abeilles - Juin/juillet 2004

La tendance générale qui ressort de ce graphique est une diminution progressive au cours de l'été, plus particulièrement pour les échantillons Chaussée de Mons, IBGE, Campus ULB et Floréal. Les échantillons des parcs (Fond'Roy, Meudon, Malou, Baudouin) sont moins – ou pas du tout - affectés par cette tendance, et présentent en général les concentrations les plus faibles, surtout en début de période. La moyenne des échantillons indique une concentration divisée par un facteur 2 entre le début et la fin de la période.

Etant donné que l'émission de plomb par les voitures a quasiment avec l'élimination de l'essence au plomb, on est *a priori* tenté d'éliminer l'effet de la diminution du trafic en période estivale pour expliquer les diminutions observées. Il est cependant difficile d'identifier une autre raison : d'une part, la rémanence d'une pollution historique liée au trafic, donc plus importante au voisinage de voies de circulation importantes, ne peut pas expliquer la tendance, car celle-ci ne présenterait pas une variabilité saisonnière. D'autre part, des raisons climatiques (pluviosité, régime des vents, etc) peuvent sans doute entraîner des variations importantes de l'exposition, mais ces variations devraient alors se marquer sur l'ensemble des stations. Nous faisons donc l'hypothèse que les teneurs résiduelles en plomb dans l'essence pourraient expliquer les teneurs en plomb dans les abeilles aux stations proches de zone à forte densité de circulation. A l'appui de cette hypothèse, le rapport intitulé "La qualité de l'air en région de Bruxelles-Capitale" (IBGE, Juillet 2003) indique que « les différences minimales dans la concentration en Pb aux endroits avec peu et beaucoup de trafic sont probablement dues à la quantité résiduelle minimale de Pb (quelques ppm) encore présente dans l'essence sans plomb ». Si cette relation était confirmée, les mesures de la teneur en plomb dans les abeilles démontreraient que celles-ci sont des indicateurs extrêmement sensibles de la teneur en plomb dans les particules en suspension atmosphérique.

Les résultats obtenus pour le miel sont synthétisés, par site de prélèvement, à la figure 2 ci-dessous. Il est important de relever en premier lieu que les concentrations en plomb relevées (valeur moyenne pour l'ensemble des 30 échantillons analysés : 40 μg Pb par kg de miel, déviation standard : 23 μg Pb par kg) sont dans tous les cas très largement inférieures à la limite fixée par la réglementation européenne pour les denrées alimentaires solides d'origine animale (de 0.1 à 1 mg Pb par kg) en poids humide¹. La concentration maximale observée (92 μg Pb par kg) est encore plus de 10 fois inférieure à cette norme.

On pourrait être tenté, à l'examen de la figure 2, de déceler une tendance à la hausse de la concentration en plomb dans le miel entre le début et la fin de la période. Cette tendance n'apparaît toutefois de manière assez marquée que pour quatre sites sur huit (Parc Meudon, Parc Malou, Parc Baudouin, IBGE). Pour les quatre autres sites, on pourrait plutôt évoquer une relative stabilité, avec des variations de concentration de l'ordre de 50% autour de la valeur moyenne. Dans le cas du miel, la corrélation entre les tendances observées et la nature du site (emplacement en zone verte ou près d'un axe routier) n'apparaît pas.

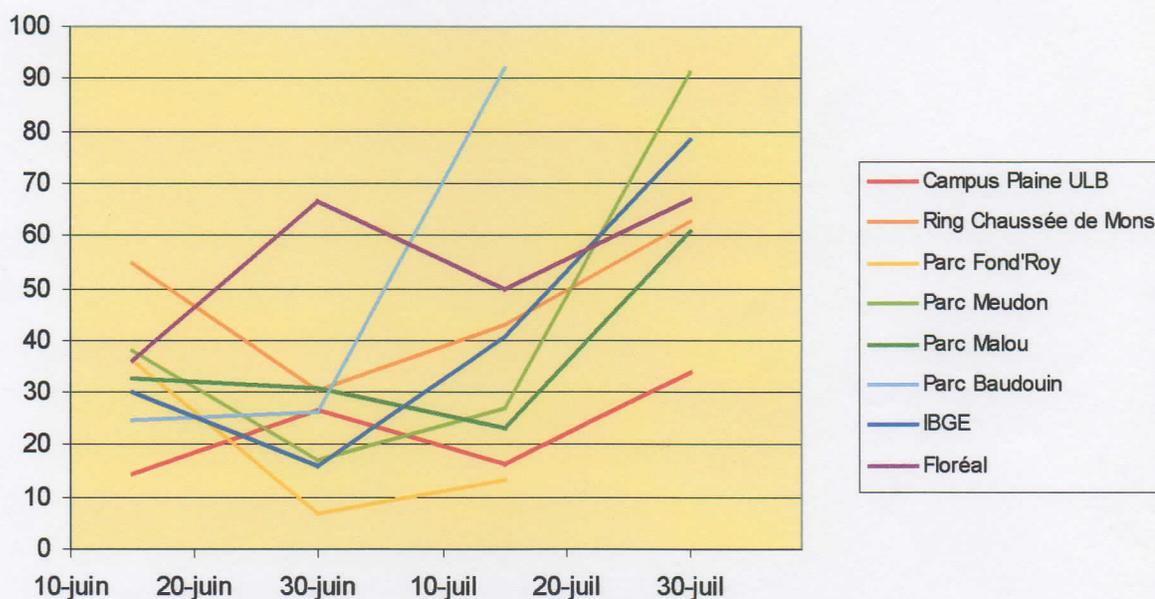


Figure 2 : Analyse du plomb dans le miel - Juin/juillet 2004

Il est également très difficile d'identifier une relation entre la composition du miel et les teneurs relevées sur les abeilles, même si l'on tient compte d'un éventuel effet retard entre les deux séries de mesure.

Il semble établi dans la littérature que les abeilles disposent de mécanismes efficaces de décontamination, qui leur permettent d'empêcher dans une large mesure la contamination du miel qu'elles produisent. Ces mécanismes ont pour effet de découpler jusqu'à un certain point les teneurs en plomb mesurées dans (ou sur) les abeilles et dans le miel. Etant donné le très faible nombre de mesures, il nous paraît illusoire de tenter une interprétation plus poussée de ces résultats.

¹ Réglementation EU n° 466/2001 du 8 mars 2001 (il n'y a pas de norme spécifique pour le miel).

4/ Comparaison avec les mesures des capteurs IBGE

Les résultats des analyses de plomb sur les filtres recueillis aux différentes stations de mesure de la qualité de l'air nous ont été aimablement communiqués par l'IBGE. Ces données sont reprises à l'annexe 4 et synthétisées à la figure 3 ci-dessous. (NB : la période couverte est plus importante, puisqu'elle s'étend de mi-mai à début septembre).

Entre le début du mois de juin et la mi-juillet, on peut parler d'une assez grande stabilité des concentrations mesurées à toutes les stations. Ensuite, toutes les stations (sauf le Parc Malou) présentent un accroissement de concentration durant la deuxième quinzaine de juillet, suivi d'un retour vers les valeurs précédentes à la mi-août. Il convient toutefois d'insister sur le fait que toutes ces valeurs sont faibles (en particulier si on les compare aux observations "historiques" (voir par exemple http://www.ibgebim.be/francais/pdf/donnees/qair_0002_fr_ch4_08_bsm+pb.pdf).

On peut s'interroger sur l'existence d'une relation éventuelle entre la hausse des concentrations observée dans certains lots d'abeilles au même moment. A nouveau, le nombre limité de prélèvements et d'analyses de miel ne nous autorise pas à valider cette hypothèse.



Figure 3 : Plomb sur filtres (source : IBGE)

5/ Conclusions et propositions

- ✓ La contamination par le plomb des miels produits en région de Bruxelles-Capitale est faible, et largement inférieure aux normes européennes

- ✓ Cette faible contamination est certainement le résultat de la diminution spectaculaire de la pollution atmosphérique par le plomb enregistrée en milieu urbain depuis la disparition de l'essence au plomb (milieu des années 90). De ce point de vue, l'élément plomb ne constitue sans doute plus l'indicateur de pollution le plus intéressant.
- ✓ Malgré la faible contamination résiduelle de l'air ambiant (peut-être due au plomb résiduel dans l'essence), les abeilles et les miels analysés présentent des variations de teneur en plomb significatives, mais qu'il est difficile de mettre en relation l'une avec l'autre, de même qu'avec les teneurs dans l'air. S'il se confirme que la pollution atmosphérique résiduelle par le plomb est toujours due à l'essence, l'abeille peut être considérée comme un bio-indicateur de l'exposition au plomb extrêmement sensible.
- ✓ Il serait très intéressant d'étendre les mesures effectuées à d'autres composés pour lesquels on dispose d'un monitoring dans l'air, en particulier les polluants organiques comme les HAPs.

Bruxelles, le 10 novembre 2004

Jean-Pierre Vanderborght, Ir.

ANNEXE 1 : Analyse des métaux dans des échantillons de miel

Les échantillons ont été fournis par les producteurs le 7 octobre 2003.

Les 7 exploitations étudiées se situent en Région Bruxelloise ou dans la périphérie directe de celle-ci.

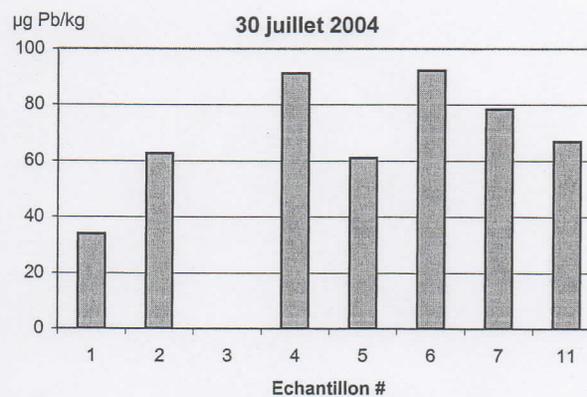
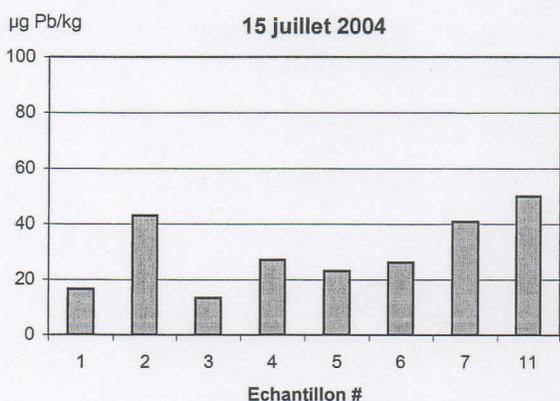
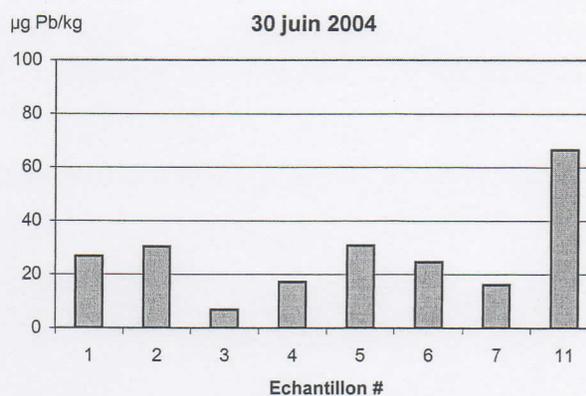
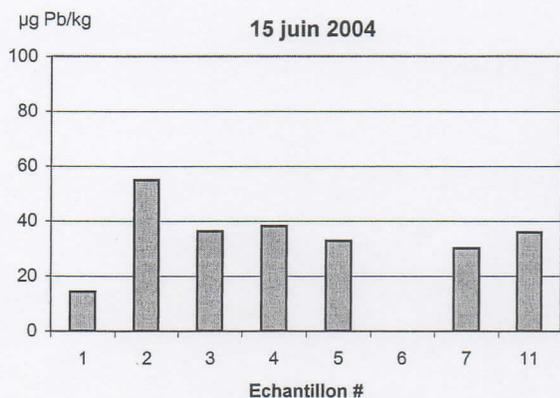
Les concentrations sont exprimées en μg de plomb par kg de miel

| Miel N° | Référence | Plomb ($\mu\text{g}/\text{kg}$) |
|---------|-------------------------|-----------------------------------|
| 1 | Grimbergen 1 | 79 |
| 2 | Grimbergen près de Riny | 49 |
| 3 | Grimbergen 3 | 45 |
| 4 | Laeken | 90 |
| 5 | Neder-Over-Hembeek | 257 |
| 6 | Wemmel | 54 |
| 7 | Woluwé | 64 |

ANNEXE 2 : Analyse de miels provenant de ruchers situés en région bruxelloise - Juin/juillet 2004

Les concentrations sont exprimées en μg de métal par kg de miel

| Echantillon n° | Localisation | Dates | | | |
|----------------|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | 15-Jun-04 | 30-Jun-04 | 15-Jul-04 | 30-Jul-04 |
| 1 | Campus Plaine ULB (Ixelles) | 14 | 27 | 17 | 34 |
| 2 | Ring - Chaussée de Mons (Anderlecht) | 55 | 30 | 43 | 63 |
| 3 | Parc Fond'Roy (Uccle) | 36 | 7 | 13 | - |
| 4 | Parc Meudon (Neder-over-Hembeek) | 38 | 17 | 27 | 91 |
| 5 | Parc Malou (Woluwe-Saint-Lambert) | 33 | 31 | 23 | 61 |
| 6 | Parc Baudouin (Jette) | - | 25 | 26 | 92 |
| 7 | IBGE (Woluwe-Saint-Lambert) | 30 | 16 | 41 | 78 |
| 11 | Floréal (Watermael-Boitsfort) | 36 | 67 | 50 | 67 |



ANNEXE 3 : Analyse d'abeilles provenant de ruchers situés en région bruxelloise - Juin/juillet 2004Les concentrations sont exprimées en μg de métal par g d'abeille

| Date de prélèvement | Site de prélèvement | Pb ($\mu\text{g/g}$) |
|---------------------|---------------------|------------------------|
| 15-Jun-2004 | 1 | 1.92 |
| | 2 | 2.40 |
| | 3 | 1.29 |
| | 4 | 1.23 |
| | 5 | 1.41 |
| | 6 | 1.15 |
| | 7 | 2.39 |
| | 11 | 2.09 |
| | Moyenne | 1.74 |
| 1-Jul-2004 | 1 | 1.21 |
| | 2 | 1.07 |
| | 3 | 0.96 |
| | 4 | 0.44 |
| | 5 | 0.75 |
| | 6 | 0.69 |
| | 7 | 1.34 |
| | 11 | 1.43 |
| | Moyenne | 0.98 |
| 6-Jul-2004 | 11 | 0.84 |
| 15-Jul-2004 | 1 | 0.82 |
| | 2 | 0.71 |
| | 3 | 0.57 |
| | 4 | 0.77 |
| | 5 | 0.79 |
| | 6 | 1.19 |
| | 7 | 1.19 |
| | 11 | 0.68 |
| | Moyenne | 0.84 |
| 22-Jul-2004 | 11 | 0.34 |
| 30-Jul-2004 | 1 | 0.80 |
| | 2 | 0.38 |
| | 3 | 1.14 |
| | 4 | 0.80 |
| | 5 | 0.74 |
| | 6 | 1.18 |
| | 7 | 0.94 |
| | 11 | 1.05 |
| | Moyenne | 0.88 |

Annexe 4 : Campagne "Abeilles" - Mesure du plomb (IBGE)

Les résultats sont exprimés en $\mu\text{g Pb/m}^3$

| Date | Anderlecht | Jette | Park Malou | Woluwe | Moyenne |
|-----------|------------|-------|------------|--------|---------|
| 13-May-04 | | 0.010 | | | 0.010 |
| 14-May-04 | | 0.010 | | | 0.010 |
| 15-May-04 | | 0.010 | | | 0.010 |
| 16-May-04 | | 0.010 | | | 0.010 |
| 17-May-04 | | 0.010 | | | 0.010 |
| 18-May-04 | 0.011 | 0.010 | | | 0.010 |
| 19-May-04 | 0.011 | 0.010 | | | 0.010 |
| 20-May-04 | 0.011 | 0.010 | | | 0.010 |
| 21-May-04 | 0.011 | 0.010 | | | 0.010 |
| 22-May-04 | 0.011 | 0.010 | | | 0.010 |
| 23-May-04 | 0.011 | 0.010 | | | 0.010 |
| 24-May-04 | 0.011 | 0.010 | | | 0.010 |
| 25-May-04 | 0.022 | 0.010 | | | 0.016 |
| 26-May-04 | 0.022 | 0.017 | | | 0.020 |
| 27-May-04 | 0.022 | 0.017 | | | 0.020 |
| 28-May-04 | 0.022 | 0.017 | | 0.022 | 0.020 |
| 29-May-04 | 0.022 | 0.017 | | 0.022 | 0.020 |
| 30-May-04 | 0.022 | 0.017 | | 0.022 | 0.020 |
| 31-May-04 | 0.022 | 0.017 | | 0.022 | 0.020 |
| 01-Jun-04 | 0.008 | 0.017 | | 0.022 | 0.016 |
| 02-Jun-04 | 0.008 | 0.009 | | 0.022 | 0.013 |
| 03-Jun-04 | 0.008 | 0.009 | | 0.019 | 0.012 |
| 04-Jun-04 | 0.008 | 0.009 | | 0.019 | 0.012 |
| 05-Jun-04 | 0.008 | 0.009 | | 0.019 | 0.012 |
| 06-Jun-04 | 0.008 | 0.009 | | 0.019 | 0.012 |
| 07-Jun-04 | 0.008 | 0.009 | | 0.019 | 0.012 |
| 08-Jun-04 | 0.010 | 0.009 | 0.014 | 0.019 | 0.013 |
| 09-Jun-04 | 0.010 | 0.008 | 0.014 | 0.019 | 0.013 |
| 10-Jun-04 | 0.010 | 0.008 | 0.014 | 0.012 | 0.011 |
| 11-Jun-04 | 0.010 | 0.008 | 0.014 | 0.012 | 0.011 |
| 12-Jun-04 | 0.010 | 0.008 | 0.014 | 0.012 | 0.011 |
| 13-Jun-04 | 0.010 | 0.008 | 0.014 | 0.012 | 0.011 |
| 14-Jun-04 | 0.010 | 0.008 | 0.014 | 0.012 | 0.011 |
| 15-Jun-04 | 0.009 | 0.008 | 0.014 | 0.012 | 0.011 |
| 16-Jun-04 | 0.009 | 0.009 | 0.012 | 0.012 | 0.011 |
| 17-Jun-04 | 0.009 | 0.009 | 0.012 | 0.008 | 0.010 |
| 18-Jun-04 | 0.009 | 0.009 | 0.012 | 0.008 | 0.010 |
| 19-Jun-04 | 0.009 | 0.009 | 0.012 | 0.008 | 0.010 |
| 20-Jun-04 | 0.009 | 0.009 | 0.012 | 0.008 | 0.010 |
| 21-Jun-04 | 0.009 | 0.009 | 0.012 | 0.008 | 0.010 |
| 22-Jun-04 | 0.007 | 0.009 | 0.012 | 0.008 | 0.009 |
| 23-Jun-04 | 0.007 | 0.008 | 0.014 | 0.008 | 0.009 |
| 24-Jun-04 | 0.007 | 0.008 | 0.014 | 0.012 | 0.010 |
| 25-Jun-04 | 0.007 | 0.008 | 0.014 | 0.012 | 0.010 |
| 26-Jun-04 | 0.007 | 0.008 | 0.014 | 0.012 | 0.010 |
| 27-Jun-04 | 0.007 | 0.008 | 0.014 | 0.012 | 0.010 |
| 28-Jun-04 | 0.007 | 0.008 | 0.014 | 0.012 | 0.010 |
| 29-Jun-04 | | 0.008 | 0.014 | 0.012 | 0.011 |
| 30-Jun-04 | 0.008 | 0.008 | 0.014 | 0.012 | 0.011 |
| 01-Jul-04 | 0.008 | 0.008 | 0.013 | 0.005 | 0.009 |

Annexe 4 : Campagne "Abeilles" - Mesure du plomb (IBGE)

Les résultats sont exprimés en $\mu\text{g Pb/m}^3$

| Date | Anderlecht | Jette | Park Malou | Woluwe | Moyenne |
|-----------|------------|-------|------------|--------|---------|
| 02-Jul-04 | 0.008 | 0.008 | 0.013 | 0.005 | 0.009 |
| 03-Jul-04 | 0.008 | 0.008 | 0.013 | 0.005 | 0.009 |
| 04-Jul-04 | 0.008 | 0.008 | 0.013 | 0.005 | 0.009 |
| 05-Jul-04 | 0.008 | 0.008 | 0.013 | 0.005 | 0.009 |
| 06-Jul-04 | 0.008 | 0.008 | 0.013 | 0.005 | 0.009 |
| 07-Jul-04 | 0.012 | 0.013 | 0.013 | 0.005 | 0.011 |
| 08-Jul-04 | 0.012 | 0.013 | 0.007 | 0.010 | 0.010 |
| 09-Jul-04 | 0.012 | 0.013 | 0.007 | 0.010 | 0.010 |
| 10-Jul-04 | 0.012 | 0.013 | 0.007 | 0.010 | 0.010 |
| 11-Jul-04 | 0.012 | 0.013 | 0.007 | 0.010 | 0.010 |
| 12-Jul-04 | 0.012 | 0.013 | 0.007 | 0.010 | 0.010 |
| 13-Jul-04 | 0.012 | 0.013 | 0.007 | 0.010 | 0.010 |
| 14-Jul-04 | | 0.010 | 0.007 | 0.010 | 0.009 |
| 15-Jul-04 | | 0.010 | 0.014 | 0.012 | 0.012 |
| 16-Jul-04 | | 0.010 | 0.014 | 0.012 | 0.012 |
| 17-Jul-04 | | 0.010 | 0.014 | 0.012 | 0.012 |
| 18-Jul-04 | | 0.010 | 0.014 | 0.012 | 0.012 |
| 19-Jul-04 | 0.022 | 0.010 | 0.014 | 0.012 | 0.014 |
| 20-Jul-04 | 0.022 | 0.018 | 0.014 | 0.012 | 0.016 |
| 21-Jul-04 | 0.022 | 0.018 | 0.014 | 0.012 | 0.016 |
| 22-Jul-04 | 0.022 | 0.018 | 0.014 | 0.017 | 0.018 |
| 23-Jul-04 | 0.022 | 0.018 | 0.014 | 0.017 | 0.018 |
| 24-Jul-04 | 0.022 | 0.018 | 0.014 | 0.017 | 0.018 |
| 25-Jul-04 | 0.022 | 0.018 | 0.014 | 0.017 | 0.018 |
| 26-Jul-04 | 0.021 | 0.018 | 0.014 | 0.017 | 0.017 |
| 27-Jul-04 | 0.021 | 0.018 | 0.014 | 0.017 | 0.017 |
| 28-Jul-04 | 0.021 | 0.029 | 0.014 | 0.017 | 0.020 |
| 29-Jul-04 | 0.021 | 0.029 | 0.014 | 0.022 | 0.021 |
| 30-Jul-04 | 0.021 | 0.029 | 0.014 | 0.022 | 0.021 |
| 31-Jul-04 | 0.021 | 0.029 | 0.014 | 0.022 | 0.021 |
| 01-Aug-04 | 0.021 | 0.029 | 0.007 | 0.022 | 0.020 |
| 02-Aug-04 | 0.021 | 0.029 | 0.007 | 0.022 | 0.020 |
| 03-Aug-04 | 0.027 | 0.029 | 0.007 | 0.022 | 0.021 |
| 04-Aug-04 | 0.027 | 0.028 | 0.007 | 0.022 | 0.021 |
| 05-Aug-04 | 0.027 | 0.028 | 0.007 | 0.019 | 0.020 |
| 06-Aug-04 | 0.027 | 0.028 | 0.007 | 0.019 | 0.020 |
| 07-Aug-04 | 0.027 | 0.028 | 0.007 | 0.019 | 0.020 |
| 08-Aug-04 | 0.027 | 0.028 | 0.007 | 0.019 | 0.020 |
| 09-Aug-04 | 0.027 | 0.028 | 0.007 | 0.019 | 0.020 |
| 10-Aug-04 | 0.007 | 0.028 | 0.007 | 0.019 | 0.015 |
| 11-Aug-04 | 0.007 | 0.007 | 0.004 | 0.019 | 0.009 |
| 12-Aug-04 | 0.007 | 0.007 | 0.004 | 0.009 | 0.007 |
| 13-Aug-04 | 0.007 | 0.007 | 0.004 | 0.009 | 0.007 |
| 14-Aug-04 | 0.007 | 0.007 | 0.004 | 0.009 | 0.007 |
| 15-Aug-04 | 0.007 | 0.007 | 0.004 | 0.009 | 0.007 |
| 16-Aug-04 | 0.007 | 0.007 | 0.004 | 0.009 | 0.007 |
| 17-Aug-04 | 0.009 | 0.007 | 0.004 | 0.009 | 0.007 |
| 18-Aug-04 | 0.009 | 0.009 | 0.004 | 0.009 | 0.008 |
| 19-Aug-04 | 0.009 | 0.009 | 0.004 | 0.009 | 0.008 |
| 20-Aug-04 | 0.009 | 0.009 | 0.004 | 0.009 | 0.008 |

Annexe 4 : Campagne "Abeilles" - Mesure du plomb (IBGE)

Les résultats sont exprimés en $\mu\text{g Pb/m}^3$

| Date | Anderlecht | Jette | Park Malou | Woluwe | Moyenne |
|-----------|------------|-------|------------|--------|---------|
| 21-Aug-04 | 0.009 | 0.009 | 0.004 | 0.009 | 0.008 |
| 22-Aug-04 | 0.009 | 0.009 | 0.004 | 0.009 | 0.008 |
| 23-Aug-04 | 0.009 | 0.009 | 0.004 | 0.009 | 0.008 |
| 24-Aug-04 | 0.009 | 0.009 | 0.004 | 0.009 | 0.008 |
| 25-Aug-04 | 0.014 | 0.009 | 0.004 | 0.009 | 0.009 |
| 26-Aug-04 | 0.014 | 0.009 | 0.004 | 0.014 | 0.010 |
| 27-Aug-04 | 0.014 | 0.009 | 0.004 | 0.014 | 0.010 |
| 28-Aug-04 | 0.014 | 0.009 | 0.008 | 0.014 | 0.011 |
| 29-Aug-04 | 0.014 | 0.009 | 0.008 | 0.014 | 0.011 |
| 30-Aug-04 | 0.014 | 0.009 | 0.008 | 0.014 | 0.011 |
| 31-Aug-04 | 0.014 | 0.009 | 0.008 | 0.014 | 0.011 |
| 01-Sep-04 | 0.014 | | 0.008 | 0.014 | 0.012 |
| 02-Sep-04 | 0.004 | | | 0.024 | 0.014 |
| 03-Sep-04 | | | | 0.024 | |
| 04-Sep-04 | | | | 0.024 | |
| 05-Sep-04 | | | | 0.024 | |
| 06-Sep-04 | | | | 0.024 | |
| 07-Sep-04 | | | | 0.024 | |
| 08-Sep-04 | | | | 0.024 | |
| Moyenne | 0.013 | 0.013 | 0.010 | 0.014 | |