

RÉHABILITATION D'UN TERRAIN POLLUÉ PAR DES SUBSTANCES VOLATILES : UTILISATION DE GÉOSYNTHETIQUES EN SOLUTION ALTERNATIVE OU COMPLÉMENTAIRE À UNE DÉPOLLUTION

REHABILITATION OF A SITE CONTAMINATED BY VOLATILE COMPOUNDS : USE OF A SYNTHETIC LINER IN PLACE OF OR IN ADDITION TO DECONTAMINATION.

Jean-Frédéric OUVRY ¹, Rachel PECCI ².

¹ ANTEA, Orléans, France

² ANTEA, Lisses, France

RÉSUMÉ – La réalisation d'un nouvel aménagement sur un site contaminé par des substances organiques volatiles nécessite préalablement la mise en œuvre d'une évaluation détaillée des risques (EDR). Celle-ci permet de calculer le risque sanitaire auquel seront soumis les futurs usagers du site. Dans le cas de bâtiments sans niveau de sous-sol, avec présence dans les sols de substances particulièrement volatiles et toxiques, les objectifs de remise en état calculés par l'EDR peuvent dans certains cas nécessiter la mise en place en complément à la dépollution, d'un réseau de drainage des gaz du sous-sol constitué par un géocomposite de drainage, couplé à la pose d'une géomembrane. Les gaz extraits par le réseau de drainage mis en dépression sont traités avant d'être rejetés dans l'atmosphère.

Mots-clés : étude détaillée des risques, étanchéité, géomembrane, géocomposite de drainage.

ABSTRACT – A new development project on a site contaminated by volatile organic compounds requires that a detailed risk assessment be carried out beforehand. This enables the calculation of the health risk to which the future users of the site are exposed. In the case of buildings without basements, and with the presence in the soils of compounds especially volatile and toxic, the remediation goals of the assessment may require, in some cases, a drainage horizon. A possible treatment solution, complementary to decontamination, consists in the placement of a drainage network made of drainage geocomposites, coupled with a geomembrane, in order to vehicle underground gases. The gases collected from the drainage network are treated before being released to the atmosphere.

Keywords : detailed risk assessment, tightness, geomembrane, drainage geocomposites.

1. Contexte général

Dans le cadre du réaménagement d'un ancien site industriel, la phase de diagnostic de l'état environnemental du sous-sol permet de déterminer si le sous-sol a été impacté par l'activité industrielle. Cette démarche est mise en œuvre conformément aux préconisations des guides méthodologiques du Ministère de l'Environnement (Guide de « Gestion des sites (potentiellement) pollués », version 2 de mars 2000, et guide de « Gestion des sites pollués – Diagnostic approfondi et Évaluations Détaillées des Risques », version 0 de juin 2000).

Dans ce contexte, la mise en évidence de substances polluantes (composés organiques tels que, par exemple, benzène, toluène ou trichloréthylène ; métaux lourds ; ...) nécessite la mise en œuvre de l'outil d'Évaluation Détaillée des Risques (EDR) qui permet de vérifier la compatibilité de l'état de pollution décelé et les aménagements prévus dans le cadre de la réhabilitation du site. Cet outil d'évaluation porte sur la quantification des risques sanitaires liés à l'exposition chronique des futurs usagers du site aux substances à impact potentiel décelées lors du diagnostic environnemental.

2. Évaluation des risques sanitaires

L'évaluation des risques pour la santé humaine repose sur le concept « source-vecteur-cible » (Figure 1) :

1. Source de substances à impact potentiel.
2. Transfert des substances (par un « vecteur ») vers un point d'exposition.
3. Exposition à ces substances des populations (ou « cibles ») situées au point d'exposition.

Le transfert des substances des sources de pollution vers les cibles potentielles est appréhendé par des modèles dont les principaux utilisés sont les suivants : RBCA (Risk Based Corrective Action), développé dans le cadre de l'approche RAGS (Risk Assessment Guidance for Superfund) de l'US-EPA (United States - Environmental Protection Agency), par l'ASTM (American Society for Testing and Materials, rapport E 1739-95), ainsi que le modèle de Johnson et Ettinger ou VOLASOIL.

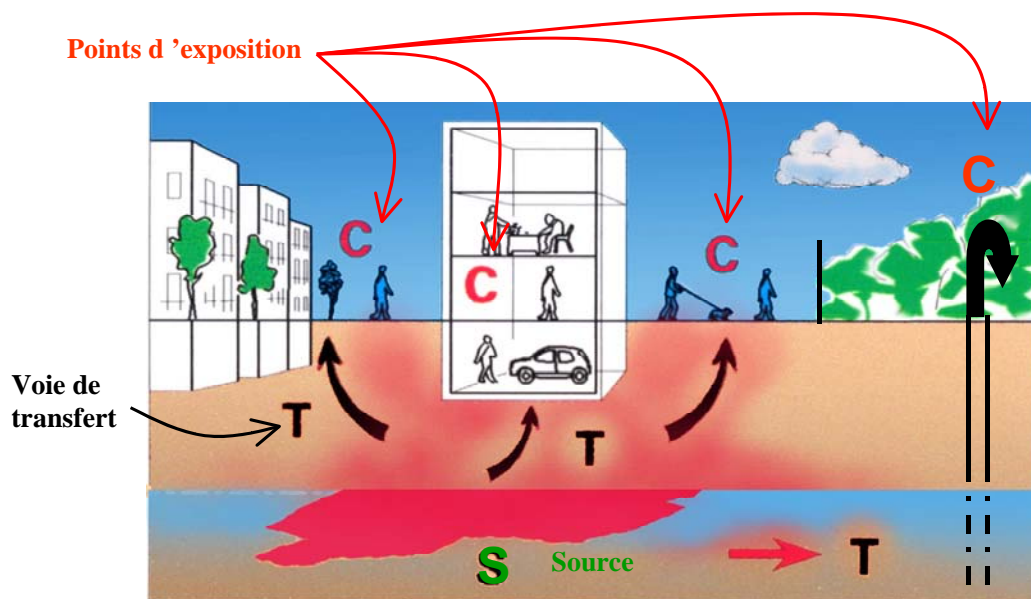


Figure 1. Concept source-vecteur-cible.

Plusieurs voies de transferts de substances sont possibles : citons par exemple le contact direct entre une source de pollution et une cible (ingestion de sol et de poussières, inhalation de poussières), ou l'inhalation de vapeurs polluantes. Le recours à la mise en place d'un recouvrement (de type terre végétale ou bitume) sur un site permet de s'affranchir des risques liés au contact direct avec une source de pollution. Ainsi, pour de nombreux sites, notamment en région parisienne où la contrainte foncière est forte, la problématique principale en termes de risques sanitaires pour le réaménagement d'un site est liée aux substances volatiles, via l'exposition par inhalation.

3. Cas des substances volatiles

Un schéma descriptif des phénomènes du transfert d'air entre le sol et l'intérieur d'un bâtiment est présenté à la Figure 2. Il reprend la description faite par Johnson et Ettinger (2004) et est basé sur deux phénomènes : la diffusion et la convection. Ce second phénomène est lié à la différence de pression existant entre le sol et l'air à l'intérieur des bâtiments, essentiellement due aux effets du vent sur la structure, à la température de l'air intérieur et à la ventilation des bâtiments. Cette différence de pression induit un flux de gaz du sol vers l'intérieur des bâtiments, à travers les fissures.

Les substances volatiles les plus fréquemment rencontrées dans le sous-sol des anciens sites industriels, notamment en région parisienne, sont les hydrocarbures (en particulier, les composés aromatiques tels que le benzène ou le toluène) ou les solvants chlorés (trichloréthylène, chlorure de vinyle). Or, ces substances, outre qu'elles sont particulièrement volatiles, présentent des caractéristiques toxicologiques défavorables : le benzène et le chlorure de vinyle sont, par exemple, à la fois toxiques et cancérigènes.

La présence de telles substances dans le sous-sol d'un site, même à des concentrations faibles et proches de la limite de quantification du laboratoire, peut conduire à un risque non admissible. Cela peut être le cas en particulier pour une réhabilitation du site qui prévoit la construction de pavillons résidentiels sans sous-sol, avec présence d'adultes et d'enfants, ou même la réalisation d'un bâtiment industriel sans sous-sol.

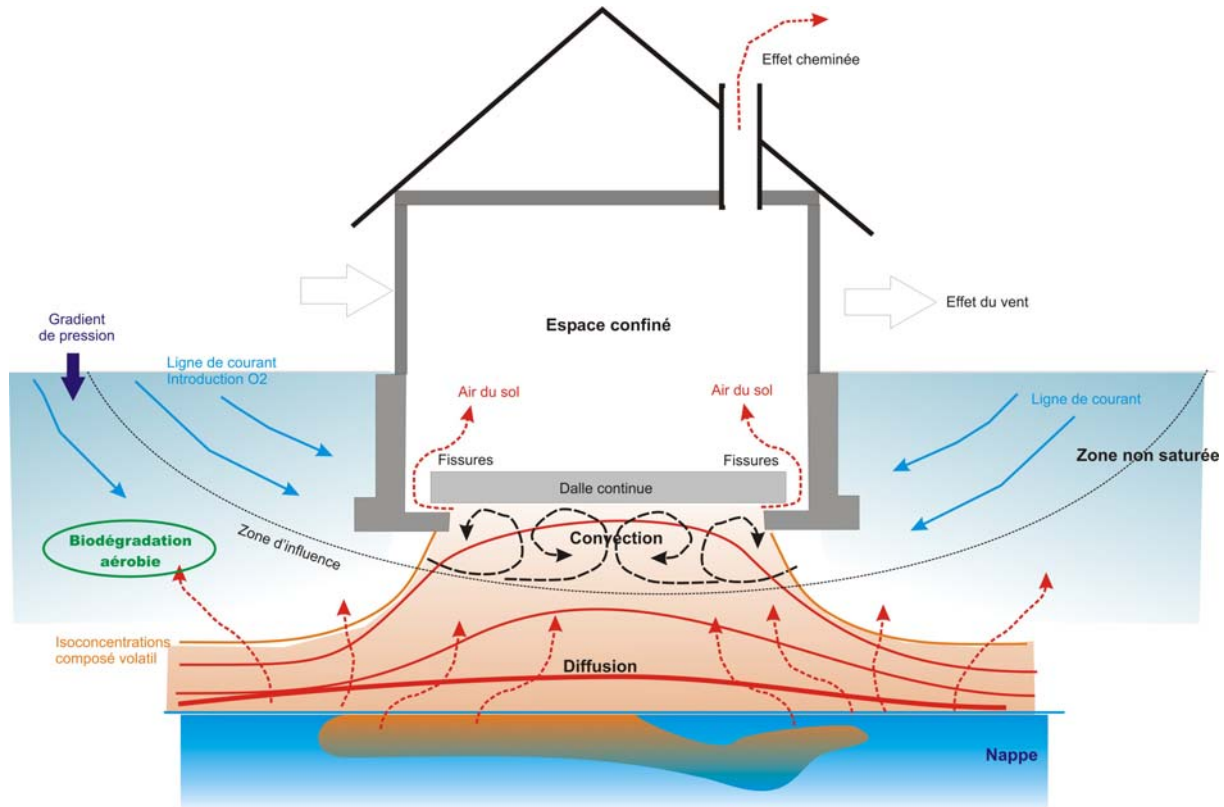


Figure 2. Transfert de l'air du sol (d'après Johnson et Ettinger, 2004).

4. Solution proposée pour la réalisation de bâtiments sans sous-sol

L'Évaluation Détaillée des Risques (EDR) peut être utilisée pour proposer des seuils de décontamination dans les sols et autoriser ainsi la réalisation de tels aménagements. Il s'avère cependant que les seuils de réhabilitation proposés dans les sols sont souvent extrêmement faibles, et proches, voire inférieurs à la limite de quantification du laboratoire (classiquement 0,5 mg/kg-MS pour des substances telles que le benzène ou le chlorure de vinyle).

La confrontation de ces seuils avec les enjeux économiques (limites des techniques disponibles, coûts de mise en œuvre) et les délais nécessaires à leur atteinte soulève souvent nombre de questions relatives à la mise en œuvre de ces actions réalistes et compatibles avec les enjeux du projet d'aménagement.

Une solution alternative ou complémentaire à la définition de seuils de réhabilitation repose sur la mise en œuvre de dispositions constructives qui pourront soit autoriser la mise en service des bâtiments sans action de dépollution particulière soit accompagner une action de décontamination.

Les dispositions constructives proposées dans le cas de bâtiments sans sous-sol, pour remédier aux niveaux de risques induits par la présence de substances volatiles dans les sols et les eaux consiste à supprimer les voies de transfert de vapeurs vers le point d'exposition (c'est-à-dire l'intérieur des bâtiments).

Cette solution repose sur la mise en place d'un réseau de drainage des gaz du sous-sol (un géocomposite de drainage par exemple), couplé à la pose d'une géomembrane. Le dispositif est mis en dépression et les gaz extraits sont, le cas échéant, traités, avant d'être rejetés dans l'atmosphère.

Dans le cas des sols plutôt perméables, l'expérience (basée sur la modélisation) montre que le phénomène prépondérant dans le transfert de vapeurs est la convection. Le réseau de drainage mis en dépression permet d'inverser les flux convectifs (qui migrent alors de l'intérieur des bâtiments vers le drainage extérieur), ce qui supprime la possibilité de remontée de vapeurs vers l'intérieur du bâtiment. La géomembrane joue un rôle de sécurité complémentaire, notamment pour prévenir tout risque de défaillance du dispositif (défaillance du dispositif de mise en dépression).

Un schéma descriptif du système mis en œuvre est présenté à la Figure 3.

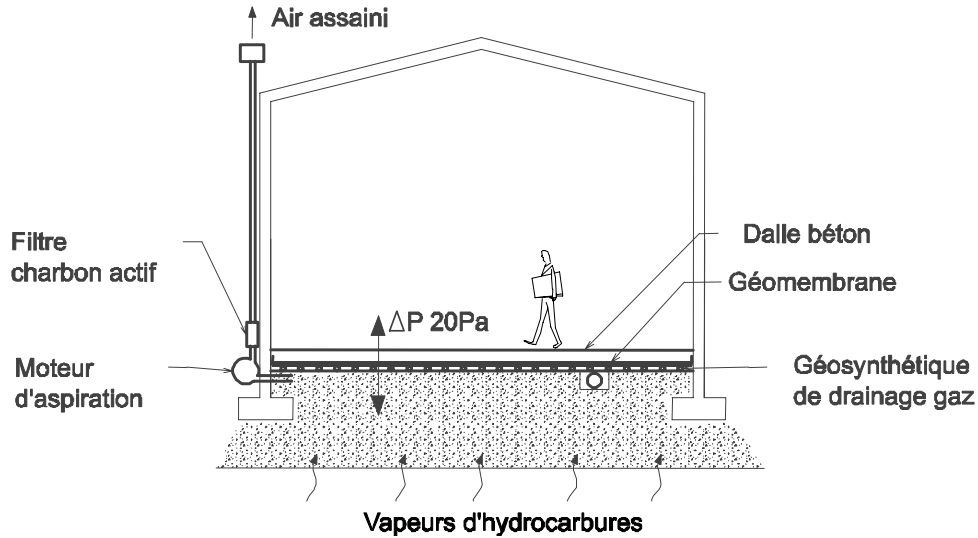


Figure 3. Schéma de principe de mise en œuvre de la solution proposée.

5. Exemple de mise en application

5.1 Description du site

Sur le site industriel de la Région Parisienne, la Direction des Affaires Immobilières de l'Industriel souhaitait transformer des bâtiments industriels en centre de communication et de formation.

Compte tenu du planning d'exécution des travaux et des délais nécessaires au traitements de la contamination, l'EDR avait conclu à la nécessité de mettre en place un réseau de drainage des gaz du sous-sol avec mise en dépression pour rendre le risque vis à vis des utilisateurs acceptable

Cette disposition complémentaire avait pour objectifs de mettre en service le bâtiment avant que la dépollution soit achevée.



Photo n°1. Transformation d'un bâtiment existant en Centre de conférences

En termes de risques sanitaires, la mise en sécurité de l'intérieur du bâtiment est assurée par la dépression imposée sous le dallage, la pression étant alors plus élevée à l'intérieur du bâtiment.

La géomembrane associée au drainage joue un rôle de sécurité supplémentaire (en cas de défaillance temporaire du dispositif de mise en dépression, de fissuration éventuelle du dallage...).

5.2 Solution technique retenue

Le projet de captage de gaz sous dalle proposé et mis en œuvre est le suivant de bas en haut :

- une couche de sablon pour régler la surface de pose des géosynthétiques
- un réseau de tranchées drainantes équipé avec un drain PEHD et un massif de matériaux granulaires,
- un géocomposite de drainage de type DRAINTUBE FT d'AFITEX associant des mini-drains perforés en polypropylène entre un filtre non tissé aiguilleté polypropylène et une nappe drainante non tissée aiguilletée en polypropylène,
- une géomembrane de 1,5 mm d'épaisseur en Polypropylène d'ALKOR-DRAKA,
- un géotextile antipoinçonnant,
- une couche de sablon compacté et le dallage béton sur 0,50 m d'épaisseur,

La photo 2 montre les différents produits mis en œuvre

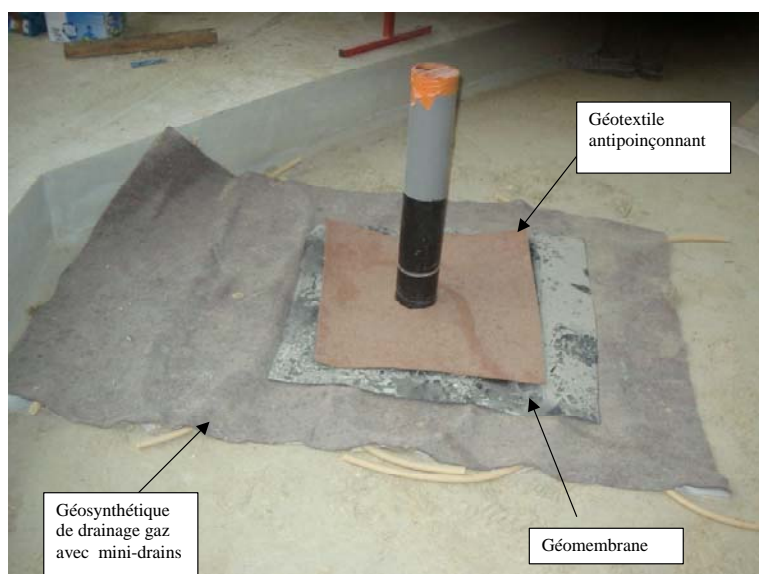


Photo n° 2. Produits géosynthétiques mis en œuvre avec détail de raccordement sur tube PVC

5.3 Traitements des points singuliers

Ce chantier présentait des difficultés de traitement liées au grand nombre et à la variété des raccords d'étanchéité sur toutes les traversées de dalle (eaux potable, eaux usée, gaines électriques...) ainsi que sur toutes les poutres de descentes de charpentes et les têtes de micropieux supportant les structure de gradins d'amphithéâtres.

Sur les tubes PVC lisse le raccordement de la géomembrane s'effectue avec une manchette cerclée sur le tube (photo n°2). Sur les gaines PE annelé le raccordement s'effectue sur un massif béton au moyen de réglettes de compression et d'un joint néoprène.



Photo n° 3. Détail de raccordement sur Gaine PE

Les raccordements sur les murs périphériques et les poteaux sont réalisés avec des réglettes de compression fixées mécaniquement. Dans les angles, sont mises en place des pièces de renfort en polypropylène préfabriquées et soudées à la géomembrane.



Photo n°4. Détail de fixation de la géomembrane sur béton avec réglette et pièces de renfort.

5.4 Déroulement du chantier

Le chantier s'est déroulé en 2003, la surface traitée est d'environ 8 000 m² avec PRESTICENTRE-Etanchéité comme entreprise, SETEC comme Maître d'œuvre, SCO comme OPC, ANTEA comme Assistant Maître d'Ouvrage

Les difficultés rencontrés sur ce chantier sont liées à la cohabitation de nombreux corps d'états et au planning très tendu des opérations. L'OPC a dans ce contexte un rôle primordial dans la planification des travaux et dans la coactivité des différents corps d'états (étancheurs, maçons, charpentiers métalliques, terrassiers...).



Photo n°5. Pose des drains PEHD en tranché



Photo n°6. Étancheurs effectuant la pose de réglets de compression pour un raccordement sur une longrine



Photo n°6. Exemple de coactivité

La pose a été réalisée dans le cadre d'un Plan d'Assurance Qualité établi par l'entreprise de pose en concertation avec les fournisseurs de géosynthétiques. Ce PAQ a ensuite été soumis à l'avis de l'Assistant à Maître d'Ouvrage.

Tous les acteurs du chantier (tous corps d'états) ont reçu des consignes pour éviter d'endommager le dispositif d'étanchéité drainage avant recouvrement par la dalle béton.

Le contrôle de la pose a été effectué par l'entreprise dans le cadre de ses obligations d'autocontrôle (Contrôle Interne) et par l'Assistant à Maître d'ouvrage (Contrôle Extérieur)

5.5 Dispositif d'aspiration et de traitement des vapeurs

Le raccordement du dispositif de drainage et de collecte des gaz (par l'intermédiaire des drains horizontaux) a été effectué à plusieurs unités d'extraction mécanique (type VMC) de traitement, disposées en périphérie du bâtiment.

La mise en dépression du dispositif de drainage permet d'assurer une collecte efficace des gaz sous le dallage (par le biais d'un dispositif asservi, avec maintien d'une pression différentielle suffisante (d'environ 20 Pascal) entre le réseau de drainage et l'intérieur du bâtiment),

Le contrôle des gaz collectés, et la vérification de leur conformité avec les seuils de rejets réglementaires (arrêté de 1998), permet d'envisager, soit un rejet direct dans l'atmosphère au-dessus des toits (conformité vérifiée), soit un traitement avant rejet sur filtre de type charbon actif.

Un dispositif d'alarme complète le dispositif pour permettre à la maintenance du bâtiment d'intervenir en cas de défaillance des unités de mise en dépression.

6 Conclusion

Le réaménagement d'anciennes friches industrielles conduisent les aménageurs à effectuer des Diagnostics approfondis de ces sites et des Évaluations Détaillées des Risques.

Les EDR sont réalisées au regard des futures activités envisagées sur le site (résidences, activité tertiaire...). Les conclusions de ses études montrent souvent que la prise en compte des risques sanitaires liés à la présence des substances polluantes résiduelles contenues dans le sol ou dans la nappe, peut être gérée par des travaux de dépollution et/ou à la mise en place de dispositions constructives, intégrant d'un horizon de drainage de gaz entre le dallage des bâtiments et le sol.

Une solution par géosynthétiques associant un géocomposite de drainage, une géomembrane d'étanchéité, et un géotextile antipoinçonnant permet à un coût acceptable de répondre à la demande de suppression de transfert de gaz issus du sol vers l'intérieur du bâtiment

7. Références bibliographiques

Guide de « Gestion des sites (potentiellement) pollués (2000) Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. *Editions du BRGM.*

Guide de « Gestion des sites pollués – Diagnostic approfondi et Évaluations Détaillées des Risques (2000) Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. *Editions du BRGM.*

Johnson, Ettinger (2004) User's guide for evaluating subsurface vapor intrusion into buildings. *Version révisée du 22 février 2004.*

Connor J.A., Nevin J.P., Fisher R.T., Bowers R.L., Newell C.J. (1995) Tier 2 Guidance Manual for Risk-Based Corrective Action.

Waitz M.F.W., Freijet J.I., Kreule P., Swartjes F.A. (1996) The VOLASOIL risk assessment model based on CSOIL for soils contaminated with volatile compounds. *Mai 1996. Report n° 715810014.*