

Technologies in situ



ZÜBLIN
WORK ON PROGRESS



1 Site de Markgröningen / 2 Construction 3D d'une installation d'épuration des eaux souterraines sous halle légère, Suisse / 3 Atelier pompes et réparations

Notre entreprise

ZÜBLIN Umwelttechnik GmbH, filiale du groupe STRABAG SE, est l'un des leaders européens en technologie dans le domaine du traitement de sites pollués, des eaux souterraines, des eaux de chantier et de tunnels ainsi que dans le traitement des boues, à l'échelle nationale et internationale. Nos prestations englobent par ailleurs l'assainissement de décharges industrielles ainsi que le traitement de biogaz, de gaz issu de boues de STEP et gaz de décharge.

Notre division chargée du traitement des sites pollués met en œuvre des projets spécifiques, principalement en Europe, mais également dans le monde entier. Le siège de notre société se situe à Stuttgart en Allemagne et de nombreuses agences sont réparties dans le pays ainsi qu'en France et Italie. Avec notre succursale de Strasbourg et notre bureau de liaison à Lyon, nous nous occupons de toute la France ainsi que de la Suisse francophone. Les projets internationaux sont gérés depuis le siège de Stuttgart.

Avec plus de 30 ans d'expérience, nous sommes un partenaire compétent doté d'une solide expertise acquise à travers plusieurs milliers de projets de référence réalisés avec succès. Avec notre bureau technique et grâce à nos procédés innovants, notre large éventail de prestations de services et nos équipes interdisciplinaires, nous élaborons des solutions personnalisées et pour nos clients et leurs projets.

Assurer la sécurité du travail et la protection de la santé sont nos priorités absolues. En vue d'assurer un haut niveau de qualité dans ce domaine sensible qu'est l'Environnement, Züblin Umwelttechnik GmbH applique un système de gestion qualité intégré (SGI) tenant compte de la sécurité du travail, de la protection de l'environnement et de l'énergie et répondant aux normes DIN EN ISO 9001:2015, SCCP:2011, DIN ISO 45001:2018, DIN EN ISO 14001:2015 et DIN EN ISO 50001:2018.

N'hésitez pas à nous contacter en toute confiance pour toutes questions relatives à votre projet. Nous serions ravis de vous offrir nos services en tant que partenaire performant et compétent.

Table des matières

- 2 Notre entreprise
- 3 Table des matières
- 4 Technologies in situ innovantes et conventionnelles
- 5 Analyses microbiologiques / Essais de dégradation
- 6 Oxydation biologique in situ (ISBO)
- 7 Réduction biologique in situ (ISBR)
- 8 Oxydation chimique in situ (ISCO)
- 9 Aspiration de gaz de sol
- 10 Air sparging in situ (ISAS)
- 11 Biosparging in situ (ISBS)
- 12 Dépollution thermique in situ (ISTH)
- 14 Déferrisation / démanganisation in situ (ISDD)
- 15 Essais en laboratoires et sur le terrain
- 16 Pump and treat (P&T)
Traitement des effluents gazeux/
de gaz de process
- 18 Autres technologies in situ
- 19 Implantations

Technologies in situ innovantes et conventionnelles

Nos technologies in situ innovantes

- Oxydation biologique in situ (ISBO)
- Réduction biologique in situ (ISBR)
- Oxydation chimique in situ (ISCO)
- Réduction chimique in situ (ISCR)
- Dépollution thermique in situ (ISTH)
- Déferrisation / démanganisation in situ (ISDD)
- Barrières perméables réactives in situ (ISRW)
- Divers

Nos technologies in situ conventionnelles

- Pump and treat (P&T)
- Air sparging in situ (ISAS)
- Biosparging in situ (ISBS)
- Aspiration de l'air du sol
- Extraction multiphasique (MPE)
- Divers

Nos prestations

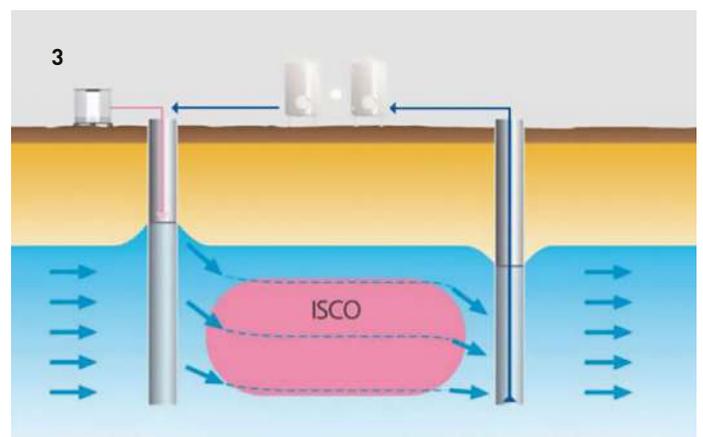
- Conseil / planification technique
- Maintenance et service
- Atelier de réparation des pompes
- Optimisation d'installations existantes
- Transfert du savoir-faire
- Montage / Démontage
- Mise en service

Züblin Umwelttechnik GmbH compte parmi les leaders dans le secteur des technologies in situ innovantes et conventionnelles. Aucune autre entreprise ne dispose d'un portefeuille de technologies d'assainissement aussi diversifié. En témoignent d'innombrables projets de référence réalisés avec succès en Europe et à l'international.

En Allemagne, nous avons réalisé la première dépollution thermique in situ (ISTH), la première oxydation chimique in situ (ISCO) ainsi que la première barrière perméable réactive in situ (ISRW) à grande échelle, le tout couronné d'un succès durable. Par ailleurs, d'autres technologies innovantes telles que la réduction biologique in situ (ISBR) et la déferrisation / démanganisation in situ (ISDD) constituent nos points forts. Les procédés conventionnels éprouvés comme le pump and treat (P&T), l'air sparging / le biosparging (ISAS/ISBS) tout comme l'aspiration de gaz de sol occupent invariablement une place majeure dans notre éventail de prestations.

En vue de conserver notre avancée technologique, nous collaborons étroitement avec des universités, des écoles supérieures et des instituts de recherche. Nos activités de recherche visent à développer de nouveaux procédés adaptés aux besoins des clients et à les optimiser, pour pouvoir ainsi offrir des solutions s'inscrivant dans une stratégie économique et de développement durable. Chaque installation est conçue et construite individuellement en fonction des exigences des clients. Selon les besoins, nous assurons la maintenance et le service de l'installation, mais aussi l'exploitation, dans des conditions plus ou moins difficiles.

L'un des principaux avantages des procédés in situ est que les polluants sont éliminés de manière écologique et directement sur place sans nécessiter d'excavations et de transport de sol sur de longues distances pour élimination ou stockage. En matière de développement durable / de lutte contre le changement climatique, les technologies in situ intelligentes que nous offrons constituent la meilleure option.



1 Barrière hydraulique, Allemagne du Sud / 2 Tube à manchon / packer / 3 Schéma fonctionnel ISCO.
© Züblin Umwelttechnik GmbH



4 Laboratoire moderne, GCMS, © Daniel Buchner/
5 Micro-organismes MolaZUT®/ 6 Dégradation
microbiologique, réacteur biofilm/ 7 Dégradation
microbiologique, essais sur colonne



Prestations spécifiques

- Analyses de biologie moléculaire:
 - Organismes, copies de gènes, enzymes, analyses isotopiques $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$, etc.
 - Études de faisabilité / essais de dégradation
 - Divers

Analyses microbiologiques / essais de dégradation

La plupart des polluants organiques sont dégradables par des micro-organismes spécifiques dans des conditions environnementales adéquates. La biodégradation des hydrocarbures aliphatiques et aromatiques s'effectue en condition aérobie. En revanche, la déchloration intégrale des tétrachlorures (PCE) jusqu'au éthène requiert un milieu strictement anaérobie.

Pour pouvoir évaluer le potentiel de dégradation biologique in situ d'un site contaminé, outre l'analyse conventionnelle des polluants et la détermination du milieu géochimique, d'autres analyses spécifiques sont requises. Les méthodes modernes de biologie moléculaire permettent de savoir si les micro-organismes spécifiquement nécessaires sont présents en quantité suffisante. Si nécessaire, une source de carbone pourra être ajoutée en vue de stimuler la biodégradation. En l'absence de bactéries spécifiques à la dégradation, il est possible de surmonter cette déficience par le biais de la bioaugmentation en injectant certaines associations microbiennes.

Seules des analyses isotopiques $^{12}\text{C}/^{13}\text{C}$ permettront de confirmer si la diminution des teneurs en polluants est effectivement due à une biodégradation. Des études de faisabilité dans le cadre d'essais comparatifs par lots ou sur colonne permettent si nécessaire d'obtenir des éléments d'informations supplémentaires sur la dégradation des polluants qui peuvent être un enjeu majeur pour l'assainissement sur le terrain.

La réalisation d'études microbiologiques et d'essais de dégradation, en collaboration étroite et profonde avec les universités, les écoles supérieures et les instituts de recherche partenaires s'est montrée fructueuse.



Oxydation biologique in situ (ISBO)

Applications

- Eaux souterraines, zone saturée du sol
- Sols peu à bien perméables
- BTEX, HC, phénols, HAP (partiellement), alcools, éthers, cétones, COHV (partiellement), divers
- Panaches de pollution
- Hotspots

Avantages

- Écologique
- Durable
- Économique

Installations

- Stations de dosage: accepteurs d'électrons, substrat nutritif
- Puits d'injection / lances
- Puits de circulation des eaux souterraines
- Injections différenciées en profondeur et contrôlées par pression via tubes à manchettes
- Traitement des eaux de process
- Capteurs de surveillance

Également appelée assainissement microbiologique in situ ou Enhanced Natural Attenuation (ENA), l'oxydation biologique in situ (ISBO) est utilisée depuis longtemps pour le traitement sur des fuites de fuel, de stations-service, des dépôts de carburant ou des raffineries. Le procédé ISBO convient surtout à la dégradation par oxydation des hydrocarbures aliphatiques et aromatiques, mais aussi à celle de nombreux autres polluants. Il repose sur la transformation des dits contaminants en CO₂ et H₂O par certains micro-organismes directement dans le sol, en conditions aérobies.

Notre stratégie a pour objectif de stimuler le potentiel de dégradation naturel des micro-organismes présents sur le site. Moyennant nos techniques d'injection et substrats nutritifs, nous créons les conditions environnementales spécifiques nécessaires à cette fin. Il convient alors de tenir compte non seulement des polluants à dégrader et des conditions environnementales, mais aussi de la structure du sol.

Alors que les micro-organismes nécessaires sont presque toujours présents sur le site, l'oxygène ou les agents oxydants et les éléments nutritifs constituent souvent les facteurs restrictifs de la dégradation biologique. Pour obtenir une dégradation efficace des polluants, ces derniers doivent être traités à l'aide d'un apport externe. Afin de favoriser l'aérobisation de la zone saturée du sol, nous appliquons différentes méthodes comme l'air sparging in situ (ISAS) et/ou le biosparging in situ (ISBS), l'apport et la distribution d'oxygène atmosphérique ou d'agents oxydants via des puits et lances d'injection ainsi que des puits de circulation des eaux souterraines, et bien d'autres méthodes encore.

1 ISBO-Conteneur, Italie / 2 Conteneur ISBO / Filtre vertical, Allemagne de l'Est / 3 Points de mesure eaux souterraines alimentation en O₂, Allemagne du Sud



Réduction biologique in situ (ISBR)

Applications

- Eaux souterraines, zone saturée du sol
- Sols peu à bien perméables
- Ethylène chloré (PCE, TCE, cDCE, VC), perchlorate, RDX, CrO_4^{2-} , divers
- Panaches de pollution
- Hotspots

Avantages

- Écologique
- Durable
- Économique

Installations

- Stations de dosage pour substrat auxiliaire / nutritif: MolaZUT[®], mélasse, lactate, etc.
- Puits / aiguilles d'injection
- Puits de circulation des eaux souterraines
- Injections différenciées en profondeur et contrôlées par pression via tubes à manchettes
- Traitement des eaux de process
- Capteurs de surveillance

Le procédé de la réduction biologique in situ (ISBR) est mis en œuvre principalement pour la dégradation des hydrocarbures chlorés. En conditions strictement anaérobies, des micro-organismes spécifiques sont à même de dégrader intégralement le PCE et le TCE jusqu'au produit final, l'éthylène, en passant par les produits intermédiaires cDCE et le chlorure de vinyle. Cette déhalogénéation réductive nécessite des composés organiques source de carbone tels que la mélasse, l'éthanol, le lactate ou l'huile alimentaire comme substrat auxiliaire. Développé par nos soins, le produit MolaZUT[®] réunit les avantages de différentes sources de carbone et a démontré son efficacité comme substrat auxiliaire performant et bon marché. La quantité de substrat nécessaire dépend des agents oxydants présents.

Afin de vérifier le potentiel de biodégradation des polluants présents, nous effectuons des études microbiologiques à l'aide de méthodes résolument modernes de biologie moléculaire ainsi que des analyses isotopiques.

Généralement, les micro-organismes qui décomposent les polluants sont présents sur le site. À défaut, nous procédons à ce que l'on appelle la bioaugmentation. C'est-à-dire que nous isolons et multiplions les souches de bactéries dégradant les COHV et les injectons directement dans les zones polluées, de sorte qu'une dégradation accélérée puisse avoir lieu.

4 Culture de micro-organismes / 5 Assainissement combinant ISCO/ISBR, Allemagne du Nord / 6 Station de dosage automatique, MolaZUT[®]



Oxydation chimique in situ (ISCO)

Applications

- Large spectre de polluants: COHV, BTEX, HC, HAP, etc.
- Eaux souterraines, zone saturée du sol
- Sols peu à bien perméables
- Concentrations moyennes à élevées des polluants
- Foyers contaminés

Exécutions techniques

- Dégradation rapide des polluants
- Durée d'assainissement réduite
- Technologie efficace même en sol peu perméable
- Faible encombrement
- Combinaison possible avec d'autres procédés

Exécutions techniques

- Stations de dosage pour agents oxydants: permanganate, persulfate, réactif de Fenton, etc.
- Puits / aiguilles d'injection
- Tubes à manchettes pour injections différenciées en profondeur et sous contrôle de pression
- Puits de circulation des eaux souterraines
- Traitement des eaux de process
- Capteurs de surveillance

Züblin Umwelttechnik GmbH est l'entreprise leader dans le domaine de l'oxydation chimique in situ. Il y a environ 20 ans, nous avons réalisé la première intervention ISCO en Allemagne qui a connu un succès durable. Depuis, la technologie ISCO a été mise en œuvre et optimisée par notre entreprise dans une cinquantaine de projets pilotes et d'assainissement, et ceci sur des sites très divers.

Le principe de fonctionnement de l'oxydation chimique in situ (ISCO) repose sur l'introduction dans le sol d'agents oxydants appropriés avec une répartition optimale pour réagir avec les polluants présents dans le milieu. Ce n'est que lorsque l'oxydant entre en contact direct avec le polluant qu'une oxydation rapide et intégrale in situ est possible. Nous disposons de technologies d'injection spécifiques qui nous permettent de répartir les agents oxydants de manière homogène dans l'aquifère bien perméable et de les injecter en fonction de la profondeur et sous contrôle de pression dans les sols peu perméables.

Le procédé ISCO est adapté notamment aux polluants organiques avec des concentrations moyennes à élevées ainsi qu'à l'assainissement des sources de pollution. En fonction des polluants et du sol, nous utilisons essentiellement du permanganate ou du persulfate, et dans des cas spécifiques, le réactif de Fenton peut être utilisé comme oxydant. Contrairement aux méthodes d'assainissement traditionnelles, le procédé ISCO a l'avantage de dégrader très rapidement les polluants, ce qui permet de réduire considérablement la durée du traitement.

[Vidéo: Injection différenciée en profondeur et sous contrôle de pression](#)



1 Zone d'injection ISCO avec tubes à manchettes,
2 France, / 2 Station de dosage permanganate /
3 Injection de persulfate, Allemagne de Sud

Aspiration des gaz de sol

Applications

- Polluants volatils: COHV, BTEX, HC aromatiques, HC aliphatiques (partiellement), H₂S, etc.
- Sources de pollution, pollution étendue
- Zone non saturée du sol
- Sols peu ou bien perméables

Avantages

- Rendement élevé
- Flexible
- Économique

Installations

- Aiguilles d'aspiration / drains d'aspiration
- Surpresseur
- Traitement de l'air: filtres charbon actif avec/sans régénération par vapeur, CATOX, RTO, TO, biofiltres
- Technique de mesure: débit, pressions, PID, IR, GC, etc.
- Pilotage automatique
- Traitement / analyse des données
- Protection antidéflagrante selon la directive EX

L'aspiration des gaz du sol est la méthode d'assainissement in situ la plus économique pour la zone non saturée des sols. Techniquement simple à mettre en œuvre, elle a fait ses preuves dans la pratique de l'assainissement depuis quelques décennies.

Les polluants volatils tels que les COHV, BTEX, HC aromatique et HC aliphatique à chaîne courte peuvent être éliminés in situ de la zone non saturée du sol par aspiration des gaz du sol. Une installation d'aspiration d'air se compose d'une ou de plusieurs aiguilles d'aspiration des gaz de sol, d'un surpresseur et d'un traitement des gaz extraits. Le rayon d'action des aiguilles d'aspiration dépend essentiellement de la perméabilité du sol, de la dépression appliquée ainsi que du débit d'extraction. En fonction du spectre et de la charge des polluants, le traitement des gaz extraits se fait le plus souvent par adsorption sur du charbon actif ou par oxydation catalytique (CATOX). Dans des cas spécifiques, des filtres à charbon actif régénérables par vapeur avec récupération des solvants, des installations d'oxydation thermique régénérative (RTO) ou oxydation thermique (TO) ainsi que des biofiltres sont mis en œuvre.

Constituant un élément essentiel des méthodes d'air sparging in situ (ISAS) et d'assainissement thermique in situ (ISTH), l'aspiration d'air du sol est fréquemment utilisée en combinaison avec des pompages hydrauliques.



Air sparging in situ (ISAS)

Applications

- Polluants volatils: COHV, BTEX, hydrocarbures, etc.
- Sources de pollution, pollution étendue
- Zone saturée du sol, zone de battement des eaux souterraines
- Sols bien perméables
- Petites et moyennes surfaces, méga sites

Avantages

- Économique
- Pas de traitement direct de l'eau
- Évacuation optimisée des polluants
- Consommation d'énergie réduite
- Traitement adapté des effluents gazeux
- Aérobisation supplémentaire pour la biodégradation

Exécutions techniques

- Aiguilles d'air sparging
- Aiguilles d'aspiration / drains d'aspiration des gaz du sol
- Compresseurs, condensateurs
- Traitement des effluents gazeux: filtres charbon actif, CATOX, RTO, TO, biofiltres
- Technique de mesure: débit, pressions, PID, IR, GC, etc.
- Essais de traçage: SF₆, hélium
- Automate programmable
- Traitement / analyse des données
- Protection antidéflagrante selon la directive EX
- Capteurs de surveillance

Éprouvée depuis des décennies, la technologie de l'air sparging in situ (ISAS) est facile à mettre en œuvre pour éliminer les polluants volatils de la zone saturée du sol. Le principe de l'ISAS repose sur l'injection de fines bulles d'air en dessous des polluants dans la zone saturée. Les polluants présents dans les eaux souterraines sont ainsi strippés in situ et remontent dans la zone non saturée du sol, où ils sont aspirés et traités par un système approprié.

Mise en œuvre par Züblin Umwelttechnik GmbH depuis une vingtaine d'années, la méthode ISAS a été optimisée par l'entreprise pour la rendre nettement plus efficace et moins énergivore. Cette optimisation passe par des impulsions d'injection courtes, dont la fréquence et la longueur dépendent de l'évacuation optimale des polluants. C'est-à-dire que les zones fortement contaminées sont traitées de manière plus intensive que les zones faiblement contaminées, ce qui permet de réduire considérablement la durée d'assainissement. L'élimination des polluants est mesurée en ligne par PID, IR ou GC, puis enregistrée et analysée en vue d'optimiser l'opération.

La technologie ISAS a été mise en œuvre par nos soins sur différents sites tels que d'anciens pressings chimiques et des commerces de produits chimiques, des industries métallurgiques et électriques ; elle a rencontré un véritable succès. La plus vaste intervention ISAS menée sur une superficie de 120 000 m² a été réalisée par nos soins sur le site d'une ancienne raffinerie.



1 Surveillance installation ISAS / 2 Méga site ISAS, Bavière / 3 Surveillance évacuation d'air PID / 4 Conteneurs pour installation ISAS, Allemagne de Nord



Bio sparging in situ (ISBS)

Applications

- Eaux souterraines, zone saturée du sol
- BTEX, hydrocarbures, phénols, en partie HAP, alcools, éther, cétone, en partie COHV, divers
- Panaches de pollution
- Hotspots

Avantages

- Écologique
- Durable
- Économique

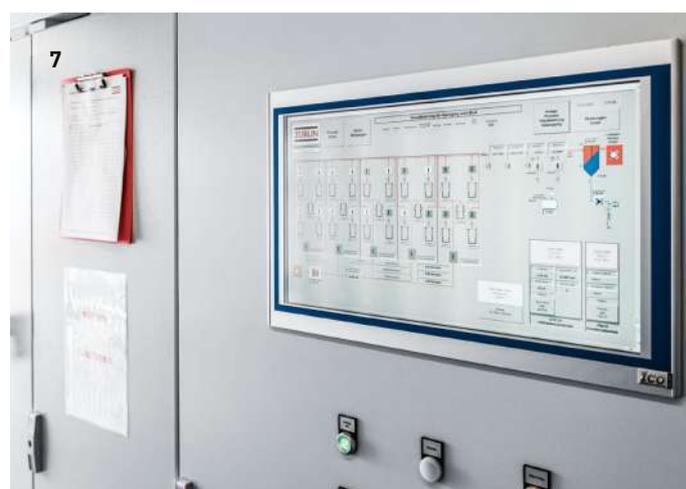
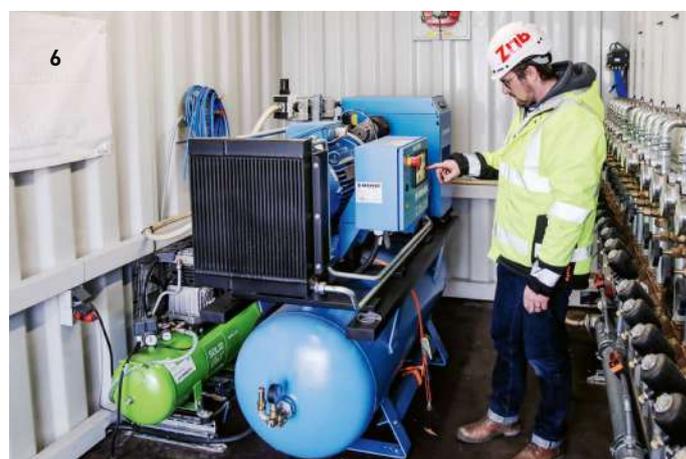
Installations

- Lances d'air sparging
- Compresseurs
- Technique de mesure: débit, pressions
- Essais de dépistage: SF₆, Hélium
- Pilotage automatique
- Traitement / analyse des données

L'air sparging in situ (ISAS) permet non seulement d'éliminer les polluants volatils des eaux souterraines, mais aussi d'enrichir la zone saturée du sol en oxygène pour créer des conditions aérobies. Si l'objectif premier de l'air sparging est d'augmenter la biodégradation par oxygénation, la technologie est nommée biosparging in situ (ISBS). Se faisant de manière aérobie, la dégradation des polluants est appelée également oxydation biologique in situ (ISBO).

L'ISBS est une méthode très économique visant à augmenter la teneur en oxygène dans les zones polluées. Les essais de dépistage du SF₆ permettent de détecter la propagation de l'air injecté dans la zone saturée en eau. Le rayon d'action de l'injection peut être défini à l'aide d'hélium, non polluant.

Lorsque la teneur en polluants est très élevée, l'oxygène dissous est souvent le facteur limitant de la biodégradation. Il est possible de pallier ce défaut en ajoutant de l'oxygène industriel ou d'autres agents oxydants. La profondeur maximale à laquelle nous avons injecté de l'air pour une intervention ISBS était d'environ 40 m en-dessous du niveau du sol et cette opération a été réalisée sur un ancien site de stockage d'une industrie chimique.



5 ISBS, industrie chimique, Suisse / 6 Maintenance installation ISBS / 7 Ecran de visualisation du process

Dépollution thermique in situ (ISTH)

Applications

- Polluants peu à moyennement volatils: COHV, BTEX, HC, HAP, etc.
- Mélanges de polluants très visqueux: goudrons liquides, huiles minérales, etc.
- Zone non saturée / partiellement saturée
- Sources de pollution

Avantages

- Durée de dépollution sensiblement réduite
- Dépollution haute performance
- Efficacité dans les sols peu perméables
- Combinaison possible avec d'autres procédés

Exécutions techniques

- Niveau d'injection / d'extraction
- Générateurs de vapeur / chaudières
- Corps de chauffe: vapeur / électricité / combustible
- Capteurs thermiques
- Aspiration / refroidissement de l'air du sol
- Installations de traitement des effluents gazeux: filtres à charbon actif, CATOX, RTO, TO, torchère haute température
- Technique de mesure: débit, pressions, PID, IR, GC, etc.
- Traitement / analyse des données
- Protection antidéflagrante selon la directive EX

1 ISTH, injection d'air / de vapeur, unité mobile/
2 Four haute température



Züblin Umwelttechnik GmbH a réalisé la première dépollution ISTH en Allemagne dès 1997 et n'a cessé d'étendre et de développer cette technologie et ses champs d'application. Au cours des dernières années, la dépollution ISTH a connu une renaissance, de sorte que nous avons réalisé bon nombre de projets, notamment sur un méga site en Chine.

La méthode de la dépollution thermique in situ (ISTH) consiste à apporter de l'énergie thermique dans le sol. Par ce biais, les polluants présents sont mobilisés en augmentant leur volatilité et leur solubilité dans l'eau tout en réduisant leur viscosité et leur tension superficielle.

L'apport d'énergie dans le sol en fonction du type de polluant et du sol s'effectue par injection de vapeur d'eau, d'eau chaude ou par des sources de chaleur fonctionnant à l'électricité ou aux combustibles, la convection ou la conduction étant les processus déterminants de l'apport et du transport de chaleur.

La méthode ISTH convient essentiellement au traitement des sources de pollution dans la zone insaturée du sol et dans la zone de battement des eaux souterraines, mais aussi, dans certaines conditions, dans la zone saturée en eau.



Vidéo :
[Sources de chaleur](#)



Vidéo: [Injection d'air / de vapeur](#)

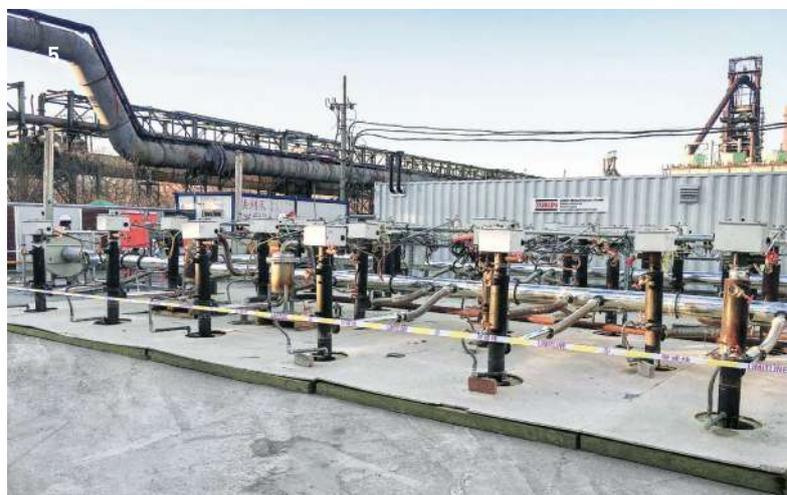


La dépollution thermique in situ permet d'éliminer non seulement les polluants très volatils du sol, mais aussi les composés dont le point d'ébullition peut atteindre 400 °C environ. Il convient de souligner que même les sols peu perméables peuvent être traités efficacement. Une barrière hydraulique est indispensable pour éviter une mobilisation des DNAPL vers l'aval tels que les COHV.

Les deux principaux avantages du procédé ISTH par rapport aux méthodes traditionnelles de dépollution sont d'une part, la réduction très sensible de la durée de dépollution (quelques semaines, voire quelques mois seulement) et d'autre part, la dépollution haute performance, notamment dans les sols peu perméables. Notre technologie ISTH a l'avantage de ne laisser que de très faibles concentrations résiduelles, ce qui n'est pas le cas pour d'autres méthodes de dépollution in situ.



3 ISTH, corps de chauffe électriques, Suisse © SBB CFF FFS/ 4 ISTH, injection d'air / de vapeur, Allemagne de Nord/ 5 ISTH, corps de chauffe au gaz, Chine





1



2



3



4

1 Cascade, IGA Berlin / 2 Technologie ISDD, irrigation, IGA Berlin / 3 Traitement des eaux de refroidissement, industrie, Allemagne de Sud / 4 Essai pilote climatisation des bâtiments, Italie

Applications

- Géothermie / climatisation des bâtiments
- Traitement de l'eau potable / de l'eau de process
- Assainissement des eaux souterraines
- Irrigation des parcs
- Exploitation des puits

Avantages

- Écologique
- Avec oxygène atmosphérique uniquement
- Pas de produits chimiques
- Faibles coûts de fonctionnement / de maintenance
- Pas de boues de fer / manganèse à éliminer
- Beaucoup plus économique par rapport au procédé sur site
- Équipement évolutif

Installations

- Puits de prélèvement / d'infiltration
- Injecteur d'air
- Bassin d'aération / de dégazage
- Technique de mesure
- Automate programmable industriel (API)

Déferrisation/démanganisation in situ (ISDD)

Le procédé de déferrisation / démanganisation in situ (ISDD) est connu depuis plus d'un siècle. De nos jours, plusieurs milliers d'installations sont en service en Allemagne et en Europe. Développé en collaboration avec l'université de Stuttgart, ce procédé est mis en œuvre par la société Züblin Umwelttechnik GmbH depuis environ 20 ans.

La technologie ISDD est réalisée à l'aide de deux ou plusieurs puits. L'eau souterraine pauvre en oxygène est pompée, enrichie en oxygène atmosphérique, puis partiellement réinfiltrée. Une zone d'oxydation se forme ainsi autour du massif filtrant des puits, dans laquelle les composés de fer et de manganèse réduits et solubles sont oxydés et adsorbés sur les grains du sol. Après une courte phase de démarrage, il devient possible d'extraire durablement des puits l'eau souterraine exempte de fer, sans que le rendement diminue. C'est ce qu'ont confirmé les études et les expériences réalisées sur le terrain. Il faut compter quelques semaines avant d'atteindre la limite inférieure des valeurs cibles pour le manganèse, des processus biologiques étant impliqués dans le procédé.

Le procédé ISDD est à la fois écologique et économique. Il permet de respecter de manière fiable les valeurs limite du règlement allemand sur l'eau potable (TrinkwV) de 0,2 mg/l pour le fer et de 0,05 mg/l pour le manganèse. Il ne requiert pas d'installations coûteuses en surface, comme c'est le cas pour le traitement sur site.

Les principaux domaines d'application sont la géothermie proche de la surface visant la climatisation durable des bâtiments, l'assainissement des eaux souterraines, le traitement de l'eau potable et de l'eau de process ainsi que l'irrigation des jardins et des parcs.

Essais en laboratoire et sur le terrain

Nous sommes régulièrement à la recherche de solutions innovantes aux problèmes liés à l'environnement et aux sites pollués. Afin d'élaborer de nouvelles technologies in situ et de perfectionner les procédés existants, nous réalisons des essais en laboratoire et sur le terrain. Pour cela, nous utilisons des méthodes résolument modernes tout en collaborant étroitement avec les universités, les grandes écoles et les instituts de recherche.

Dans la pratique du traitement de sites et sols pollués, et notamment dans le cas de sites avec des exigences spécifiques, nous recommandons de réaliser des essais en laboratoire. Ils permettent de s'assurer de la faisabilité d'un projet. A l'aide d'essais sur le terrain et d'installations mobiles, les connaissances acquises en laboratoire sont vérifiables. De cette manière, il est possible de déterminer les données essentielles qui concernent le dimensionnement et l'optimisation d'un procédé in situ dans le cadre d'un traitement global.



6 UV/O3 Traitement de l'air / 7 Test en laboratoire ISCO / 5, 8, 9 Installations d'essai pour les matériaux adsorbants/ échangeurs d'ions / 10 Essai sur le terrain de l'ISCO, Allemagne du Sud



Pump&Treat (P&T)

Installations Épuration des eaux

- Filtres charbon actif
- Réacteurs à biofilm ZÜBLIN
- Déferrisation / démanganisation
- Précipitation / floculation
- Sédimantation
- Filtres à sable
- Échangeurs d'ions
- Neutralisation
- Adsorbent de métaux lourds
- Systèmes de stripping
- Systèmes d'écumage de phase
- Technique de mesure
- Technique de commande / système de signalisation des défauts
- Divers

Le pompage-traitement est indiqué aussi bien pour le traitement des eaux souterraines que pour la sécurisation hydraulique d'un aquifère contaminé par des polluants. L'eau souterraine polluée est pompée dans un ou de plusieurs puits et traitée ensuite dans une installation moyennant des procédés appropriés. Outre les puits traditionnels, le prélèvement d'eau souterraine et sa ré-infiltration peuvent également être effectués par des puits de circulation d'eau souterraine (GCW), ce qui présente des avantages pour la dégradation des polluants.

Comptant invariablement parmi les technologies majeures de l'assainissement des sites pollués, ce procédé de pompage et de traitement conventionnel peut être combiné avec des technologies in situ innovantes. Nous planifions et construisons individuellement chacune des installations en fonction des exigences de nos clients. Selon ces besoins, nous assurons la maintenance et le service ainsi que l'exploitation des installations, aussi bien pour les cas simples que compliqués.

Traitement des eaux

Le traitement des eaux se fait par des procédés de traitement physico-chimiques ou biologiques, selon le type et la charge de polluants. En fonction des exigences et de sa qualité, l'eau traitée est ensuite réinfiltrée dans l'aquifère ou rejetée dans les eaux de surface ou les égouts.



1 Installation de traitement des PFAS, Berlin / 2 Ancien site chimique, France / 3 Installation de traitement pour l'arsenic / BTEX, Australie



Pump & Treat – Exemples de projets

Depuis plus de 30 ans, nous sommes présents sur le marché européen et international en installations de traitement des eaux souterraines issues de notre propre fabrication. Les illustrations ci-dessous présentent une sélection de projets actuels.

4 Installation de traitement des PFAS pour l'irrigation, Allemagne de Sud / 5 Industrie lourde, Autriche / 6 Industrie chimique, Mexique / 7 Industrie, Italie / 8 Montage d'une installation de traitement des eaux souterraines / 9 Site de déchets d'armement Étang de Dethlingen, Allemagne de Nord /



Traitement des effluents gazeux / des gaz de process

Installations

- Filtres à charbon actif air
- Filtres à charbon actif air, régénérables par vapeur
- Biofiltres
- Oxydation catalytique (CATOX)
- Oxydation thermique régénérative (RTO)
- Oxydation thermique (TO), torçhère haute température
- Protection antidéflagrante conformément à la directive EX
- Technique de mesure: débit volumétrique, dépression, température, etc. GC, IR, PID, FID
- Technique de commande / système de signalisation des défauts

Le traitement par stripping et air sparging des polluants volatils présents dans les eaux souterraines, le traitement par l'aspiration conventionnelle des gaz de sol pollués et le traitement thermique in situ génèrent des effluents gazeux pollués ou des gaz de process. Ces gaz sont rejetés directement dans l'atmosphère après traitement ou traités en circuit fermé.

Suivant le type et la charge des polluants, différents procédés entrent en jeu pour le traitement des effluents gazeux et des gaz de process ; dans la plupart des cas, on emploiera des filtres charbon actif - air. Si les polluants ne sont pas adsorbables sur du charbon actif ou si les charges seraient trop élevées pour que cette technique soit rentable, le traitement est effectué par des procédés thermiques tels que l'oxydation catalytique (CATOX), l'oxydation thermique régénérative (RTO), l'oxydation thermique (TO) ou la torçhère haute température.

Dans le cas de polluants biodégradables, des biofiltres sont retenus. S'il y a lieu de craindre un mélange de polluants explosifs dans l'air pollué, l'installation doit être équipée impérativement d'une protection antidéflagrante conformément à la directive EX.

Les débits de nos installations de traitement des effluents gazeux/gaz de process varient entre 50 m³/h et 15 000 m³/h. Pour d'autres débits, merci de nous consulter.



1 Filtres charbon actif air, régénérables par vapeur, Berlin / 2 Filtres charbon actif air, Suisse / 3 CATOX, Allemagne de l'Est / 4 Mesure d'air GC, Suisse / 5 RTO, Allemagne de Sud / 6 TO torçhère haute température, Allemagne de Sud /

Autres technologies in situ

Réduction chimique in situ (ISCR)

Le principe de fonctionnement de la réduction chimique in situ (ISCR) repose sur l'injection d'agents réducteurs dans les sols et la réduction chimique directe des polluants. Le réducteur mis en œuvre est essentiellement le fer élémentaire (Fe⁰ ou ZVI) sous la forme de microparticules ou de nanoparticules de fer dont la réaction avec l'eau produit de l'hydrogène permettant une déchloration intégrale des hydrocarbures chlorés par réduction. Le Cr(VI), le perchlorate, le TNT et d'autres composés font également partie des polluants susceptibles d'être traités avec le procédé ISCR. En ce qui concerne la réduction du Cr(VI) en Cr(III) insoluble, d'autres réducteurs tels que le dithionite de sodium ou le Fe(II) entrent en jeu.

Traitement innovant des eaux souterraines - Wetland

Les eaux souterraines contaminées peuvent être traitées via des « Wetland » ou des filtres verticaux dans le sol à la place du procédé traditionnel de pompage-traitement. Ce procédé innovant de traitement biologique des eaux souterraines est peu coûteux, notamment lorsque les débits sont faibles.

Extraction multiphasique (MPE) - écrémage

L'extraction multiphasique (MPE) est une technologie de traitement in situ permettant d'extraire par aspiration simultanément les gaz du sol, les eaux souterraines ainsi que la phase légère surnageante (LNAPL) d'un puits en exerçant une dépression importante. Ce procédé est généralement utilisé pour les sols à perméabilité modérée. Il est peu coûteux et essentiellement répandu en dehors de l'Allemagne surnageante (LNAPL) d'un puits en exerçant une dépression importante. Ce procédé est généralement utilisé pour les sols à perméabilité modérée. Il est peu coûteux et essentiellement répandu en dehors de l'Allemagne.



7

7 Wetland, filtre vertical, Allemagne de l'Est/ 8 ISCR microparticules/nanoparticules de fer © Anke Wiener/ 9 Extraction multiphasique MPE, Italie / 10 Skimmers d'écrémage, Autriche



8



9



10

ZÜBLIN Umwelttechnik GmbH Agence de Strasbourg

6, rue Gutenberg - BP 197
67725 Hoerdt Cedex/France
Tél. +33 3 88 687 991
Fax +33 3 88 680 499
umwelttechnik-fr@zueblin.de
www.zueblin-umwelttechnik.com/fr



1

1 Installation de traitement des eaux souterraines, Allemagne de l'Ouest

Photo de couverture: Traitement ISTH, ancienne aciérie, Chine /
Verso: Carte de couverture actuelle ZÜBLIN Umwelttechnik GmbH

