

Les pollutions du sol (hydrocarbures,.....)

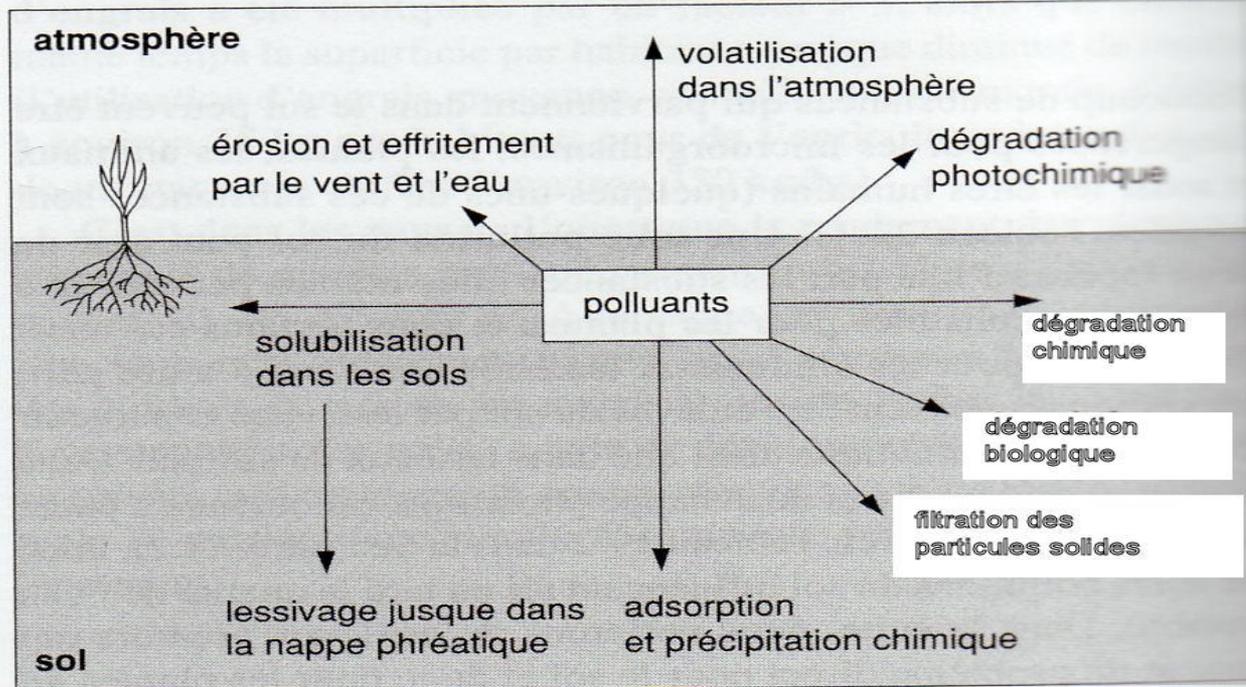
Les pollutions du sol

Nombreux sont les polluants du sol :

- 1) Les métaux lourds (v. partie métaux lourds effl.gazeux)
- 2) Les pesticides, herbicides,...
- 3) Les hydrocarbures
- 4) Les déchets ...

Les pollutions du sol

Devenir des polluants du sol



Les pollutions du sol

Les herbicides et pesticides

composé	structure	composé	structure
<i>hydrocarbures chlorés</i>			
lindane ^{a,c} , γ -HCH		aldrine ^b	
DDT ^b		dieldrine ^b	
		chlordan ^b	
<i>esters d'acide phosphorique</i>			
parathion ^c (E 605)		<i>composés hétérocycliques</i>	
malathion		paraquat ^c	
		1,3,5-triazines (selon les substituents: atrazine ^{c,d} , simazine ^{c,e} , terbutylazine ^{c,f})	
<i>carbammates</i>			
aldicarbe		<i>acides phénoxyacétiques chlorés</i>	
		2,4-D (acide 2,4-dichlorophénoxyacétique)	2,4,5-T (acide 2,4,5-trichlorophénoxyacétique)
<i>urées</i>			
isoproturon			

a Dénommé d'après le hollandais VAN DER LINDEN.
 b Complètement interdit en Europe.
 c Interdit en France depuis 1999.

d $R^1 = \text{CH}(\text{CH}_3)_2$, $R^2 = \text{CH}_2\text{CH}_3$.
 e $R^1 = R^2 = \text{CH}_2\text{CH}_3$.
 f $R^1 = \text{C}(\text{CH}_3)_3$, $R^2 = \text{CH}_2\text{CH}_3$.

Les pollutions du sol

Les herbicides et pesticides : devenir dans le sol

hydrocarbures chlorés	>	urées	>	carbamates	>	esters d'acide phosphorique
2...5 ans		> 2...18 mois		}		> 2...12 semaines

Les pollutions du sol

Les herbicides et pesticides : Effets souhaités et non souhaités

propriétés souhaitées

assurer le rendement des récoltes
assurer la production de lait et de viande
réduction du pourrissement des aliments stockés
suppression d'épidémies
amélioration de l'hygiène corporelle
réduction du personnel dans l'agriculture
désinfection de lieux sanitaires

propriétés non souhaitées

toxicité pour l'homme
formation de résidus et distribution globale
accumulation dans la chaîne alimentaire ou dans certains organes
d'animaux (par exemple dans les tissus graisseux)
influence sur les organismes utiles du sol et sur sa fertilité
dosage difficile
pollution des eaux de surface et de la nappe phréatique
pollution de l'eau potable
perturbation de stations d'épuration biologiques
produits secondaires toxiques
toxicité envers les cultures traitées
changement du goût dans les fruits traités

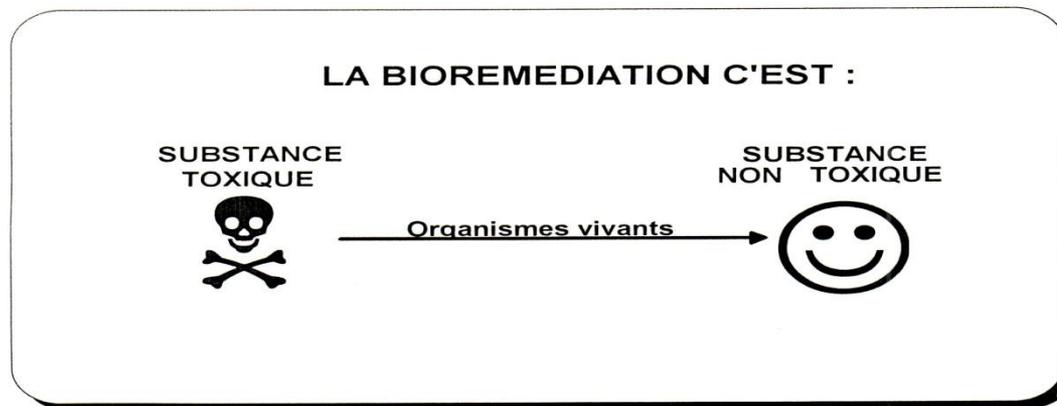
Les pollutions du sol

Les herbicides et pesticides : Durées de vie

substance	temps moyen (en a) jusqu'à une diminution de 95 % de leur teneur
aldrin	3
chlordan	4
lindane	6,5
dieldrine	8
DDT	10

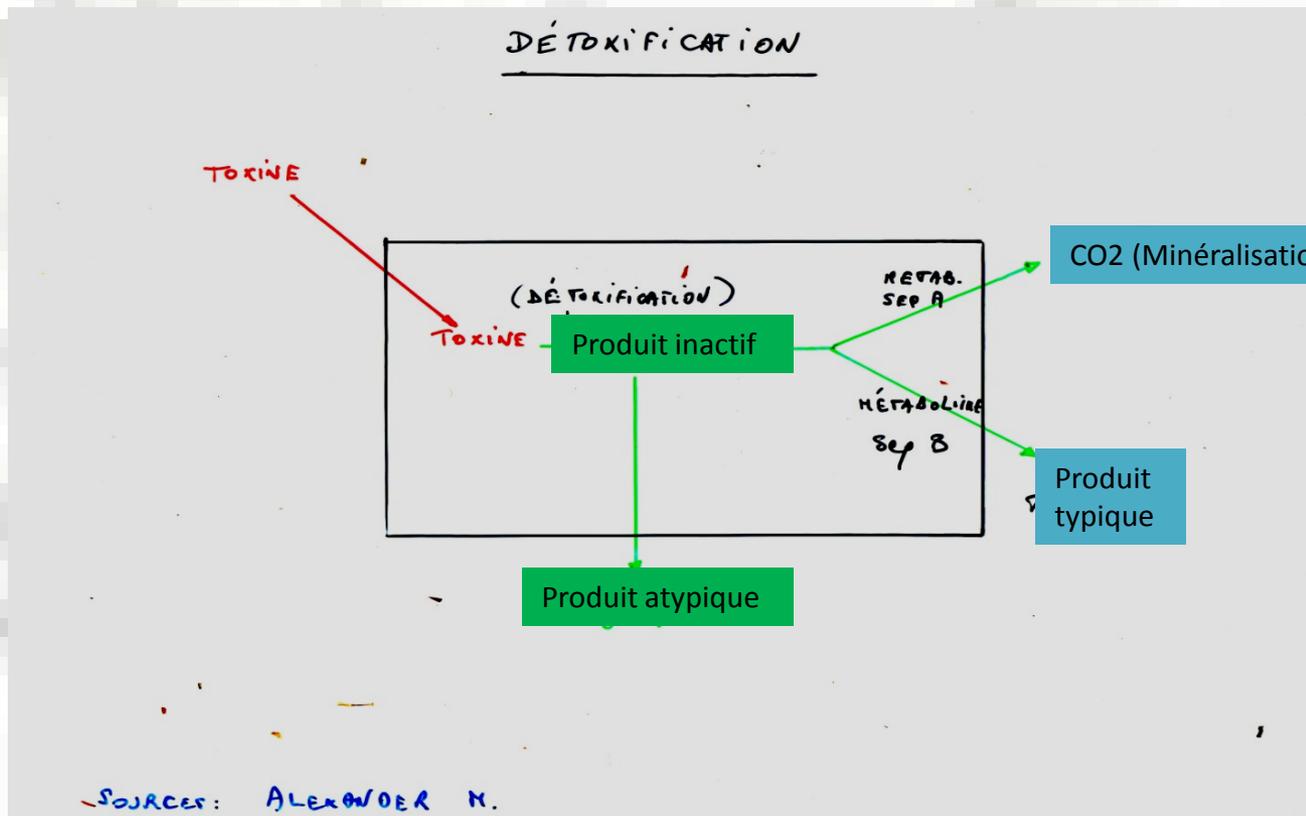
Les pollutions du sol

Dépollution des sols par dégradation biologique



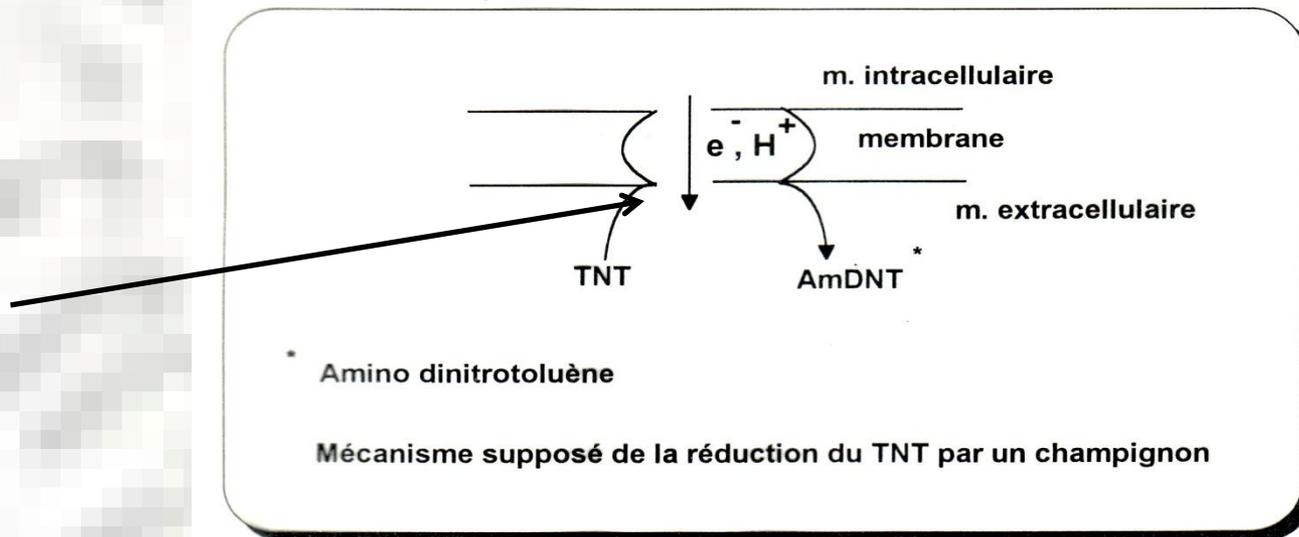
Les pollutions du sol

Dépollution des sols par dégradation biologique cas des hydrocarbures



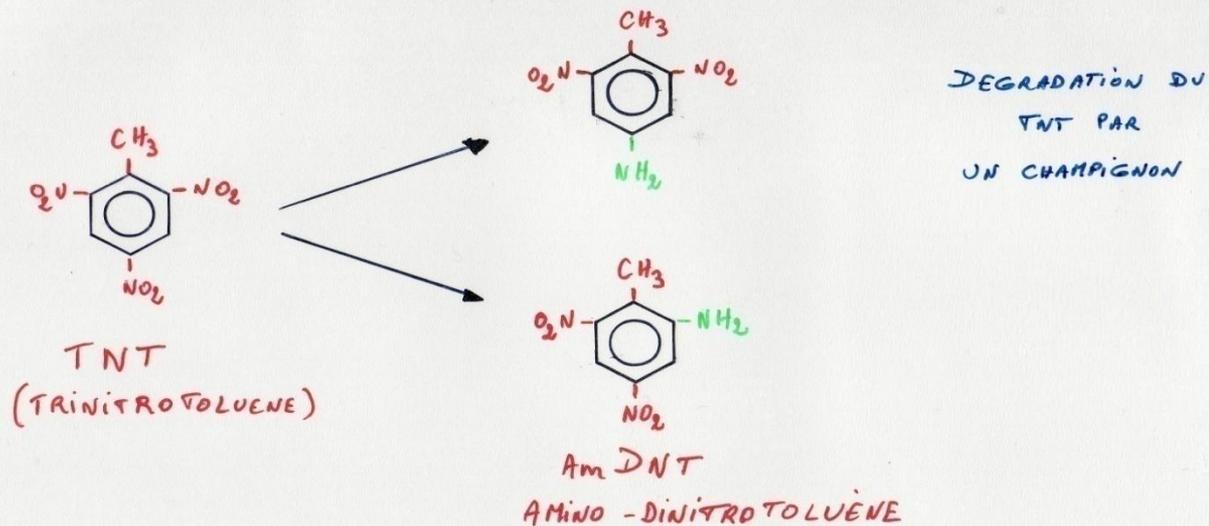
Les pollutions du sol

Dépollution des sols par dégradation biologique : Mécanisme de détoxification exogène



Les pollutions du sol

Dépollution des sols par dégradation biologique : Mécanisme de détoxification exogène (suite)



Les pollutions du sol

Dépollution des sols par dégradation biologique cas des hydrocarbures

Séquence de dégradation des hydrocarbures

**ALIPHATIQUES (courtes chaînes)
< ALIPHATIQUES (longues chaînes)
< MONOAROMATIQUES (BTEX*)
< BIAROMATIQUES < POLYAROMATIQUES**

** Benzène, Toluène, Ethylbenzène, Xylène*

Les pollutions du sol

DEGRADATION AEROBIE

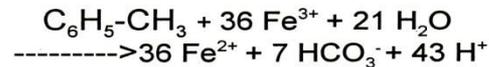


DEGRADATION ANAEROBIE

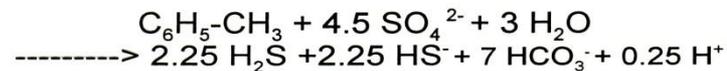
1) ZONE DITE DE "NO₃ + Mn REDUCING"



2) ZONE DE BIODEGRADATION FE(III) reducing

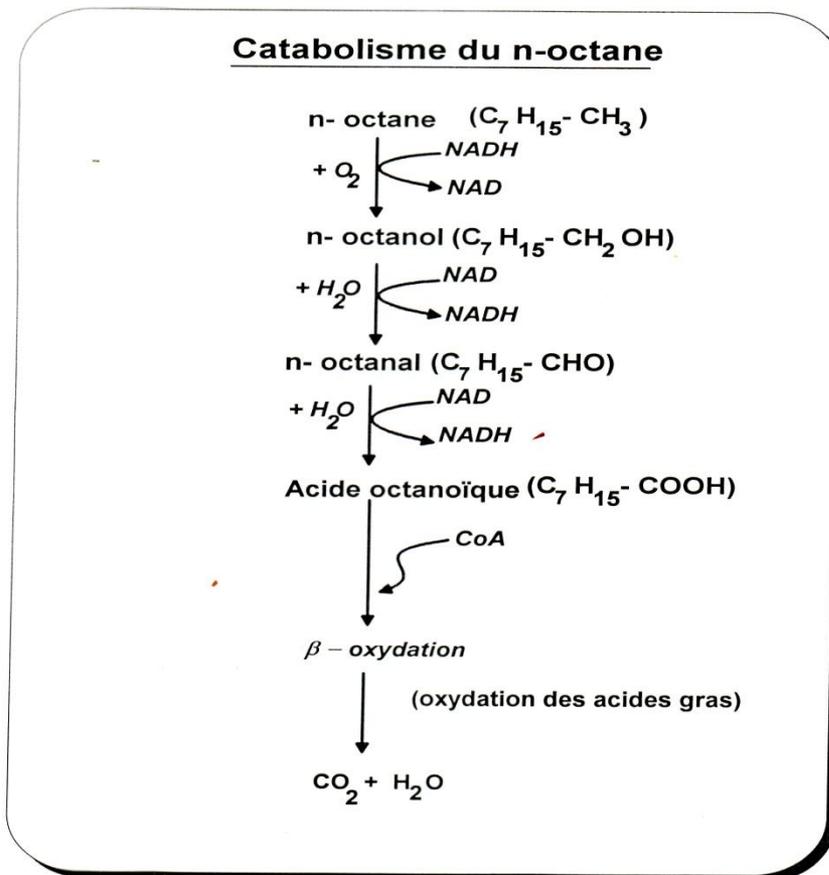


3) ZONE DE BIODEGRADATION VIA REDUCTION DES SULFATES ET METHANOGENESE



Les pollutions du sol

Dépollution des sols par dégradation biologique dégradation aérobie



Les pollutions du sol

Dépollution des sols par dégradation biologique dégradation aérobie

Endroit non traité



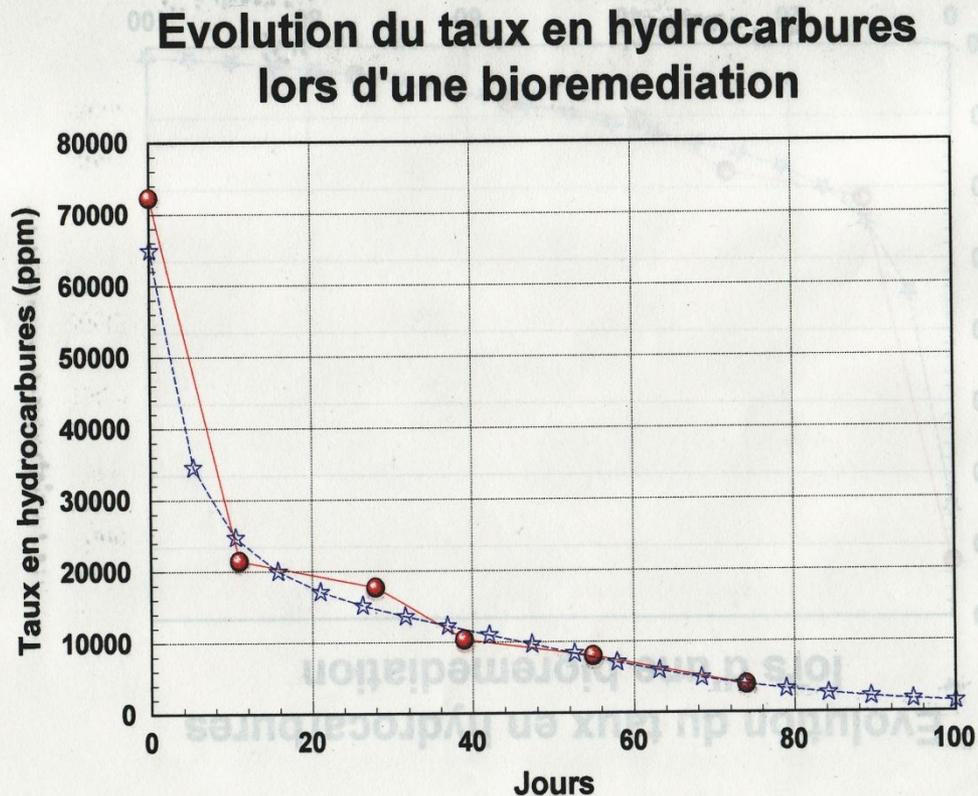
Endroit traité



Vue d'un même morceau 9 jours après, remarquez les zones brunes où l'hydrocarbure a été dégradé par les bactéries

Les pollutions du sol

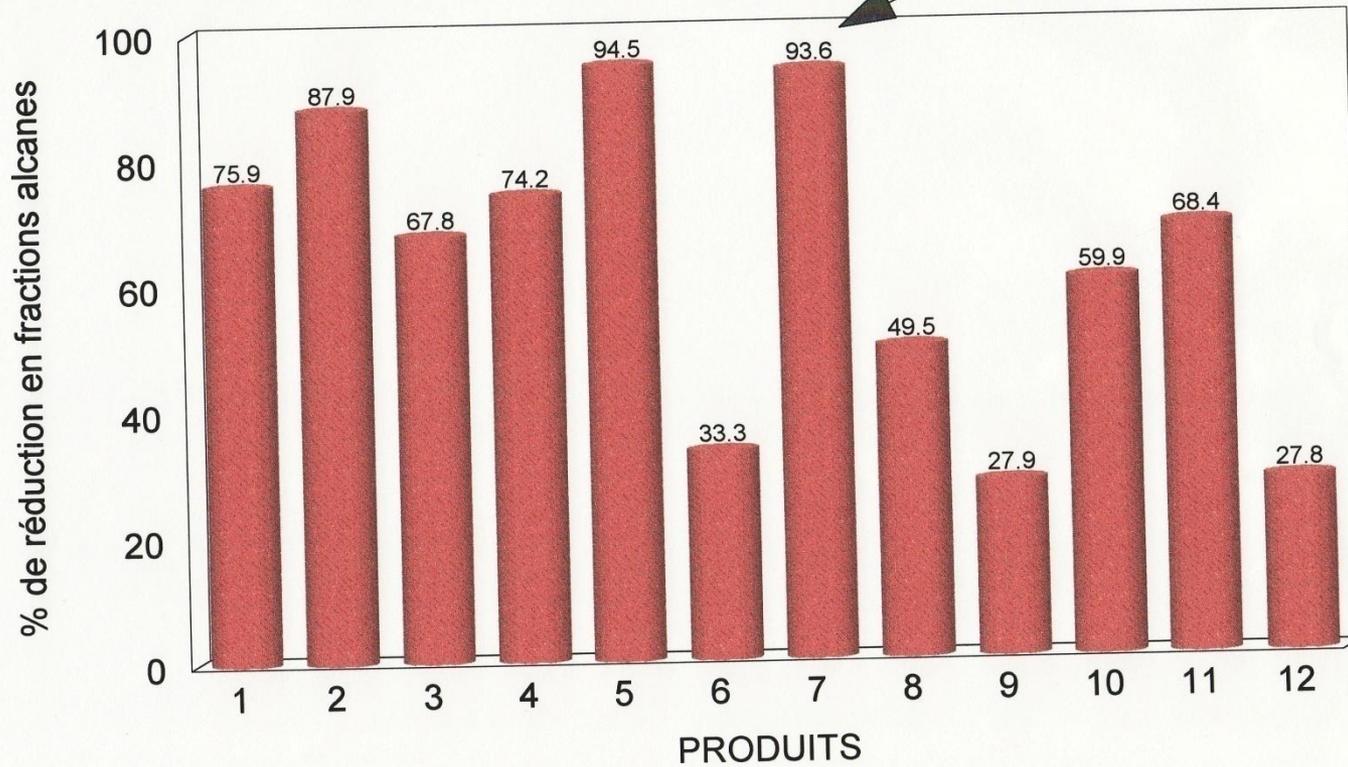
Dépollution des sols par dégradation biologique dégradation aérobie



Les pollutions du sol

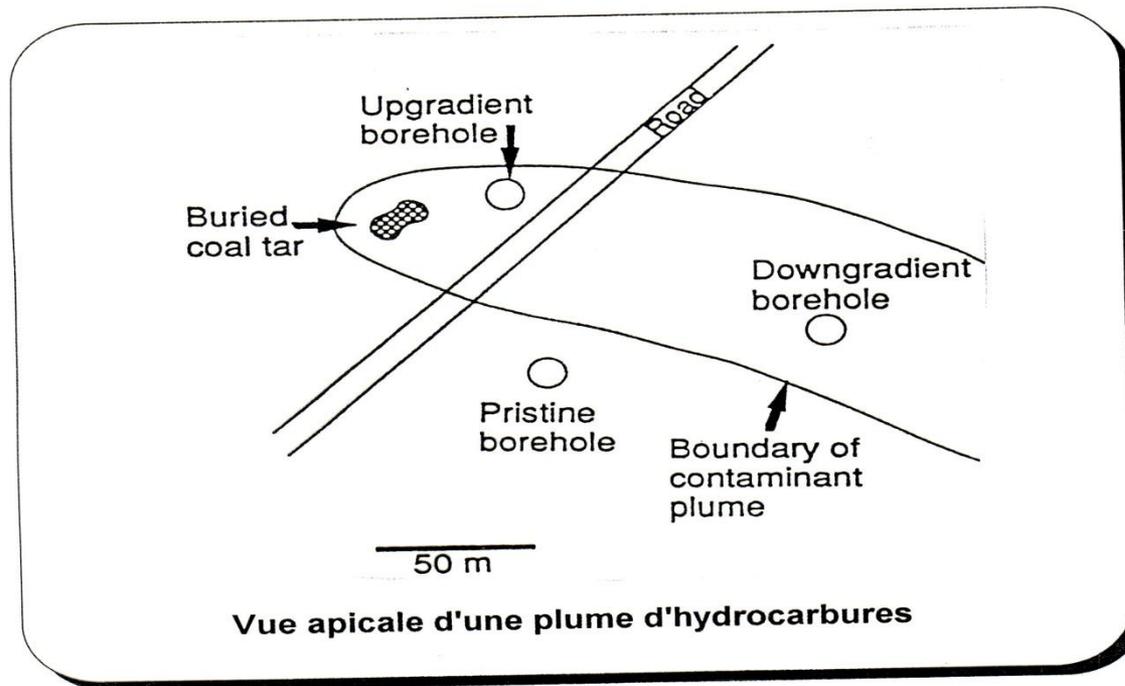
Diminution du taux en alcanes
(après 15 jours) (EXXON VALDEZ)

E20 + E50



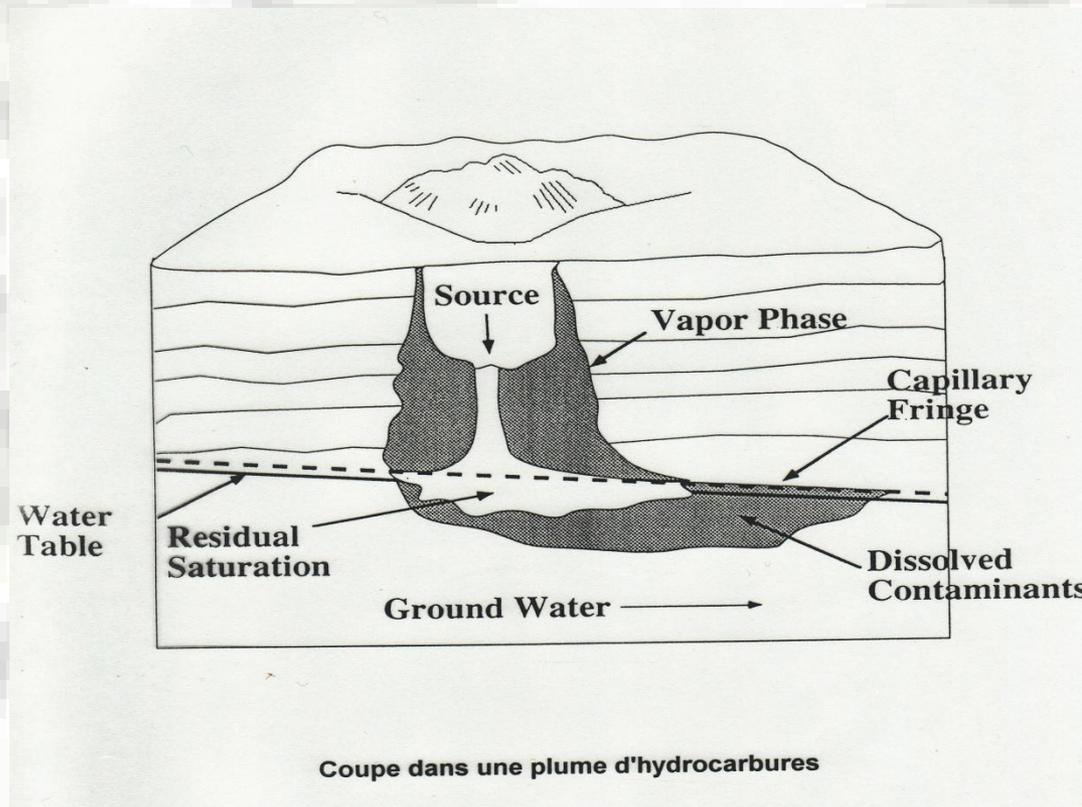
Les pollutions du sol

Dépollution des sols par dégradation biologique mouvement des hydrocarbures (plume)



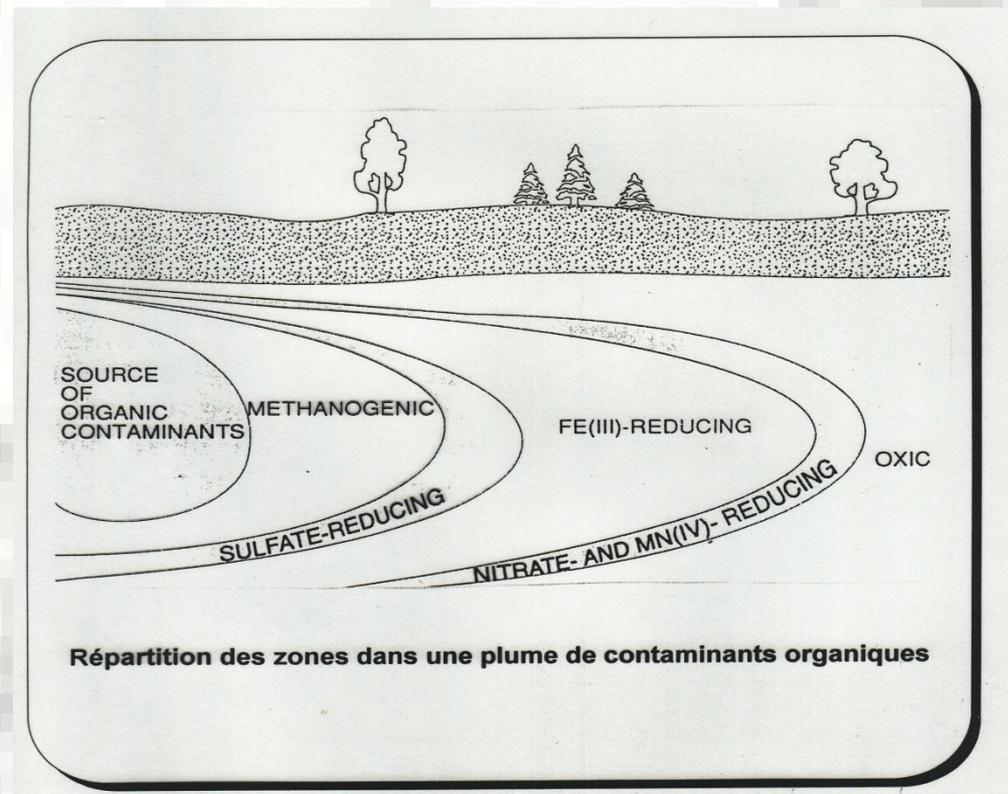
Les pollutions du sol

Dépollution des sols par dégradation biologique mouvement des hydrocarbures (plume)



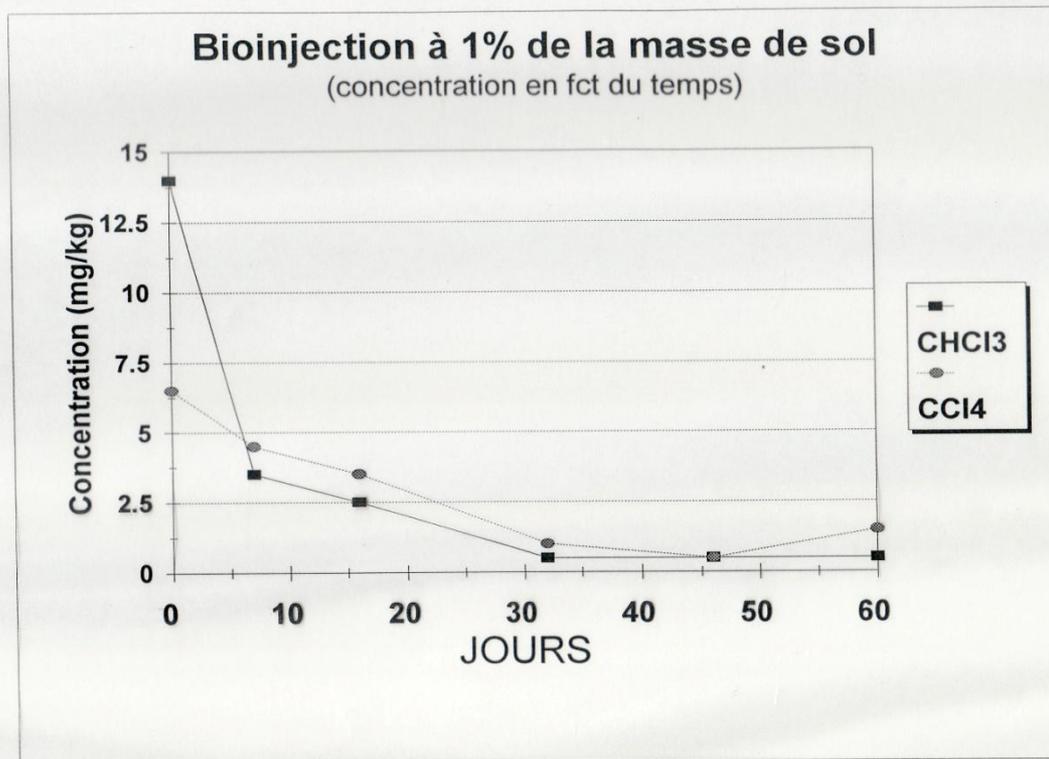
Les pollutions du sol

Dépollution des sols par dégradation biologique mouvement des hydrocarbures (plume et les différentes zones)



Les pollutions du sol

Dépollution des sols par dégradation biologique : élimination des chlorés dans la nappe



Les pollutions du sol

TYPES DE RÉACTIONS DE DÉTOXIFICATION (1)

1. HYDROLYSE



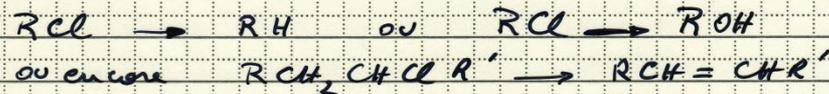
ex. : hydrolyse du malathion.

2. HYDROXYLATION



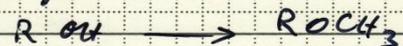
ex. : fongicide MBC ou l'herbicide 2,4-D

3. DÉHALOGENATION



4. DÉMÉTHYLATION (OU TOUT AUTRE DÉALCYLATION)

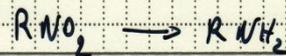
5. MÉTHYLATION



Les pollutions du sol

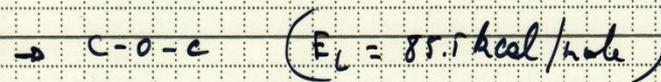
TYPES DE RÉACTIONS DE DÉTOXIFICATION. (E)

6. RÉDUCTION DES GROUPES NITRÉS

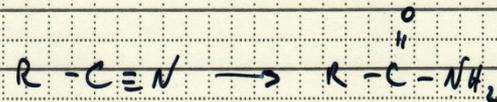


7. DÉAMINATION.

8. DESTRUCTION DE LA LIANSON (ETHER)

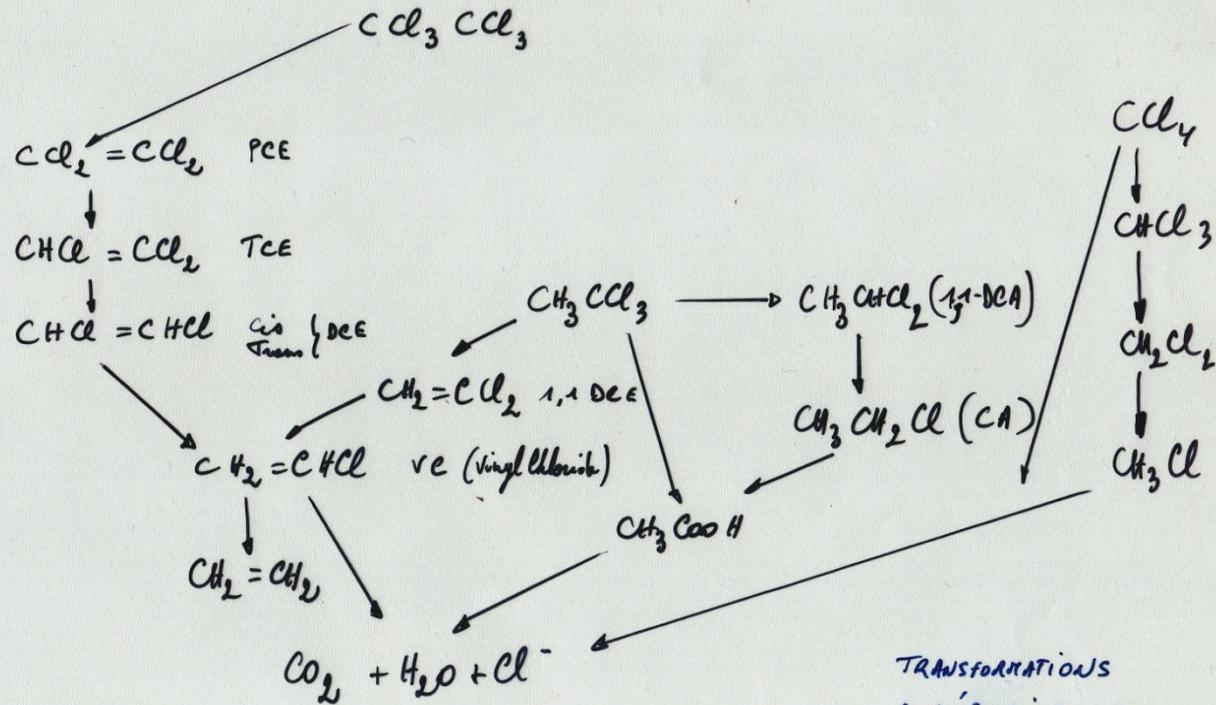


9. CONVERSION DE LA FCT NITRIQUE EN AMIDE.



10. CONJUGAISON.

Les pollutions du sol



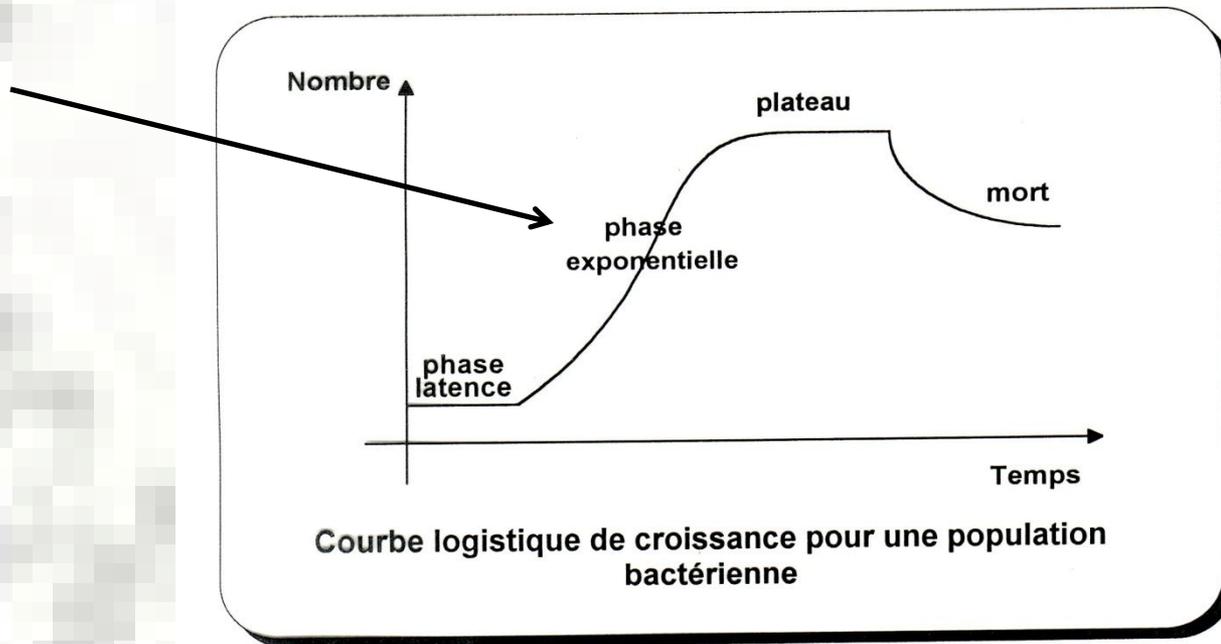
TRANSFORMATIONS
ANAÉROBIES DES
SOLVANTS CHLORÉS

SOURCE : EST

PB

Les pollutions du sol

Principe d'une remédiation biologique : maintenir les organismes vivants en croissance exponentielle le plus longtemps possible



Les pollutions du sol

Comment ?

En agissant sur les paramètres suivants :

1) Température : température comprise entre 10 et 40 ° C (optimum 25 °C)
(pour augmenter la T en conditions défavorables, on peut incorporer de la paille granules ou paille hachée : réaction exothermique)

2) Le pH

pH compris entre 5 et 8 avec un optimum vers 6.5-7

3) Les nutriments

Toujours essayer de maintenir un rapport C:N:P de 100 : 5 : 1 (ajout d'engrais au besoin)

Les pollutions du sol

Comment ? (suite)

En agissant sur les paramètres suivants :

4) L'oxygène

Nécessité d'oxygène pour le catabolisme des hydrocarbures (possibilité d'avoir des processus catabolitiques anaérobies (voir échelle rédox ci-après)

5) Les facteurs « impondérables »

Ce sont les facteurs exogènes : types de sols , hétérogénéité, ces derniers influent sur le phénomène de biodégradation

Les pollutions du sol

Que faire en cas de pollution de ce type ?

- 1) Agir vite
- 2) Essayer de contenir la fuite d'hydrocarbures à l'aide d'adsorbants spécifiques (barrages , ekoperl ,....)
- 3) Attention si la fuite est souterraine , bien sûr , il n'est pas évident qu'on s'en rende compte de suite (cas des stations-services à cuves vieillissantes)
- 4) Localiser la fuite et la stopper si possible
- 5) Localiser ensuite la plume d'hydrocarbures à l'aide de piézomètres (analyses)
- 6) Dès cette opération terminée , déterminer le type de traitement en fonction des impératifs environnementaux, et ensuite économiques

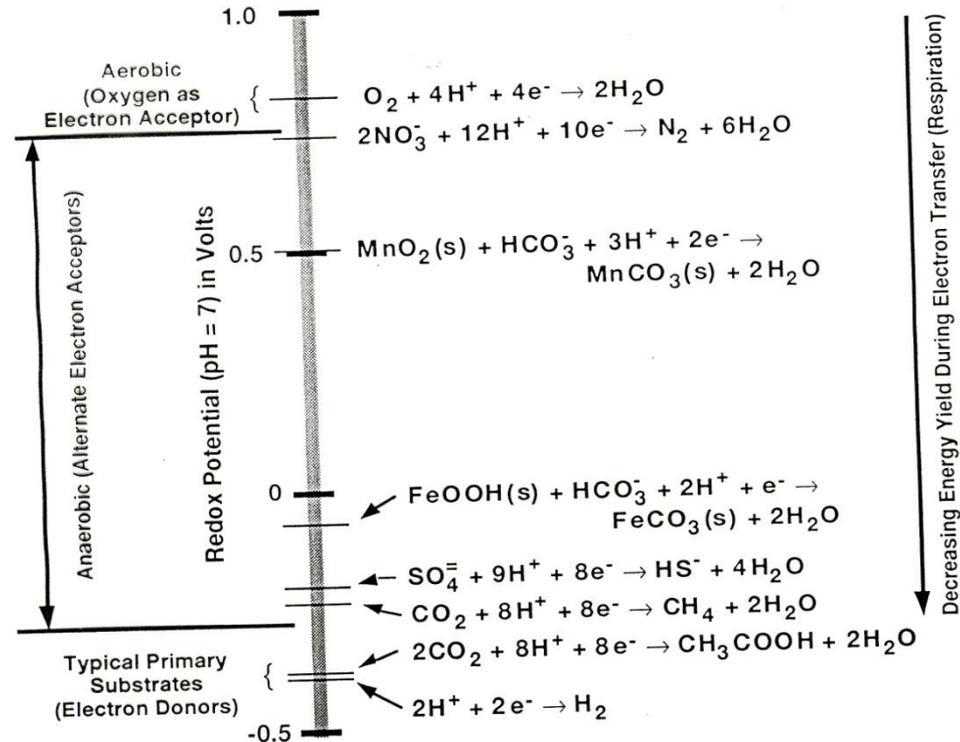
FACTEURS FAVORABLES ET
DÉFAVORABLES
POUR UNE BIOREMÉDIATION
SUR SITE.

0 FACTEURS FAVORABLES

- 1) NOMBRE PEU ÉLEVÉ DE CONTAMINANTS
- 2) CONCENTRATIONS NON TOXIQUES
- 3) POPULATION MICROBIENNE (SI ELLE EXISTE ENCORE)
- 4) PRÉSENCE D'ACCEPTEURS D' e^-
- 5) pH entre 5 et 8
- 6) MILIEU POREUX AVEC HAUTE PERMÉABILITÉ
- 7) MILIEU UNIFORME ET HOMOGÈNE
- 8) MILIEU SATURÉ

0 FACTEURS DÉFAVORABLES

- 1) NOMBRE ÉLEVÉ DE CONTAMINANTS (MÉLANGES COMPLEXES)
- 2) [C] TOXIQUES
- 3) POPULATION MICROBIENNE PEU ACTIVE
- 4) ABSENCE D'ACCEPTEURS D' e^-
- 5) pH extrêmes.
- 6) MILIEU NON POREUX - ROCHERS → peu d'activité microbienne
- 7) MILIEU HÉTÉROGÈNE
- 8) MILIEU PRÉSENTANT DES CYCLES DE SATURATION - NON SATURÉ.



Echelle des potentiels rédox des divers donneurs et accepteurs d'électrons utilisés en bioremédiation