



# Problématique de la pollution des sols aéroportuaires

NOTE TECHNIQUE

Sols et aéroports:  
Prise en compte de la pollution des sols dans  
la gestion environnementale des aéroports

Mars 2007



---

## Note technique

ministère  
des Transports  
de l'Équipement  
du Tourisme et  
de la Mer



direction générale  
de l'Aviation civile

**service technique  
de l'Aviation civile**

département  
Aménagement, Capacité,  
Environnement

division Environnement

# PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES

---

**Projet / Opération :** SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE  
LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION  
ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS

---

**Référence :** Note sol-aéroportuaires-V1R0-23032007corr DC.doc

---

**Version :** V1R0 du 23/03/2007

---

**Rédacteur :** Daniel DELRIEU / Benoît MARS

---

STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

## **Sommaire**

---

<b>1 INTRODUCTION .....</b>	<b>5</b>
<b>2 DONNEES PRELIMINAIRES.....</b>	<b>6</b>
2.1 La diversité des sols	6
2.2 Les sols et sites pollués	7
<b>3 SOLS ET AERODROMES .....</b>	<b>8</b>
3.1 La situation des sols des aérodromes	8
3.2 Polluants, sources et aires contaminées	11
3.2.1 Les polluants aéroportuaires et leurs sources	11
3.2.1.1 Les hydrocarbures et les produits de combustion des réacteurs	11
3.2.1.2 Les Eléments Traces Métalliques	14
3.2.1.3 Les produits utilisés pour la viabilité hivernale	16
3.2.1.4 Les produits anti-incendies	16
3.2.1.5 Les produits de maintenance des aéronefs et des engins d'assistance	17
3.2.1.6 Les autres polluants et substances	20
3.2.2 Aires contaminées	20
3.3 Les impacts environnementaux et sanitaires	21
3.3.1 Les phénomènes de transfert et de dispersion	21
3.3.2 Les impacts environnementaux	24
3.3.3 Les impacts sanitaires	25
<b>4 CONCLUSION : LES ACTIONS À MENER .....</b>	<b>28</b>
<b>5 GLOSSAIRE .....</b>	<b>29</b>
<b>6 SIGLES ET ACRONYMES .....</b>	<b>35</b>
<b>7 BIBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>37</b>
<b>8 ORGANISMES, SITES INTERNET... ..</b>	<b>39</b>

STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

## 1 INTRODUCTION

---

La problématique des sols aéroportuaires est restée relativement inexplorée jusqu'à ces dernières années alors que les études des sols menées dans le domaine routier remontent au début de la décennie 1990, et parfois avant. Encore peu d'analyses, à l'instar de celles initiées dans les domaines de l'eau et de l'air, sont menées afin de caractériser l'impact de l'activité aéroportuaire et aéronautique sur les sols. Si la pollution des eaux ou de l'air est de plus en plus intégrée dans la gestion environnementale des aéroports, du fait de la législation en vigueur, la prise en compte des sols manque pour l'instant d'un cadre réglementaire spécifique en la matière. La Directive européenne sur la protection des sols en cours de préparation devrait néanmoins combler cette lacune et permettre une prise en considération plus importante de ce milieu notamment par l'ensemble des acteurs de l'aviation et de l'environnement.

Deux éléments, liés aux risques encourus et aux responsabilités, concourent cependant à assurer davantage la surveillance de la qualité des sols : le désir de bonne gestion (parfois dans un objectif de certification environnementale) et la pratique juridique récente. La gestion d'un site aéroportuaire, dans le cadre d'un système de management environnemental, peut intégrer la prise en compte de la qualité des sols en prévoyant des processus d'amélioration continue de la qualité environnementale et la sensibilisation des acteurs. Quand à la cession de terrain, elle tend de plus en plus à être sécurisée dans les transactions immobilières au travers de clauses de garantie de passif environnemental, lesquelles peuvent concerner le sol.

Cette note, composée de deux parties principales, est une étape préalable à la mise en œuvre de projets plus concrets sur la thématique des sols. Son principal objectif est de fournir aux services de l'Etat, aux gestionnaires d'aéroports, aux collectivités territoriales et aux bureaux d'études des éléments d'information et de réflexion sur la problématique de la pollution des sols aéroportuaires.

La première partie rappelle le contexte général de cette thématique et précise certaines définitions utiles à la compréhension des enjeux liés à la protection des sols.

La deuxième partie est consacrée à la description des polluants rencontrés en milieu aéroportuaire et à la présentation sommaire des impacts environnementaux et sanitaires liés à la contamination des sols.

*La sauvegarde du sol est une question importante, non seulement au niveau national mais aussi à l'échelon européen et mondial. Le sol n'est pas seulement à la base de 90% de l'alimentation humaine... il rend également des services qui vont au-delà de ses fonctions productives. Il constitue la dimension spatiale du développement d'établissements humains et permet la construction de logements et d'infrastructures.... Il constitue cependant une ressource limitée et non renouvelable et, à l'inverse de l'air et de l'eau, les dégâts qui lui sont occasionnés ne sont pas aisément réparables. (Dégradation du sol et développement durable en Europe : ayons les pieds sur terre. Agence européenne de l'environnement. 2002)*

STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

## **2 DONNEES PRELIMINAIRES**

---

### **2.1 LA DIVERSITE DES SOLS**

L'Agence Européenne pour l'Environnement (AEE) identifie près de 320 types de sols en Europe. (Cf « Dégradation du sol et développement durable en Europe : ayons les pieds sur terre ») Le sol est un milieu complexe formé d'une matrice poreuse au sein de laquelle l'air, l'eau et les organismes vivants entrent en contact avec les flux de substances et les fluides qui se meuvent entre ces éléments. C'est un corps tridimensionnel fragile qui remplit un large éventail de fonctions socio-économiques et écologiques. L'Union Européenne, dans sa communication « Vers une stratégie thématique pour la protection des sols », reconnaît les sols comme une ressource (en grande partie) non renouvelable qu'il est urgent de protéger afin d'assurer sur le long terme les fonctions qu'ils remplissent. La Commission place désormais le sol au même plan que l'eau et l'air comme milieux environnementaux à protéger.

Le terme générique de sol se réfère à la couche supérieure de la croûte terrestre. Bien qu'il puisse se présenter sous de multiples formes, le sol comprend généralement trois strates appelées horizons. La couche superficielle ou litière est composée de débris végétaux (herbes, feuilles, branches, ...) et de micro et macro invertébrés. Cette fine strate fragile et fluctuante recouvre généralement l'horizon dit humifère, composé de terres brunes ou noirâtres contenant les débris décomposés de la litière ainsi que les particules minérales remontées des couches plus profondes. La strate inférieure correspond à l'horizon minéral qui joue un rôle d'interface entre la couche d'humus (à la fonction biologique essentielle) et la roche mère (sous sol).

Outre de constituer le support de l'activité humaine et la source de matières premières, les sols ont pour principales fonctions la production de ressources vivrières, le stockage, le filtrage et la transformation des minéraux, substances organiques, et gaz divers.

Le sol constitue néanmoins une ressource limitée, non renouvelable et soumise à de nombreuses pressions et dommages irréversibles par leurs effets (érosion, diminution de la teneur en matières organiques, contamination, imperméabilisation, tassement, diminution de la diversité biologique, la salinisation...). Il est considéré comme un simple filtre ou un tampon protecteur des eaux souterraines, si bien que les problèmes de la contamination des sols sont généralement traités en annexe des pollutions des nappes phréatiques. Le sol apparaît encore, pour des raisons diverses, intellectuellement minoré. Il en découle une réglementation encore parcellaire et une insuffisance en études spécifiques dédiées à cette thématique. Il est aussi souvent oublié que le sol et le sous-sol sont parfois le réceptacle de vestiges humains, d'objets archéologiques et qu'il existe en matière de fouilles et de conservation une réglementation.



STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

Si l'eau et l'air ont pratiquement toujours les mêmes caractéristiques de base en tout point du globe, en revanche les sols diffèrent grandement selon les localisations des territoires et zones considérés (sols forestiers, sols alpins, sols alluviaux, sols d'érosion, sols salins, sols alcalins, sols hydromorphes, sols ferrugineux, sols fersiallitiques, sols rouges, sols mélanisés, sols podzolisés, sols calcimagnésiques, sols bruns, vertisols, anthrosols,...). Les sols tropicaux (Wallis et Futuna, Nouvelle Calédonie, Martinique, ...) des aérodromes situés dans les DOM/TOM offrent également des contextes morpho-pédologiques spécifiques.

## 2.2 LES SOLS ET SITES POLLUES

A partir de quel seuil un sol ou un site peut-il être considéré comme étant pollué<sup>1</sup> ? Une réponse précise ou satisfaisante est parfois complexe à obtenir puisqu'il n'existe pas, dans le corpus réglementaire français, de critères précis, de seuils de déclenchement, ou de teneurs de référence. La très grande diversité des types de sols et de polluants, ainsi que leurs interférences, en est la principale cause. La pollution, surtout celle dite chronique, ressort généralement comme un phénomène difficile à appréhender.

Un polluant ne constitue souvent un risque que lorsqu'il quitte sa source, pour être mobilisé, généralement par l'air ou l'eau, et atteindre une cible avoisinante ou lointaine (l'homme, la faune, la flore, l'environnement).

Toute réponse concrète est tributaire d'avis d'experts (scientifiques, universitaires, personnes qualifiées du BRGM, INRA, juristes...), des professionnels et divers spécialistes des sols qui utilisent des concepts (bruit de fond, fond géochimique naturel, ...), des outils d'analyse (méthodes, critères, tableaux, valeurs guides, ...) et des appareils de mesures pour permettre des appréciations consensuelles (autant que possible).

Le cadre réglementaire est quant à lui essentiellement axé vers la connaissance, la prévention et le traitement des pollutions, notamment à travers les textes relatifs aux installations classées pour la protection de l'environnement et aux déchets. Ce cadre s'efforce également de répondre aux diverses interrogations liées à l'origine des pollutions et à la recherche des responsabilités notamment dans le cas d'une pollution historique d'un site où les exploitants et les propriétaires successifs font défaut. Compte tenu de la diversité des cas possibles, encore mal définis par la loi, le cadre réglementaire laisse parfois la place à des incertitudes juridiques que les évolutions récentes et la jurisprudence tentent néanmoins de combler.

<sup>1</sup> Une pollution est une manifestation de l'activité humaine qui cause un danger pour la santé de l'homme et la qualité de l'environnement. Cette définition issue de la Directive 96/61/CE du Conseil du 24/09/96 relative à la prévention et à la réduction intégrée de la pollution révèle l'existence d'une certaine subjectivité, liée à celles des notions de santé et de qualité. En l'absence de critères objectifs mesurables (normes, teneurs, ...) imposés par des réglementations ou des organismes scientifiques reconnus, le phénomène de pollution fait l'objet d'appréciations divergentes. Au plan administratif, selon la réglementation nationale, un sol (ou un site) est considéré comme pollué lorsque les premières études initiales conduisent à prescrire une (ou des) étude plus approfondie, indique la circulaire ministérielle aux préfets de Département du 3 décembre 1993 relative à la gestion et à la réhabilitation des sites pollués

STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

## **3 SOLS ET AERODROMES**

---

### **3.1 LA SITUATION DES SOLS DES AERODROMES**

La littérature sur le thème des sols des aérodromes est longtemps restée sommaire. Depuis la fin de la décennie 1990, les études spécialisées s'intensifient. Les premières analyses disponibles en France proviennent des grandes plates-formes (ADP et Nice principalement), de l'INRA et de quelques travaux universitaires. Cet intérêt pour reconnaître l'état et l'évolution de la qualité du support physique des aéroports s'observe également dans d'autres pays (Suisse, Allemagne, Canada,...).

Sur toute plate-forme aéroportuaire, la pollution des sols peut revêtir différentes formes :

- diffuses (dispersées) ou concentrées (localisées),
- chroniques, accidentelles, ou saisonnières,
- particulières ou bactériologiques....

Si l'eau et l'air constituent les deux vecteurs principaux de pollution des sols, des produits toxiques peuvent aussi affecter le sol directement suite à un accident ou un déversement intempêtif. Ces pollutions amènent alors le sol à polluer l'air et l'eau, éléments qui en retour contaminent d'autres aires, la migration (transfert, diffusion, mobilisation) des substances toxiques s'opérant alors par les voies éolienne et aqueuse.

Au niveau national, la réalité de la pollution des sols est notamment ressortie lors des premières campagnes de prélèvements et d'analyses des eaux pluviales menées sur trois aéroports (Nantes-Atlantique 1995, Marseille-Provence 1995 et Lyon-Satolas 1993) par le STAC et le LCPC, avec l'observation de sédiments et de boues contaminés par des métaux lourds et des hydrocarbures. Une étude universitaire de 2003 menée dans le cadre d'une recherche en agronomie a mis en évidence que l'impact du trafic routier et aéronautique se traduisait par une contamination des sols et des végétaux par les HAP [CREPINEAU-DUCOLOMBIER - INRA-EDP]

En 2004, le STAC a sollicité, via la mise en oeuvre d'un questionnaire, plusieurs plates-formes aéroportuaires sur la problématique de la gestion des sols. Plus de dix aéroports ont apporté leur contribution (ADP, Bordeaux, Brest, Epinal, Fort de France, Grenoble, Lyon, Montpellier, Nice, Rennes, Strasbourg et Toulouse).

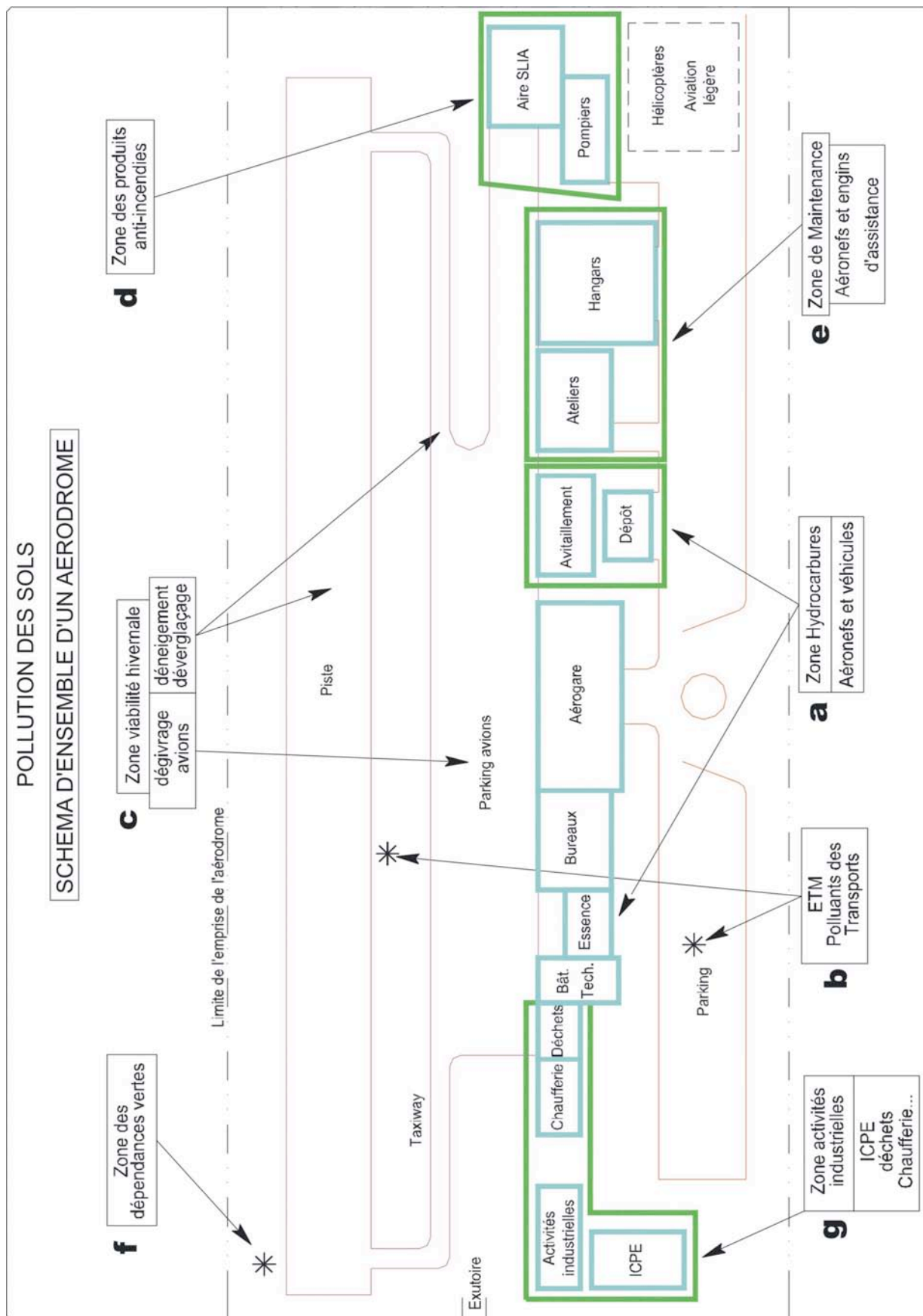
Les renseignements obtenus font constater que jusqu'à la fin 2003 peu d'aérodromes recouraient à une surveillance de la qualité des sols (par le biais de campagnes de mesures et d'utilisation des outils méthodologiques).

STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

Cette enquête permet d'estimer la fréquence et l'ampleur des événements (incidents et accidents) ayant entraîné dans le passé récent des atteintes aux sols et les caractéristiques des pollutions (nature, impact, mesures correctives prises, ..). Ils ne sont ni rares ni toujours mineurs et les pollutions par les hydrocarbures dominant.

L'analyse montre que seuls les plus grands aéroports mènent des actions de prévention, pour en avoir les moyens humains et financiers, et pour être confrontés à davantage de risques de pollutions que les petites plates-formes. Ils se montrent également plus sensibles à la notion d'image de marque et de communication. Hormis les grandes plates-formes, le thème du sol est très généralement traité en annexe de celui de l'eau. Cette perception traduit une sensibilisation insuffisante et dévalorisante des sols. Sauf cas rarissimes, les incidents et pollutions rapportés ressortent au total, au plan de l'impact sur l'environnement et la santé, comme mineurs ou négligeables et réversibles.

STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007



STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

## **3.2 POLLUANTS, SOURCES ET AIRES CONTAMINEES**

### **3.2.1 Les polluants aéroportuaires et leurs sources**

#### **3.2.1.1 Les hydrocarbures et les produits de combustion des réacteurs**

Les hydrocarbures constituent la principale source de pollution de l'aérodrome et de son environnement. Les sols peuvent être affectés par les hydrocarbures de deux manières principales :

- par les retombées sur le sol (pollution diffuse) des particules issues des combustions des carburants aviations dans les réacteurs,
- par les coulures accidentelles (pollution localisée) sur le sol lors de l'avitaillement aux camions, aux volucompteurs ou à l'oléoprise.

Des altérations du sol et du sous-sol peuvent également provenir de fissures dans les dalles de ciment jugées imperméables, de fuites imperceptibles pendant des années dans les canalisations souterraines, ou de défauts dans les matériels et joints des conduites d'évacuation des eaux de ruissellement utilisées pour évacuer les eaux de condensation des dépôts jusqu'aux déshuileurs.

Les alcanes, composants du JetA1 et du 100LL, possèdent une toxicité reconnue. Les alcanes sont insolubles dans l'eau mais sont miscibles avec la plupart des liquides organiques et sont eux mêmes des solvants pour de nombreux composés organiques. Les hydrocarbures pénètrent assez rapidement dans les horizons superficiels du sol où ils sont retenus soit par insolubilisation, soit par fixation sur le complexe d'échange du sol.

Parmi les éléments indésirables figurent également les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), dont le benzo(a)pyrène, le benzo(ghi)pérylène, le pyrène, le fluorenthène, la naphtalène, l'anthracène et le coronène. Les HAP sont des composés formés de 4 à 7 noyaux benzéniques, générés par la combustion incomplète de matières fossiles par des moteurs. Le risque de cancer est avéré. Ce sont des substances mutagènes, c'est à dire susceptibles de modifier le patrimoine génétique des êtres vivants.

Le caractère hydrophobe des HAP limite leur lessivage vers les horizons inférieurs. Ils s'accumulent donc dans la couche d'humus et la litière du sol, où l'activité biologique est maximale. Les HAP étant peu solubles, ils se propagent moins dans le sol que les BTEX (Benzène, toluène, xylène et éthylbenzène).

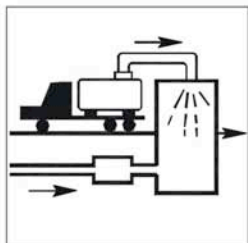
STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

Les BTEX sont faiblement biodégradables. Ils sont hydrosolubles, d'où une propagation rapide dans les sols et un risque de transfert vers des nappes pour une importante dispersion. Leurs conséquences néfastes sur l'eau, le sol, la végétation, la chaîne alimentaire et la santé sont multiples. Ils constituent une des principales nuisances du sol, de l'eau et de la végétation .

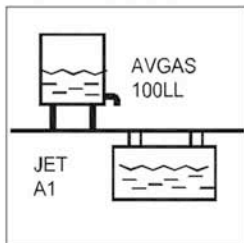
Outre les hydrocarbures destinés aux aéronefs, il est utilisé dans l'emprise d'un aéroport des essences (SP95,...) et du diesel par les engins d'assistance en escale (camions hôtelier, véhicules vide-toilettes, escaliers automoteurs, tracteurs pour remorquer les chariots à bagages, à palettes et conteneurs, générateurs, tracteurs pour pousser les avions, camions des pompiers, faucheuses, déneigeuses,...). Du fioul est également employé dans les chaufferies. Les résidus pétroliers sont donc nombreux.

STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

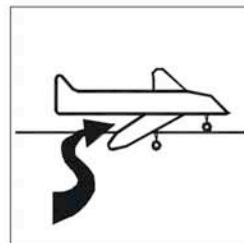
## POLLUTIONS DES SOLS ZONES HYDROCARBURES



Alimentation  
du dépôt



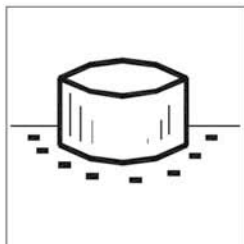
Stockage  
( Dépôt )



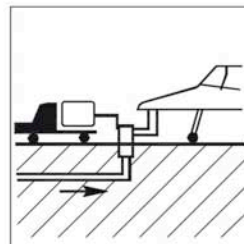
Distribution  
( Avitaillement )

Outre les hydrocarbures destinés aux aéronefs, l'aérodrome dispose d'essences et de gasoil pour les véhicules de service et les engins d'assistance en escale.

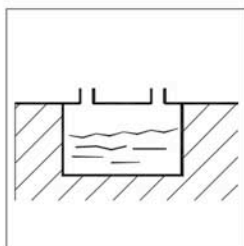
Les sources de pollution sont multiples à l'alimentation, au stockage et à la distribution.



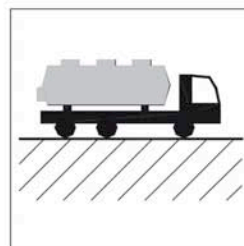
Réservoir  
aérien



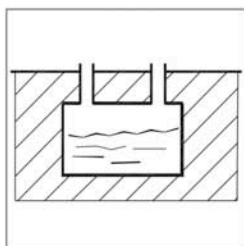
Oléoréseau



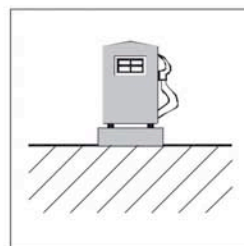
Réservoir  
semi-enterré



Avitailleur



Réservoir enterré



Volucompteur

STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

### 3.2.1.2 Les Eléments Traces Métalliques

Les Eléments Traces Métalliques (ETM) regroupent les éléments d'une densité supérieure à 5 grammes par cm<sup>3</sup> comme le plomb, le cadmium, le zinc, le chrome, le cuivre, le mercure, le nickel, le sélénium, le cobalt, le platine, le vanadium, le palladium, l'arsenic, le manganèse, le baryum et le tallium. L'appellation « Eléments Traces » regroupe environ 80 éléments. Cinq d'entre eux paraissent préjudiciables pour la qualité des sols (plomb, cuivre, zinc, cadmium, manganèse).

Ces éléments constituent une des principales sources de nuisance liée au transport. Ainsi, le fonctionnement des camions hôteliers, chariots élévateurs, escaliers automoteurs, tracteurs à bagages, tracteurs à avions, groupes GPU (moteur Diesel), groupes mobiles à air comprimé (ASU), camions citernes avitailleurs, camions des services SSLIA, balayeuses, faucheuses, déneigeuses et autres engins ou véhicules actifs sur un aéroport sont susceptibles d'émettre des éléments métalliques traces.

Le plomb est un polluant persistant pouvant être bio-accumulé dans les chaînes alimentaires. Si le plomb a largement disparu des carburants pour les automobiles (depuis janvier 2000), il reste encore présent dans les lubrifiants, les pneumatiques, les freins...

Le cadmium, un toxique très actif, est utilisé comme un des additifs des lubrifiants et comme stabilisant des caoutchoucs.

Le Zinc est employé comme additif de lubrifiants, dans des clôtures et glissières de sécurité routière.

Les freins des véhicules (mais aussi les équipements de sécurité : glissière, clôture, ou la chaussée), de par leur usure, laissent sur le sol du Zinc, du cadmium, du cuivre, du chrome et du manganèse.

Les pneumatiques émettent du cadmium et du zinc, les catalyseurs du platine, du palladium, du chrome et du nickel. Les lubrifiants recèlent du molybdène, zinc, cadmium, baryum, cobalt et les carburants des alkyles de plomb.

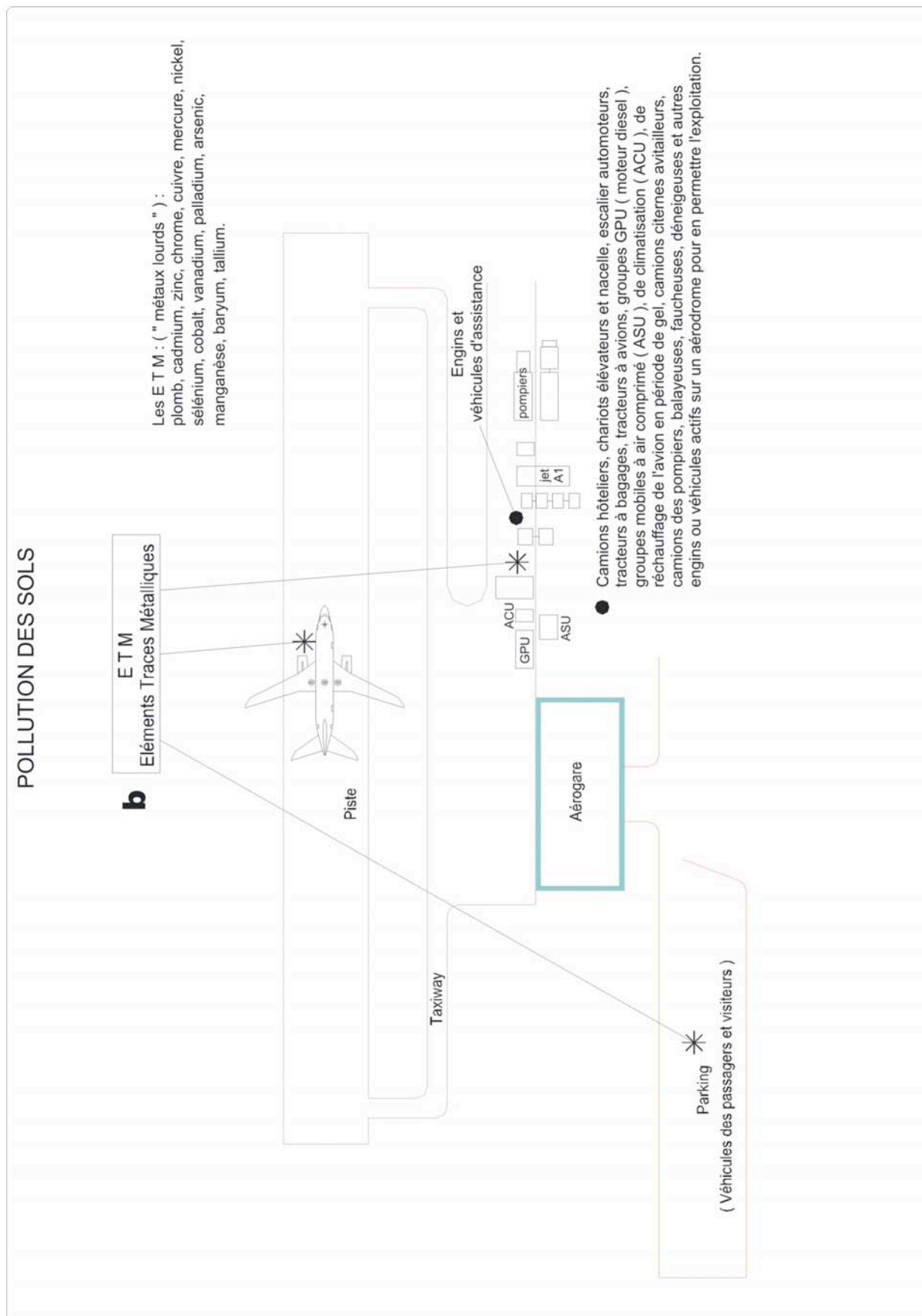
Les « déchetteries aéroportuaires » peuvent également véhiculer une part importante d'ETM (piles au cadmium, batteries au plomb...).

Les pesticides utilisés pour la gestion des dépendances vertes contiennent aussi des traces de cuivre et de zinc.

A très faible concentration, les ETM comprennent les éléments nécessaires à l'alimentation des plantes et des êtres vivants (oligo-éléments). Ils deviennent toxiques à plus forte concentration, chacun ayant ses effets spécifiques. Leurs conséquences néfastes sur le sol, l'eau, la végétation et la santé sont multiples. Elles restent l'objet d'études pour des affinements.



STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007



STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

### 3.2.1.3 Les produits utilisés pour la viabilité hivernale

Afin d'assurer l'exploitation de l'aéroport durant la période hivernale, il peut être procédé à deux types d'opération : le dégivrage et l'antigivrage des avions et le déverglage des pistes.

Les opérations d'antigivrage (procédure préventive destinée à protéger l'avion de la formation de givre et de glace) et de dégivrage (opération curative destinée à décontaminer l'avion de toute trace de givre, de glace ou de neige) nécessitent l'utilisation de produits à base de glycol.

Les opérations de déverglage des pistes (procédure destinée à assurer l'enlèvement d'un contaminant : gel, glace, neige... des pistes et voie de circulation routière) nécessitent l'utilisation de produits liquides ou solides à base d'acétates ou de formiates.

Le chlorure de sodium, utilisé sur les routes, n'est employé que sur les aires de stationnement des voitures et certaines voies d'accès.

Les différents produits chimiques à base d'acétates, de formiates et de glycols utilisés dans ces opérations d'antigivrage, de dégivrage, de déverglage et de déneigement sont dans la plupart des cas, notamment sur les plates-formes dépourvues de systèmes ou d'équipements de récupération et de traitement des effluents, entraînés par les eaux de ruissellement dans les sols et l'eau. Les effets néfastes de ces produits sur le sol, l'eau et la végétation, l'environnement et la santé sont incontestables mais ils restent à mieux les cerner. Une étude bibliographique initiée par le STAC est d'ailleurs en cours afin de caractériser les impacts environnementaux et sanitaires liés à l'utilisation de ces produits.

Une opération de dégivrage requiert en moyenne entre 50 et 675 litres de glycol par avion. Une opération de déverglage nécessite quant à elle en moyenne entre 150 kg/hectare et une tonne/hectares de fondants chimiques. Ces consommations sont notamment directement dépendantes des conditions climatiques locales et de l'état de contamination de l'avion ou de la piste. Ces données sont également fonction des caractéristiques techniques des équipements de pulvérisation et d'épandage utilisés, des caractéristiques physico-chimiques des fondants chimiques, et pour les opérations de décontamination des avions, de la masse de l'appareil et du type d'opération à mener (dégivrage ou antigivrage).

### 3.2.1.4 Les produits anti-incendies

Les zones d'entraînement des pompiers du SSLIA (Service de Sauvetage et de Lutte contre les Incendies d'Aéronefs) sont soumises à de potentielles pollutions des sols par des produits toxiques suite aux déversements de mousses et poudres et autres matières inhibitrices utilisées avec des lances ou des extincteurs lors des exercices anti-incendie, notamment contre les feux d'hydrocarbures, d'aéronefs ou les risques pyrotechniques.

Les agents extincteurs utilisés dans les aérodromes sont principalement destinés à la lutte contre les incendies d'hydrocarbures et au refroidissement des matériaux. Outre les agents principaux et complémentaires, des agents de propulsion s'y ajoutent.

STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

Le personnel emploie généralement des émulseurs protéiniques et des émulseurs synthétiques filmogènes et fluorosynthétiques à base de Tridol S3 et S6, dont la concentration d'emploi peut aller jusqu'à 6%. Les émulseurs eaux et feu sont considérés comme non toxiques et biodégradables mais la fiche de sécurité du Tridol identifie des dangers et délivre des conseils de prudence, surtout lors de manipulations des produits purs pour la préparation de la substance anti-incendie.

Comme le niveau de pollution peut être important (affectant une superficie de plusieurs centaines de mètres carrés et jusqu'à plusieurs mètres de profondeur) à la suite des exercices sur les feux d'hydrocarbures, par lessivage et infiltration, les fosses à incendies doivent être réalisées avec rigueur et précision (étanchéité, béton à feu, muret de retenue...). Des dépollutions fréquentes de l'air sont à conseiller afin de réduire au minimum les nuisances des exercices. La recherche de solutions pour s'affranchir des fosses à incendie reste à encourager, avec par exemple des regroupements sur des sites communs et des utilisations d'appareils de simulations.

Il importe de situer les contaminations redevables aux exercices d'entraînement sur feux réels des pompiers dans les zones des exercices (fosses à incendie...) et de déterminer quels sont les degrés d'écotoxicités et de nuisances en résultant (y compris celles des camions et autres engins anti-incendies déployés lors de sinistres). Ces contaminations peuvent être à la fois le fait de négligences lors des exercices et être tributaires de ceux-ci (aux techniques et méthodes utilisées). Elles peuvent également résulter d'un stockage défectueux.

### **3.2.1.5 Les produits de maintenance des aéronefs et des engins d'assistance**

Dans la gamme des dizaines de produits qui peut être répertoriée figurent les diverses huiles (minérales et synthétiques), les graisses, les solvants, le méthanol, les liquides dégrippants, les liquides hydrauliques et de refroidissement, les liquides anticorrosion (huile minérale de protection pour turbomachines ou moteurs à pistons, ou circuits hydrauliques, produits hydrofuges, ...), les liquides spéciaux (pour étanchéité, alcool isopropylique, alcool éthylique, ...), le toluène, le bisulfure de molybdène en poudre, l'acétone, les lubrifiants pour engrenages, les peintures, les cyanures...

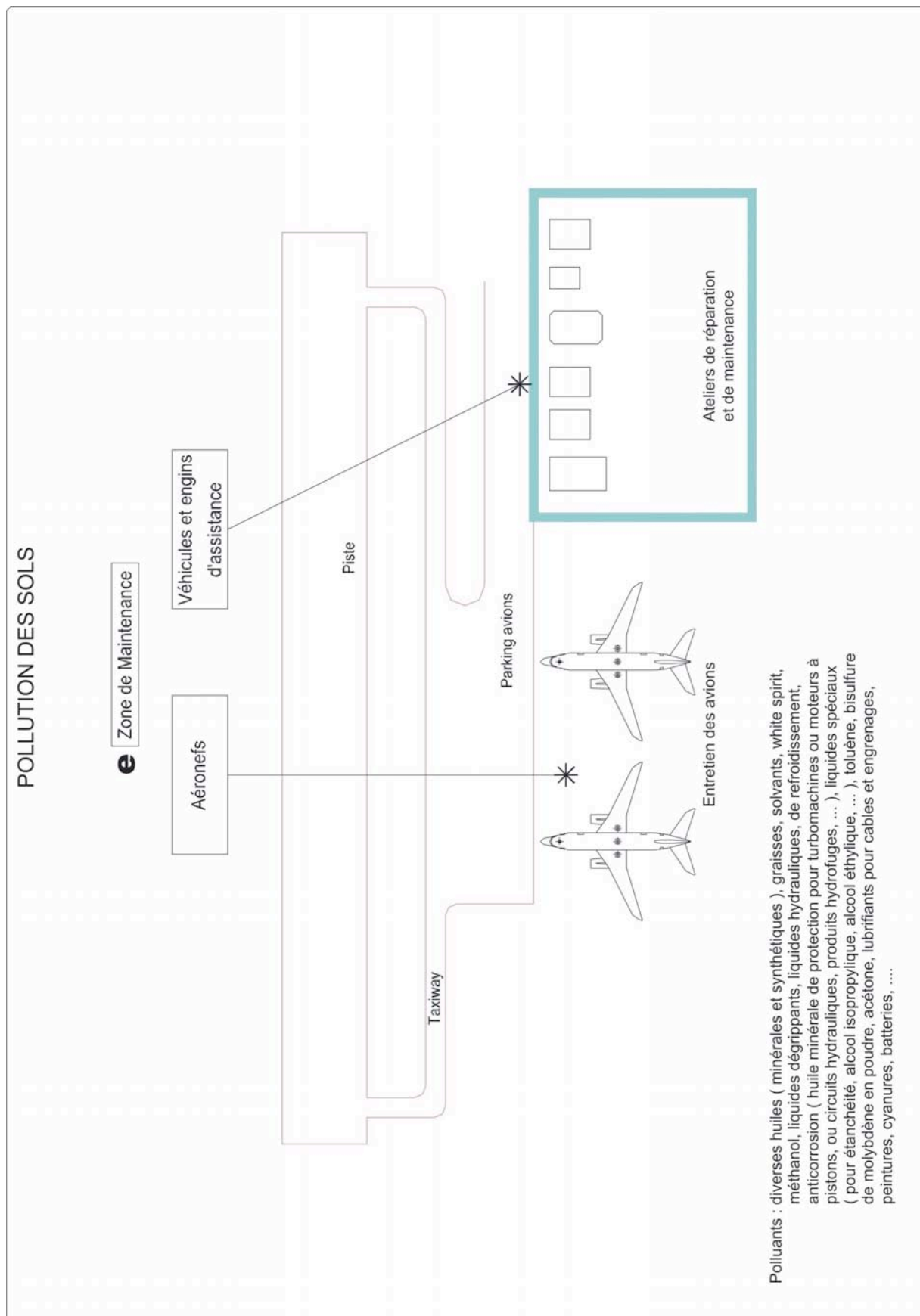
Parmi les véhicules et engins d'assistance au sol susceptibles d'entretiens et de réparations figurent les camions hôtelier (catering), les chariots vide-toilettes, les chariots élévateurs, les nacelles télescopiques, les plates-formes élévatrices de transbordement, les escabeaux et docks de maintenance, les escaliers mobiles automoteurs pour l'accès avion (passagers et équipage), les bus élévateurs, les bus pour passagers handicapés, les tracteurs électriques ou thermiques (essence, gaz ou diesel) pour le fret (palettes et conteneurs) et engins de manipulation (à rouleaux, courroies ou chaîne à galets), les convoyeurs à bagages (tapis, carrousel, tri), les équipements de magasinage, les tracteurs à avions (tractage et repoussage) avec ou sans barre, les générateurs mobiles et groupes GPU (moteur Diesel), pour le démarrage à air comprimé (ASU), les bancs de charge et d'essais, les groupes de distribution d'eau et de méthanol, les différents camions citernes avitailleurs, les camions des pompiers, les déneigeuses, les faucheuses et autres engins ou véhicules actifs sur un aéroport pour en permettre l'exploitation.

STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

A ceci s'ajoutent les annexes (batteries, chargeurs, transformateurs, régulateurs, signalisation, alarme, rampe de lavage, unité de pesage, de sécurité, ...) et des outillages spécifiques à l'aéronautique (engins de levage, de pose et dépose des réacteurs ou trains d'atterrissage, ...) qui peuvent aussi libérer des polluants.

Les responsables environnementaux doivent situer dans l'emprise les zones de contaminations épisodiques et cumulatives redevables aux produits utilisés dans les ateliers d'entretien (et de réparation) ou à l'extérieur lors d'activités de maintenance. Ils doivent limiter les manipulations occasionnellement défectueuses y compris au stade des déchets, ces substances étant parfois explosives ou inflammables.

STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007



STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

### 3.2.1.6 Les autres polluants et substances

Dans la longue liste de substances susceptibles de contaminer le sol et le sous-sol on peut encore citer :

- les gommes des pneumatiques d'avions arrachées à l'atterrissage (les gommes ne constituent pas au sens strict des polluants),
- les résidus de garnitures de freins des véhicules de services,
- les traces de matières dangereuses suite à un fret défectueux dans l'entrepôt ou à un sinistre d'aéronef,
- les cumuls de poussières issues d'un chantier,
- les pollutions générées par les activités économiques avoisinantes
- les produits utilisés lors de la construction et la réfection de chaussées aéroportuaires. La pose de ciments, bétons et bitume sur le sol peut constituer une source potentielle de pollution de la couche supérieure du sol de par la nature parfois toxique des matériaux utilisés (liants de bétons ou à base de goudrons, brai de houille, enduits, coulis, solvants, résine,..) ainsi que par les procédés de mise en place (émulsion, centrale d'enrobage,...),
- les produits d'entretien des dépendances vertes (pesticides, fongicides, raticides...)...

### 3.2.2 Aires contaminées

La liste suivante récapitule d'une manière non exhaustive les différentes aires susceptibles d'être affectées par un certain nombre de pollution :

- le dépôt de carburants (citernes, canalisations,...),
- l'aire d'avitaillement des avions,
- l'aire de délivrance des essences (SP95, diesel, ...) des véhicules terrestres (utilisés par le gestionnaire pour ses propres besoins et par les sociétés d'assistance aux aéronefs en escale),
- l'aire de dégivrage des avions,
- les pistes et taxiways objets de déverglaçage,
- l'aire incendie des pompiers du SSLIA,
- les ateliers de réparations et de maintenance (des divers véhicules d'assistance),
- les lieux de stockage des déchets,
- les aires dévolues aux magasinage et entreposage des matières dangereuses,
- les surfaces consacrées aux dépendances vertes (arbres, gazons...),
- les centrales thermiques (fioul...),
- les zones réservées à des activités industrielles.

Au total, c'est l'ensemble de l'emprise qui est susceptible d'être contaminé par une source locale (à soumettre à un confinement) ou par l'arrivée de substance par migration.

Les pollutions des sols surviennent essentiellement lors de défaillances techniques ou humaines (une météo exceptionnelle pouvant y avoir son rôle).

STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

### **3.3 LES IMPACTS ENVIRONNEMENTAUX ET SANITAIRES**

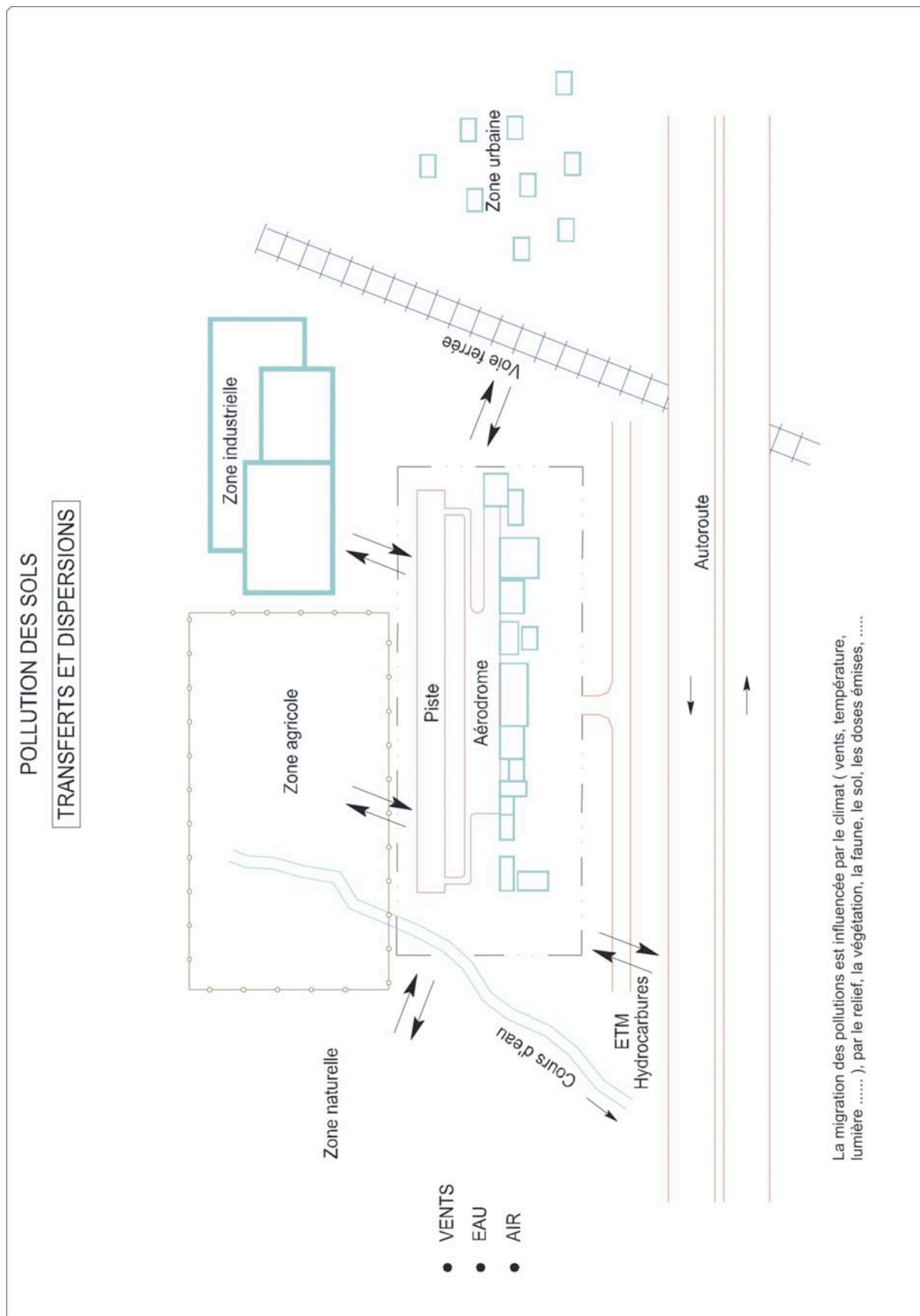
Ce n'est pas tant la présence de polluants qui est problématique, mais le fait que cette pollution soit mobilisable et donc susceptible d'affecter l'environnement ou une population exposée.

#### **3.3.1 Les phénomènes de transfert et de dispersion**

Le sol constitue généralement un agent d'immobilisation des métaux toxiques. Cependant, la fraction mobile d'une pollution (contaminants) peut soit migrer vers un autre site (on parle alors de dispersion ou de mobilité), soit aller vers des horizons profonds du sol, atteindre les nappes d'eau et les organismes biologiques (il s'agit alors d'un transfert). Les impacts des évolutions spatiales et temporelles d'une contamination, qui font intervenir de nombreux processus, facteurs et paramètres, ne sont généralement pas finement déterminables. La connaissance des comportements des sols face aux facteurs anthropiques reste à améliorer.

Le transfert des polluants est à la fois tributaire de la nature du sol et de la structure et de la perméabilité de la roche mère. A titre d'exemple, dans les sols acides (pH élevé) et pauvres en humus, la mobilisation est favorisée. Les ETM ne s'accumulent guère, étant soit absorbés par les plantes et les cultures (créant un risque pour la santé) soit transférés vers les nappes phréatiques. Par contre, dans les sols basiques et riches en humus, les ETM sont retenus et le sol devient alors durablement contaminé, de manière chronique. Le tassement du sol (suite aux passages de véhicules) concourt à la mobilité des polluants en encourageant leur diffusion vers les eaux souterraines. Un sol aéré permet donc au contraire de mieux piéger les éléments toxiques.

STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007





STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

La plupart des polluants incriminés dans la dégradation des sols des aérodromes sont bien connus et ces substances toxiques (hydrocarbures, huiles, détergents, acétates, glycol...) se retrouvent sur le sol par dépôt à la suite :

- d'un apport d'origine éolien.  
L'air transporte les polluants issus des hydrocarbures brûlés ou non rejetés par les moteurs. 1 kg de jet A1, à l'issue de sa réaction avec l'oxygène, génère environ 20 grammes de polluants dans l'air, certaines particules étant très toxiques, comme les suies. Elles se déposent en fonction des caractéristiques éoliennes du site. Le dépôt de polluants atmosphériques dissémine dans les sols des contaminants acidifiants (SO<sub>2</sub>, Nox, ...), des ETM (Cd, Cu, ...) et des composés organiques (HAP, PCB,...).
- d'un entraînement des eaux de ruissellement.  
Les polluants amenés par l'eau sont connus de par les séries d'études menées par le STAC et le LCPC notamment sur les pollutions des eaux de ruissellement sur les aéroports (Lille Lesquin en 2001, Marseille-Provence en 1997, Lyon-Satolas en 1998, Nantes Atlantique en 1995...). Ce sont les hydrocarbures, déverglaçants, dégivrants, antigels, détergents, ... ou des substances entraînées lors d'opérations de déneigement des aires de mouvement ou de voies d'accès qui sont susceptibles de se retrouver dans les sols.
- ou d'un apport direct.  
Les pollutions directes du sol viennent de déversements de substances lors des manipulations de carburants, d'huiles, ou d'antigels... La saturation du sol et du sous-sol peut provenir également d'un dysfonctionnement des oléoducs ou des réseaux d'assainissement.

Les principaux paramètres influençant la dispersion par migration des charges en polluants sont les suivants :

- la caractéristique des activités aéroportuaires et aéronautiques (types d'activités, trafic...),
- la configuration et la vétusté des réseaux d'assainissement,
- le niveau de formation du personnel en charge des opérations sensibles (avitaillement, fret, maintenance mécanique, lutte contre les incendies d'aéronefs, déverglaçage, dégivrage...)
- les conditions biotiques et abiotiques (composition floristique, conditions climatiques, topographie, pédologie, hydrologie, hydrogéologie, géologie...) et la sensibilité des milieux récepteurs (notamment la ressource en eau)...

Il est à noter que les plantes constituent un élément important de prévention des migrations, car elles réduisent les envols de poussières et elles accumulent dans leurs racines nombre de polluants. L'analyse des transferts des ETM vers les plantes s'avère complexe et les résultats diffèrent selon les éléments considérés. Une couverture végétale est à la fois protectrice tout en servant de bio-indicateur. Outre l'aspect stabilisant, des plantes possèdent un potentiel curatif.

STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

### 3.3.2 Les impacts environnementaux

Les aérodromes sont l'objet de retombées de particules émises dans l'atmosphère, par des avions et d'autres sources, qui atteignent dans des proportions infimes, outre les sols, la couverture végétale. A priori, soupçonner une importante contamination des végétaux, une grande vulnérabilité et sensibilité des zones agricoles situées à proximité des aérodromes, est improbable suite aux éloignements des pistes (et des dépôts de carburants) avec les jardins des riverains et les cultures des exploitants agricoles. Outre la structure de l'aérodrome, le cadre paysager semi urbain ou rural des aérodromes peut constituer un élément rassurant. L'avion prend vite de la hauteur et le trafic des aéronefs, (à l'exception des principaux sites comme Roissy et Orly) est rarement soutenu (en terme de fréquence horaire en moyenne).

L'impact des pollutions redevables aux hydrocarbures est bien connu : la vie végétale régresse lors de déversements qui atteignent les feuilles, tiges ou racines des plantes. Les produits pétroliers et phytosanitaires usuels sont qualifiés de xénobiotiques, car défavorables à la vie des organismes, autant pour les micro-organismes du sol que pour les végétaux qui poussent sur celui-ci.

Des infiltrations en grande quantité de carburants affectent les caractéristiques édaphiques du site aéroportuaire et la biodiversité floristique. Par leurs caractéristiques physico-chimiques, les carburants présentent des dangers pour la faune terrestre et aquatique. La pollution induit une dégradation des possibilités de vies animales, y compris des volatiles et d'autres espèces itinérantes qui entrent en contact avec une aire souillée par les carburants, les boues de nettoyage des réservoirs ou les instruments contaminés.

L'impact des hydrocarbures sur le sol et le sous-sol est principalement redouté à cause des risques de pollution de la nappe phréatique. Les coulures de carburants sur la surface accroissent les risques d'incendie. Un sol souillé subit une modification de ses caractéristiques physiques, mécaniques et biologiques. Il en va de même du sous-sol contaminé suite à des infiltrations résultant d'une insuffisance du système de récupération sur la partie imperméabilisée. La pollution en profondeur varie selon la morphologie et la géologie du site naturel, selon les formations et fracturations du substratum (contexte géomorphologique).

La caractérisation d'un problème de pollution de l'humus, des sédiments, des végétaux et des autres composantes des écosystèmes reste complexe. La diversité des types de sols et de sous-sols aboutit à des risques différents d'incidence des pollutions pour un même type de contaminations. D'une manière générale, l'altération du sol par des polluants perturbe généralement le cycle de l'azote et l'assimilation de nutriments par les plantes, détruit certaines bactéries et limite l'aération du sol. Mais les fréquentes divergences d'appréciations des professionnels témoignent de la difficulté de livrer des avis simples et précis.

STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

Une expérience a été menée par ADP en 1999 avec la coopération de l'INRA et en partenariat avec l'association Pégase. Le recours à des végétaux (bio-indicateurs) pour mesurer la pollution autour d'aéroports (redevables aux substances émises dans l'atmosphère), effectué au printemps 2002 pour étudier l'impact du trafic (des rejets comme les BTEX, HAP...) sur les cultures (avec l'utilisation de petits pois, haricots, ray-grass et épinards), a montré que les accumulations sont variables selon les espèces végétales et les distances. Les incidences sont peu sensibles, à l'exclusion du titane, un métal physiologiquement inerte (supposé provenir de l'usure des moteurs d'avions), qui n'est pas mentionné dans le codex alimentarius FAO/WHO. La conclusion indique que malgré les quantités importantes de polluants émis par les avions dans l'atmosphère à proximité des aéroports lors des phases d'atterrissage ou de décollage, les accumulations de ceux-ci ne sont actuellement pas détectables dans la végétation présente autour de ces installations, à l'exception du titane. Elle suggère que la pollution du sol doit également être peu importante. (« *Etude de la contamination des végétaux aux alentours de l'aéroport de Roissy-CDG par les polluants atmosphériques issus du trafic aérien* » par J.P. GARREC, C. ROSE, C. MALHERBE et N. PIRONON, INRA Nancy, été 2002).

La rhizosphère, qui est le lieu d'importantes interactions bio-physico-chimiques, reste néanmoins à considérer dans les études sur les migrations, car elle favorise généralement l'immobilisation des polluants et leur bio-dégradation. Il convient ainsi de sauvegarder la faune du sol (protozoaires, nématodes, acariens, collemboles, lombrics, larves d'insectes...) et de veiller à ses propriétés, en particulier à sa fertilité (constituants organiques et minéraux). La protection des sols selon les textes adoptés par le Parlement Européen, vise également à sauvegarder leur fonction d'accumulateur de CO<sub>2</sub>, de protection des ressources hydriques et de conservation de la biodiversité.

Les plates-formes gagneraient à mettre en place une politique de prévention passant par exemple par l'utilisation de bio-accumulateurs. Parmi ceux-ci figurent notamment le pétunia, le ray grass (utile pour détecter le soufre et des métaux lourds), le chou vert (pour déceler les HAP) et la misère (*Tradescantia sp.* -sensible aux substances mutagènes).

### 3.3.3 Les impacts sanitaires

« L'exposition des populations aux polluants des sols peut être directe, par voie orale ou de poussières mises en suspension et dispersées dans l'environnement. Elle est indirecte lorsqu'elle résulte de la consommation d'aliments contaminés (produits laitiers, œufs, viandes, fruits et légumes, issus des exploitations ou des jardins familiaux) » indique l'Agence Française de Sécurité Sanitaire Environnementale (AFSSE) dans le document « Plan National Santé Environnement » (PNSE 2004).

STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

L'estimation précise de risques sanitaires liés au sol portant une activité aéroportuaire donnée ne peut que découler des conclusions d'études à mener, qui posent encore des défis aux spécialistes, notamment sur les impacts des faibles doses. Les analyses des sols et les végétaux, dans l'emprise d'un aéroport et à proximité, doivent être multipliées en tenant compte de la mobilité des substances, laquelle est liée aux phénomènes de volatilité, de solubilité et de pulvéulence. Le sol est un transformateur biologique qu'il convient d'apprécier selon les substances en jeu.

Les effets nocifs sur la santé humaine des hydrocarbures sont indéniables. Le contact cutané et l'ingestion accidentelle de terre contaminée aux hydrocarbures causent des irritations (épiderme, des yeux). La nocivité est maximale lors d'ingestion. Les molécules de pesticides et d'hydrocarbures, qui s'accumulent dans la chaîne alimentaire, ont souvent des effets allergisants, neurotoxiques, cancérigènes, mutagènes et hormonaux.

La prise en compte du risque sanitaire se réalise au travers de l'étude de « l'exposition-santé », qui permet de déterminer les IRS (Indices de Risques Sanitaires) concernant les substances toxiques ayant une dose admissible connue et les ERI (Excès de Risque Individuel), c'est à dire la probabilité de dangerosité des substances toxiques sans seuil.

La connaissance des risques sanitaires liés à l'environnement reste encore insuffisante et lacunaire. Les études, qui relient les indicateurs environnementaux et les indicateurs sanitaires, tentent de surmonter les difficultés méthodologiques liées au constat de pathologies souvent difficiles à cerner et des pollutions généralement diffuses et caractérisées par de faibles concentrations.

Le concept de « santé environnementale », appuyée par des agences comme l'Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments (AFSSA) et l'Agence Française de Sécurité Sanitaire Environnementale (AFSSE), contribuent au décloisonnement des compétences et à des approches transversales. Aidées par différents organismes d'étude sur la santé, ces agences visent autant la connaissance (et l'évaluation) des risques que le développement des moyens de prévention.

La récente prise en compte du sol (qui joue un rôle de transfert et d'interface entre l'air et l'eau) dans les politiques publiques fait multiplier les initiatives. Le rapport de la Commission du Plan National Santé Environnement (PNSE) reconnaît que la thématique santé-environnement souffre d'être à une double interface et qu'il est encore un peu arbitraire de vouloir quantifier l'effort scientifique puisque la recherche en la matière est dispersée. Agréger les connaissances réparties dans de nombreuses disciplines s'impose. Un effort dans ce sens est advenu avec le lancement du programme « Environnement-Santé » en 1996. En 2002, l'INSERN a mis en place une Action Thématique Concertée (ATC) « Environnement et Santé ». Plusieurs ministères pilotent maintenant des programmes et actions, une réalité traduisant la montée de la conscience écologique et la reconnaissance officielle de la gravité de certains problèmes de maladies dues aux pollutions de l'environnement.

STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

Les organismes de santé, dans leurs études sur les effets des polluants sur la santé humaine, après avoir essentiellement insisté sur quelques produits (amiante, plomb, mercure, HAP...) et des situations professionnelles à risques, élargissent leurs champs d'investigation,.... L'insistance récente sur la notion de risque sanitaire globalise le champ des recherches. Celles-ci sont au prise avec la détermination de valeurs limites ou de référence, qui n'existent généralement pas, et lorsque tel est le cas, l'éparpillement des sources est la règle. Les spécialistes recourent volontiers aux données de la FAO/WHO (son Codex alimentarius dresse la liste des contaminants), à l'agence américaine de l'environnement (EPA), au CDC (Center for Diseases Control) et d'autres organismes.

L'AFSSE, reconnaissant le caractère hétérogène et complexe du sol, souligne les besoins de connaissances supplémentaires du fait de la persistance d'incertitudes scientifiques. Elle estime que « les conséquences à long terme de la contamination des eaux souterraines par les sols sont insuffisamment évaluées à l'échelle globale, dans leurs aspects à la fois patrimoniaux et sanitaires » (*Rapport à la Commission d'Orientation, Plan National de Sécurité Sanitaire, 2004, document traitant des sols pollués p20 et pp 27-37*). Dans le domaine de la Santé et des végétaux, l'étude de Risque Sanitaire (ERS) est le principal outil méthodologique disponible.

Les recherches en « santé environnementale » se polarisent sur les diverses activités émettrices de pollutions chroniques et le transport aérien, après le routier, devient l'objet d'attention.

Les plantes se trouvant sur les sols aéroportuaires contaminés par des éléments métalliques (plomb, chrome, arsenic, ..) peuvent absorber ces polluants. Les récoltes s'en trouvent altérées avec des effets néfastes sur les consommateurs. La pollution peut résulter de l'épandage de produits phytosanitaires, antiparasitaires et autres (classés « toxiques » et « très toxiques » au sens du code de la santé publique) autour de l'aérodrome et c'est pourquoi l'Arrêté du 5 mars 2004 relatif à l'utilisation par voie aérienne de produits mentionnés à l'article L.253-1 du code rural prévoit une déclaration préalable et des distances minimales (50m).

Une partie des sols des aérodromes est parfois constituée de cultures (qui ne contribuent pas au péril aviaire), y compris aux abords des pistes.

Les dégradations des sols engendrent des effets moins directs et souvent différés. La question primordiale est celle des teneurs en polluants par rapport aux teneurs naturelles (redevable à l'altération des roches et à la genèse des sols).

Le risque sanitaire lié au sol, suite à une exposition aux polluants redevables à l'activité aérienne, semble a priori moindre que l'impact redevable au trafic routier. Cependant, un besoin de connaissances porte sur les quantités et les mécanismes de transfert (vers les plantes et l'eau). Des modèles spécifiques pour déterminer les impacts restent à élaborer. Mener une série d'études sur les nuisances causées aux sols et aux végétaux répondrait aux souhaits du Plan National Santé Environnement (PNSE).

STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

## **4 CONCLUSION : LES ACTIONS A MENER**

---

La problématique de la pollution des sols aéroportuaires est longtemps restée lacunaire, rudimentaire et dispersée, un constat qui traduit le retard dans la prise en compte du facteur sol dans l'ensemble de la problématique environnementale.

Une infrastructure aéroportuaire en phase d'exploitation ou de chantier génère cependant un certain nombre d'impacts environnementaux et sanitaires liés notamment à la pollution des sols par divers contaminants issus de l'activité aéroportuaire et aéronautique. Ces impacts ne sont pas anodins mais restent cependant davantage à préciser.

Dans ce cadre le Service technique de l'Aviation civile a constitué un groupe de travail interdisciplinaire afin de répondre aux besoins de connaissance dans ce domaine et d'apporter un certain nombre de recommandations sur le suivi de la pollution des sols aéroportuaires.

La présente note constitue une première étape de ce projet. En parallèle, le STAC mène actuellement en partenariat avec plusieurs aéroports et le Laboratoire régional des ponts et chaussées de Lille des campagnes de mesures de la pollution des sols afin d'évaluer l'incidence de l'activité aéroportuaire sur la qualité des sols et de connaître les modalités de transfert des polluants dans les divers compartiments environnementaux.

Les divers résultats obtenus lors de ces diverses études permettront d'établir un premier référentiel technique en la matière. Celui-ci contribuera à sensibiliser et à orienter les services de l'Etat, les gestionnaires d'aéroports et les collectivités territoriales prochainement amenées à assurer la maîtrise foncière de certaines plates-formes, dans la mise en œuvre de suivi spécifique de la pollution des sols.

Sensibiliser l'ensemble des responsables des services techniques et environnementaux à la question du sol ressort également comme un enjeu important. Le programme du STAC visera par conséquent à proposer des recommandations adaptées à la thématique des sols, au profit des gestionnaires d'aéroport, des bureaux d'études et autres acteurs concernés, tout ceci au bénéfice de l'ensemble des usagers des aérodromes, du personnel, des riverains et de la sauvegarde de l'environnement, grâce à une réduction des risques de pollution chronique, saisonnière et accidentelle.

STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

## 5 GLOSSAIRE

---

**Adsorption** : Phénomène par lequel des solides ou des solutions retiennent à leur surface des molécules, des ions, en phase gazeuse ou liquide. La désorption est le phénomène inverse. Les argiles sont de bons adsorbants naturels.

**Alcanes** : hydrocarbures (à la structure de formes simples) saturés, ne contenant que des atomes de carbones et d'hydrogène. Anciennement dénommés « paraffines », ils concernent des gaz (butane, propane, octane,...), des solides et liquides (asphaltes, mazouts, diesel, huiles légères, essence et kérosène).

**Aromatiques** : hydrocarbures insaturés inclus dans le pétrole brut ou issus du raffinage. Les Benzène, toluène et xylène sont des aromatiques légers.

**Atténuation naturelle (AN)** : méthode qui utilise la capacité de la nature à se régénérer. Une réhabilitation d'un site peut favoriser ce type de traitement (biodégradation, phytoremédiation, photodégradation, catalyse chimique) pour la réduction de la masse des contaminants.

**Audit environnemental** : Outil de gestion qui comporte une évaluation du fonctionnement de l'organisation et des procédés destinés à assurer la protection de l'environnement.

**Benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)**: COV cancérigène qui appartient au groupe dit BTEX (Benzène, toluène, xylène et éthylbenzène) et que l'on retrouve dans les hydrocarbures liquides, dans les suies, goudrons, ou les gaz d'échappement des avions. Les produits à base de benzène (benzanthracène, benzopyrènes, fluorentènes) sont cancérigènes pour se combiner avec l'ADN des cellules et y créer des mutations.

**Bio-accumulateurs** : Ils appartiennent à la catégorie des Indicateurs Environnementaux (IE) et permettent une surveillance de la qualité des sols. Les jeunes pins sylvestres sont des bio-accumulateurs de particules et la mousse joue le même rôle pour les oxydes d'azotes. L'utilisation des propriétés des systèmes racinaires de végétaux permet aussi un mécanisme de biodégradation ou de fixation des polluants. Parmi les bio-accumulateurs de métaux lourds et de poussières figurent le ray grass et les arbres d'alignement en ville. Les choux et les pins le sont pour les COV.

**Biodégradation** : Technique de dépollution qui peut utiliser, comme dans le cas de la phytoremédiation, les propriétés racinaires de certaines plantes. Elle résulte de la décomposition, plus ou moins rapide, de certaines substances en molécules plus simples.

**Biodiversité** : Un gramme de sol en bon état peut contenir jusqu'à 600 millions de bactéries de 15 000 à 20 000 espèces différentes. Un hectare de terre arable peut contenir plus de 5 tonnes d'organismes vivants.

STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

**Bio-indicateurs** : Espèces ou organismes (poissons, insectes, plantes, légumes, champignons, fleurs, vers de terre, acariens, collemboles,...) servant à rendre compte de facteurs environnementaux et donc à détecter et à mesurer des pollutions. Les lichens figurent parmi les bio-indicateurs de la pollution atmosphérique, tout comme les jeunes pins sylvestres (bio-indicateurs de particules) et des mousses (bio-indicateurs des oxydes d'azote). Parmi les plantes et légumes très sensibles, on trouve respectivement le tabac et le chou vert. Le pétunia hybride blanc est une fleur très sensible aux hydrocarbures (tout comme certaines mouches). Les bio-indicateurs (tabac, trèfle, tulipes, glaïeuls, Millepertuis, ...) permettent une surveillance de la qualité de l'air. Ils appartiennent à la catégorie des Indicateurs Environnementaux (IE).

**Biomasse** : La biomasse microbienne représente en moyenne 2 à 5% de la matière organique totale du sol.

**Biote** : Ensemble des organismes vivants d'un biotope donné.

**Biotope** : Espace localisé servant de support à la biocénose.

**Bruit de fond** : Expression courante désignant les niveaux usuels de substances dans un environnement donné.

**BTEX** : Benzène, toluène, xylène et éthylbenzène. Faiblement biodégradables, ils sont hydrosolubles, d'où une propagation rapide dans les sols et un risque de transfert vers des nappes pour une importante dispersion.

**Cible** : récepteur physique ou environnemental, êtres vivants exposés (homme, faune, flore) aux effets d'un danger, direct ou indirect, ou soumise à un risque.

**Composés organiques (CO)** : Les HAP et les PCB (polychlorobiphényles) sont des CO qui dégradent les sols aéroportuaires.

**Composés organiques volatils (COV)** : Les COV sont des substances d'origine et de propriétés très diverses (de faible masse moléculaire, qui contient au moins un atome de carbone : solvants, vernis, colles, peintures, hydrocarbures aromatiques et liquides de faible tension de vapeur, ...) qui s'évaporent à la température ambiante et se répandent dans l'air. Les COV sont généralement exprimés en hydrocarbures totaux(Hc ou HCT) équivalent méthane).

**Concentration Maximale Admissible (CMA)** : Concentration maximale autorisée pour un polluant dans un milieu (air, eau, sol) , dans un aliment ou dans une boisson.

**Confinement** : Technique de limitation dans l'espace d'une pollution à l'aide d'une membrane, d'une couverture, d'une paroi étanche, d'un piège hydrogéologique ou de tout autre procédé.

**Contamination** : Présence anormale de micro-organismes (ou de substances radioactives) dans un milieu. Il est distingué les « contaminations diffuses » des « contaminations localisées ».



STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

**Dose Journalière Admissible (DJA) :** Quantité de substance chimique que peut ingérer, par jour, au cours de leur vie, un homme ou un animal sans risque appréciable pour sa santé.

**Ecosystème :** Association d'un biotope (environnement physico-chimique spécifique) et d'une biocénose (communauté vivante). Suite à la volonté de privilégier les facteurs « Santé humaine » et « Ressources en eaux », les écosystèmes ne sont pas pris en compte dans les étapes du Diagnostic Initial et de l'ESR. Ils interviennent dans le Diagnostic Approfondi et dans l'EDR.

**Ecotoxicité :** Capacité d'une substance, du fait de sa toxicité, de produire des effets nuisibles ou incommodants pour des micro-organismes, des animaux, des plantes, ou pour l'homme par le biais de l'environnement.

**Edaphique :** adjectif tiré de édaphologique (science qui étudie les sols notamment du point de vue physico-chimique) et synonyme de pédologique. Le mot édaphique est plus particulièrement utilisé lorsque l'influence des sols sur la végétation est pris en compte.

**Eléments Traces Métalliques (ETM) ou Eléments Traces (ET) :** désignation actuelle des métaux lourds : plomb, cadmium, zinc, chrome, cuivre, mercure, nickel, sélénium, cobalt, platine, vanadium, palladium arsenic, manganèse, baryum et tallium. Leurs conséquences néfastes sur la santé sont multiples. Ils constituent une des principales sources de nuisance liée au transport. A très faible concentration, les ETM comprennent les éléments nécessaires à l'alimentation des plantes et des êtres vivants (oligo-éléments). Ils deviennent toxiques à (plus) forte concentration, chacun ayant ses effets spécifiques. Les 5 principaux ET toxiques sont : Pb, CU, Zn, Cd et Mn.

**Epidémiologie :** Les études épidémiologiques permettent de constater si la santé d'une population d'une région est affectée ou non par la présence d'une nuisance et/ou des substances. Elle étudie la distribution des évènements de santé et des facteurs qui y contribuent.

**Essence :** Mélange d'hydrocarbures utilisés comme carburant des moteurs à explosions. Les essences d'aviation, utilisées par l'aviation légère, comme le 100LL, ont une importante teneur en plomb, et sont donc appelées à disparaître. Des aéronefs sont conçus pour tourner avec le super 95 et 98.

**Fond géochimique naturel :** concentration naturelle en un élément, en un composé ou une substance dans un milieu donné, en l'absence de tout apport extérieur spécifique, tel que l'activité humaine. Suite à des apports anthropiques plus ou moins anciens, l'expression est alors « fonds géochimiques ».

**Horizon :** Le profil d'un sol montre généralement 3 tranches dites « Horizon A » (surface avec la matière organique), « Horizon B » (humus, éléments d'altération,...) et « Horizon C » (roche peu altérée).

**Hydrocarbures :** Constituants du pétrole répartis en 3 familles de composés : saturés, insaturés et aromatiques. Liquide, solide ou gazeux, un hydrocarbure est un polluant, surtout par les divers additifs qu'il reçoit. Ses composés toxiques et cancérigènes constituent un risque pour le milieu naturel et la santé humaine, principalement lors de pollutions des nappes phréatiques. Si les Alcanes sont des hydrocarbures aux structures simples, le HAP (Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques) ont des structures plus complexes.

STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

**Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) :** Composés formés de 4 à 7 noyaux benzéniques, générés par la combustion incomplète de matières fossiles par des moteurs. Le risque de cancer est avéré. Ce sont des substances mutagènes, c'est à dire susceptibles de modifier le patrimoine génétique des êtres vivants. Elles constituent souvent la principale source de pollution de l'aérodrome et de son environnement. Parmi les 16 principaux HAP (liste de l'US-EPA) figurent le benzo(a)Pyrène, le benzo(ghi)Pérylène, le Pyrène, le fluorenthène, la naphthalène, l'antracène et le coronène. Les HAP sont peu solubles, d'où une moindre propagation dans le sol que les BTEX. Les hydrocarbures pénètrent assez rapidement dans les horizons superficiels du sol où ils sont retenus soit par insolubilisation, soit par fixation sur le complexe d'échange du sol. Le caractère hydrophobe des HAP limite leur lessivage vers les horizons inférieurs. Les HAP s'accumulent donc dans la couche d'humus et la litière du sol, où l'activité biologique est maximale.

**Huiles :** Terme générique désignant un hydrocarbure gras, liquide et visqueux qui sert à la lubrification ou à une isolation.

**Humus :** Ensemble de substances (matières organiques) présentes dans le sol, résultant de la décomposition partielle de déchets végétaux (flore) et en plus faible proportion d'animaux (faune). Il est engendré par le matière organique fraîche (MOF).

**Lixiviation :** Procédé permettant de déterminer le risque de relâchement des éléments polluants contenus dans un déchet sous l'action d'un solvant, en général l'eau.

**Lubrifiant :** produit constitué d'une huile de base additivée, utilisée pour réduire les frottements.

**Matière en suspension (MES):** particules solides non dissoutes dans un liquide, donc susceptibles de se déposer par gravité sur le sol.

**Matières organiques :** Substances composées essentiellement de carbones, d'oxygène et d'azote (tissus vivants, pétrole, ...). Elles sont généralement biodégradables.

**Matière organique du sol :** Elle est constituée d'une fraction dite libre (résidus d'animaux et végétaux, substances organiques bien définies, biomasse microbienne) et d'une fraction dite liée formée de produits relativement stables, adhérant à la fraction minérale, regroupée sous le terme d'humus. Le taux de MOS ne représente en général que de 0,5 à 10% de la masse du sol.

**Métaux lourds :** Métaux avec une masse volumique supérieure à 5 grammes par cm<sup>3</sup>. Voir ETM (Eléments Traces Métalliques).

**Mobilisation :** Phénomène qui concourt au transport et à l'exportation (migration) de polluants vers d'autres milieux. voir Transfert. Un sol acide facilite la mobilisation tandis qu'un sol calcaire, sauf exception, la diminue.

**Mobilité :** Aptitude d'une substance ou d'une particule à migrer. Elle résulte de processus d'absorption, désorption, dissolution, précipitation, volatisation, .. La mobilité des substances est liée aux phénomènes de volatilité, de solubilité et de pulvérulence.

STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

**Oligo-éléments** : Ce sont des éléments en traces indispensables au développement ou à certaines fonctions des être vivants. Pour les végétaux : B, Co, Cu, Fe, Mn, Mo, NI, ZN. Pour les animaux : As, Co, Cr, Cu, Sn, Fe, Mn, Mo, Ni, Se, V, Zn. Au dessus de certaines teneurs, ces éléments sont toxiques.

**Particules fines** : Ce sont des mélanges de substances organiques et minérales (carbones et hydrocarbures des métaux lourds) auxquels peuvent être agglomérées des sulfates et des hydrocarbures aromatiques polynucléaires. Souvent en suspension dans l'air (suite à une combustion d'un moteur), leurs diamètres est généralement inférieur à 2 ou 3 microns. Elles altèrent la fonction respiratoire.

**Phytorémédiation** : Remise du sol à l'état initial, ou son amélioration, par le biais de plantes spécifiques. Certains espèces permettent d'extraire des métaux du sol. L'opération peut prendre plusieurs années.

**Piézomètre** : Equipement utilisé pour la surveillance des eaux souterraines. Il contribue par la même à évaluer (sommairement) la pollution des sols.

**Rhizosphère** : Mince couche de sol qui entoure les racines absorbantes des plantes. Elle se caractérise par une forte activité microbiologique qui se traduit par une teneur élevée en CO<sub>2</sub>. Son importance sur la nutrition minérale est considérable. Une alimentation humaine saine exige un milieu rhizosphérique non pollué.

**Sol** : Pellicule d'altération recouvrant une roche, composée de particules minérales et de matière organique (humus), d'eau, d'air et d'organismes. Il évolue sous l'action des facteurs du milieu, en particulier du climat et de la végétation. On distingue les sols évolués et les sols peu évolués. Le sol est souvent hétérogène : boues, cendres, sédiments, minerais, poussières, déchets compactés, ... avec une texture variable (blocs, graviers, sables, limons, argile). Il convient généralement de garantir sa fertilité.

Un sol pollué présente une altération significative de ses caractéristiques chimiques incompatibles avec ses fonctions. Cela suppose un risque inacceptable pour les usages prévus.

**Solubilité** : le degré de solubilité (ou d'insolubilité) d'une substance détermine sa capacité à passer dans un autre milieu (eau, plante), à être absorbée, ou à rester piégée dans le sol.

**Toxicité** : Propriété d'une substance chimique introduite dans un organisme d'entraîner des troubles de certaines fonctions. La toxicité aiguë se mesure à l'aide de doses létales qui provoquent la mort d'un pourcentage donné d'animaux testés après pénétration dans l'organisme de la substance. La toxicité chronique, par ingestion répétée de petites doses, reste mal cernée. Les valeurs toxicologiques de référence sont souvent issues du référentiel établi par l'EPA, notamment dans le cas des HAP.

STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

## 6 SIGLES ET ACRONYMES

---

<b>ADEME</b>	Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
<b>AEE</b>	Agence Européenne de l'Environnement
<b>AFSSA</b>	Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments
<b>AFSSE</b>	Agence française de sécurité sanitaire environnementale
<b>ASU</b>	Air Starter Unit (groupe de démarrage pneumatique)
<b>BAP</b>	Benzo(a)pyrène
<b>BRGM</b>	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
<b>BTX ou BTEX</b>	Benzène, toluène, xylène et éthylbenzène
<b>CERTU</b>	Centre d'Etudes sur les Réseaux, les Transports, l'urbanisme et les constructions publiques
<b>CLEA</b>	Contaminated Land Exposure Assessment
<b>CMR</b>	Composés cancérigènes, mutagènes
<b>COFRAC</b>	Comité français d'accréditations
<b>COV</b>	Composé Organique Volatil
<b>DCSID</b>	Direction Centrale du Service d'Infrastructure de la Défense
<b>DJA</b>	Dose Journalière Admissible
<b>EFSA</b>	Autorité Européenne de Sécurité des Aliments
<b>EDR</b>	Evaluation Détaillée des Risques.
<b>EMAS</b>	Eco Management and Audit Scheme
<b>ENVIASSO</b>	ENVIRONMENTAL ASSESSMENT OF SOILS FOR MONITORING.
<b>EPA</b>	Environment Protection Agency
<b>FASP</b>	Forum Actualités Sites Pollués. Site internet du BRGM sur des documents méthodologiques et autres
<b>FOD</b>	Fuel Oil Domestique
<b>HAP</b>	Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques
<b>HCT</b>	Hydrocarbures Totaux
<b>ICPE</b>	Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
<b>IFEN</b>	Institut Français de l'Environnement
<b>IGCS</b>	Inventaire, Gestion et Conservation des Sols
<b>INERIS</b>	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
<b>INVS</b>	Institut de Veille Sanitaire
<b>LERES (ENSP)</b>	Laboratoire d'Etude et de Recherche en Environnement et Santé
<b>LMR</b>	Limites Maximales en Résidus ou teneurs maximales en résidus
<b>LNPV</b>	Laboratoire National de la Protection des Végétaux
<b>LES</b>	Laboratoire Sols et Environnement de l'Inra de Nancy
<b>MEDD</b>	Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable
<b>MS</b>	Matière sèche
<b>NOX</b>	Oxydes d'azote
<b>OMS</b>	Organisation Mondiale de la Santé
<b>OQS</b>	Observatoire de la qualité des sols
<b>ORS</b>	Observatoire Régional de la Santé
<b>POPs</b>	Composés organiques persistants
<b>PNSE</b>	Plan National Santé Environnement
<b>PRASE</b>	Plan Régional d'actions en santé environnementale
<b>PRS</b>	Programme régional de santé
<b>PS ou PES</b>	Particules en Suspension

STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

<b>RMQS</b>	Réseau de Mesures de la Qualité des Sols
<b>RPG</b>	Référentiel Pédo-Géochimique
<b>RRP</b>	Référentiel Régional Pédologique
<b>RSEIN</b>	Réseau Recherche Santé Environnement Intérieur
<b>RST</b>	Réseau Scientifique et Technique du Ministère des Transports
<b>SETRA</b>	Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes
<b>SO2</b>	Dioxyde de soufre.
<b>SPV</b>	Service de la Protection des Végétaux
<b>SRPV</b>	Service Régional de la Protection des Végétaux
<b>SSLIA</b>	Service de Sauvetage et de Lutte contre les Incendies d'Aéronefs
<b>STEP</b>	Station d'épuration
<b>UCIE</b>	Union des Consultants et Ingénieurs en Environnement
<b>UPDS</b>	Union Professionnelle des Entreprises de Dépollution de Sites
<b>VTR</b>	Valeur Toxicologique de Référence

STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

## **7 BIBLIOGRAPHIE**

---

**Sites et sols pollués par les HAP. Etat des connaissances et besoins de recherches.** L. BELKASSAM et V. GUERIN. Rapport CNRSSP. Février 2005.

**Gestion des sites (potentiellement) pollués.** BRGM. 2005.

**Conduite de Diagnostic de Pollution de des sites .** Ministère de la Défense (DCIA, Etat-Major de l'Armée de l'Air). 2004.

**Les indicateurs environnementaux (IE) utilisés par les aéroports.** E. FOURNIER et G. BIOTTE. STBA. Février 2004.

**La pollution des Sols et des végétaux liés aux infrastructures routières.** L. CALOVI. SETRA, 6 mai 2004.

**Comparaison des méthodes d'analyse des ETM et des HAP sur les sols et végétaux.** CERTU. Août 2004.

**Plan National Santé Environnement : Rapport à la Commission d'Orientation.** AFSSE. 2004.

**Evaluation de la contamination en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) de l'herbe et du sol dans les parcelles agricoles situées à proximité d'une autoroute et d'un aéroport .** C. CREPINEAU-DUCOULOMBIER. INRA EDP-Sciences. 2003.

**Rapport sur la prévention des risques sanitaires liés aux pollutions chroniques.** P. DELOMENIE et C. LACONDE, membres de l'IGAS. rapport n°2003 021, Juin 2003.

**Evaluation Détaillées des Risques pour la santé. Fiches techniques de présentation des modèles d'exposition aux sols pollués.** Ministère de l'écologie et du Développement Durable (MEDD). Octobre 2002, INERIS.

**Avantages économiques d'une politique de dépollution des anciens sites industriels urbains.** S. GUELTON. L'ŒIL Université Paris XII Créteil. 2002.

**Evaluation Détaillée des Risques pour la santé. Fiches techniques de présentation des modèles d'exposition aux sols pollués.** S. LEVEQUE. INERIS. 2002.

**Evaluation Détaillée des Risques pour la santé. Fiches techniques de présentation des modèles d'exposition aux sols pollués.** G.HUZE. INERIS. Octobre 2002.

**Etude de la contamination des végétaux aux alentours de l'aéroport Roissy CDG par les polluants atmosphérique issus du trafic aérien.** J.P. GARREC, C. ROSE, C. MALHERBE et N. PIRONON. INRA Nancy. 2002.

**Qualité des eaux de ruissellement de l'aéroport de Lille-Lesquin : suivi en période hivernale - rapport final.** LRPC de Lille. STBA. 2001.

STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

**Modélisation systémique du transport de HAP en milieux poreux naturels.** SIMONNOT, APPERT-COLLON et SARDIN. CNRS-ENSIC-INPL de Nancy. *Etude et gestion des sols*, vol 8, 3, 2001, pp 211 à 221.

**La Dispersion de la pollution aux environs d'une route - volet « santé », calculs ADMS.** J.P. VINOT. CERTU. 2000.

**Qualité des eaux de ruissellement sur trois aéroport français : Nantes-Atlantique, Marseille-Provence et Lyon-Satolas.** O. THIRIONET et M. LEGRET, Bulletin des Laboratoires des Ponts et Chaussées n°223 Septembre à décembre 1999.

**Evaluation des risques issus des sites pollués.** Réglementation et pratiques dans 16 pays européens ». Commission Européenne. Document de 33 pages issu de l' « Action concertée sur l'évaluation des risques sur les sites pollués » (dite « CARACAS » Concerted Action on Risk Assessment on Contaminated Sites) réalisée de 1996 à 1998.

**Etude de la biodégradation des glycols et des acétates dans les eaux pluviales, Aéroport Charles de Gaulle.** L. HURAU. Université Orsay-Paris XI DEA Hydrologie, Juin 1997.

**Pollution des Sols aux abords des Infrastructures routières.** P. CHARBONNIER. BRGM. Octobre 1997.

**La pollution en bordure d'autoroute et son impact sur la végétation.** N. MALBREIL. INPL/Université Nancy I. Septembre 1997.

**Qualité des eaux de ruissellement de l'aéroport de Marseille-Provence - rapport final.** M. LEGRET, C. LE MARC et D. DEMARE. STBA. 1995.

**Qualité des eaux de ruissellement de l'aéroport de Nantes-Atlantique - rapport final.** M. LEGRET, C. LE MARC et D. DEMARE. STBA. 1995.

**Qualité des eaux de ruissellement de l'aéroport de Lyon-Satolas - rapport final.** M. LEGRET, F. STEPHANINI, G. DORMAL, D. DEMARE, L. MAHAUT et R AYMARD. STBA. 1993.

**Caractérisation de la contamination des sols et des végétaux par les métaux lourds et les hydrocarbures.** J.P. BOUDOT. CNRS/Centre de Pédologie Biologique Nancy (Non daté).



STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

## **8 ORGANISMES, SITES INTERNET...**

---

### **ADEME (Agence de l'environnement et de la Maîtrise de l'énergie)**

Elle offre sur le net un glossaire sur les sols. [www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)

### **AFSSA (Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments)** [www.afssa.fr](http://www.afssa.fr)

### **AFSSE (Agence française de sécurité sanitaire environnementale)**

Elle a publiée le rapport final de la Commission d'orientation du PNSE. Son existence marque une reconnaissance des problèmes posés par l'environnement à la santé et en faveur d'une recherche plus soutenue en matière de santé environnementale. [www.afsse.fr](http://www.afsse.fr)

### **AEE (Agence européenne de l'Environnement)**

son réseau d'information et d'observation EIONET traite des sols pollués. [www.eea.eu](http://www.eea.eu)  
[http://reports.eea.eu.int/technical\\_report\\_2002\\_78/en](http://reports.eea.eu.int/technical_report_2002_78/en)

### **BRGM (Bureau de Recherches Géologiques et Minières)**

Il rédige les documents de référence (guides et méthodes des sites pollués), consultables par [www.fasp.info](http://www.fasp.info) (FASP = Forum Actualités Sites Pollués) ou [www.brgm.fr](http://www.brgm.fr).

### **CNRSS (Centre national de recherche sur les Sites Pollués)**

Il offre des informations et études au travers d'une vaste thématique, dont une traite de la méthodologie. [www.cnrssp.org](http://www.cnrssp.org)

### **CE (Commission Européenne)**

L'Union Européenne, pour préparer une directive cadre, a adopté le programme « Stratégie Thématique pour la protection des sols ». Voir « Bureau européen du sol » et Travaux de la DG ENV/E3 sur son site.

<http://ec.europa.eu/environment/soil/index.htm>

<http://forum.europa.eu.int/public/irc/env/soil/library>

<http://europa.eu.int>

Un projet européen ENVASSO (ENVironmental Assessment of Soils for monitoring) vise à harmoniser les méthodes et bases de données concernant la surveillance de la qualité des sols.

### **Sanaterre Environmental**

Le site Internet propose des valeurs guides utilisées en France (mais aussi au RU, Allemagne, Pays-Bas, Suède, Danemark, Australie) pour les terres contaminées. [www.terre.com](http://www.terre.com)

### **SETRA (Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes).**

Diffuse des documents comme celui sur la pollution des sols et des végétaux à proximité des routes (décembre 2004). [www.setra.fr](http://www.setra.fr)

### **IFEN (Institut Français de l'Environnement).** [www.ifen.fr/pages/3sols.htm](http://www.ifen.fr/pages/3sols.htm)

### **INERIS (Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques).**

Informations sur les sites et sols pollués ainsi que sur l'évaluation des risques sanitaires. Son site permet de télécharger le guide méthodologique ERS. Pour la consultation des textes, voir Aida. Il offre des fiches de données toxicologiques et environnementales sur des substances chimiques. [www.ineris.fr](http://www.ineris.fr) ou [www.chimie-ineris.fr](http://www.chimie-ineris.fr)

STAC	Projet	SOLS ET AEROPORTS : PRISE EN COMPTE DE LA POLLUTION DES SOLS DANS LA GESTION ENVIRONNEMENTALE DES AEROPORTS	Version	V1R0
RAPPORT	Titre	NOTE TECHNIQUE SUR LA PROBLEMATIQUE DE LA POLLUTION DES SOLS AEROPORTUAIRES	Du	23/3/2007

### **INRA (Institut National de Recherche Agronomique).**

Cet établissement public à caractère scientifique et technique compte 21 centres régionaux et divers sites de recherches et d'expérimentation, ainsi que le Département Santé Végétale et Environnement. A Nancy se trouve le laboratoire associé Sols et Environnement (LSE). Son programme INFOSOL a élaboré une base de données des sols de la Martinique. [www.inra.fr](http://www.inra.fr)

### **INPL-ENSAIA (Institut National Polytechnique de Lorraine – Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricoles et Alimentaires).**

Possède un laboratoire « agronomie et environnement », en lien avec l'INRA [www.ensaia.inpl.nancy.fr](http://www.ensaia.inpl.nancy.fr) et [www.inpl-nancy.fr](http://www.inpl-nancy.fr)

### **INVS (Institut National de Veille Sanitaire)**

[www.invs.fr](http://www.invs.fr) et [www.invs.fr/publications/air\\_sante/index.html](http://www.invs.fr/publications/air_sante/index.html)

### **LCPC (Laboratoire Central des Ponts et Chaussée)**

Le réseau du LCPC inclut une collaboration avec les 8 CETE (centres d'Etudes Techniques de l'Equipement) qui ont en leur sein 17 laboratoires régionaux des Ponts et Chaussées (LRPC). [www.lcpc.fr](http://www.lcpc.fr)

### **MEDD (Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable)**

C'est le portail de référence sur les sites et sols pollués. Le MEDD intervient sur les sites pollués par l'intermédiaire de la DPPR (Direction de la Prévention des Pollutions et des Risques). [www.sites-pollues.ecologie.gouv.fr](http://www.sites-pollues.ecologie.gouv.fr)

### **SRPV Région Centre (Service Régional de la Protection des Végétaux)**

Expertise et contrôle en matière de protection sanitaire des végétaux. [www.srpv-centre.com](http://www.srpv-centre.com)

**POLESSP :** Pôle de compétence Sites et Sédiments Pollués. [www.polessp.org](http://www.polessp.org)

### **GIS-Sol (Groupement d'Intérêt Scientifique, créé en 2001)**

Le GIS regroupe des experts des sols (ADEME, IFEN, INRA, MAP, MEDD, Régions) et diffuse un mensuel : « La lettre du Gis Sol ». Il procède à une étude cartographique des sols avec la base de données pédologiques spatialisées DONESOL. <http://gissol.orleans.inra.fr> et [www.gissol.fr](http://www.gissol.fr)

**AFNOR** (Groupe de travail sur les « Evaluations des sols et des sites » Comité électronique X31E) <http://comelec.afnor.fr>. L'AFNOR entreprend un travail de normalisation sur le fractionnement de la matière organique en vue de quantifier les matières organiques particulières (MOP).

### **Dictionnaire sur l'environnement et l'écologie**

[www.dictionnaire-environnement.com](http://www.dictionnaire-environnement.com)

### **BASOL et BASIAS**

Il s'agit des bases de données sur les sols et sites pollués : <http://basol.environnement.gouv.fr> et <http://basias.brgm.fr>

### **Note :**

Pour les aérodromes des DOM/TOM, les gestionnaires, pour l'étude des sols, peuvent consulter l'IRD (Institut de Recherche pour le Développement). Son unité VALPEDO procède à des expertises et met à disposition des données par l'utilisation de la banque de données sol/environnement VALSOL. En Martinique se déroule le programme INFOSOL.





direction générale  
de l'Aviation civile

**service technique  
de l'Aviation civile**

31, avenue du Maréchal Leclerc  
94381 Bonneuil-sur-Marne cedex  
téléphone : 01 49 56 80 00  
télécopie : 01 49 56 82 19  
[www.stac.aviation-civile.gouv.fr](http://www.stac.aviation-civile.gouv.fr)



*Liberté • Égalité • Fraternité*  
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



ministère  
des Transports  
de l'Équipement  
du Tourisme  
et de la Mer