

CHÖÖNG 4

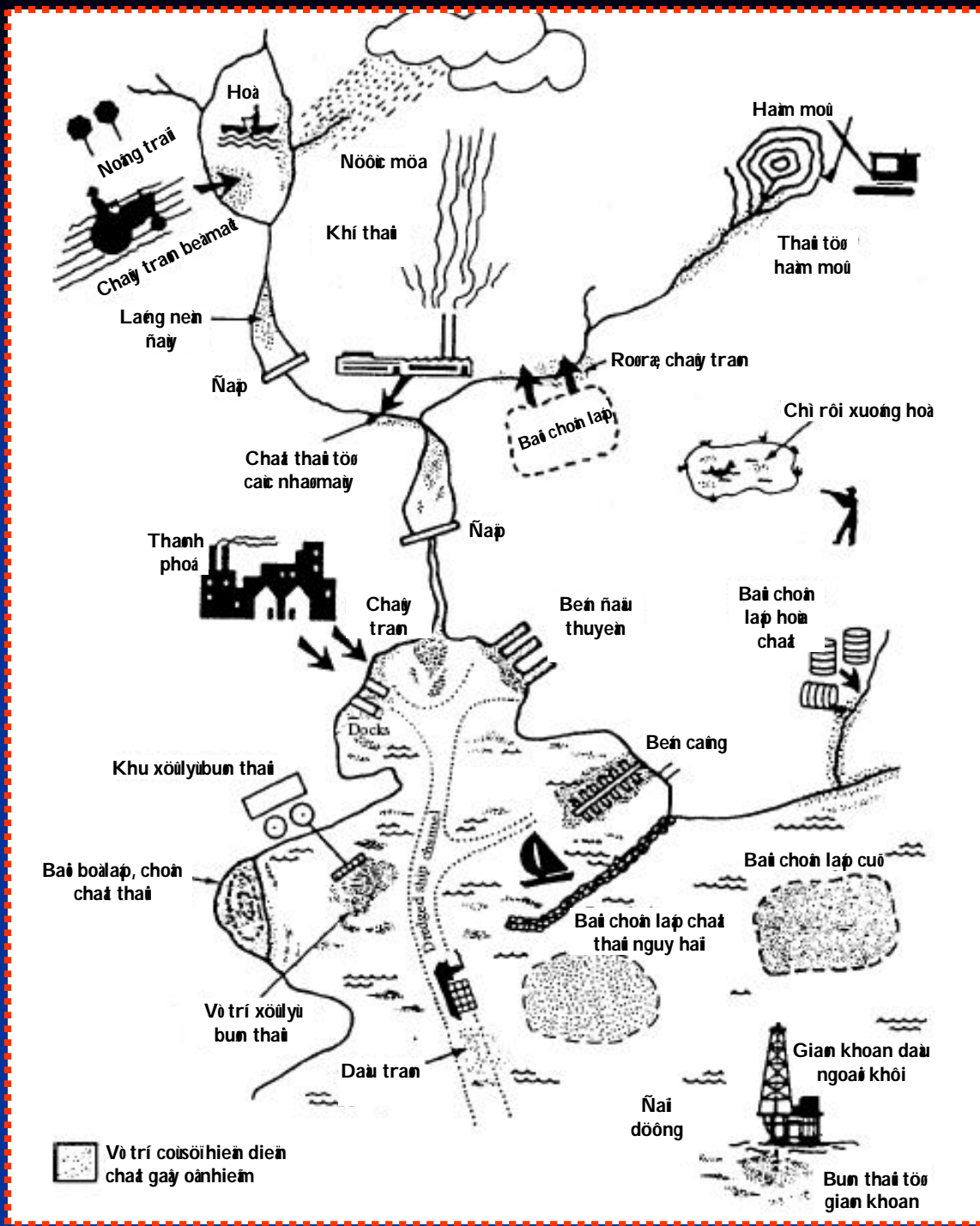
Xöulyùsinh hoïc chaät thaü

TS. LêQuốc Tuấn
Khoa Môi trường và Tài nguyên
Ñại học Nông Lâm TP. HoàChí Minh

Giới thiệu chung

- ❖ Chất gây ô nhiễm môi trường có nguồn gốc khác nhau.
- ❖ Có thể tìm thấy ô nhiễm môi trường: biển, cửa sông, hồ, đất.
- ❖ Việc loại bỏ các chất gây ô nhiễm tồn đọng vùng nào bị ô nhiễm nước gọi là "Sửa chữa sinh học" (Bioremediation).
- ❖ Sửa chữa sinh học nước thực hiện bởi các vi sinh vật và hoạt động của chúng.
- ❖ Việc sửa chữa sinh học có thể tăng cường qua quá trình cung cấp chất dinh dưỡng cho VSV hoặc tăng cường quần thể vi sinh vật tại vùng cần xử lý.

Nguồn gốc của chất thải ñĩ vaø trong môi trường



Chất gây ô nhiễm môi trường

❖ Vô cơ

- ❖ Kim loại: Cd, Hg, Ag, Co, Pb, Cu, Cr, Fe
- ❖ Chất phóng xạ, nitrate, nitrite, phosphate, Cyanide

❖ Hữu cơ

- ❖ Phân hủy sinh học: nước thải, bùn thải, chất thải nông nghiệp và chế biến
- ❖ Chất thải hòa dầu: dầu, diesel, BTEX
- ❖ Chất thải tổng hợp: thuốc trừ sâu, diệt cỏ, HCHC có halogen, hydrocarbon mạch vòng

❖ Sinh học: các mầm bệnh (vi khuẩn, virus)

❖ Khí

- ❖ Khí: SO_2 , CO_2 , NO_x , methane
- ❖ Các hợp chất hữu cơ bay hơi, CFC, hạt bụi

Chất thải vô cơ

- ❖ Kim loại và các hợp chất vô cơ khác thải vào môi trường từ các hoạt động khai thác mỏ, luyện kim, chế tạo pin, trong trời
- ❖ Nhiều kim loại là cần thiết cho sinh vật nhưng với nồng độ cao thì có thể trở nên độc
- ❖ Kim loại nặng hấp thụ và tích lũy trong chuỗi thức ăn sinh thái với nồng độ cao trong quá trình phát tán sinh học
- ❖ Kim loại không thể bị phân hủy bởi các quá trình hóa học hoặc sinh học, do đó việc xử lý kim loại phải là quá trình tập trung (**nguyên nhân quá trình phát tán**), nồng độ cao hoặc tái chế

Nguồn gốc và ảnh hưởng của các chất gây ô nhiễm

| Chất thải vô cơ | Nguồn gốc | Ahnh hnh hnh |
|-----------------|--|---------------------------------------|
| Arsenic | Luyện kim, thuốc trừ sâu | Nh |
| Bụi amian | Sơn nhà quét vôi | Ung thư phổi |
| Cadmium | Sản xuất pin | Ung thư thận |
| Chì | Sản xuất pin, acquy, xăng | Mất cân bằng hệ thống thần kinh |
| Thủy ngân | Sản xuất chlor-alkali, thuốc trừ sâu, diệt nấm | Mất cân bằng hệ thống thần kinh, chết |
| Nitrate/Nitrite | Chảy tràn bề mặt, bảo quản thòt | Ung thư, thiếu máu |
| SO ₂ | Nh | Gây bệnh, mha acid |
| Phosphate | Hoạt nhnh nhnh nhnh | Gây phì đnh |

Các bước xử lý kim loại

Kim loại trong nước thải



Nước mọi nước thải các nhà máy, nước trong môi trường

Hấp thu
Kết tủa
Tách chiết
Bùn hoạt tính



Chất hấp thu vô cơ, hữu cơ và sinh học



Vi sinh vật và sinh khối



Arthrobacter
Bacillus



Tannin (thủy phân nước, công nghệ)



Hạt gel tannin

Phục hồi kim loại sử dụng nước



Tại sử dụng tại nguyên

Loại thải kim loại nước



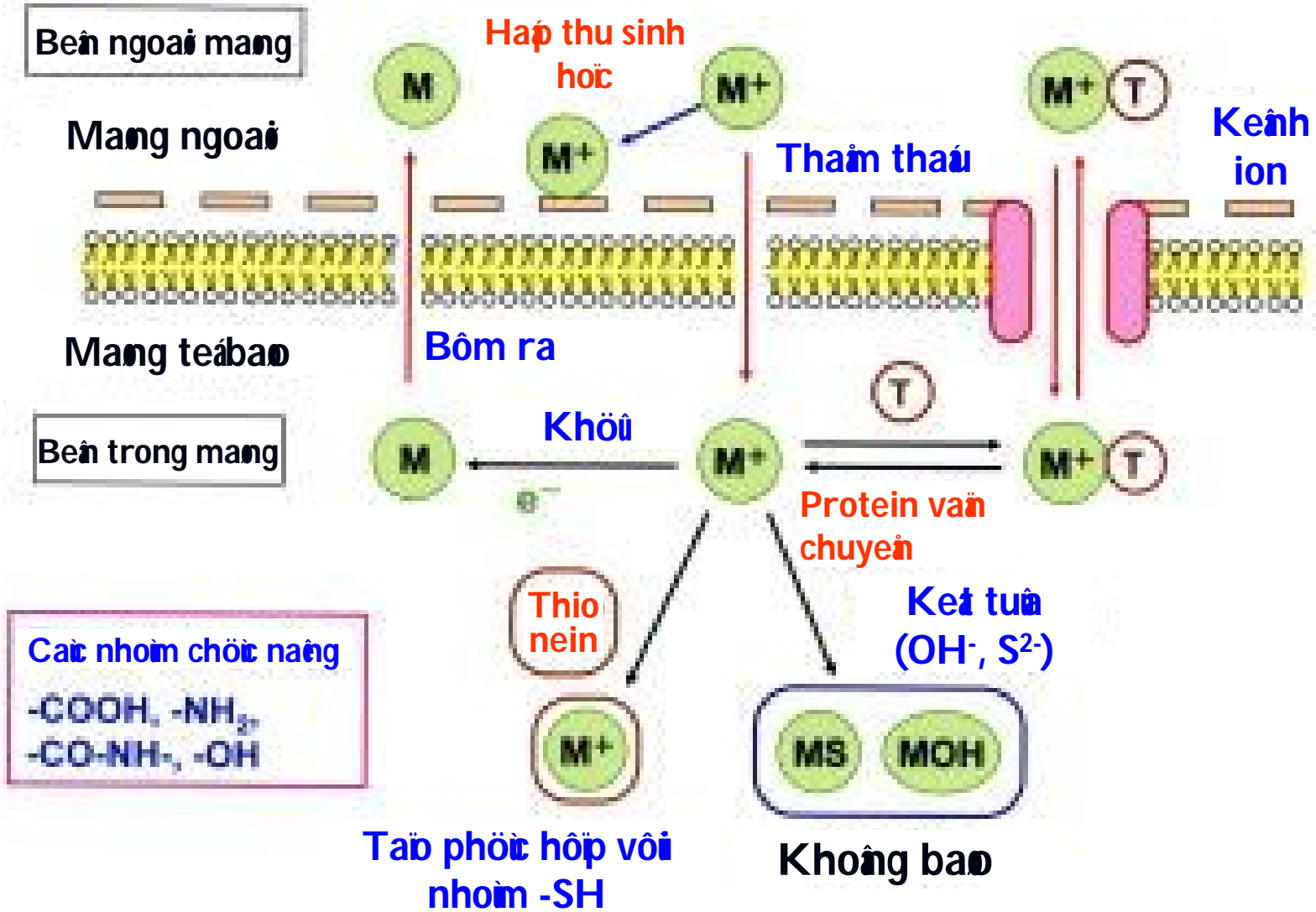
Ô nhiễm môi trường

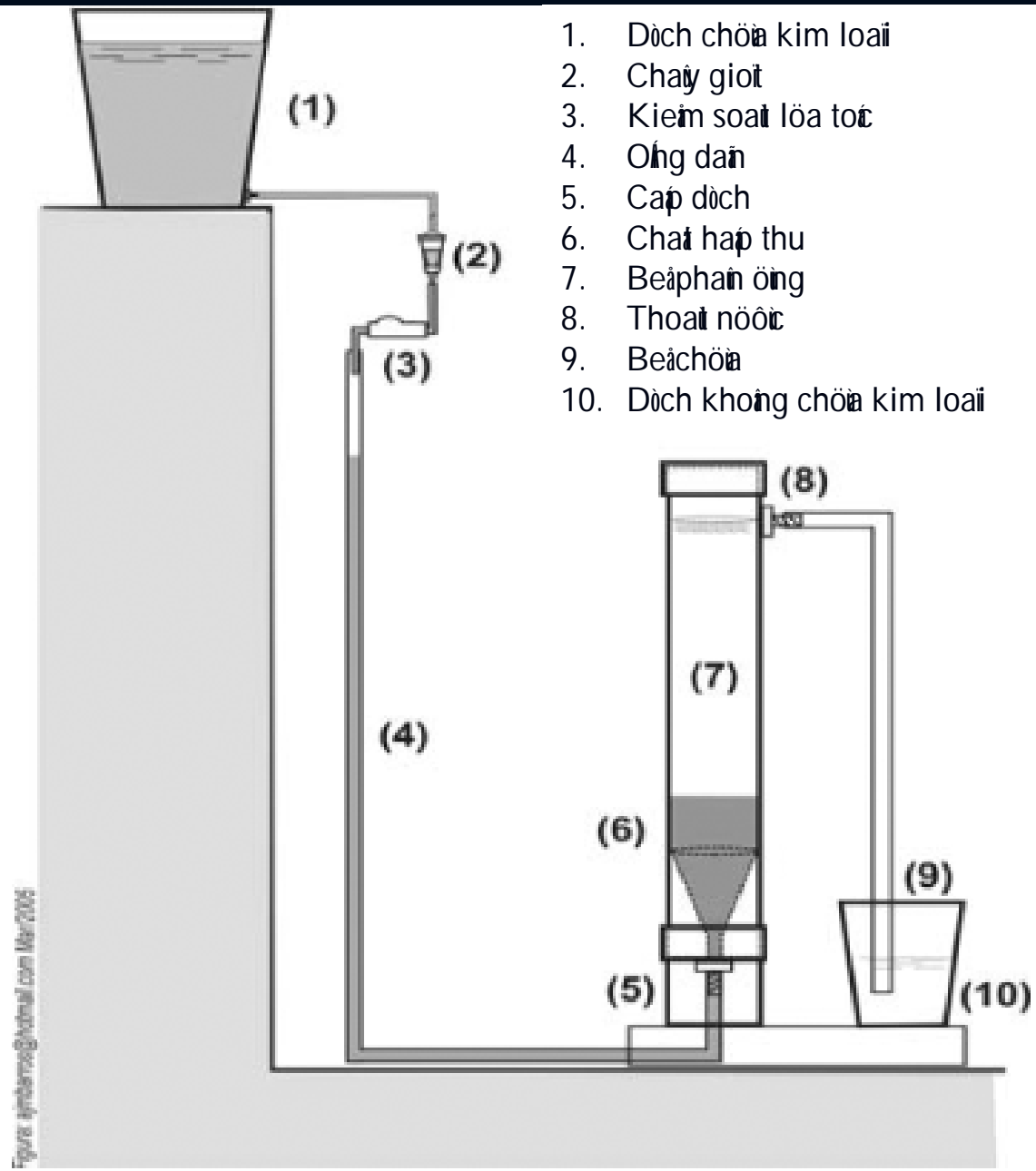


Hấp thu sinh học

- ❖ Các vật liệu sinh học có thể hấp thu nhiều kim loại khác nhau
- ❖ Phân ứng của tế bào vi khuẩn với nồng độ cao của kim loại có thể là một trong các quá trình sau:
 - ❖ Loại ra khỏi tế bào
 - ❖ Lấy năng lượng từ kim loại
 - ❖ Co lập nội bào bởi các protein
 - ❖ Co lập ngoại bào bằng các polysaccharide trên màng
 - ❖ Biến đổi hòa hợp
- ❖ Việc sử dụng vật liệu sinh học để xử lý kim loại thông qua 2 dạng:
 - ❖ Qua quá trình khử nước tính của kim loại
 - ❖ Phục hồi các kim loại có giá trị cao

Cơ chế hấp thu sinh học





1. Dìch chĩa kim loai
2. Chay giot
3. Kiểm soát lòa tốc
4. Ống dẫn
5. Cap dìch
6. Chất hấp thu
7. Beáphan ống
8. Thoát nồic
9. Beáchĩa
10. Dìch không chĩa kim loai

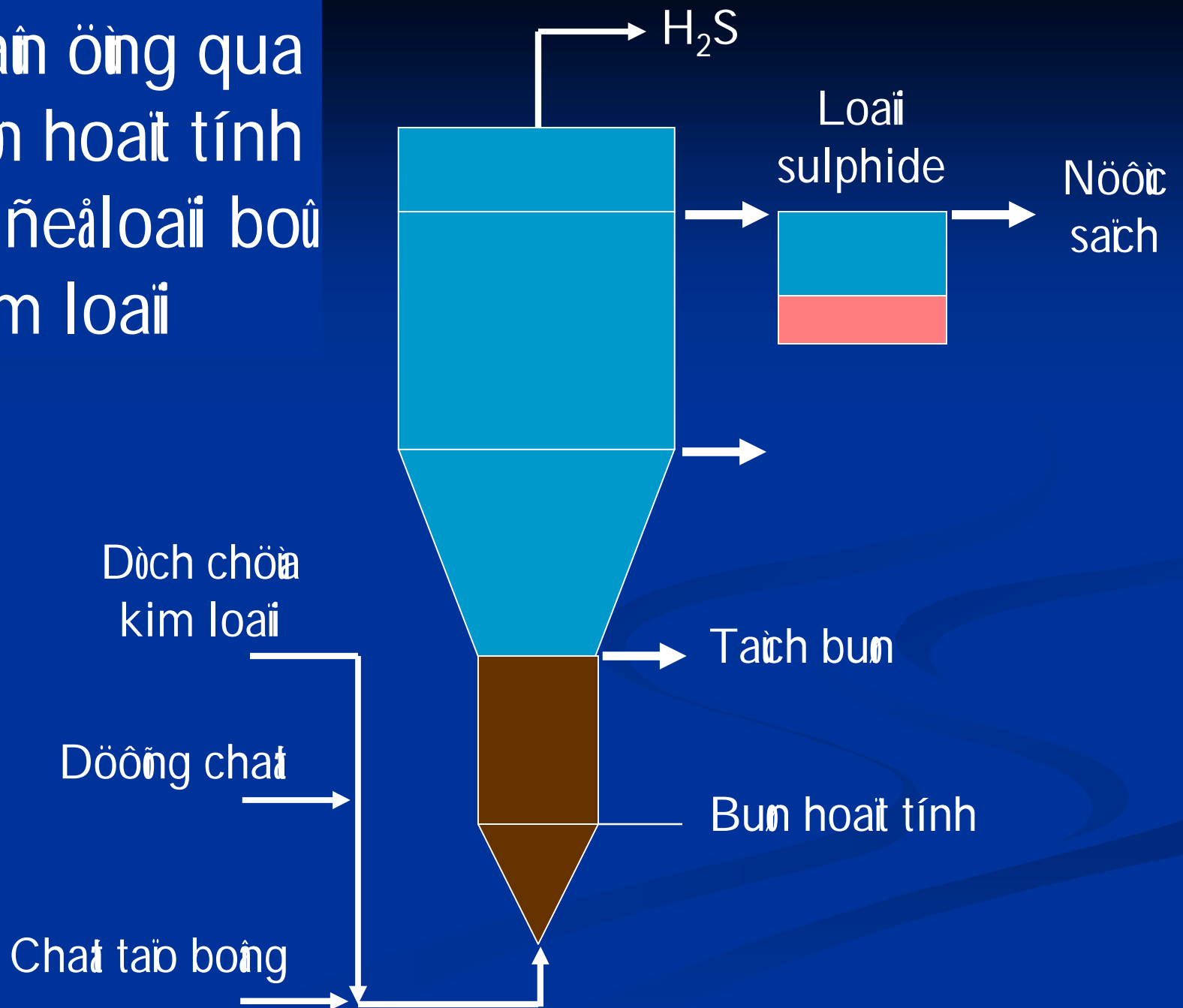
Figure: apbarnet@barnet.com Mar 2005

Moàhình phan òng hấp thu sinh hỏic kim loai

Lańg ngoai bao

- ❖ Trong môi trường có sulphate, kim loại nặng có thể ảnh hưởng tới hoạt động của vi sinh vật kỵ khí Desulfovibrio và Desulfotomaculum
 1. $3\text{SO}_4^{2-} + 2 \text{lactic acid} \rightarrow 3\text{H}_2\text{S} + 6\text{HCO}_3^-$
 2. $\text{H}_2\text{S} + \text{Cu}^{2+} \rightarrow \text{CuS} + 2\text{H}^+$
- ❖ HCO_3^- trong phản ứng 1 phân hủy tạo thành CO_2 và nước, làm tăng pH và tăng quá trình kết tủa sulphide
- ❖ Lượng nhỏ H_2S thông thường gây độc và ăn mòn thiết bị, nên có thể ảnh hưởng đến nguồn carbon cung cấp, hoặc cũng có thể ảnh hưởng tới vi khuẩn lưu huỳnh.
- ❖ Có thể sử dụng mô hình bùn hoạt tính ngộc dòng xử lý kim loại nặng

Beáphaân òng qua
lòp bun hoát tnh
kí khí ñeáloaii boú
kim loaii



Chất vô cơ khác

- ❖ Chất vô cơ khác như nitrate, phosphate, sulphate, cyanide và arsenic
- ❖ Nitrate, phosphate chủ yếu từ các công trình xử lý nước thải, chảy tràn bề mặt qua các vùng nông nghiệp, công nghiệp và nước mưa chảy tràn ô nhiễm các con sông
- ❖ Tuy nhiên với nồng độ cao thì chúng sẽ gây nên hiện tượng phú dưỡng làm giảm chất lượng nước
- ❖ Một số vi sinh vật có khả năng loại nitrate và phosphate trong nước thải
- ❖ Một lượng lớn cyanide được khai thác vàng. Cyanide có thể loại bỏ các chất thải như oxi hóa hoặc chlorine hoặc peroxide
- ❖ Các PP sinh học cũng đang nghiên cứu để hấp thụ sinh học cyanid bằng nấm mốc **Fusarium lateritium**

Hiện tượng phú dưỡng (ô nhiễm)



Hien töông phuù döông ôûbieñ (**thuyë trieu ño**)

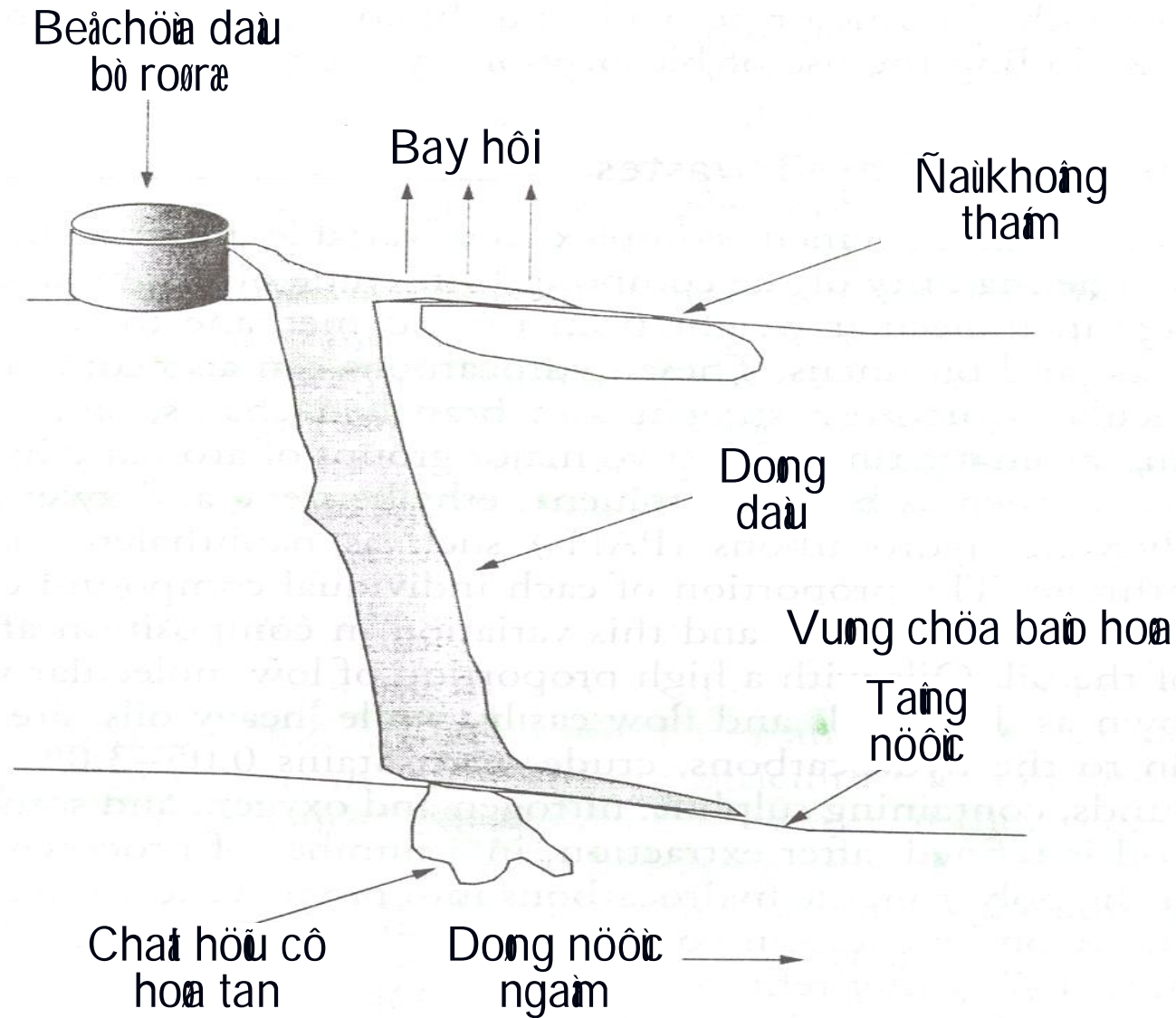


Chất thải có nguồn gốc từ dầu mỏ

- ❖ Dầu mỏ là một phức hợp gồm các hợp chất hữu cơ
- ❖ Thành phần chính trong dầu mỏ là hydrocarbon có phân tử lượng từ thấp đến cao, có cấu trúc phân tử phức tạp (mạch thẳng, mạch nhánh, vòng, vòng thơm...)
- ❖ Ngoài ra còn có các hợp chất dị vòng chứa sulphur, nitrogen, oxygen và kim loại nặng

Dầu thô

- ❖ Dầu thô là kết quả của quá trình phân hủy khí các sinh vật trong thời gian dài dưới đất.
- ❖ Trong nhiều kiến áp suất và nhiệt độ cao các chất hữu cơ chuyển thành khí, dầu lỏng, dầu sét và các ín.
- ❖ Một phần trong dầu thô còn chứa BTEX và PAH. Khi dầu thô bị cháy lên mặt đất do áp suất và nhiệt độ cao hoặc rò rỉ từ các bể chứa thì các này sẽ vào môi trường.
- ❖ BTEX và PHA là các hợp chất độc, mặc dù không tan trong nước, dễ dàng chuyển và có thể gây ô nhiễm nước ngầm

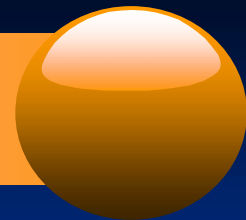


Sự phân bố hydrocarbon trong mặt tiếp xúc dầu (Bossert và Compeau, 1995)

Xôlyùsinh học dầu tràn

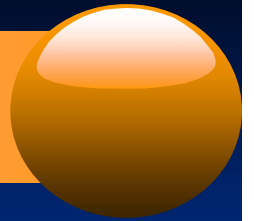
- ❖ Dầu tràn không trôi lãn trong nước biển và nổi trên mặt nước, tạo nên kiến cho các hợp chất bay hơi đi vào không khí
- ❖ Sợi phân tán dầu trên mặt biển cho phép các sinh vật phân hủy dầu một cách tự nhiên
- ❖ Sợi phân hủy dầu diễn ra tại bề mặt tiếp xúc giữa dầu và nước. Do nội dầu càng phân tán thì tốc độ phân hủy càng cao.
- ❖ Nếu tăng hiệu quả xử lý dầu bằng vi sinh vật, người ta thông tạo nên kiến cho VSV phân hủy phát triển bằng cách thêm dưỡng chất cho chúng (nitrogen và phosphorus)

DẦU TRÀN



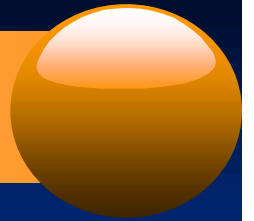
- ✦ Dầu tràn là một trong những thảm họa đối với môi trường nước
- ✦ Che mất ánh sáng, ngăn cản hoạt động của động thực vật biển
- ✦ Phát tán nhanh và không cố định
- ✦ Tác động lâu dài, khó xử lý

DẦU TRÀN



Nguyên nhân gây nên tràn dầu

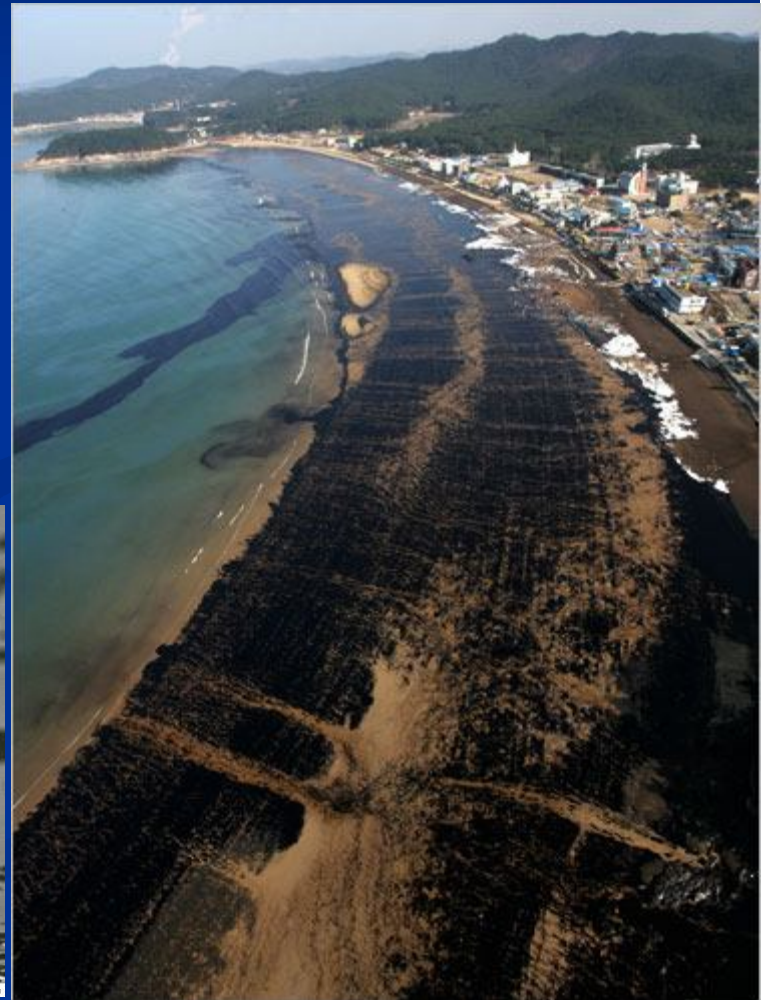
HẬU QUẢ CỦA DẦU TRÀN



Chronicle / Kurt



Chronicle / Frederic Larson



Xử lý dầu tràn



Khoanh vùng



Thu gom





Xử lý dầu tràn bằng các hệ thống tự nhiên

Phun các chế phẩm sinh học phân hủy dầu

Xôlyùsinh học ñat bò ônhiêm

- ❖ Ñat chõa một löông lớn vi sinh vật cõkhaûnaêng söu dùng hydrocarbon
- ❖ Ñat bò nhiêm hydrocarbon chõa nhiều VSV hôn ñat không bò nhiêm, nhõng thanh phần loại VSV thì ít hôn.
- ❖ Soá phần các hợp chất hữu cõ trong môi trõng ảnh höông böi nhiều yếu toá
- ❖ Các yếu toá này ảnh höông lớn ñến söi phát triển và ñõng hoà các hợp chất hữu cõ của VSV

Các yếu tố ảnh hưởng đến sự phát triển của Vi sinh vật

- ❖ Sự hiện diện của các hợp chất hữu cơ phân hủy sinh học
- ❖ Sự hiện diện của các hợp chất vô cơ có chứa nitrogen và phosphorus
- ❖ Nồng độ oxy, nhiệt độ, pH
- ❖ Nước và ánh sáng
- ❖ Số lượng và thành phần loài vi sinh vật
- ❖ Sự hiện diện của kim loại nặng

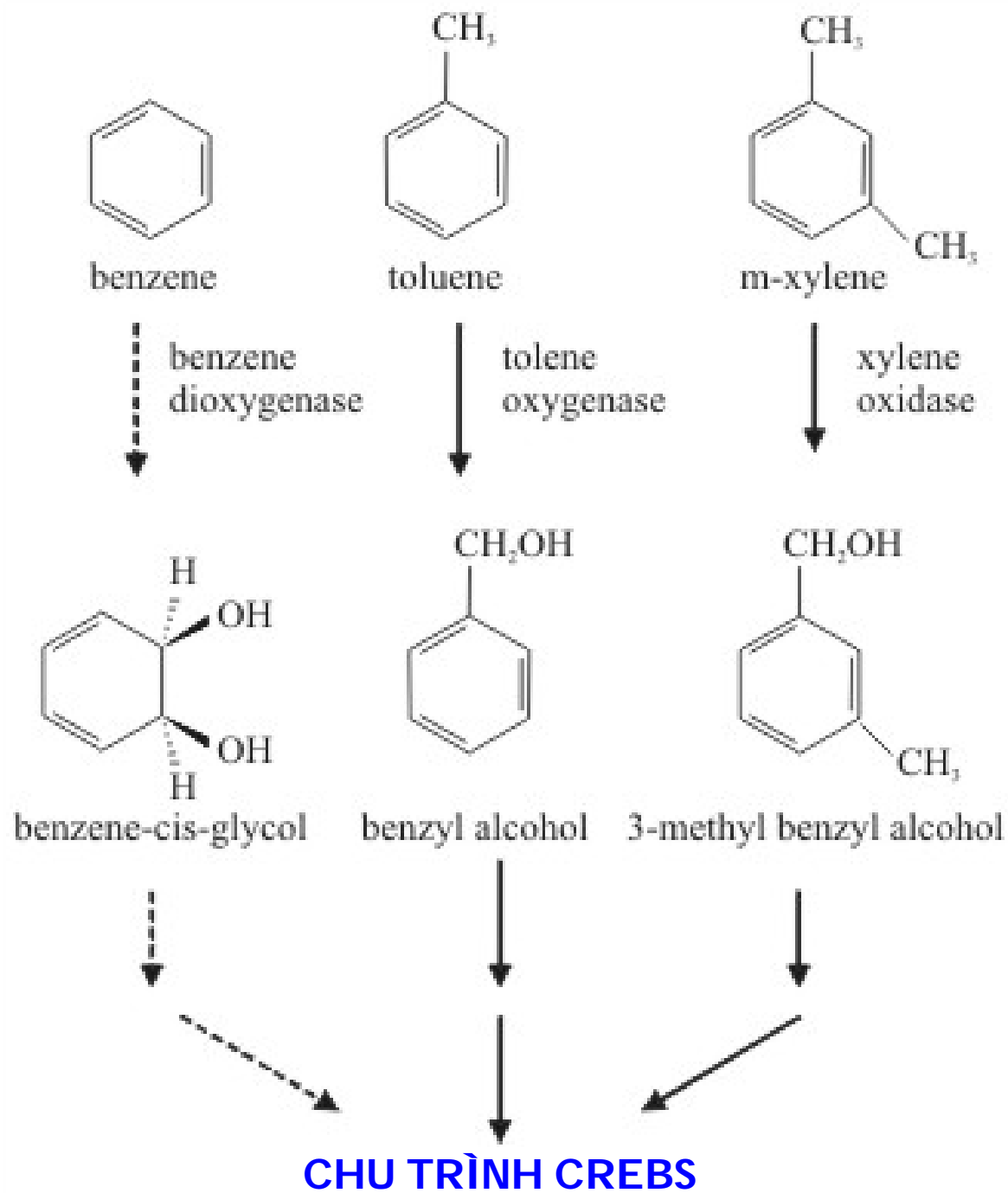
Các yếu tố ảnh hưởng đến sự phân hủy các hợp chất

- ❖ Sự phát triển và nồng độ của vi khuẩn
- ❖ Cấu trúc hòa hoặc của các hợp chất hữu cơ
- ❖ Sự co sần hoặc/vỡ vỡ hoặc tan của vật chất
- ❖ Quang hóa

Các con đường phân hủy hợp chất hydrocarbon

- ❖ Các hợp chất hòa dầu, PAH, BTEX nước phân hủy bởi vi sinh vật đất.
- ❖ VSV dùng các chất này như là nguồn carbon và năng lượng cho hoạt động sống và tổng hợp tế bào
- ❖ Thông thường các hydrocarbon bị oxi hóa trong điều kiện hiếu khí hoặc kỵ khí

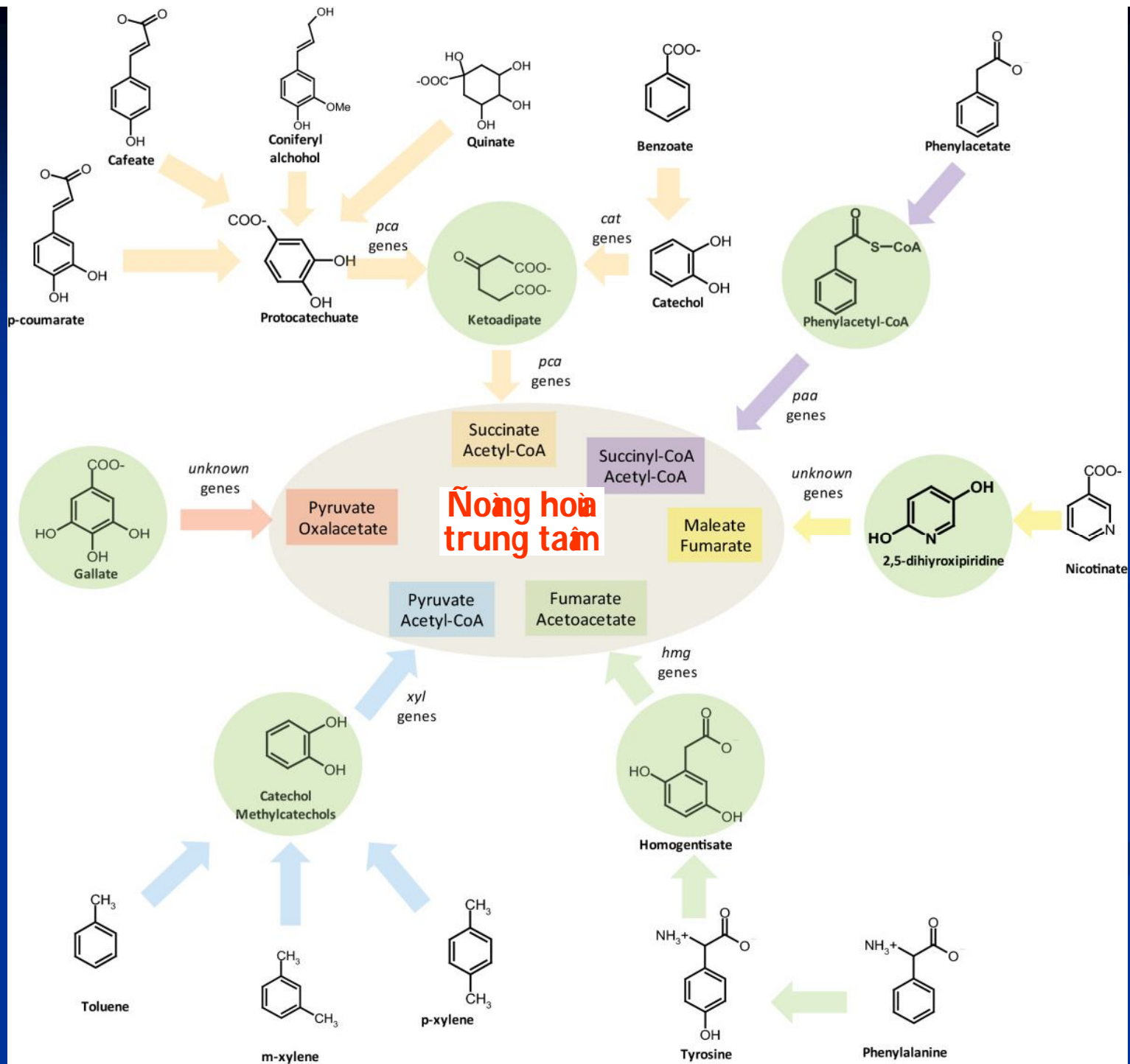
**CON NÖÔNG PHÂN GIAI SINH HOÄC
MÖT SÖÁHÖP CHÄT VONG THÖM**



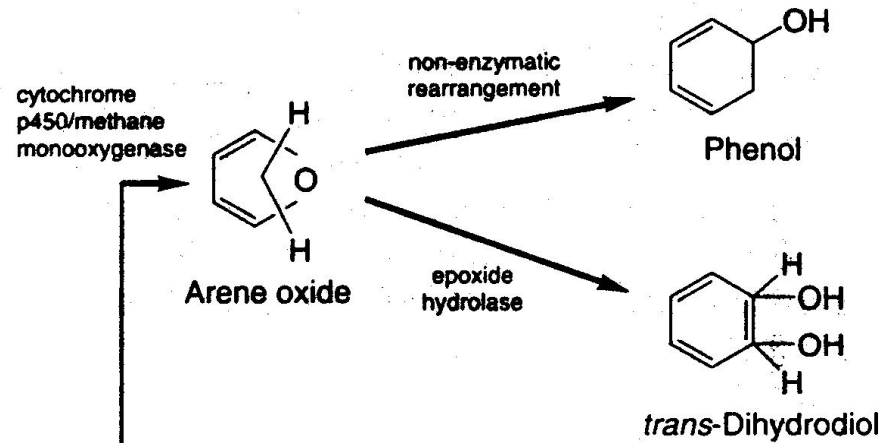
Nguyên tắc phân òng phân huỷ sinh học

- ❖ Làm cho các hydrocarbon thành các chất phân cõc
- ❖ Nếu là hợp chất hydrocarbon mạch vòng thì thực hiện phân òng môuvong
- ❖ Thay thế các nhóm halogen bằng nhóm -OH
- ❖ Các phân òng phân huỷ ñõc xúc tác bởi các enzyme ñãc hiệu
- ❖ Sản phẩm cuối cùng ñi vào chu trình Crebs

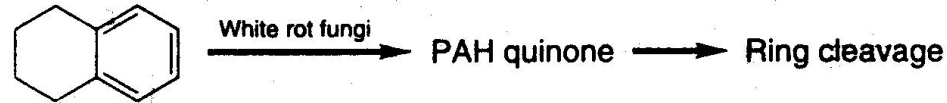
CON NŌNG PHÂN GIẢI SINH HỌC MỘT SỐ HỢP CHẤT VONG THƠM



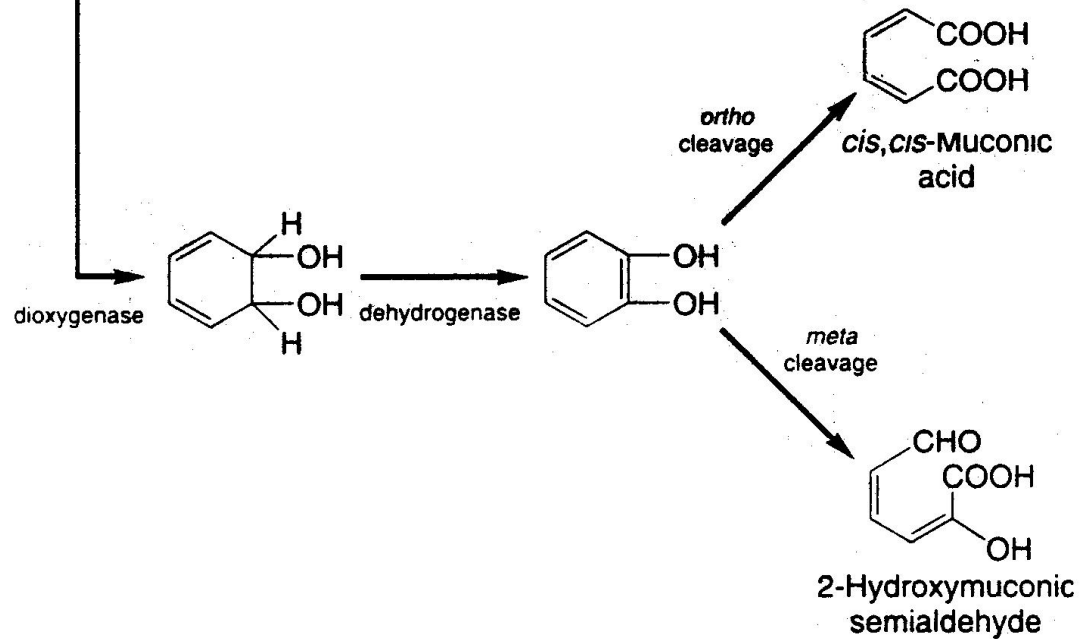
Nấm
Tảo



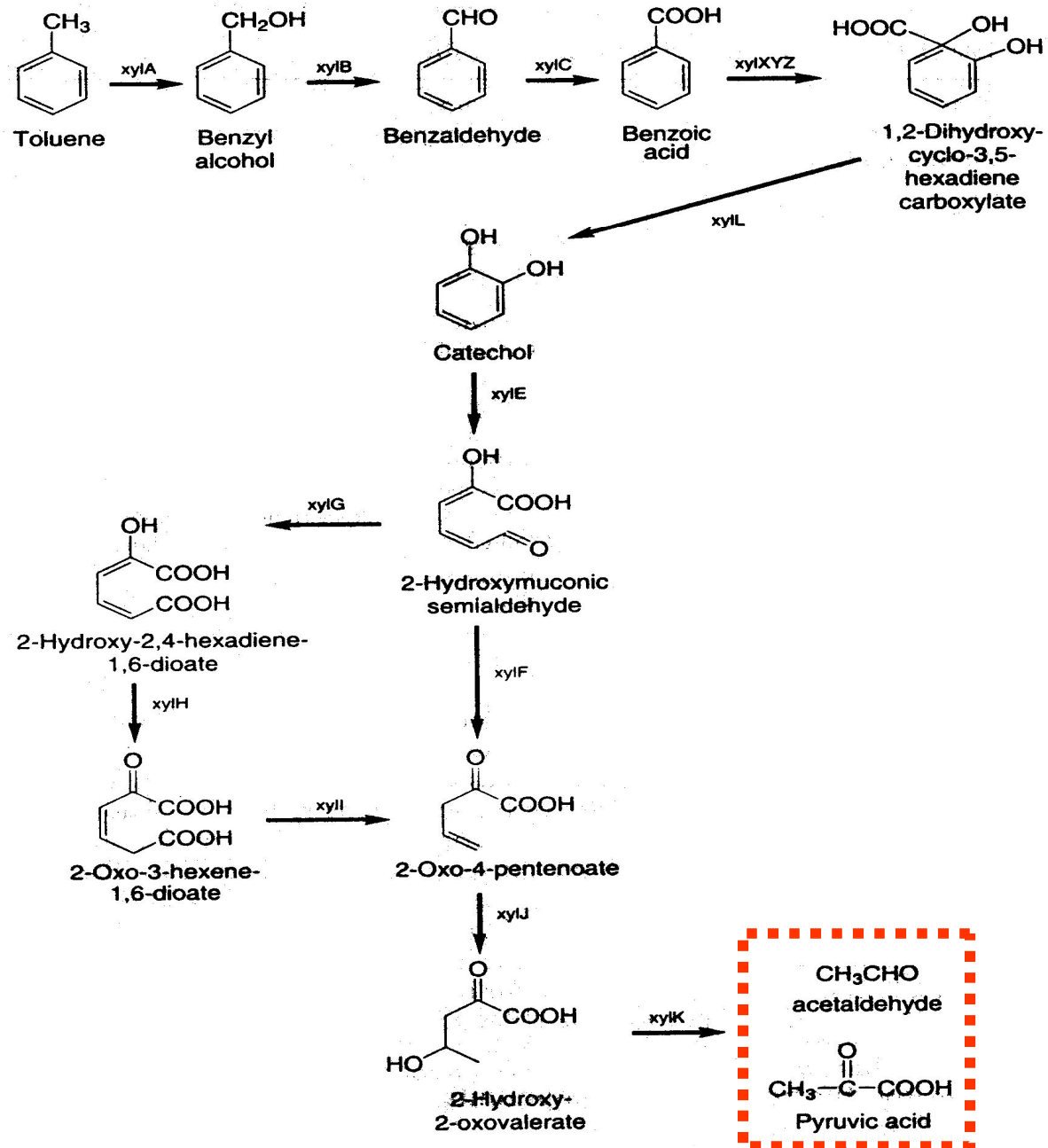
Polycyclic aromatic hydrocarbons



Vi khuẩn
Tảo



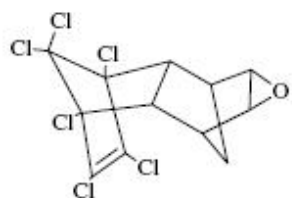
Các bước này tiên trong phân giải hydrocarbon mạch vòng bởi nấm, vi khuẩn và tảo (Cerniglia, 1993)



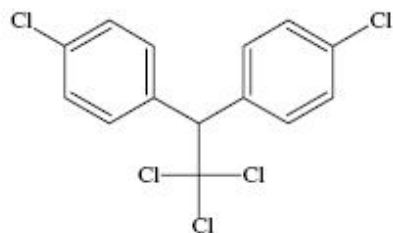
Con ñông phân giải sinh học toluene (Glazer và Nikaido, 1994)

Các chất hữu cơ tổng hợp

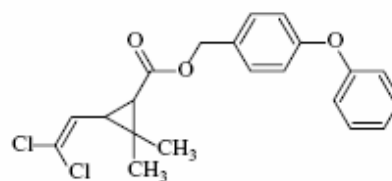
- ❖ Hàng ngàn hợp chất hữu cơ tổng hợp ãõõc ãõõa vào môi trường
- ❖ Ñiẽn hình cho loại hợp chất này là thuốc trừ sâu, diệt cỏ và bảo vệ thực vật
- ❖ Ñõõc ãõõa vào môi trường một cách trực tiếp
- ❖ Một nhóm khác có khả năng gây ô nhiễm ãõõc ngấm vào các dung môi clo hòa.
- ❖ Một loại hòa chất ãõõc tổng hợp có ãõõc tính cao là dioxin.
- ❖ Có thời gian bán phân huỷ dài



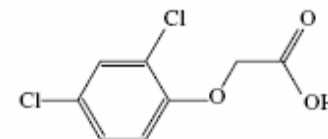
Dieldrin



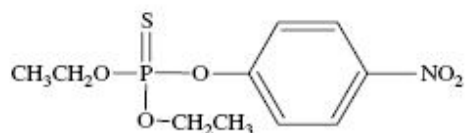
DDT



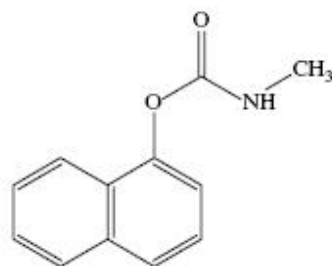
Permethrin



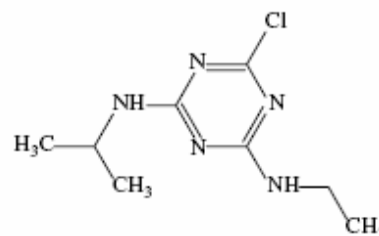
2,4-D



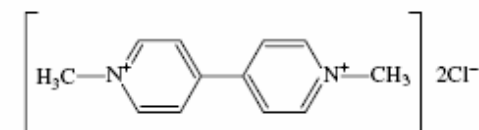
Parathion



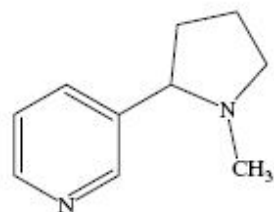
Carbaryl



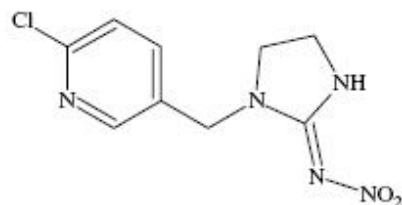
Atrazine



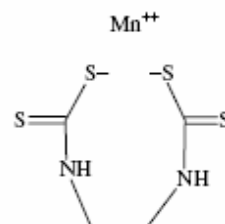
Paraquat



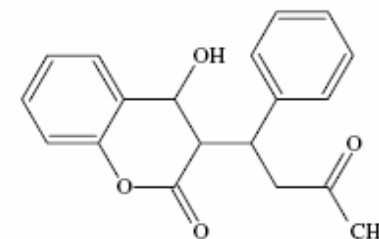
Nicotine



Imidacloprid



Maneb



Warfarin

Cấu trúc hóa học của một số chất diệt côn trùng thông dụng

Thời gian bán phân hủy của một số chất trong môi trường

| Độc chất | Thời gian bán phân hủy | Môi trường |
|----------------------------|-------------------------------|-------------------|
| DDT | 10 năm | Đất |
| TCDD | 9 năm | Đất |
| Atrazine | 25 tháng | Nước |
| Benzoperylene (PAH) | 14 tháng | Đất |
| Phenanthrene (PAH) | 138 ngày | Đất |
| Carbofuran | 45 ngày | Nước |

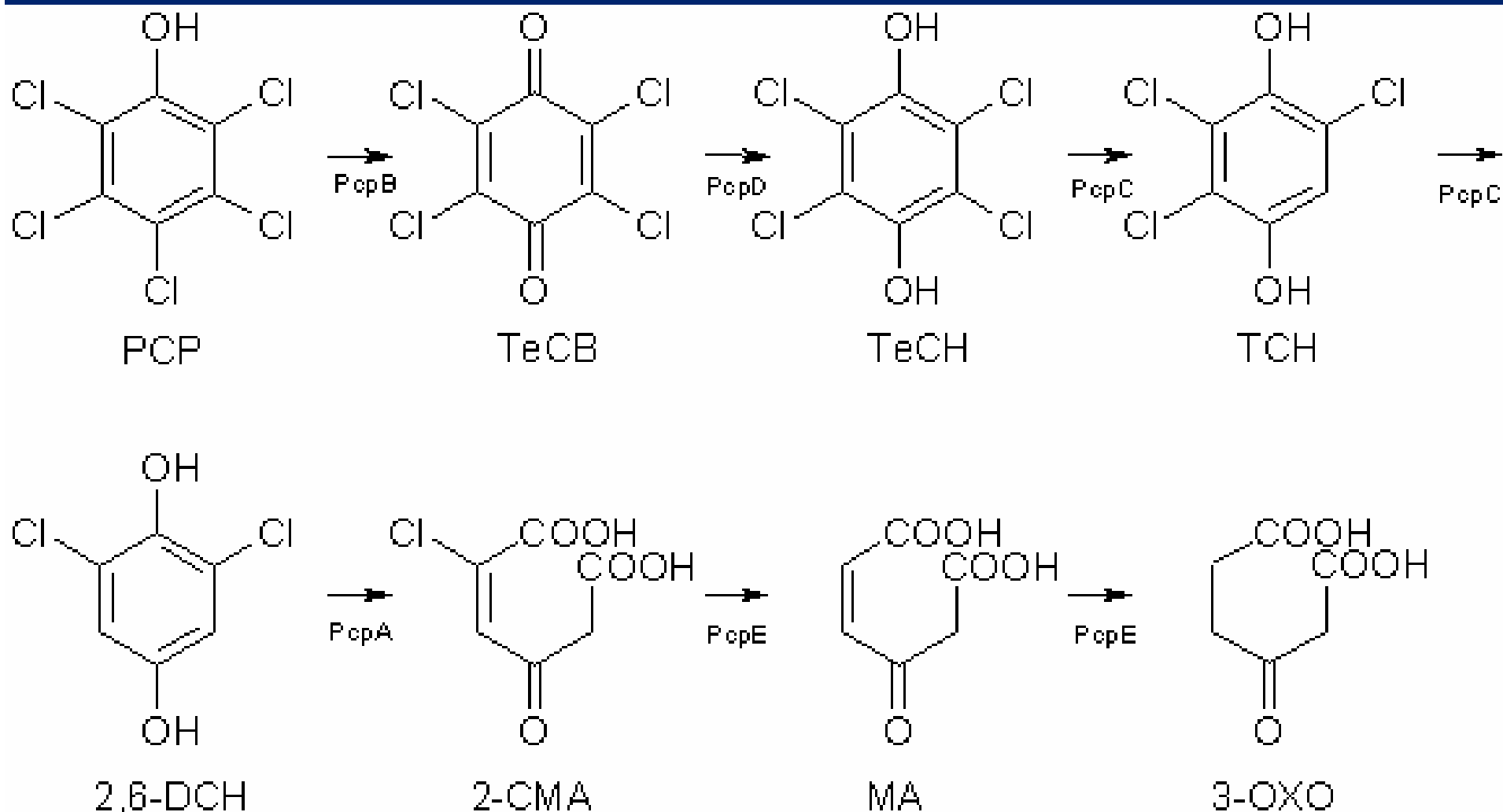
Sơ đồ phân huỷ sinh học các chất trong môi trường



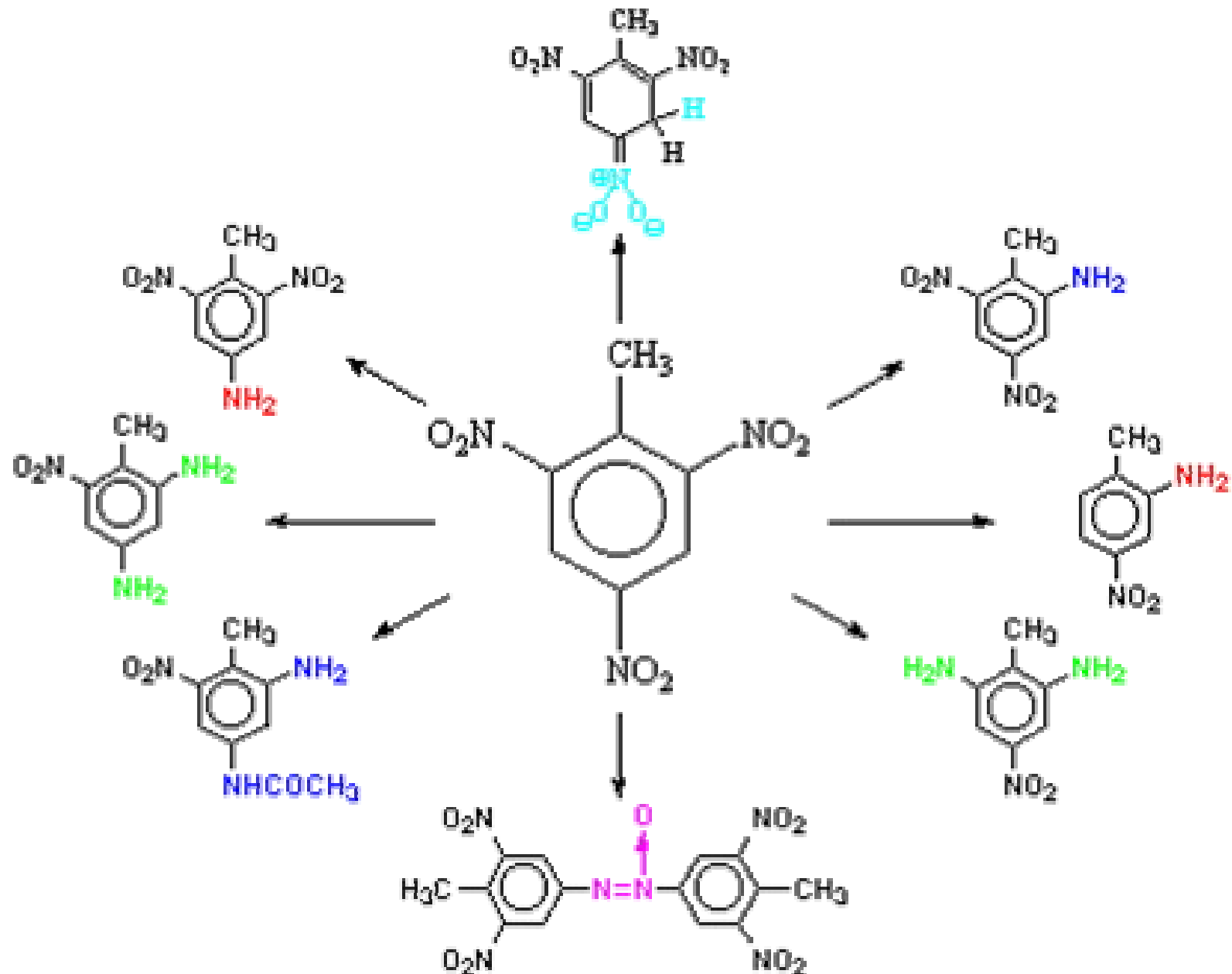
Kết quả - Khoảng hoà hoàn toàn hợp chất

- Cung cấp năng lượng cho hoạt động sống của vi sinh vật

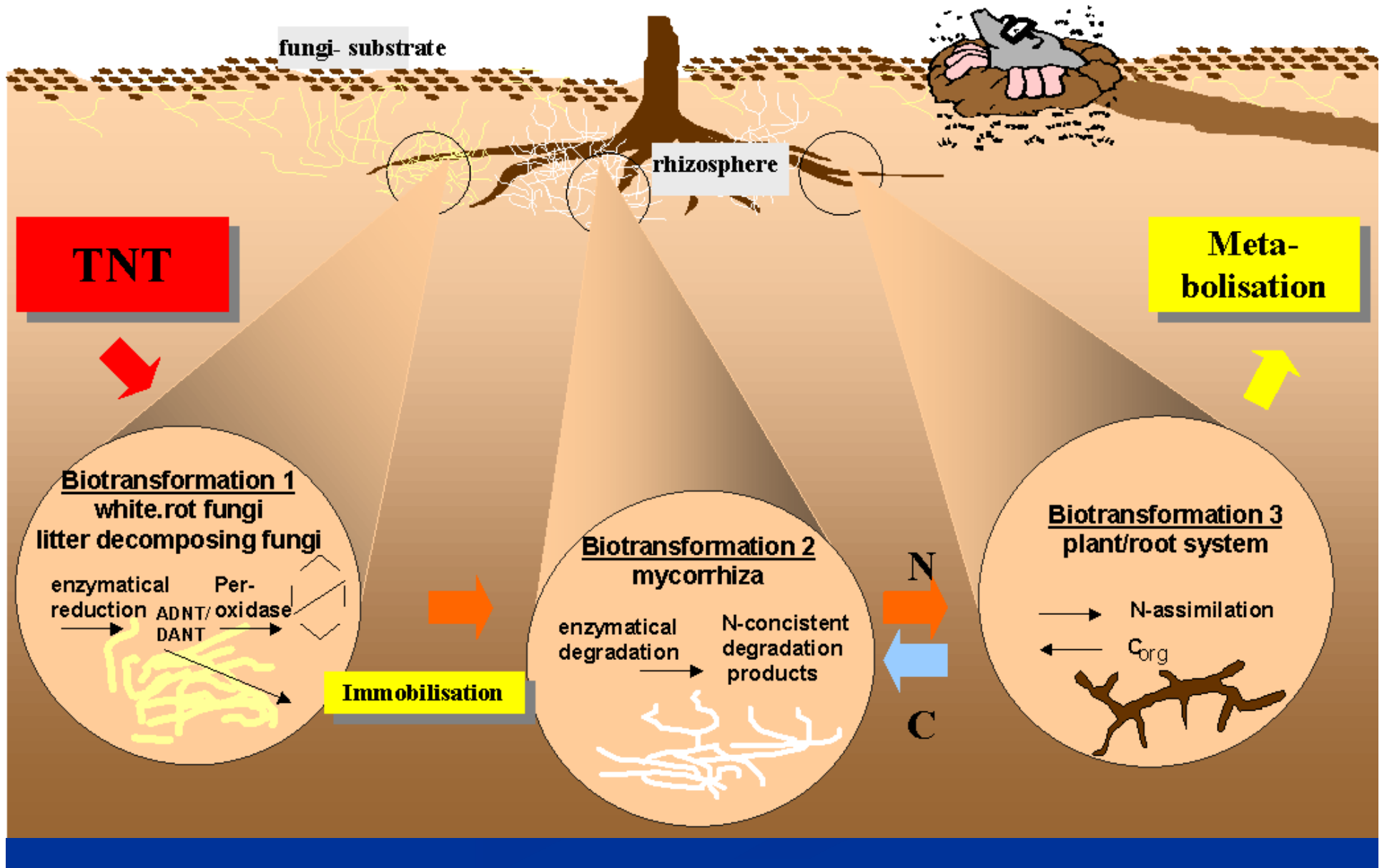
Con ñông phân huỷ chất hữu cô tổng hợp



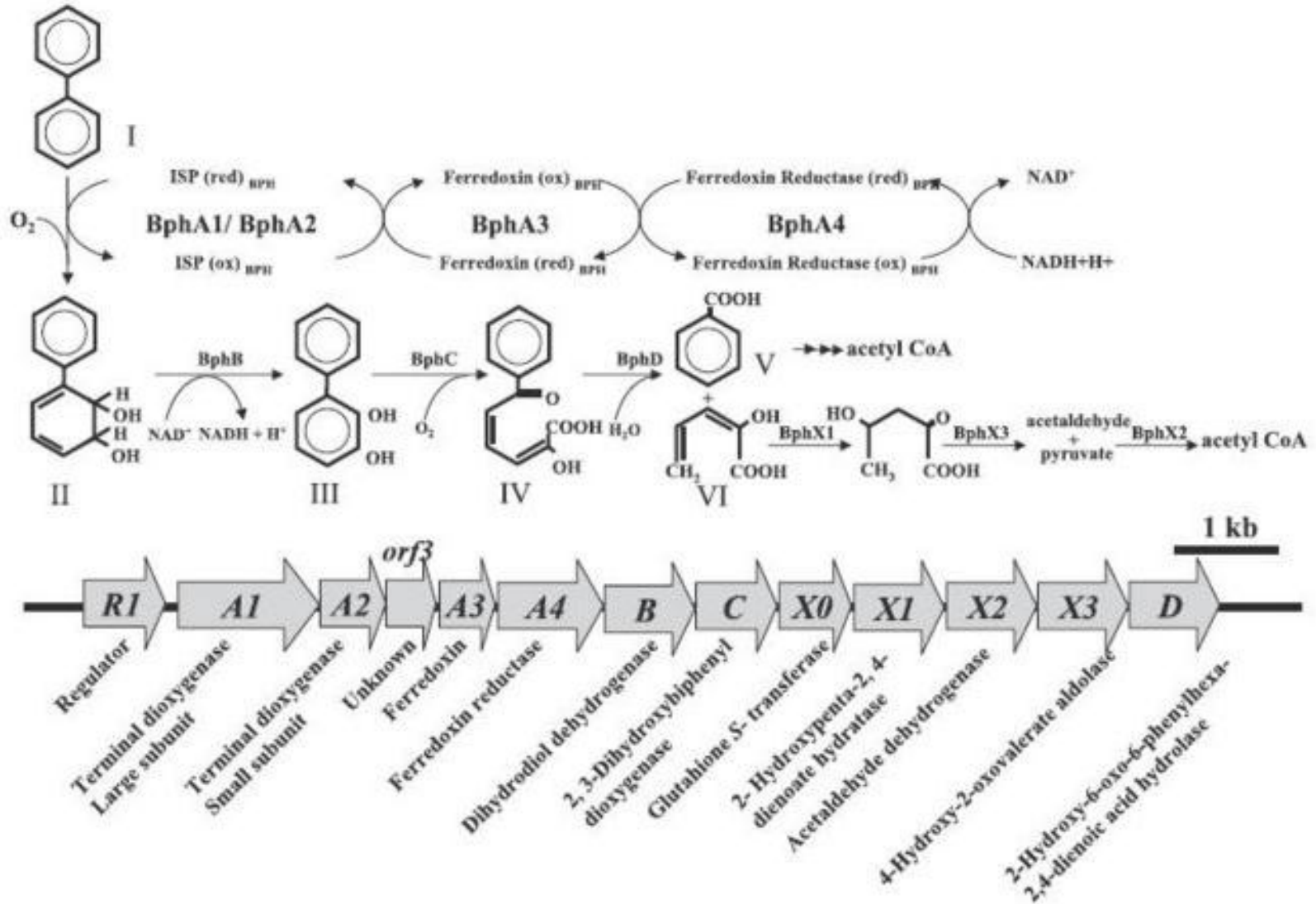
Ví dụ về chuyển hóa sinh học TNT



Chuyển hóa sinh học TNT trong đất



Ví dụ về chuyển hóa sinh học dioxin



Công nghệ xử lý sinh học

- ❖ Nước ô nhiễm có thể xử lý sinh học bằng 2 cách: in-situ và ex-situ



In-situ



Ex-situ

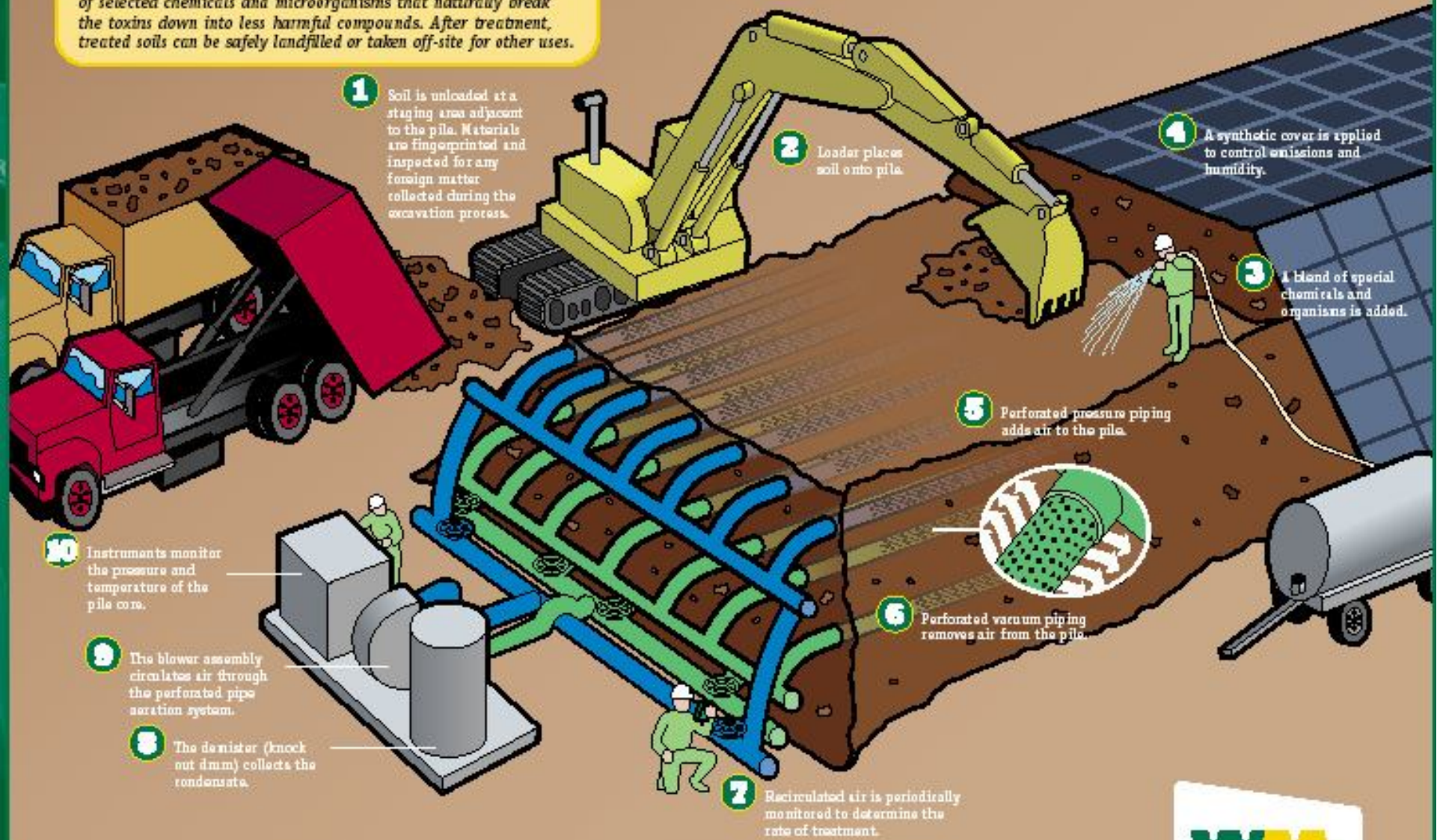


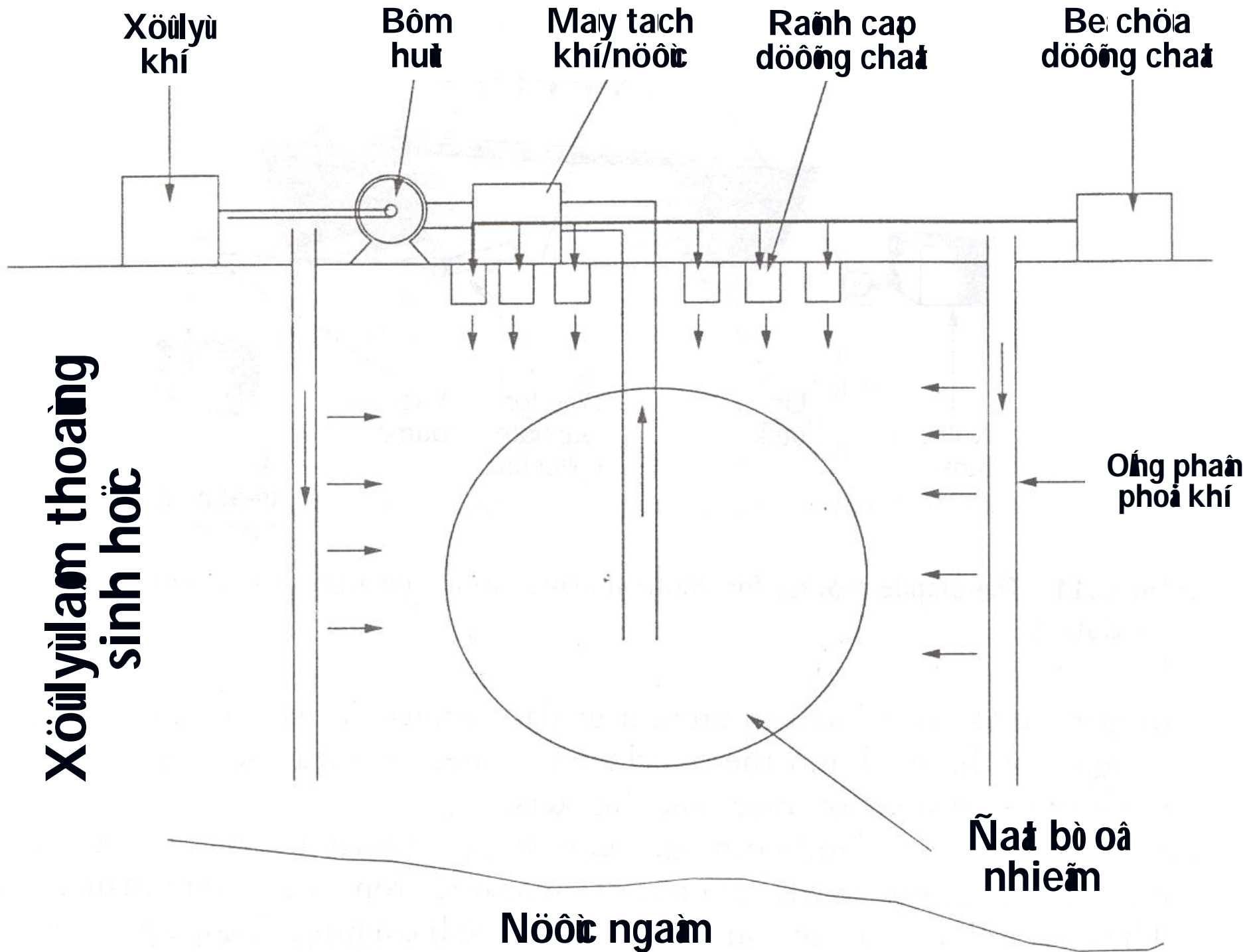
BHP SITE, NEWCASTLE

Ưu đãi sinh học

Bioremediation

BioSite™ System is a safe, cost-effective method for remediating the contaminated soils in quantities of 1000 yards or more. After being placed in a ventilated biopile, soil is treated with a blend of selected chemicals and microorganisms that naturally break the toxins down into less harmful compounds. After treatment, treated soils can be safely landfilled or taken off-site for other uses.





Xôlyu khí

Bôm hút

May tách khí/nöôc

Raõnh cap döông chat

Be chöa döông chat

Xölyuam thoäng sinh hóc

Öng phan phó khí

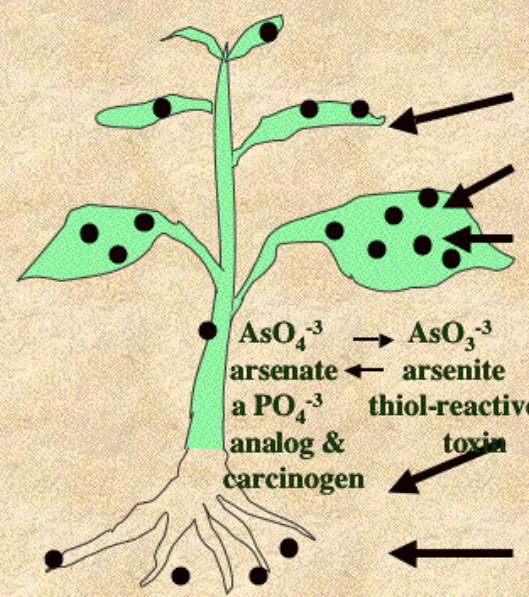
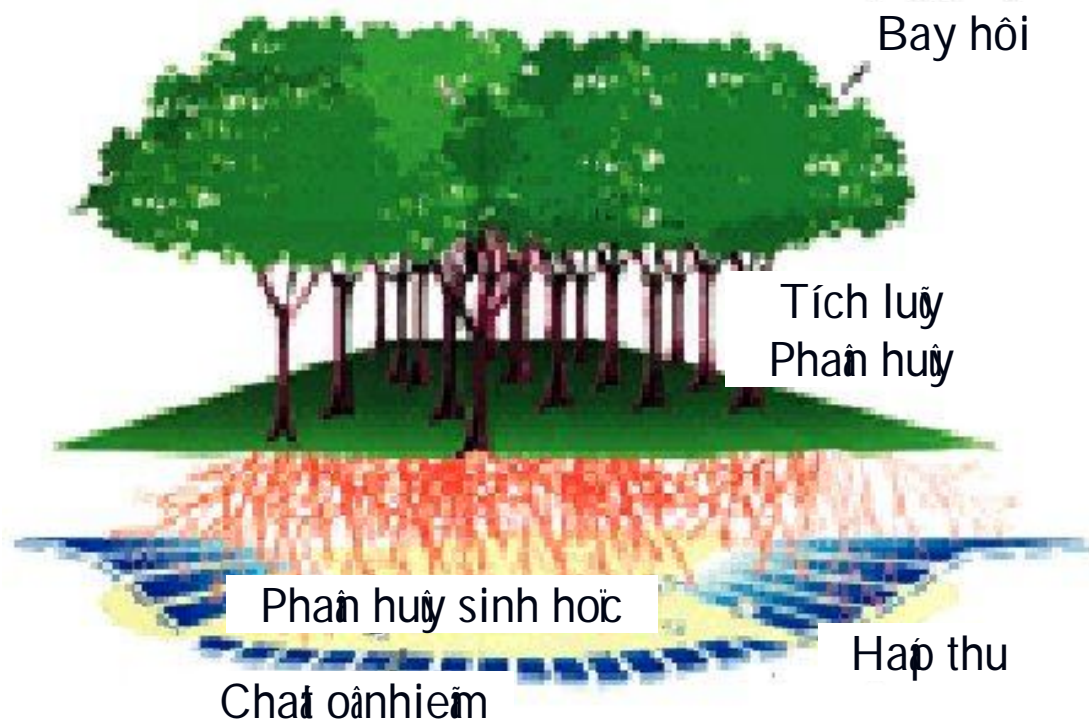
Ñat bò oá nhieãm

Nöôc ngàm

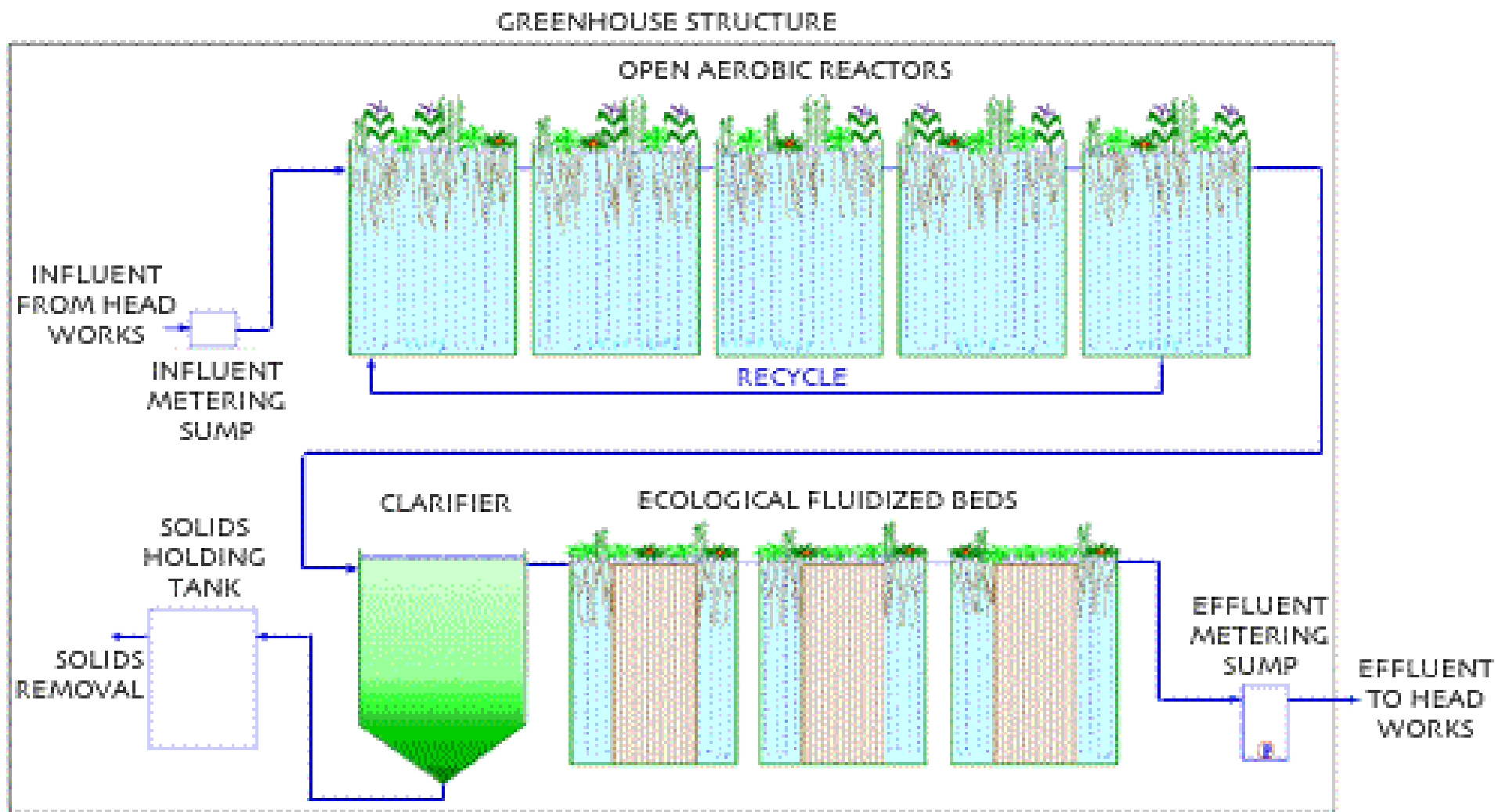
Xử lý nước ô nhiễm bằng thối vữa

- ❖ Dung thối vữa sẽ hấp thu chất gây ô nhiễm và kim loại nặng
- ❖ Xử lý bằng thối vữa bao gồm các quá trình:
 1. Tách chất bằng thối vữa: loại thải chất ô nhiễm và kim loại nặng bằng cách tích lũy và phân hủy trong môi trường thối vữa
 2. Hòa hơi bằng thối vữa
 3. Lọc qua bã
 4. Ổn định, chuyển hóa các nước thải thành những chất ít độc hơn.
- ❖ Xử lý bằng thối vữa: Hiệu quả cao, rẻ tiền, chi phí xây dựng, vận hành bảo dưỡng thấp, nước công nghệ chấp nhận

Xöi ly bang thöc vat



- Bôm As ñeän khoâng bao
- Giöophöic hüp As-thiol trong laù
- Khöiarsenate thanh arsenite trong laù
- Ngaén caän quaùtrình khöi arsenate ñoài bao trong reã
- Taêng khả năng hấp thụ arsente

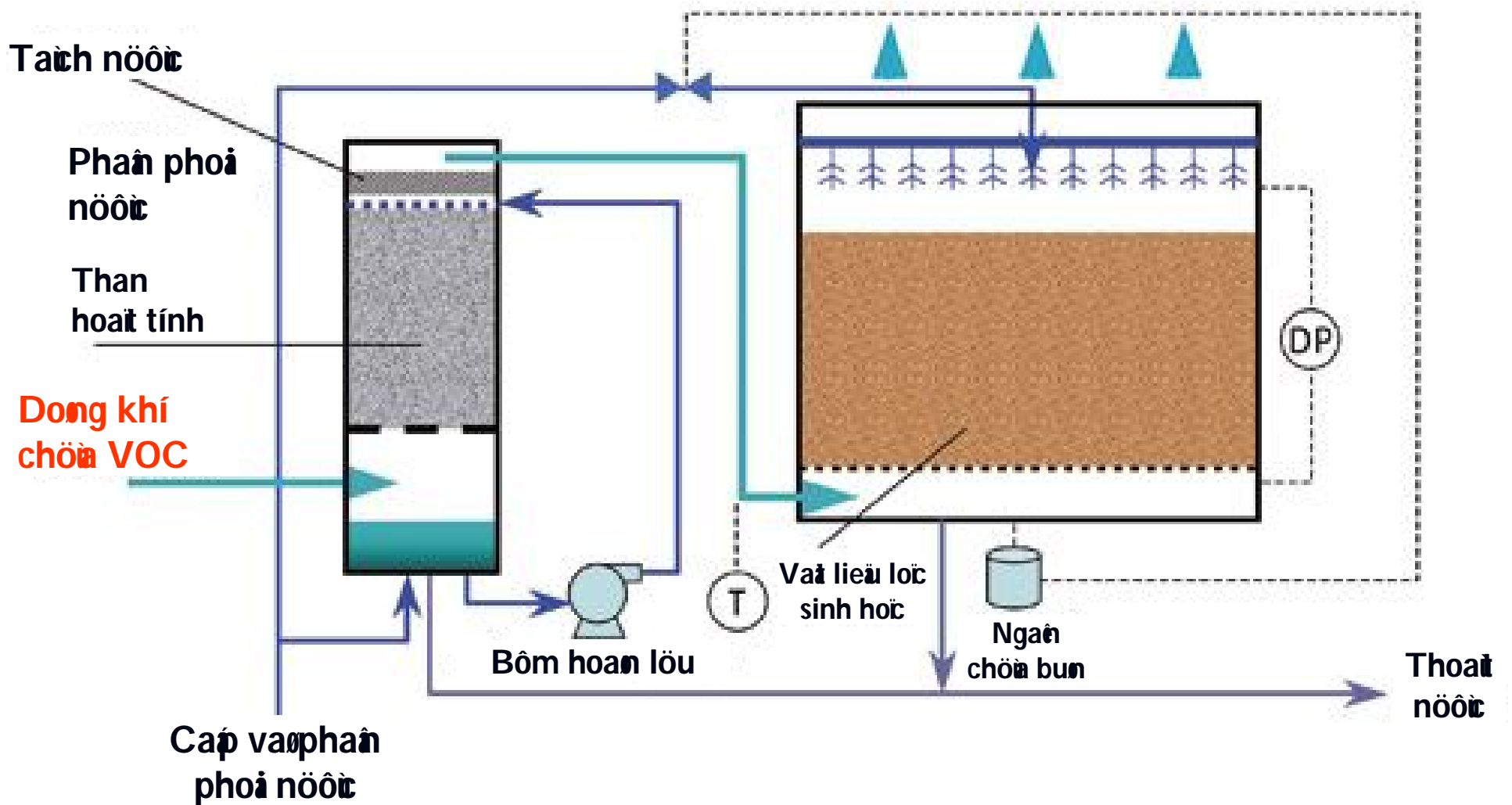


Xử lý nước thải nhiệm KLN bằng thối vật



Khí thải và biện pháp xử lý

- ❖ Khí thải chứa các hợp chất hữu cơ bay hơi (VOC), SO_2 , NO_x , CFC, CO_2 , methane và hạt bụi
- ❖ Một phương pháp xử lý VOC là lọc sinh học, trong đó VSV nước sâu dùng để phân hủy VOC
- ❖ Một số vi sinh còn nước sâu dùng để xử lý H_2S sinh ra từ quá trình đốt cháy nhiên liệu hóa thạch



Sơ đồ mô hình xử lý khí mùi VOC bằng lọc sinh học

Khôulöu huynh trong than vaødaù

- ❖ Löu huynh trong than vaødaù khi bò ñoát chaùy seõtaø neân SO_2 , ñaây laø khí gaây neân möa acid nghiêm trọng
- ❖ Vieïc lam giam SO_2 coù theå baøng caùch khôu S trong than hoaëc xöu lyù khí SO_2 sau khi ñoát than.
- ❖ Coù theå loaii SO_2 baøng CaCO_3 theo PT sau:
 - ❖ $\text{CaCO}_3 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{CaSO}_3 + \text{CO}_2$
 - ❖ $2\text{CaSO}_3 + \text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$

Khôulôu huỳnh trong than và ðaù

- ❖ Một số vi sinh vật lêu huỳnh có khả năng xôu ly S trong than.
 - ❖ $2S + 3O_2 + H_2O \rightarrow 2H_2SO_4$
- ❖ Thiobacillus ferrooxidans có thể ôxi hoá FeS theo PT sau:
 - ❖ $2FeS + 7O_2 + 2H_2O \rightarrow 2FeSO_4 + H_2SO_4$
 - ❖ $4FeSO_4 + O_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2Fe_2(SO_4)_3 + 2H_2O$
- ❖ Ngoài ra còn có một số vi sinh vật có khả năng loại S trong liên kết với cấu trúc mạch vòng