

## Document

# Traitement des sols par *Soil Venting Thermal Extraction*

Fabien MICHEL

Directeur développement, société GRS Valtech

## Résumé

En 2010, GRS Valtech a conçu et développé un procédé de traitement des sols par désorption thermique *in situ*, appelé S.V.T.E. (*Soil Venting Thermal Extraction*). Ce procédé a été spécialement dimensionné et conçu par nos équipes pour répondre aux problématiques de pollutions organiques, notamment dans le cadre de la réhabilitation d'espaces urbains dégradés. GRS Valtech s'est appuyée sur son expertise et sur son expérience depuis 1996 en désorption thermique (mobile et centre fixe) pour mettre en place le procédé S.V.T.E. qui a nécessité de nombreuses études de dimensionnement technique.

Créée en 1990 et historiquement basée en région lyonnaise, GRS Valtech est une filiale de Veolia, spécialisée en dépollution des sols et des eaux souterraines. Avec plus de 300 chantiers réalisés chaque année en France et à l'international, son professionnalisme, largement reconnu, la place en tête des opérateurs du marché. Maîtrisant l'ensemble des techniques de dépollution *in situ*, sur site et hors site, elle possède également un atout de taille : c'est la seule entreprise en France à concevoir et fabriquer en interne ses unités de traitement grâce à un atelier intégré et des équipes dédiées. Une ingénierie de pointe à l'origine du développement du procédé S.V.T.E.

## 1. Une expérience éprouvée en désorption thermique

Dès 1997, GRS Valtech se voit confier le premier chantier de désorption thermique mobile en France sur un ancien site industriel à Ollainville (91) pour le compte d'Akzo Nobel. Sur ce site, 80 000 tonnes de terres polluées aux BTEX, HC et HAP ont été traitées par ce procédé, qui assure une volatilisation des polluants puis leur destruction complète à plus de 850 °C. Depuis, GRS Valtech a traité plus de 800 000 tonnes de terres par désorption thermique mobile, en

France et à l'international (Italie, Serbie, etc.) et a ouvert en région lyonnaise le seul centre fixe français de traitement des terres par désorption thermique.

Cette technologie fiable et efficace s'avère complexe à mettre en œuvre sur site en milieu urbain dense ou à proximité immédiate d'ouvrages sensibles. Fort de ce constat, GRS Valtech met alors à profit son expertise pour développer un procédé exclusif de désorption thermique sur site appelé S.V.T.E. Largement éprouvé, ce procédé fait aujourd'hui l'objet d'un brevet en France et dans toute l'Europe.

## 2. Principe du S.V.T.E

Le traitement par *Soil Venting Thermal Extraction* (S.V.T.E.) consiste à chauffer le sol en place à proximité des zones contaminées, à une température permettant d'augmenter suffisamment la tension de vapeur des polluants afin de faciliter leur extraction par *venting*. Sous l'effet de la chaleur, les polluants se trouvent à l'état gazeux puis sont captés par une série de puits d'extraction intermédiaires pour être traités par différents procédés (condensation, catalyse, photo-oxydation, lavage, charbon actif, etc.) suivant leur nature. Contrairement à d'autres techniques, le procédé GRS Valtech utilise des pointes chauffantes électriques et exploite donc uniquement la conductivité thermique du sol. Comme ce paramètre est pratiquement constant quelle que soit la nature des terrains, la performance du traitement n'est pas affectée par les hétérogénéités (comme c'est le cas pour la plupart des autres techniques *in situ* qui sont tributaires de la conductivité hydraulique des sols). Suivant le type de polluant, les puits chauffants sont portés à une température pouvant atteindre 980 °C.

L'installation de traitement est composée de différents modules d'extraction et de traitement des gaz et des eaux (traitement thermique,

traitement de l'eau et traitement de l'air périphérique).

Chaque unité est commandée par un automate programmable, interfacé avec un ordinateur industriel à écran tactile permettant l'acquisition et la supervision du procédé.

La qualité des rejets atmosphériques est strictement conforme à la réglementation en vigueur.

Les condensats recueillis, envoyés sur le système de traitement des eaux souterraines, passent sur le stripper et la série de filtres à charbon actif afin de fixer les dernières pollutions.

Dans le respect de la réglementation en vigueur contre les nuisances sonores, des éléments de protection acoustique peuvent être érigés autour des éléments générateurs de bruit se trouvant hors des conteneurs insonorisés.

Un réseau de puits et de pointes chauffantes constituent les ouvrages de dépollution des sols. Les pointes chauffantes sont composées d'un tube acier enfoncé dans le sol jusqu'à la profondeur souhaitée, définie selon les concentrations mesurées à l'état initial.

À l'intérieur du tube est glissée une résistance chauffante pouvant délivrer une puissance permettant d'atteindre la température souhaitée.

Tous les puits sont équipés de thermocouple afin de protéger les résistances.

La puissance des pointes chauffantes est régulée par des variateurs de puissance à découpage en fonction :

- des températures mesurées par les thermocouples de contrôle ;
- des concentrations mesurées en entrée de traitement d'air.

L'ensemble des pointes chauffantes est régulé individuellement en température, chacune étant équipée d'une sonde. La consigne de température est montée progressivement en ajustement des paramètres de suivi de la dépollution.

Les thermocouples de contrôle sont disposés dans les puits d'extraction, leur profondeur étant réglable.

Les puits d'aspiration sont réalisés en tube acier. La profondeur est variable. L'emplacement de ces derniers se situe au cœur du panache de pollution. Les puits sont équipés de thermocouple afin d'évaluer en temps réel la température de traitement *in situ*.

Un suivi et un échantillonnage des eaux souterraines et des gaz du sol sont possibles à tout moment, pour analyse en laboratoire agréé.

## 3. Les contrôles environnementaux

### 3.1. Contrôles du traitement

Le monitoring adapté permet la réalisation d'un bilan massique, preuve de l'efficacité du traitement.

- Mesure de la concentration de polluant dans l'air extrait, calcul de la quantité par intégration avec le débit.
- Pesage du volume de polluant extrait en phase liquide lors de l'envoi en élimination.
- Mesure de la concentration en polluant dans l'air de stripping : l'eau contaminée passe dans le stripping qui, par aération, sépare l'eau polluée de l'air pollué. Ces derniers sont ensuite traités sur charbons actifs dédiés ; calcul de la quantité par intégration avec le débit.

Des opérations ponctuelles de suivi, prélèvements, campagnes d'analyses, ainsi que des opérations de maintenance sont effectuées par des équipes spécifiques.

### 3.2. Suivi de la qualité de l'air et du sol

En complément des puits d'extraction, des puits de contrôle au droit et à proximité immédiate de la zone de traitement sont implantés pour un suivi optimal de la qualité des gaz et du sol.

### 3.3. Réception du traitement

Évaluation de la concentration résiduelle du polluant dans les sols en corrélation avec celles des gaz interstitiels mesurées.

## 4. Un procédé performant sur les plans technique et environnemental

Ce procédé permet de s'affranchir des travaux d'excavation, tout en conservant des rendements de dépollution élevés (90 à 99 % d'abattement selon les composés organiques), notamment pour des terrains argileux ou marneux. Ainsi le S.V.T.E. est à l'origine d'un bilan environnemental favorable puisqu'il évite le transport des matériaux et génère un bilan carbone optimum.

La durée de traitement est plus courte que pour des techniques *in situ* classiques.

Enfin, ce procédé permet de s'affranchir de la problématique d'eau souterraine et/ou météorologique.

### 4.1. Un procédé éprouvé : quelques références

#### 4.1.1. Programme de réhabilitation des sols et de la nappe sur un ancien site industriel en région parisienne (78)

Le site a accueilli durant de nombreuses années une fabrique de couleurs, vernis, encres avec cuisson d'huile. L'emploi et le stockage de produits potentiellement polluants durant toutes ces années sur des sols non imperméabilisés, y compris sur les terrains voisins n'appartenant pas à l'exploitant, ont engendré une pollution des sols et de la nappe phréatique à proximité du site. Il s'agit d'une pollution aux solvants chlorés, composés aromatiques volatils, composés organohalogénés, hydrocarbures et métaux.

GRS Valtech avait comme objectif de dépolluer les sols et la nappe pour un usage futur sensible (logements, commerces, bureaux) *via* :

- le confinement des sols impactés par des métaux lourds afin de prévenir le contact par ingestion ou inhalation sous forme de poussières ;
- le traitement des zones sources identifiées au sein des trois premiers mètres de remblai afin de s'affranchir des pollutions par des COV ;

- l'atteinte de manière pérenne des niveaux de concentration de 0.5 mg/L en 1-2 dichloroéthane et de 2.5 mg/L en cis 1-2 dichloroéthylène dans les eaux souterraines afin de satisfaire à un niveau de risque acceptable à proximité et à l'extérieur du site.

Dans le cadre de ce programme, GRS Valtech a mis en place différents procédés parmi lesquels le traitement des terrains en place par voie thermique, sur une surface de près de 4 000 m<sup>2</sup> et sur une profondeur de 15 à 16 mètres par la technique S.V.T.E.

Ainsi, entre 2010 et 2013, GRS Valtech a installé sur ce site :

- 90 puits de chauffage du sol ;
- 140 puits d'extraction ;
- pour une température de chauffage du sol comprise entre 85 et 100 °C à 6 mètres de distance de la pointe ;
- pour une puissance installée de 1 100 KW.



Photos 1 et 2.  
Vues du chantier.

#### 4.1.2. Assainissement des terrains d'une ancienne usine d'horlogerie en Suisse

Le chantier se trouve sur le site d'une ancienne usine d'horlogerie, qui a fabriqué pendant 50 ans des pièces métalliques dégraissées avec des produits constitués de solvants chlorés. Les eaux industrielles transitaient par un bassin de rétention maçonné.

Il a été découvert que les organochlorés étaient parvenus à traverser le cuvelage et à se disperser dans les terrains encaissant pourtant très peu perméables (marnes limono-argileuses fermes à dures).

Plus d'une tonne de produit a formé une zone source d'environ 2 000 m<sup>2</sup> en plan jusqu'à 12 m de profondeur. Les marnes étant malgré leur faible perméabilité le siège de circulations d'eaux souterraines, un panache solubilisé de plus de 10 000 m<sup>2</sup> s'est développé dans la nappe de surface.

La méthode S.V.T.E. a été retenue sur ce site après qu'une évaluation et comparaison multicritères ont été conduites entre des méthodes hors site et *in situ* (des critères techniques, sociaux, environnementaux et économiques pertinents ont été définis en amont).

Le dispositif de traitement par S.V.T.E. a été composé des éléments suivants :

- 11 puits de venting périphériques d'une profondeur de 8 m ;
- 13 puits de pompage périphériques d'une profondeur de 14 m ;
- 43 puits d'extraction d'une profondeur de 5 à 10 m ;
- 32 pointes chauffantes d'une profondeur de 7 à 12 m ;
- 8 puits de contrôle gaz de 12 m ;
- 4 puits de contrôle gaz et eau de 14 m.

Au total, entre fin 2010 et début 2013 :

- plus de 1 280 kg de solvants chlorés ont été extraits ;
- 4 800 m<sup>3</sup> d'eau ont été pompés.



Photo 3.  
Module de traitement gaz et eau.



Photo 4.  
Le réseau de pointes chauffantes  
et de puits d'extraction.

### 4.1.3. Réhabilitation des sols et de la nappe contaminés par des solvants chlorés sur un site en Allemagne

Dans le cadre du projet européen CityChlor à Stuttgart (élimination des impuretés telles que des solvants chlorés dans les sols et les eaux souterraines en milieu urbain), un essai pilote basé sur la technologie développée par GRS Valtech de *Soil Venting Thermal Extraction* (S.V.T.E.) a été choisi pour ses nombreux avantages.

Le site pilote, situé à Stuttgart-Feuerbach, est un parfait exemple de contamination du sol et des eaux souterraines en centre-ville par les solvants chlorés : des niveaux de pollution élevés sur une petite superficie, et ce dans un environnement urbain extrêmement dense.

De plus, les conditions géologiques complexes, caractéristiques de la région de Stuttgart, avec des couches faiblement perméables (teneur en argile élevée) et un aquifère sous-jacent fissuré, ajoutent une certaine complexité dans le processus de réhabilitation. Les enquêtes

antérieures sur terrain ont montré que le procédé de désorption thermique *in situ* donnerait le meilleur rapport coûts/bénéfices.

Par conséquent, les autorités concernées ont souhaité examiner l'aptitude opérationnelle de la S.V.T.E. dans le cadre d'un essai pilote, afin d'envisager un déploiement à grande échelle<sup>1</sup>.

## 5. Conclusion

Comme expliqué, cette technique, bien employée, est la garantie de tout à la fois détruire les polluants organiques dans le sous-sol et traiter tous les gaz contaminés du sol sans les faire passer dans l'atmosphère.

Enfin, une telle technologie permet de limiter l'impact carbone associé à des excavations et transports de ces terres, sans compter celui associé à la destruction des polluants en usine dédiée.

---

<sup>1</sup> Plus d'infos sur : <http://letschatmusic.com/watch-video/frkctujY-DM/citychlor-in-situ-thermal-remediation-in-stuttgart-3-pilot.html>