

# AUDIT ENVIRONNEMENTAL DES SITES AFFECTÉS PAR LE DÉVERSEMENT DE DÉCHETS TOXIQUES ISSUS DU "PROBO KOALA" À ABIDJAN, CÔTE D'IVOIRE

---



Cette série de fiches de site a été élaborée dans le cadre de l'Audit environnemental réalisé par l'ONU Environnement des sites impactés par les déchets toxiques du « Probo Koala » à Abidjan, en Côte d'Ivoire. Les fiches de site présentent les résultats complets d'analyse, les observations et les recommandations propres à chaque site d'investigation. Celles-ci doivent être lues conjointement au rapport d'audit principal, disponible sur : [www.unep.org/CotedIvoire](http://www.unep.org/CotedIvoire)

## Description du site

Nom du site : Agboville

Numéro de référence du site : 8



## Historique du déversement

Ce site, qui se situe dans la municipalité d'Agboville, à quelques 61 km au nord d'Abidjan, n'est pas un site de déversement. Le Site 8 est plutôt utilisé pour traiter un stock de maïs sec qui est suspecté avoir été contaminé par voie aérienne dans la zone de Vridi lors du déversement de 2006. Ce maïs a été transporté ici en 2012 depuis les silos de Treichville où il avait été stocké pendant plusieurs années après le déversement (voir site 1).

Un marché visant l'enlèvement, le transport et le traitement du maïs a été signé entre le Gouvernement et une entreprise appelée Envipur en novembre 2010, et les opérations ont commencé en janvier 2012. Le site 8 était à l'origine un site reclus et inoccupé, sélectionné et acquis par Envipur en raison de sa distance considérable d'Abidjan. Le maïs a été placé dans un casier unique construit sur ce site, dont la base a été recouverte d'une géomembrane. Le liquide de drainage s'écoulant du casier de traitement est collecté dans des réservoirs en béton, d'où il est régulièrement pompé et stocké dans des cuves en plastique, puis transporté à Abidjan pour traitement.

Dans le cadre de ses services, Envipur a effectué des analyses régulières, prélevant des échantillons de la pile de maïs même, du lixiviat s'écoulant de la pile, ainsi que du ruisseau en aval du site de traitement. Lorsque le compostage du maïs a été jugé suffisamment avancé, la pile a été recouverte d'une couche de terre d'environ 1 m d'épaisseur, prise aux alentours du casier de traitement. A la fin 2016, le traitement a été déclaré quasiment terminé, et au moment de la rédaction de ce rapport, un rapport provisoire de clôture avait été présenté par Envipur et était en attente de validation par le Gouvernement.

Pendant toute la durée du traitement et encore lors de la dernière visite de l'ONU Environnement en janvier 2017, ce site était clôturé et gardienné, limitant par là-même son accès au public et aux animaux de pâture.

## Méthode

L'ONU Environnement a réalisé deux séries de prélèvements sur ce site, la première en juillet 2016 et la seconde en janvier 2017. Les échantillons suivants de sol/maïs composté ont été prélevés durant la phase initiale en juillet 2016 :

- Un échantillon composite de sol de surface (0-20 cm) et un échantillon à 1 m de profondeur ont été prélevés sur le sommet de la pile de maïs composté, qui avait été recouverte d'environ 1 m de terre ;
- Deux autres échantillons de sol ont été prélevés – l'un de surface (0-20 cm) et l'autre à 1 m de profondeur – au niveau le plus bas du site, à environ 100 m de la pile de maïs composté.

Étant donné que les analyses effectuées sur les échantillons de juillet 2016 présentaient au moins un résultat supérieur aux normes utilisées par Envipur pour la contamination aux métaux lourds, une deuxième série a été prélevée en janvier 2017, comprenant les échantillons suivants :

- Un échantillon de sol à 1 m de profondeur prélevé au centre du casier de compostage ;
- Un échantillon composite de sol de surface (0-20 cm) prélevé sur la surface du casier de compostage ; et
- Un échantillon composite de sol de surface (0-20 cm) prélevé dans le bas de la pente située à côté de la cabane du garde du site.

De plus, lors des deux phases d'échantillonnage, des échantillons d'eau ont été prélevés dans un regard relié aux réservoirs en béton recueillant le lixiviat s'écoulant de la pile de compostage du maïs. Lors de la première phase, un échantillon supplémentaire d'eau a également été prélevé dans le ruisseau en aval, étant donné qu'il n'y avait pas de source d'eau souterraine à proximité. Finalement, un échantillon d'air et deux échantillons de végétation comestible (manioc) ont été prélevés sur ce site.

### Critères d'évaluation

Sur la base des différentes analyses de la composition chimique des échantillons pris à bord du Probo Koala en 2006, ainsi que de celles réalisées sur les échantillons prélevés sur les sites de déversement, l'ONU Environnement a retenu les éléments suivants comme composés chimiques clé pour l'audit :

- les hydrocarbures pétroliers;
- les composés soufrés; et
- les métaux lourds.

La spéciation des polluants à analyser au sein de ces trois groupes a été principalement déterminée par ce que contenaient les déchets du Probo Koala ainsi que les normes environnementales établies par le Gouvernement de la Côte d'Ivoire pour la dépollution. De plus, l'impact de taux élevés d'hydroxyde de sodium a été mesuré à travers la valeur pH du sol.

Dans le cas du site 8, où le maïs potentiellement contaminé par les déchets issus du Probo Koala a été composté, et pour lequel le Gouvernement n'a pas fourni de normes de dépollution, les résultats de laboratoire ont été comparés avec la norme française NF U 44-095 sur les éléments traces de métaux dans les produits compostés utilisés comme engrais, que l'opérateur, Envipur, utilise pour évaluer l'état de la pile de maïs. Il est à noter que comme le Gouvernement n'a pas inclus les hydrocarbures dans les paramètres de suivi du processus de compostage du maïs, aucune comparaison n'a été faite entre les valeurs d'hydrocarbures obtenues et les normes établies au niveau local ou les directives internationales.

Si, pour un paramètre donné, les résultats de laboratoire présentaient des valeurs supérieures aux normes de dépollution établies par le Gouvernement ou l'opérateur, les résultats ont alors été comparés avec les normes néerlandaises de dépollution du sol (valeurs d'intervention), reconnues au niveau international, afin de déterminer si une action complémentaire immédiate était nécessaire d'un point de vue environnemental. Les normes néerlandaises existent depuis plus de 30 ans et sont utilisées comme référence pour l'évaluation et la dépollution de sites contaminés dans de nombreuses parties du monde, en l'absence de normes locales. Pour la plupart des paramètres analysés, cependant, les normes établies par le Gouvernement étaient plus strictes que les valeurs néerlandaises.

En ce qui concerne l'analyse de la qualité de l'**air**, pour laquelle il n'existe pas de normes nationales en Côte d'Ivoire, les résultats relatifs à la qualité de l'air des sites affectés par le déversement de 006 ont été comparés à ceux du site de contrôle 21, situé non loin de là.

En l'absence de normes nationales, les résultats relatifs à l'**eau souterraine (lixiviat)** ont été comparés aux valeurs d'intervention néerlandaises. Il n'a toutefois pas été possible de comparer les résultats relatifs à la qualité de l'**eau de surface**, étant donné l'absence de normes et le fait qu'aucun prélèvement d'eau de surface n'a été fait sur les sites de contrôle.

Les analyses des échantillons de **fruits et légumes** ont été basées sur des protocoles similaires à ceux utilisés pour l'analyse des échantillons de sol et d'eau. En l'absence de normes nationales en matière de qualité alimentaire, les teneurs maximales fixées par la Commission Européenne pour certains contaminants dans les denrées alimentaires (directive CE 1881/2006) ont été utilisées à des fins de comparaison. Étant donné que des interférences entre des substances naturellement présentes dans les végétaux et les analyses d'hydrocarbures ont été constatées, les résultats des analyses relatives aux hydrocarbures ont été écartés.

## Résultats des analyses de laboratoire

| Sol<br>2016<br>Paramètres<br>(mg/kg) | Site 8<br>Agboville |         |         |         | Norme<br>française<br>NF U 44-095<br>(mg/kg) | Valeurs<br>d'intervention<br>néerlandaises<br>(mg/kg) |
|--------------------------------------|---------------------|---------|---------|---------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
|                                      | 0-20 cm             | 1 m     | 0-20 cm | 1 m     |                                              |                                                       |
| Hy C5-C44 total                      | 10,3                | 1,440   | 4,41    | 2,01    |                                              | 5 000                                                 |
| Benzène                              | < 0,009             | < 0,009 | < 0,009 | < 0,009 |                                              | 1,1                                                   |
| Éthylbenzène                         | < 0,003             | 0,41    | < 0,003 | < 0,003 |                                              | 110                                                   |
| Toluène                              | < 0,002             | 1,61    | < 0,002 | < 0,002 |                                              | 32                                                    |
| Xylène                               | < 0,009             | < 0,009 | < 0,009 | < 0,009 |                                              | 17                                                    |
| Soufre total (%)                     | < 0,02              | 0,027   | < 0,02  | 0,0786  |                                              | -                                                     |
| Pb                                   | 13                  | 11      | 11      | 15      | 180                                          | 530                                                   |
| Cd                                   | 0,10                | < 0,1   | < 0,1   | < 0,1   | 3                                            | 13                                                    |
| As                                   | 3,4                 | 2,5     | 1,8     | 2,8     | 18                                           | 76                                                    |
| Cr                                   | 340                 | 270     | 150     | 100     | 120                                          | 180                                                   |
| Ni                                   | 6,6                 | 7,2     | 5,4     | 11      | 60                                           | 100                                                   |
| Co                                   | 1,3                 | 1,1     | 1,1     | 2       |                                              | 190                                                   |
| Hg                                   | 0,054               | 0,052   | 0,04    | 0,071   | 2                                            | 36                                                    |
| Cu                                   | 12                  | 11      | 7,7     | 6,5     | 300                                          | 190                                                   |
| Zn                                   | 28                  | 35      | 13      | 26      | 600                                          | 720                                                   |
| pH                                   | 4,38                | 4,58    | 4,72    | 3,83    |                                              |                                                       |

# SITE 8 : AGBOVILLE

| Sol<br>2017<br>Paramètres<br>(mg/kg) | Site 8<br>Agboville |         |         | Norme<br>française<br>NF U 44-095<br>(mg/kg) | Valeurs<br>d'intervention<br>néerlandaises<br>(mg/kg) |
|--------------------------------------|---------------------|---------|---------|----------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
|                                      | 1 m                 | 0-20 cm | 0-20 cm |                                              |                                                       |
| Hy C5-C44 total                      | 2 230               | 3,83    | 13,4    |                                              | 5 000                                                 |
| Benzène                              | < 0,09              | < 0,009 | < 0,009 |                                              | 1,1                                                   |
| Éthylbenzène                         | < 0,04              | < 0,004 | < 0,004 |                                              | 110                                                   |
| Toluène                              | 2,6                 | < 0,007 | < 0,007 |                                              | 32                                                    |
| Xylène                               | < 0,2               | < 0,02  | < 0,02  |                                              | 17                                                    |
| Soufre total (%)                     | 0,119               | 0,054   | 0,0641  |                                              | -                                                     |
| Pb                                   | 9,98                | 13      | 12,5    | 180                                          | 530                                                   |
| Cd                                   | < 0,02              | 0,514   | < 0,02  | 3                                            | 13                                                    |
| As                                   | 2,82                | < 6     | 3,56    | 18                                           | 76                                                    |
| Cr                                   | 237                 | 243     | 254     | 120                                          | 180                                                   |
| Ni                                   | 5,31                | 5,47    | 5       | 60                                           | 100                                                   |
| Co                                   | 0,605               | < 1     | 0,222   |                                              | 190                                                   |
| Hg                                   | < 0,14              | < 1,4   | < 0,14  | 2                                            | 36                                                    |
| Cu                                   | 6,66                | < 14    | 8,05    | 300                                          | 190                                                   |
| Zn                                   | 16,9                | < 19    | 5,39    | 600                                          | 720                                                   |

| Eau souterraine<br>Paramètres (µg/l) | Site 8<br>Agboville<br>2016 | Site 8<br>Agboville<br>2017 | Valeurs d'intervention<br>néerlandaises<br>(µg/l) |
|--------------------------------------|-----------------------------|-----------------------------|---------------------------------------------------|
|                                      |                             |                             |                                                   |
| Hy C5-35 total                       | 4 470                       | 355                         | 600 000                                           |
| Benzène                              | < 7                         | < 7                         | 30                                                |
| Éthylbenzène                         | 192                         | < 5                         | 1 000                                             |
| Toluène                              | 113                         | 210                         | 150                                               |
| Xylène                               | < 11                        | < 11                        | 70                                                |
| Soufre libre                         | < 50                        | < 50                        | -                                                 |
| Pb                                   | 4,5                         | 0,597                       | 75                                                |
| Cd                                   | < 0,25                      | 0,135                       | 6                                                 |
| As                                   | 12                          | 6,96                        | 60                                                |
| Cr                                   | 130                         | 88,1                        | 30                                                |
| Ni                                   | 42                          | 24,5                        | 75                                                |
| Co                                   | 10                          | 5,62                        | 100                                               |
| Hg                                   | 5                           | < 0,01                      | 0,3                                               |
| Cu                                   | 5,6                         | 3,41                        | 75                                                |
| Zn                                   | 150                         | 35,4                        | 800                                               |

| Eau de surface<br>Paramètres (µg/l) | Site 8<br>Agboville |
|-------------------------------------|---------------------|
|                                     | Ruisseau            |
| Hy C5-35 total                      | 21                  |
| Benzène                             | < 7                 |
| Éthylbenzène                        | < 5                 |
| Toluène                             | < 4                 |
| Xylène                              | < 11                |
| Soufre libre                        | < 50                |
| Pb                                  | 0,36                |
| Cd                                  | < 0,25              |
| As                                  | 0,39                |
| Cr                                  | 3,3                 |
| Ni                                  | 3                   |
| Co                                  | 3,9                 |
| Hg                                  | 0,62                |
| Cu                                  | 1,1                 |
| Zn                                  | 3,4                 |

| Air                            |         | Site 8    | Site de contrôle 21 |
|--------------------------------|---------|-----------|---------------------|
| Paramètres/unités              |         | Agboville | Agboville           |
| Sulfure de diméthyle           | ppm v/v | < 0,1     | < 0,1               |
| Éthyle mercaptan               | ppm v/v | < 0,1     | < 0,1               |
| Sulfure de méthyle éthyle      | ppm v/v | < 0,1     | < 0,1               |
| Sulfure de carbonyle           | ppm v/v | < 0,1     | < 0,1               |
| Tertio-butyle mercaptan        | ppm v/v | < 0,1     | < 0,1               |
| Sulfure d'hydrogène            | ppm v/v | < 0,1     | < 0,1               |
| Méthyle tertio-butyle éther    | µg/m3   | ND        | ND                  |
| Benzène                        | µg/m3   | ND        | ND                  |
| Toluène                        | µg/m3   | ND        | ND                  |
| Éthylbenzène                   | µg/m3   | ND        | ND                  |
| Xylène                         | µg/m3   | ND        | ND                  |
| Naphtalène                     | µg/m3   | ND        | ND                  |
| TPH (C4-C6)                    | µg/m3   | ND        | 10                  |
| TPH (C6-C8)                    | µg/m3   | 11        | 20                  |
| TPH (C8-C10)                   | µg/m3   | 23        | 35                  |
| TPH (C10-C12)                  | µg/m3   | 41        | 53                  |
| TPH (C4-C12)                   | µg/m3   | 33        | 120                 |
| Composé aliphatique (C4-C6)    | µg/m3   | 110       | ND                  |
| Composé aliphatique (C6-C8)    | µg/m3   | ND        | 17                  |
| Composé aliphatique (C8-C10)   | µg/m3   | 21        | 31                  |
| Composé aliphatique(C10-C12)   | µg/m3   | 21        | 53                  |
| Composé aromatique (EC5-EC7)   | µg/m3   | 32        | ND                  |
| Composé aromatique (EC7-EC8)   | µg/m3   | ND        | ND                  |
| Composé aromatique (EC8-EC10)  | µg/m3   | ND        | ND                  |
| Composé aromatique (EC10-EC12) | µg/m3   | 21        | ND                  |

| Fruits et légumes | Site 8<br>Agboville |         | Site de contrôle 21<br>Agboville | Directive CE<br>(mg/kg) |
|-------------------|---------------------|---------|----------------------------------|-------------------------|
|                   | Manioc              | Manioc  | Grenade                          |                         |
| Soufre total (%)  | < 0,02              | 0,0408  | 0,0547                           |                         |
| PAH               | < 0,118             | < 0,118 | < 0,118                          |                         |
| Pb                | < 0,7               | < 0,7   | < 0,7                            | 0,1                     |
| Cd                | < 0,02              | < 0,02  | < 0,02                           | 0,1                     |
| As                | < 0,6               | < 0,6   | < 0,6                            |                         |
| Cr                | < 0,9               | < 0,9   | 1,62                             |                         |
| Ni                | 1,65                | 0,406   | 0,82                             |                         |
| Co                | < 0,1               | < 0,1   | 0,149                            |                         |
| Hg                | < 0,14              | < 0,14  | < 0,14                           |                         |
| Cu                | 3,04                | 2,07    | 3,85                             |                         |
| Zn                | 6,98                | 12,4    | 22,9                             |                         |

## Conclusions et recommandations

Les résultats des deux séries d'échantillons de sol démontrent des taux de chrome supérieurs aux normes utilisées par Envipur. Dépendant de son état d'oxydation, le chrome peut s'avérer très toxique. Les taux de chrome dans la pile de maïs excèdent aussi systématiquement les valeurs d'intervention néerlandaises. De plus, des taux plus élevés de chrome ont été détectés dans des échantillons prélevés plus loin, en aval de la pile de compostage.

Les concentrations en chrome sont également supérieures aux valeurs d'intervention dans les échantillons d'eau recueillis, aussi bien en 2016 qu'en 2017, dans le regard relié à la pile de compostage. Le taux de toluène est également légèrement supérieur aux valeurs d'intervention, mais étant donné que les concentrations totales en hydrocarbures sont bien en deçà, ce résultat seul ne peut pas être considéré comme méritant une intervention.

Les résultats relatifs à la qualité de l'eau de surface (pour l'échantillon prélevé dans le ruisseau en aval) n'indiquent pas des concentrations élevées en hydrocarbures ou une contamination importante aux métaux lourds.

La présence du chrome au sein de la pile de compostage à des taux excédant la norme utilisée par Envipur, aussi bien que les valeurs d'intervention néerlandaises, est inquiétante. Comme le processus de compostage ne mènera pas à une réduction de la concentration en chrome, la continuation du compostage n'est pas une solution à ce problème. Étant donné que le site est actuellement sous la garde d'Envipur et sous surveillance par le Gouvernement, une évaluation plus poussée des risques devra être effectuée selon une méthode « source-voie d'exposition-récepteur » pour identifier les actions complémentaires qui devront être menées avant que le site ne puisse être clos.

Étant donné que les échantillons de lixiviat démontrent également des taux élevés de chrome tant en 2016 qu'en 2017, ainsi que des taux élevés de toluène en 2017, le lixiviat émanant du site devra continuer à être éliminé dans des installations spécialisées, dont on s'assurera qu'elles ont les capacités techniques nécessaires pour gérer ce type de pollution.

Les résultats des analyses de la qualité de l'air peuvent être résumés comme suit :

- Aucun mercaptan, sulfure d'hydrogène ou élément associé n'a été détecté sur ce site ou sur le site de contrôle. C'est un constat important dans la mesure où les composés odorants dans les déchets issus du Probo Koala étaient très probablement le sulfure d'hydrogène et les mercaptans.
- Les concentrations des divers analytes relevées sur les sites affectés sont dans l'ensemble comparables aux concentrations relevées sur le site de contrôle.

D'après les résultats des analyses des échantillons de fruits et légumes, les observations suivantes peuvent être faites :

- Divers analytes, dont des métaux lourds, sont présents dans tous les échantillons, y compris l'échantillon de grenade prélevé sur le site de contrôle 21 à Agboville. Les fruits et légumes accumulent naturellement les métaux lourds à partir du sol. Les métaux lourds étant essentiels en petites quantités pour la santé humaine, leur absorption à travers la consommation de fruits et de légumes n'est pas considérée comme représentant un risque.
- La norme de la CE pour le plomb est inférieure à la limite de détection des analyses de laboratoire. Toutefois, étant donné que tous les échantillons, y compris les échantillons de contrôle, démontrent des valeurs comparables pour les métaux lourds, les résultats ne sont pas considérés comme méritant une action de suivi.

### Photos du site



Source : ONU Environnement



Source : ONU Environnement



Source : ONU Environnement



Source : ONU Environnement