

Réactifs innovants pour le traitement in situ des composés organiques chlorés, utilisant des mécanismes injectables de réduction biogéochimique, biologique, chimique et d'adsorption



Philippe Denecheau
Authorized Technical Representative - France



Environm
Solutions

Réactif BioGeoChimique “Tout en Un”

Fournit tous les Eléments
Nécessaires à la Formation de
la Reaction Minérale

Combinaison de Sulfate,
Fer Ferreux, Donneurs
d'Electron, pH Tampon,
and Nutriments

Traitement des
Organiques Chlorés et de
Nombreux Métaux Lourds

PeroxyChem

GeoForm™ Soluble



GeoForm™ Diffusion
Etendue

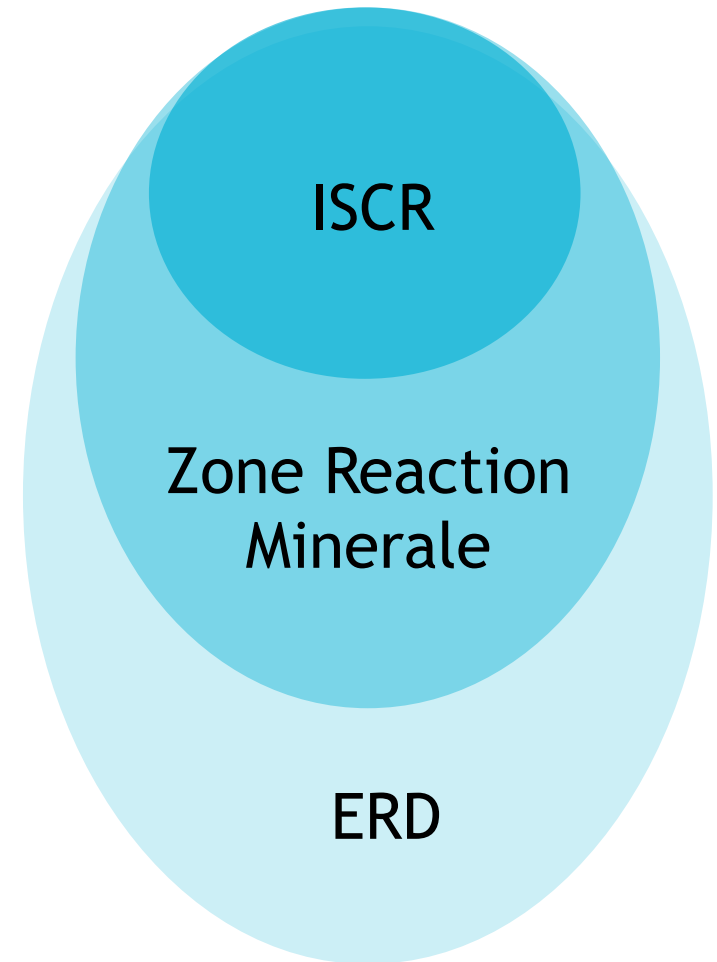


Favorise l'ISCR, l'ERD et la formation de minéraux réactifs

Composition optimisée pour maximiser la production de minéraux de sulfate de fer réactifs

Les Réactifs vont migrer dans la nappe pour former une Zone de Traitement Etendue

Augmentation de la surface réactive pour la désalogenation abiotique



Production de Minéraux de Sulfures de Fer In-Situ

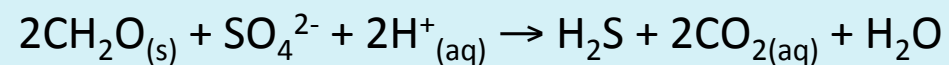
Injection de GeoForm

Sulfate
+
Fe(II)
+
Donneur d'électron

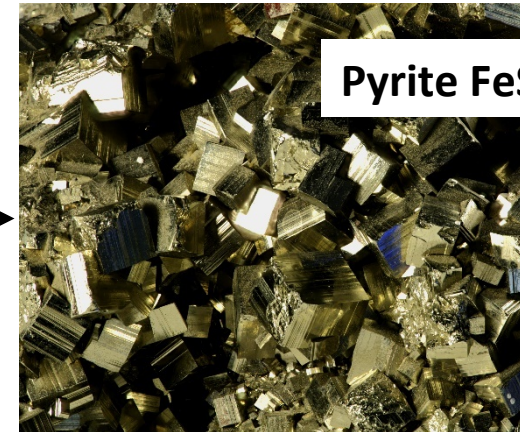
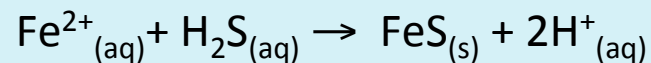
REACTIONS PROMOTED

Fermentation du Substrat Organique
→ Conditions RedOx réduites

Sulfate reduction par SRBs:



Precipitation d'Ions Ferreux avec le Sulfure
d'Hydrogène:

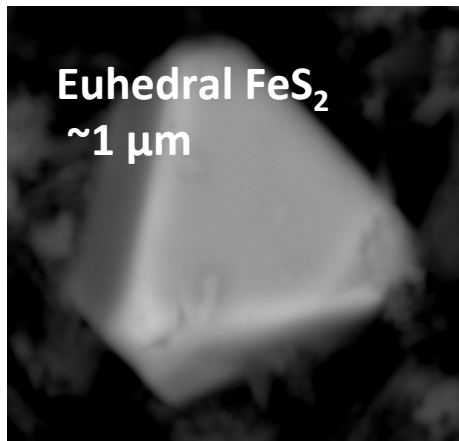
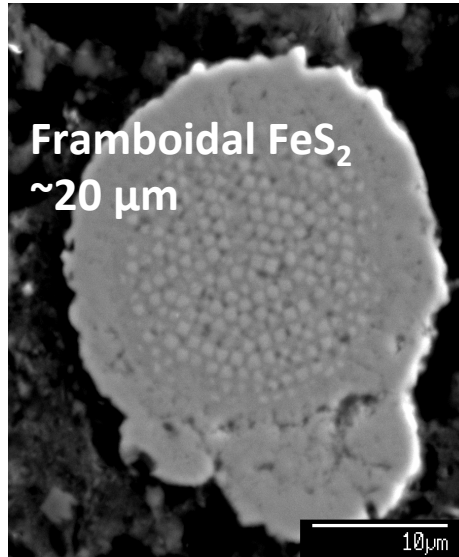
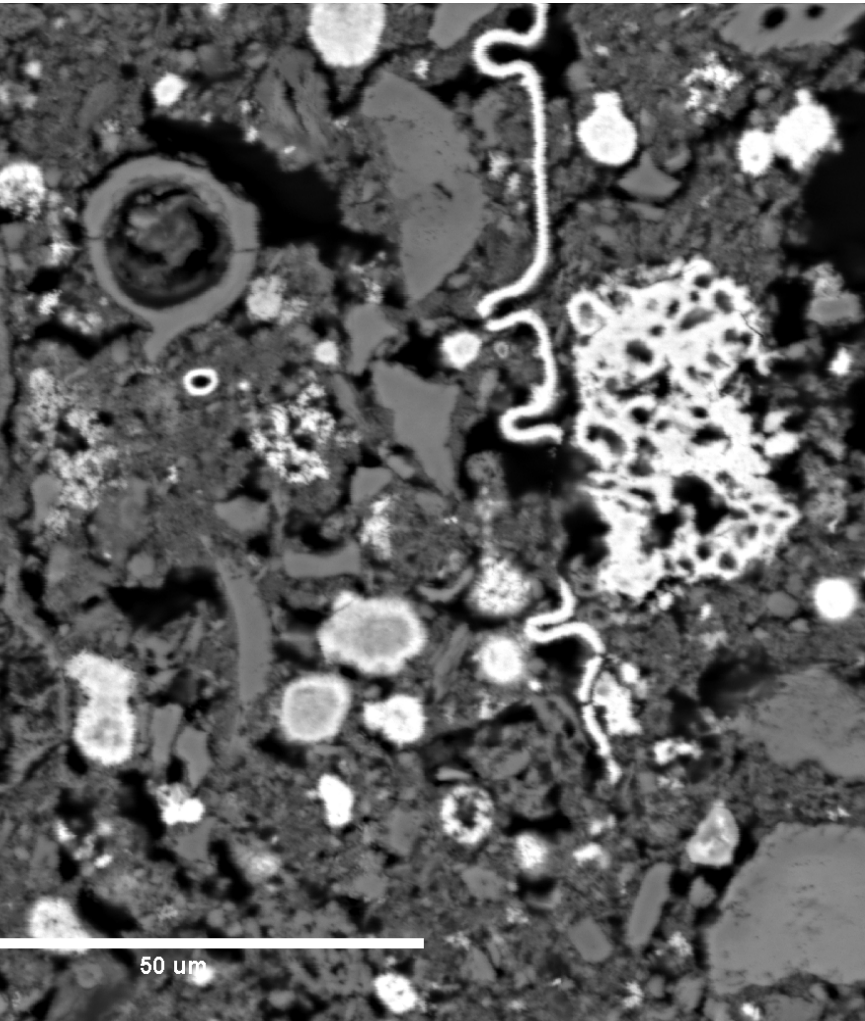


Pyrite FeS



Mackinawite FeS

Surface Etendue pour la Voie Abiotique



Les analyses par microsonde électronique effectuées sur les produits de précipitation de sulfure de fer ont estimé que 0,44 m² de surface très réactive étaient générés par litre d'eau souterraine avec 3 000 mg / L de sulfate réduit à un précipité de FeS d'environ 3 μm d'épaisseur (Leigh et al).

		Surface Area (m ² /kg)
Micro-Scale ZVI	50-250	~5-30
Framboidal Pyrite	20	~10
FeS Coatings	3	~80
Euhedral Pyrite	1	>200

Propriétés de Distribution Améliorées

Réduction Chimique
directe nécessite un
contact avec les particules
de ZVI

Advection et
Dispersion des
Composants Solubles

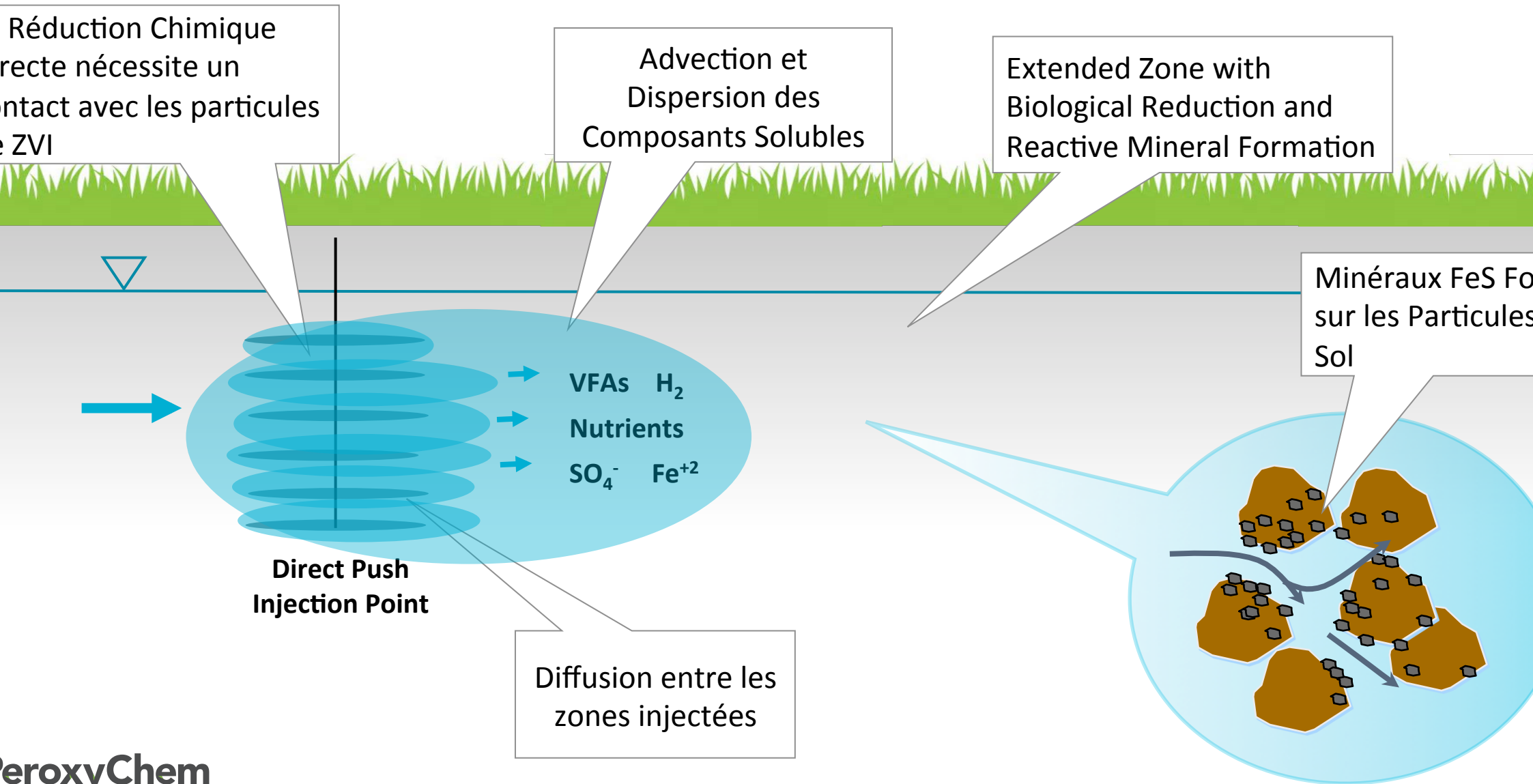
Extended Zone with
Biological Reduction and
Reactive Mineral Formation

Minéraux FeS For-
més sur les Particules
de Sol

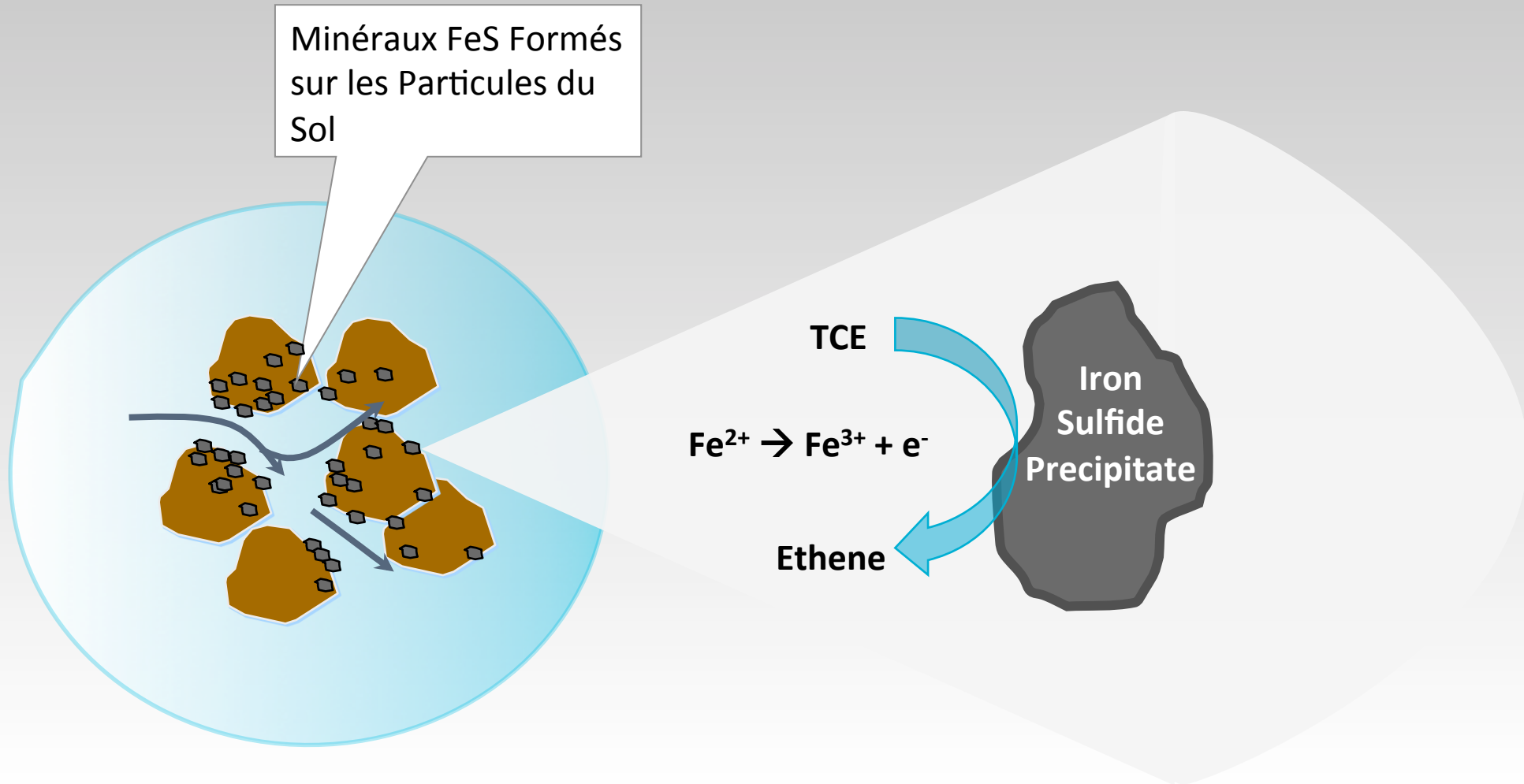
VFAs H_2
Nutrients
 SO_4^- Fe^{+2}

Direct Push
Injection Point

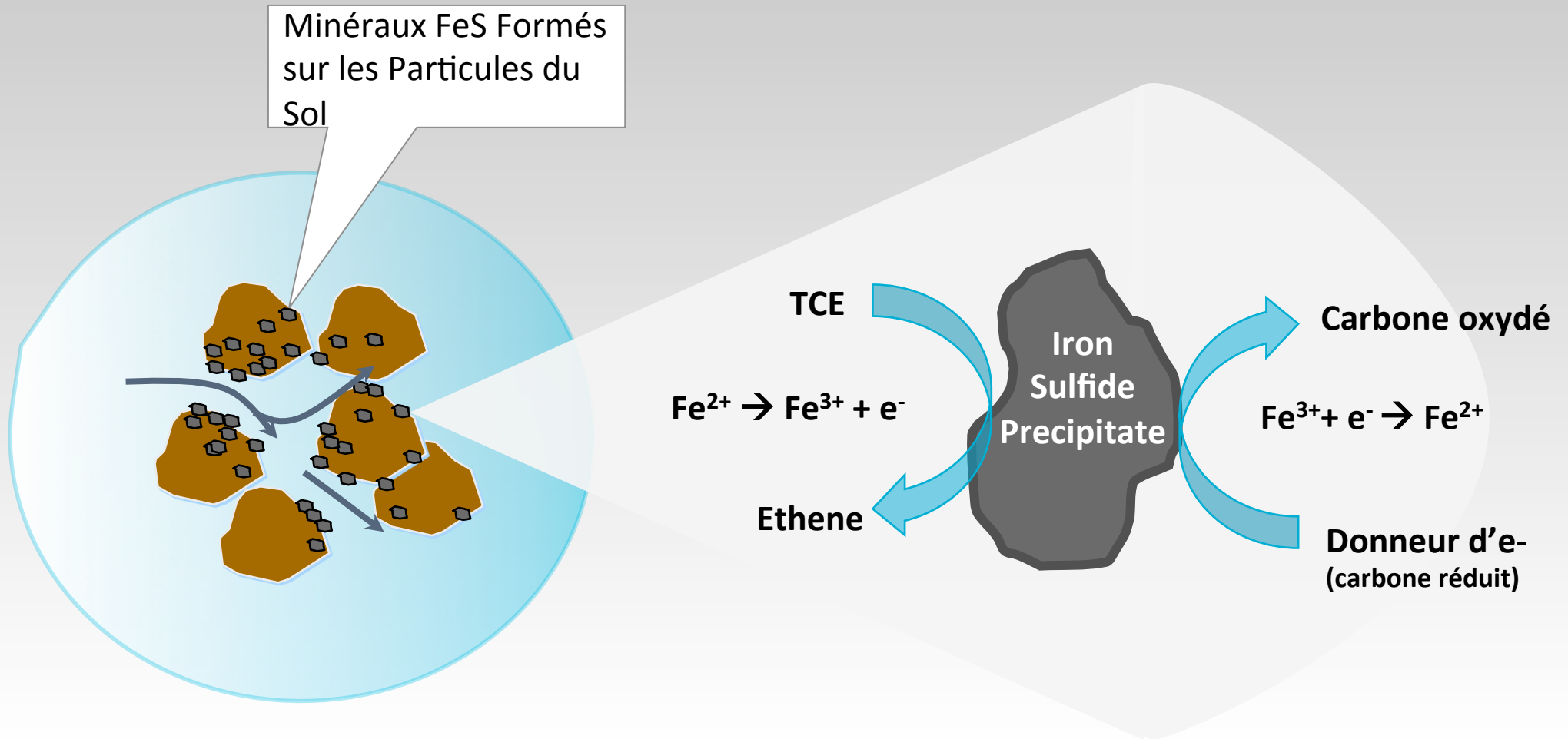
Diffusion entre les
zones injectées



Regénération des Minéraux Réactifs



Regénération des Minéraux Réactifs



GeoForm™ Soluble



GeoForm™

BIOGEOCHEMICAL REAGENT

SOLUBLE

**Solution injectable
formant des solides à
action longue**

**Carbone Organique
Soluble, Sulfate, Fer
Ferreux, Tampon pH et
nutriments**

**Longévité of 2-3
ans voire plus**

GeoForm™ Extended Release



Fournit une source plus durable de donneur d'électrons pour un rajeunissement continu de la zone minérale réactive

Longévité de 5-10 ans voire plus

Carbone Organique Soluble à Production Etendue, ZVI micrométrique, Sulfate, Fer Ferreux, Tampon pH et nutriments

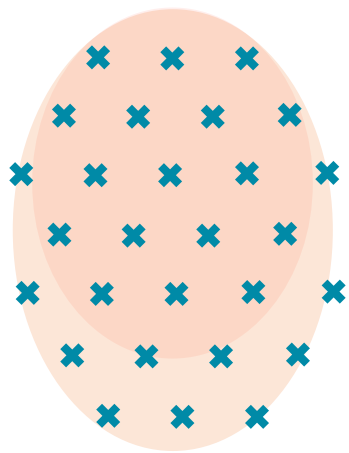
Applications

GeoForm Soluble

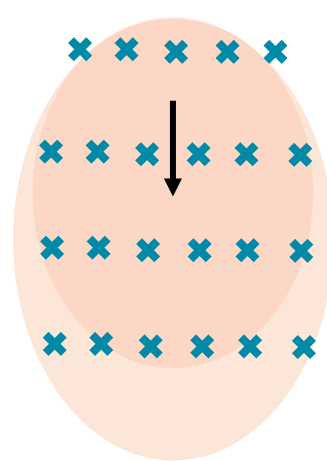
Traitement des Hot-Spots et des Panaches

Injection à faible pression via Puits, Réseau d'Infiltration ou Direct Push

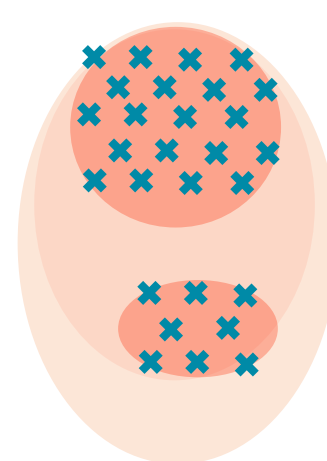
Sols perméables



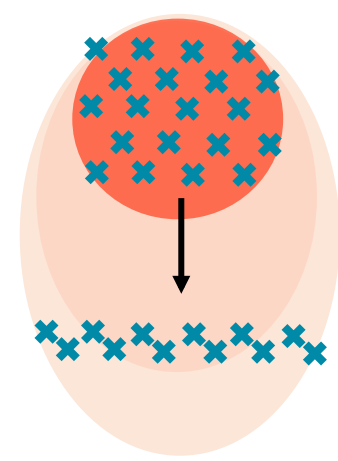
Réseau de forages pour
traitement de panache
peroxyChem



Multiples BPRs pour
traitement de panache



Traitement
de Hot-Spot



Zone Source +
BPR pour contrôle de
panache

GeoForm Extended Release

- Idéal pour BPRs ou Traitement Zone Source
- Injection Direct Push Haute Pression, Fracturation hydraulique/pneumatique, ou sol mixing
- Sols de faible perméabilité

Taux de dégradation améliorés avec l'approche BioGeoChimique

GeoForm a démontré à plusieurs reprises des taux de dégradation plus élevés par rapport à l'ISCR traditionnel ou au substrat de carbone organique seul

les études comparatives montrent >40% taux d'élimination plus élevés



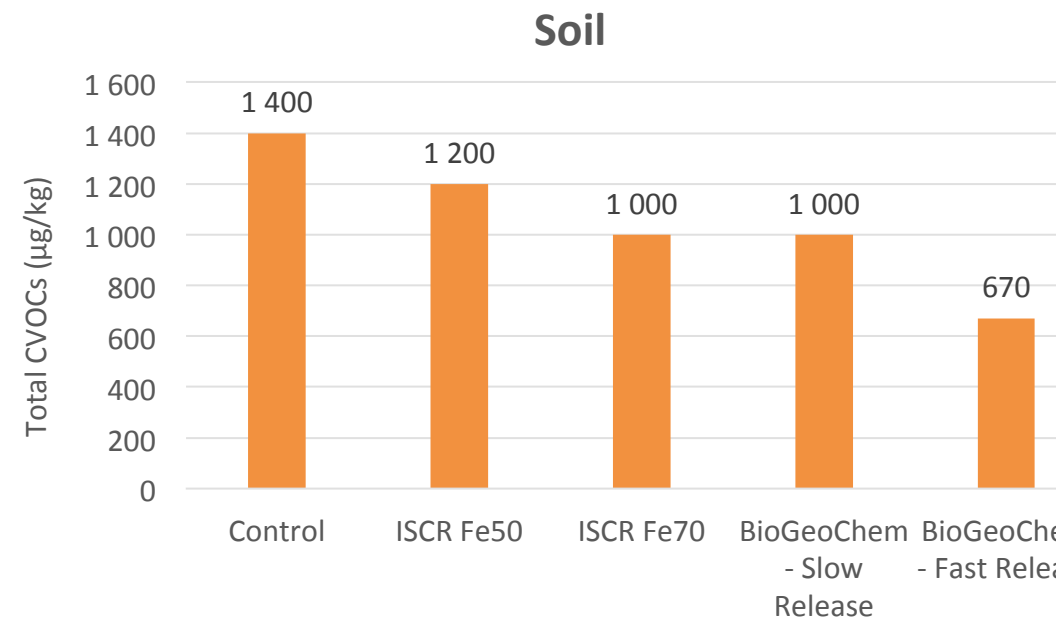
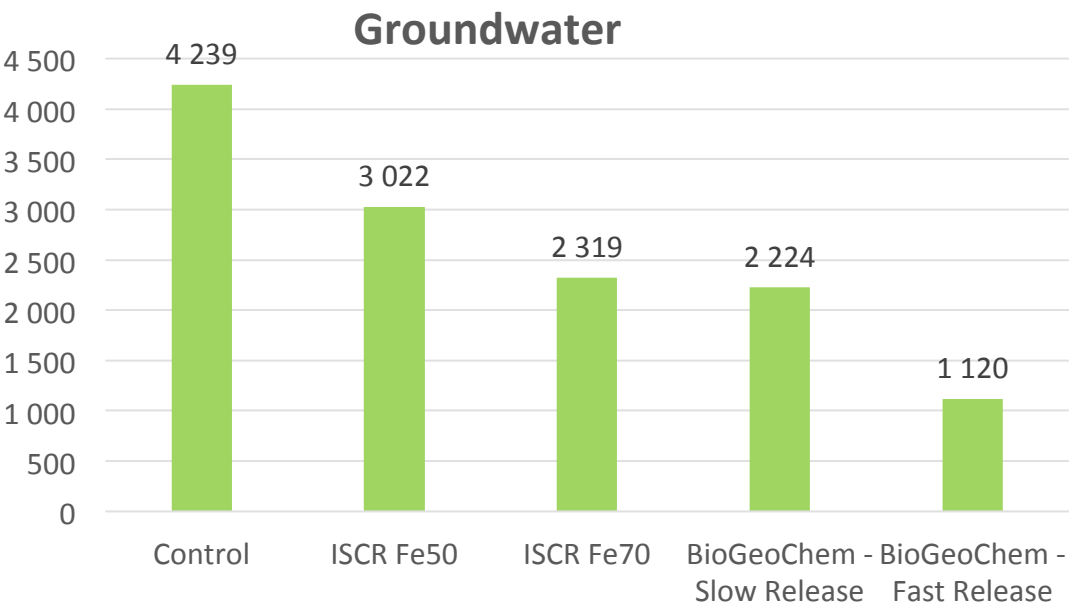
GeoForm™ vs ISCR traditionnel pour le 1,1-DCE et le chrome sur un site à faible pH

Site avec conditions de pH faible et aucun signe de dégradation biologique

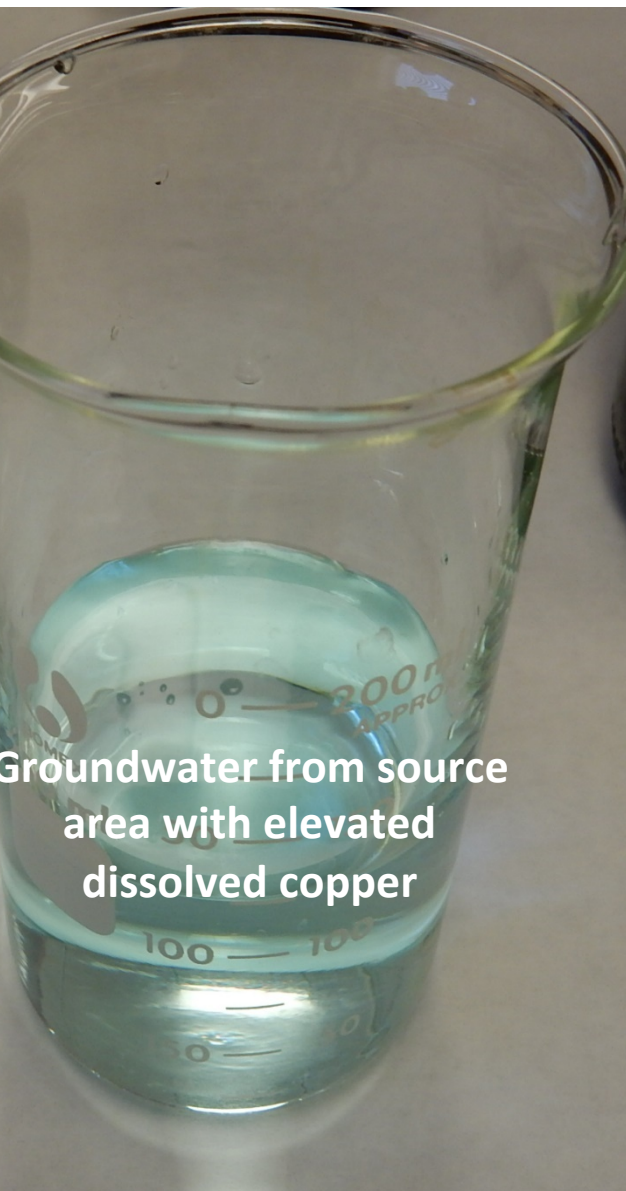
Après 96 jours de traitement, **taux de dégradation de 62 to 156% plus élevés** avec GeoForm par rapport au traditionnel ISCR

Génération minimale de sous-composés dans tous les cas (<15 µg/L)

Chrome non détecté dans l'ensemble des systems amendés



GeoForm™ vs. ERD pour un mélange de CVOCs et Métaux Lourds sur un site à faible pH



Groundwater from source area with elevated dissolved copper

- Site avec conditions de pH faible et aucun signe de dégradation biologique
- Conditions initiales du site :
 - PCE ~2,500 µg/L; Métaux Lourds ~1,700 µg/L (principalement Cu, Ba, Cd, Zn)
 - pH = 4.3; REDOX = 300 mV; Sulfate = 46 mg/L
- **taux de dégradation de 42 to 66% plus élevés** avec GeoForm par rapport au traditionnel ERD

Reagent	Reagent Dose in GW (g/L)	% Reduction in Total CVOCs	% Reduction Heavy Metals
ELS® Microemulsion	1	58	90
	3	69	70
GeoForm™ Extended Release	2	96	94
	4	98	91

GeoForm™ Formulations

GeoForm™ Soluble

ecté en solution avec
cules solides de longue
e de vie.

nge propriétaire deCarbone
nique Soluble, Sulfate, Fer
eux, tampon pH et
ments.

en 2 parties permettant des
ulations personnalisées

evité de 2-3 ans ou plus



GeoForm™ Extended Release

- Fournit une source plus durable de donneurs d'électrons pour un rajeunissement continu des minéraux réactifs.
- Carbone organique à libération prolongée, ZVI micrométrique, sulfate, fer ferreux, tampons de pH et nutriments
- Longévité de 5-10 ans



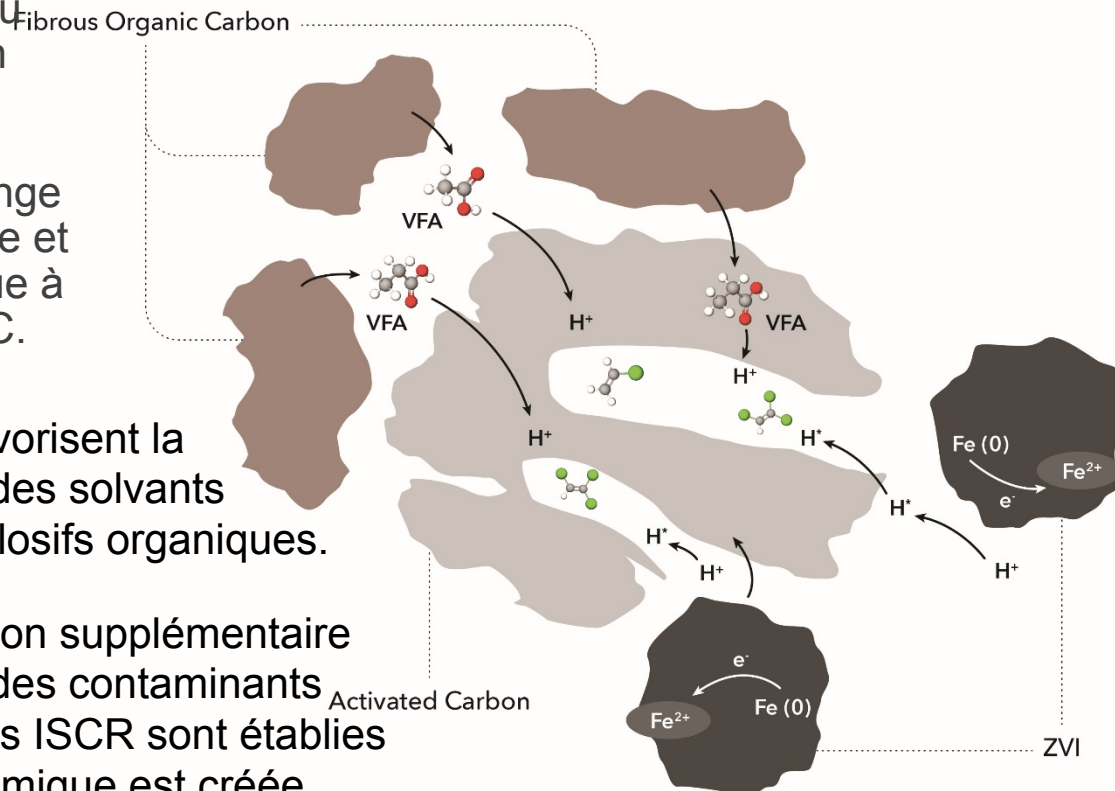
GeoForm™ Formulation	Mécanismes de Traitement		
	Réduction Biotique	Réduction Abiotique	
		Minéraux Reducteurs	ZVI
GeoForm™ Soluble	•	•	
GeoForm™ Extended Release	•	•	•

Technologie Charbon Actif (CA)

- La technologie CA concerne l'application d'un mélange d'amendements CA et chimiques et / ou biologiques pour le traitement in situ.
- La voie d'adsorption CA peut entraîner une diminution rapide des concentrations des COC en phase dissoute et réduire le flux massique de COC hors zone de traitement, à condition que le contact soit établi.
- La voie destructive est essentielle pour le traitement global, car l'objectif à long terme est de traiter les COC tout en utilisant le CA comme voie d'adsorption complémentaire.
- La voie destructrice est mieux illustrée par la génération de chlorure lors du traitement des CVOC, mais les outils de diagnostic moléculaire environnemental (EMD) peuvent fournir une source secondaire de preuves.

EHC® Plus: Puissance destructrice du réactif EHC® plus capacité d'adsorption du PAC pour le traitement et le polissage à long terme

- EHC® Plus est une combinaison du réactif EHC et de Charbon actif en poudre (PAC).
- EHC Plus est constitué d'un mélange synergétique de ZVI micrométrique et d'une source de carbone organique à diffusion lente, et de 15% (wt) PAC.
- Le ZVI et le carbone organique favorisent la dégradation abiotique et biotique des solvants chlorés, des pesticides et des explosifs organiques.
- Le PAC fournit une voie d'adsorption supplémentaire entraînant une baisse immédiate des contaminants dissous pendant que les conditions ISCR sont établies et qu'une zone de traitement dynamique est créée
- EHC Plus peut également être utilisé pour traiter des panaches mixtes de solvants chlorés et de métaux lourds organiquement complexés.



EHC[®] Plus Méthodes de Mise en Oeuvre

- Injection d'un coulis par Direct Push
- Injections Hydrauliques ou Pneumatiques (applicable aux formations peu perméables telles que les argiles, la roche altérée ou fracturée)
- Mise en oeuvre directe en fouille ouverte ou tranchées de BPR
- Sol mixing profond



EHC[®] Plus Applications

- Barrières réactives perméables (BRP) pour le contrôle du panache: EHC Plus a une durée de vie estimée de 5 à 10 ans dans le sous-sol, ce qui le rend idéal pour le placement dans les BRP pour traiter les CVOC dans des conditions de flux continu.
- Applications sur zones concentrées : EHC Plus peut également être utilisé pour le traitement de zones sources, où la capacité d'adsorption et la longévité du produit permettent un traitement continu des contaminants alors qu'ils se diffusent lentement de la matrice solide vers les eaux souterraines (généralement observés sur des sites avec des concentrations élevées de masse sorbée / NAPL).
- Traitement de panaches : conceptions avec mise en œuvre de plusieurs zones réactives le long du panache pour un traitement des grands panaches à coût optimisé.

EHC Plus AVANTAGES CLÉS

**Dégradation abiotique et
biotique**

**Capacités d'adsorption
pH équilibré**

Longue durée

Éprouvé sur le terrain

**Génère rapidement des
conditions réductrices**

**Génération minimale de
produits filles**

Thank You - Merci!
