

CHÖÔNG 4

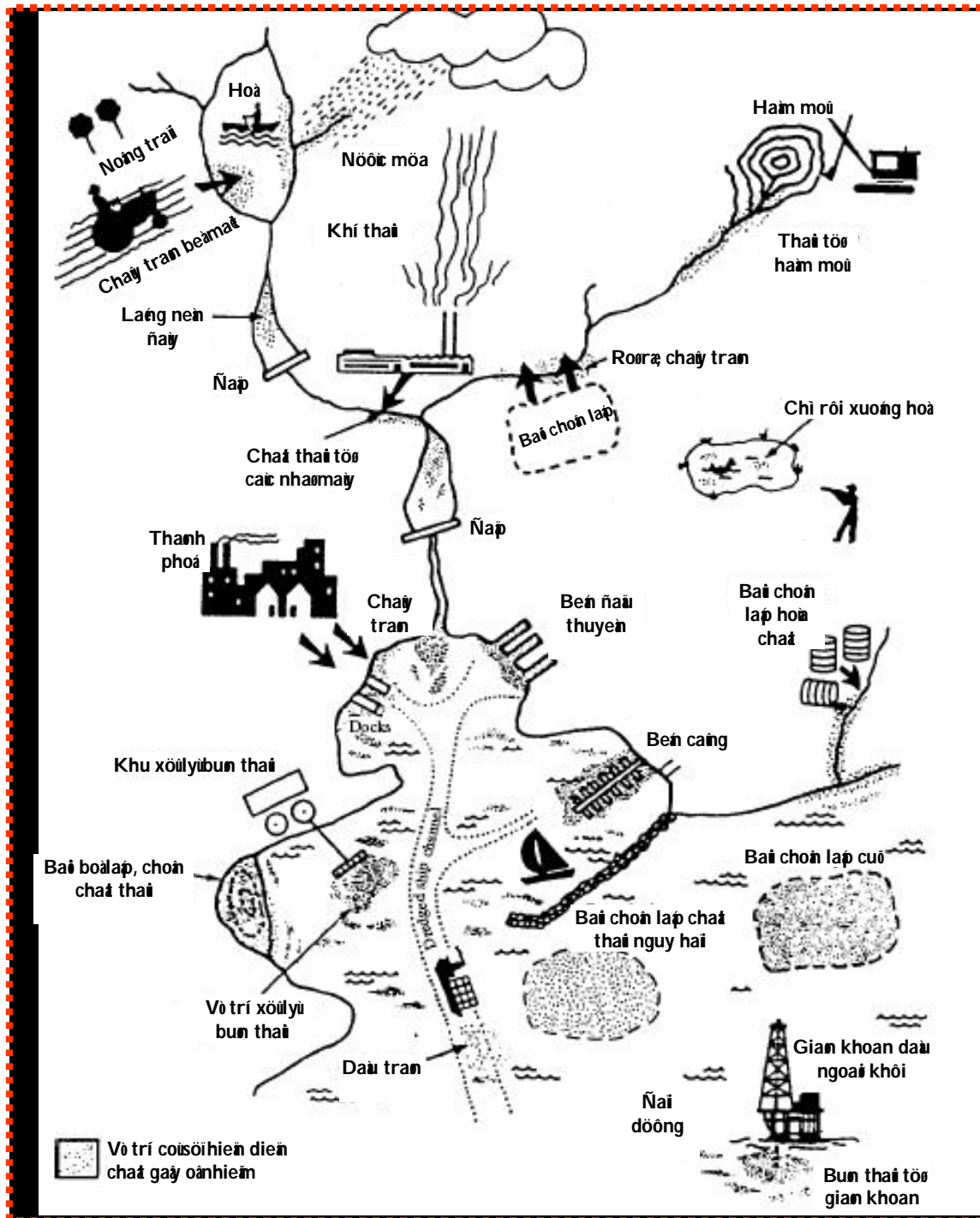
Xöul yù sinh hoïc chaát thaù

TS. LêQuốc Tuấn
Khoa Môi trường và Tài nguyên
Nhà học Nông Lâm TP. Hồ Chí 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 nước.
- ❖ Việc loại thải các chất gây ô nhiễm trong 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 sử dụng 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 hóa 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

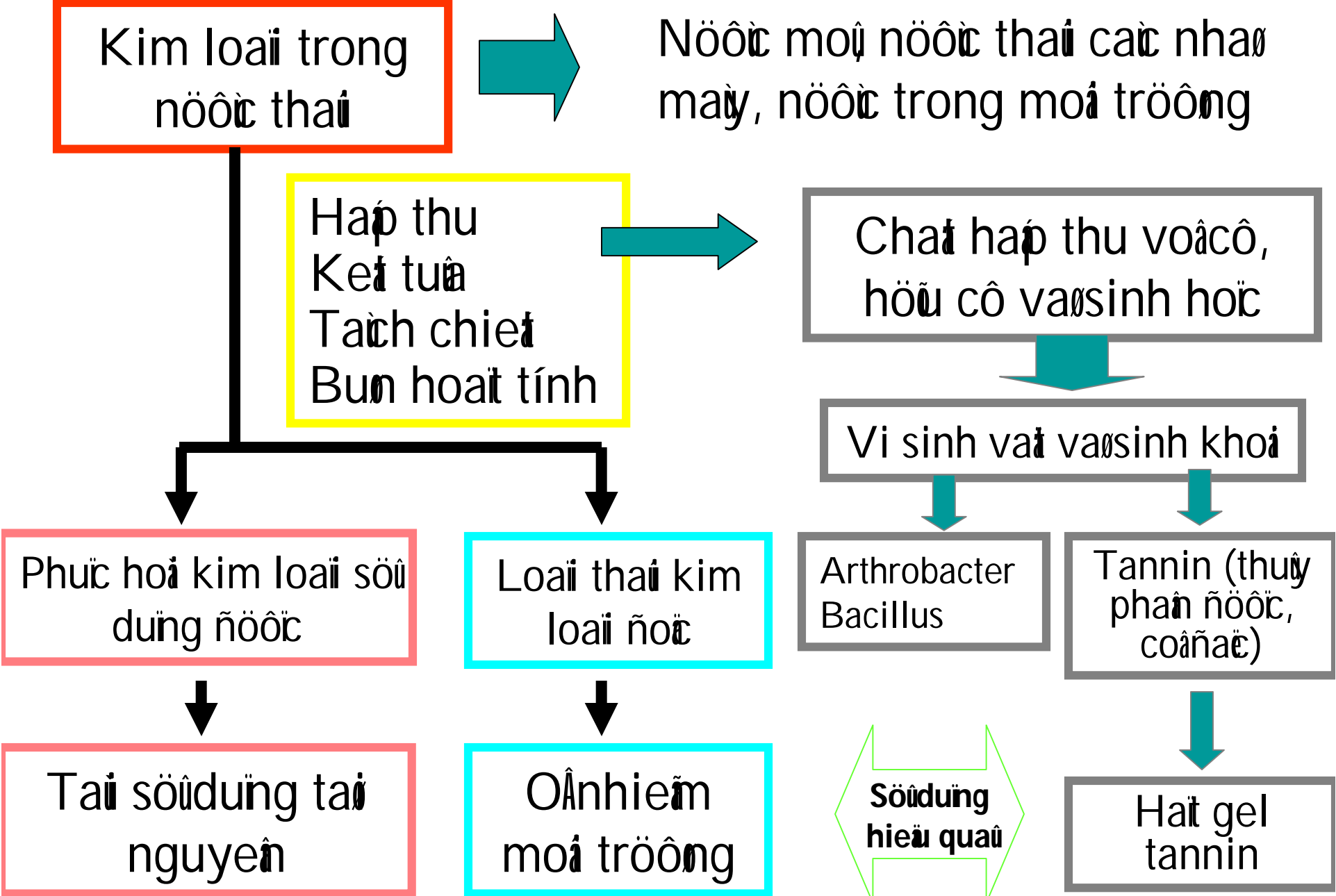
Chất thải vô cơ

- ❖ 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 triển 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 triển**), nồng độ cao hoặc tái chế

Nguồn gốc và ảnh hưởng của các chất gây ô nhiễm

Chất thải vô cơ	Nguồn gốc	Ahnh hōōng
Arsenic	Luyện kim, thuốc trừ sâu	Ngũc
Bụi amian	Sơn nhà, quét vôi	Ung thō phoá
Cadmium	Sản xuất pin	Ung thō thán
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 thō, thiếu máu
SO ₂	Ngũc nhiên liệu	Gây bong, mōa acid
Phosphate	Hoạt ñông nông nghiệp	Gây phì đōng

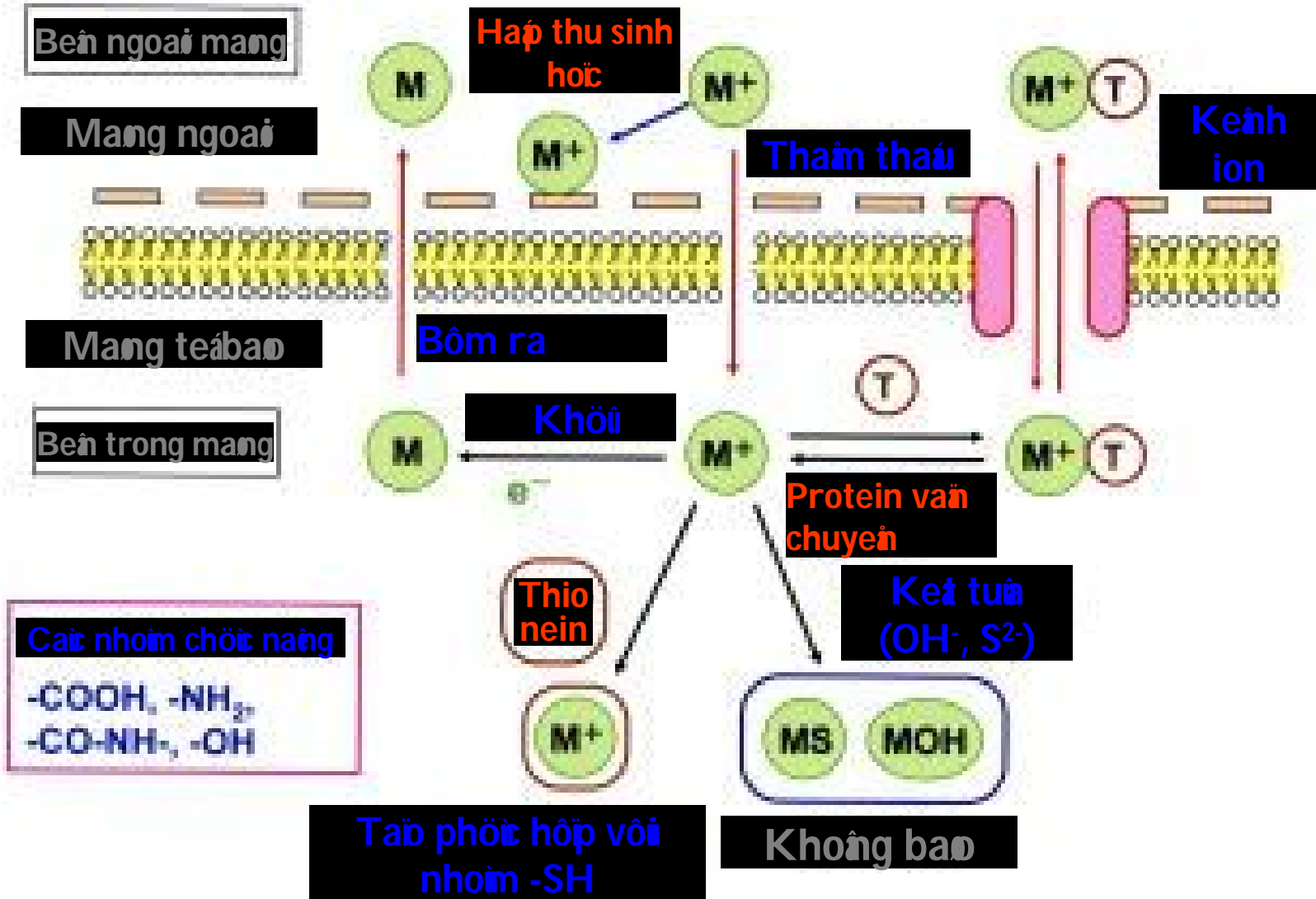
Các bước xử lý kim loại

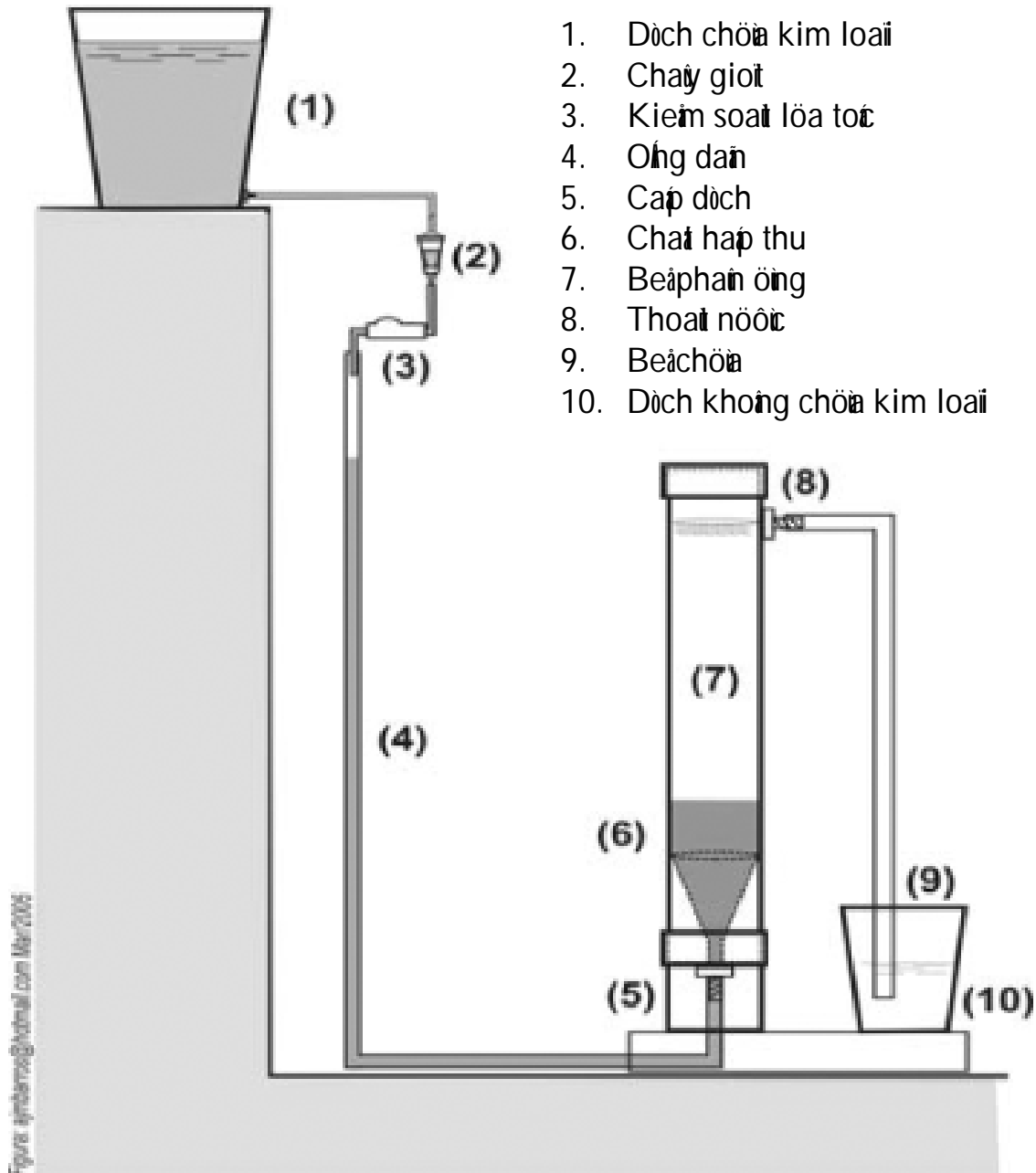


Hấp thu sinh học

- ❖ 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 hóa học
- ❖ Việc sử dụng vật liệu sinh học để xử lý kim loại thông qua 2 dạng:
 - ❖ Qua quá trình khử độc tính của kim loại
 - ❖ Phục hồi các kim loại có giá trị cao

Cơ chế hấp thu sinh học



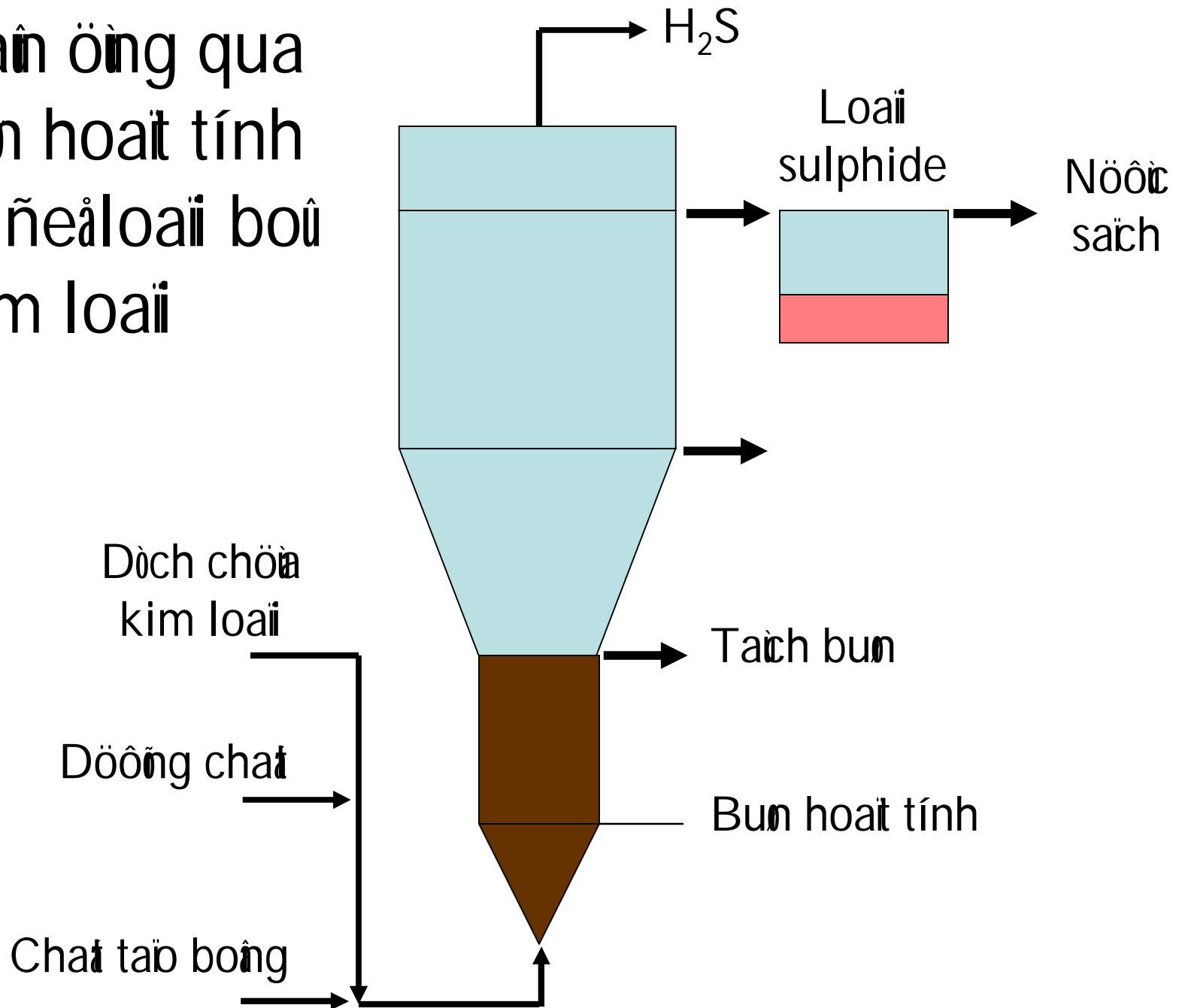


Mô hình phân ồng hấp thu sinh học kim loại

Lańg ngoaii 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 thường gây độc và ăn mòn thiết bị, nên có thể cần nhiều chất nguồn carbon cung cấp, hoặc cũng có thể ảnh hưởng tới vi khuẩn lưu huỳnh.
- ❖ Có thể sử dụng mô hình bùn hoạt tính ngược dòng xử lý kim loại nặng

Beáphaân òng qua
lòp bun hoat tnh
kô khí ñeáloaii boú
kim loaii



Các chất vô cơ khác

- ❖ Các 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 pha loãng ô nhiễm 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 tạp chất như oxit sắt và nhôm bằng chlorine hoặc peroxide
- ❖ Các PP sinh học cũng đang được nghiên cứu như hấp thụ sinh học cyanid bằng nấm mốc *Fusarium lateritium*

Hình ảnh môi trường (ô nhiễm)





Hình ảnh phôi
đồng ôbiển (thủy
triệu ão)

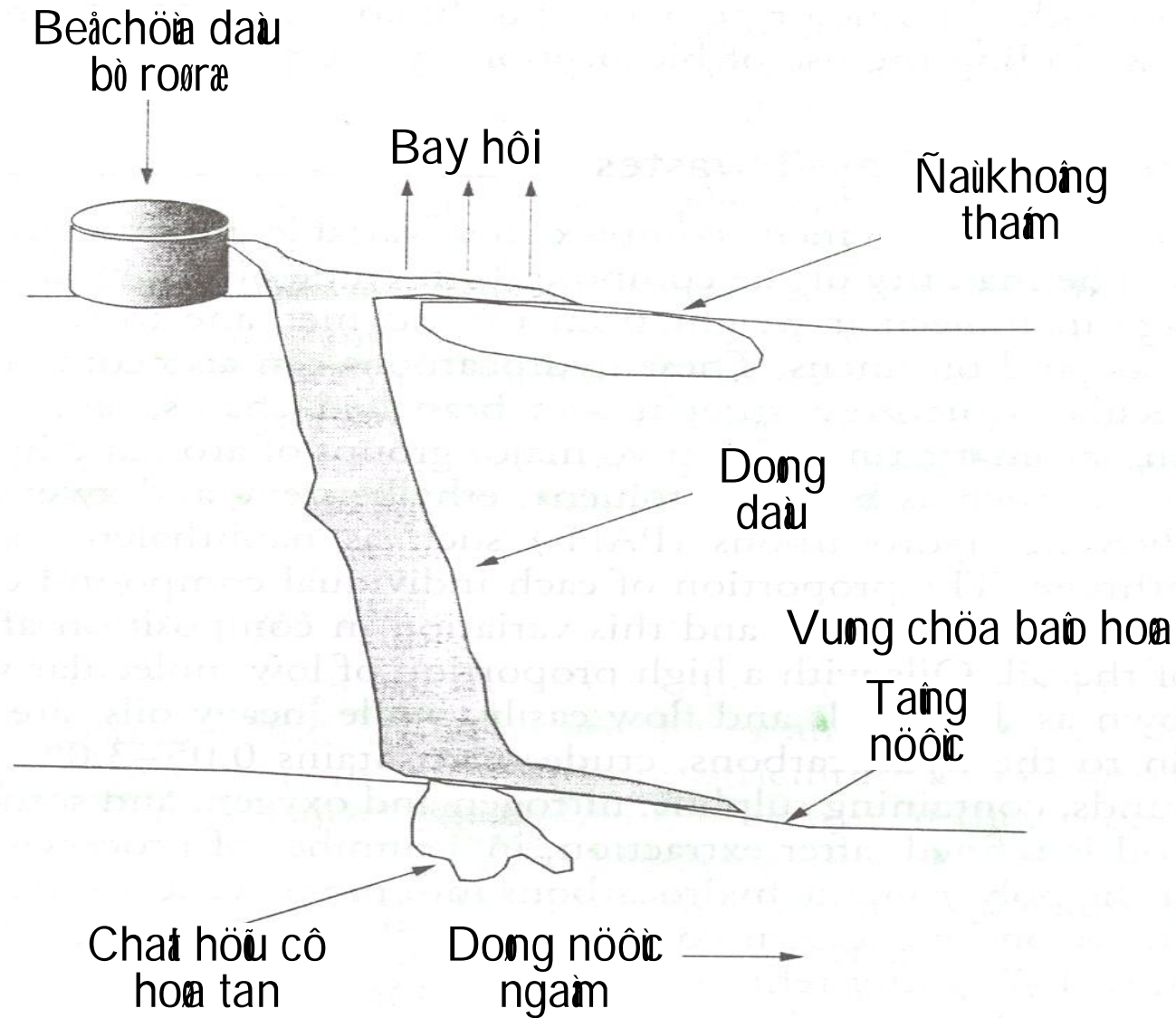


Chất thải có nguồn gốc từ dầu mỏ

- ❖ 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 kỹ khí xác 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

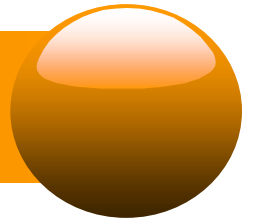


Sự phân bố hydrocarbon trong các sản phẩm dầu (Bossert và Compeau, 1995)

Xöulyùsinh hoïc ðau tran

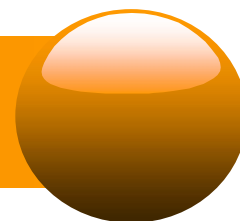
- ❖ Ðau tran khöng tron laïn trong nöôc bien va noái trên mặt nöôc, tạo ñieu kien cho các hợp chất bay hôi ñi vào không khí
- ❖ Söi phân tair ðau trên mặt bien cho phép các sinh vật phân huỷ ðau một cách töinhien
- ❖ Söi phân huỷ ðau dieïn ra tại bề mặt tiếp xúc giữa ðau va nöôc. Do ñöü ðau càng phân tair thì tốc ñöä phân huỷ càng cao.
- ❖ Ñeätang hieäu qua xöulyù ðau bang vi sinh vật, ngöôitathông tạo ñieu kien cho VSV phân huỷ phát triển bang cách thêm döông chất cho chúng (nitrogen va phosphorus)

DẦU TRÀN



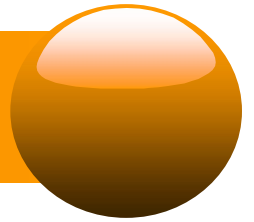
- ✦ Dầu tràn là một trong những thảm họa đối với môi trường nước
- ✦ Che mất ánh sáng, ngăn cản hoạt động của động thực vật biển
- ✦ Phát tán nhanh và không cố định
- ✦ Tác động lâu dài, khó xử lý

DẦU TRÀN



Nguyên nhân gây nên tràn dầu

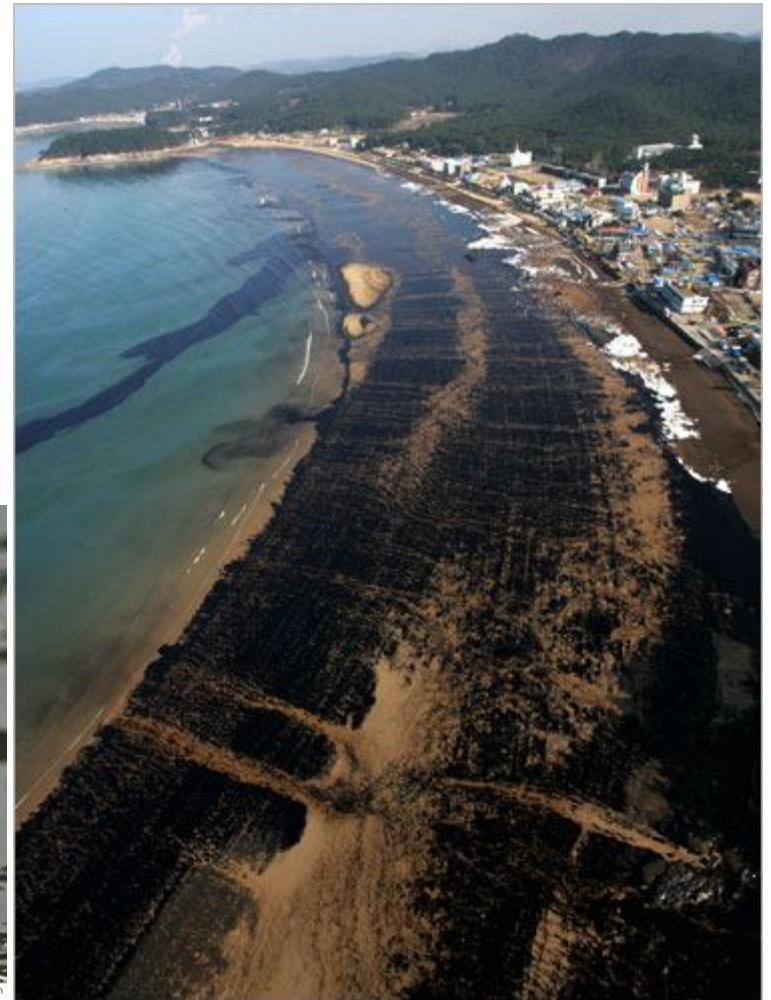
HẬU QUẢ CỦA DẦU TRÀN



Chronicle / Kurt



Chronicle / Frederic Larson



Xử lý dầu tràn





Xử lý dầu tràn bằng các hệ thống tự nhiên

Phun các chế phẩm sinh học phân hủy dầu

Xây dựng sinh học đất bò ô nhiễm

- ❖ Đất chứa một lượng lớn vi sinh vật có khả năng sử dụng hydrocarbon
- ❖ Đất bò nhiễm hydrocarbon chứa nhiều VSV hơn đất không bò nhiễm, những thành phần loại VSV thì ít hơn.
- ❖ So sánh các hợp chất hữu cơ trong môi trường ảnh hưởng bởi nhiều yếu tố
- ❖ Các yếu tố này ảnh hưởng lớn đến sự phát triển và nồng độ các hợp chất hữu cơ 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 như carbon, nitrogen và phosphorus
- ❖ Nồng độ oxy, nhiệt độ, pH
- ❖ Nồng độ ẩm
- ❖ Số lượng và thành phần loài vi sinh vật
- ❖ Sự hiện diện của kim loại nặng

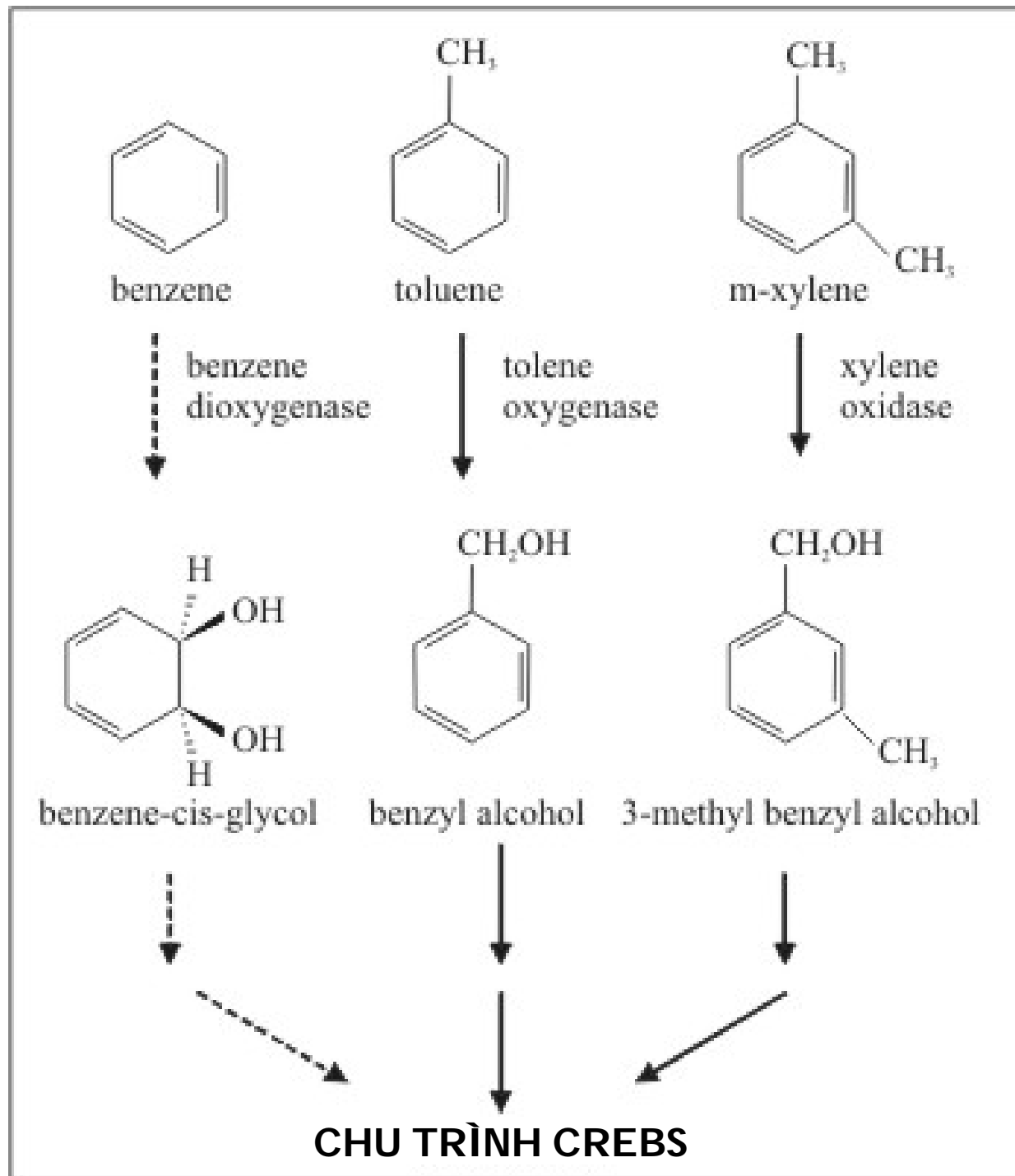
Các yếu tố ảnh hưởng đến sự phân hủy các hợp chất

- ❖ Sự phát triển và nồng độ của vi khuẩn
- ❖ Cấu trúc hòa hoặc của các hợp chất hữu cơ
- ❖ Sự có sẵn hoặc/vắng mặt của vật chất
- ❖ Quang học

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

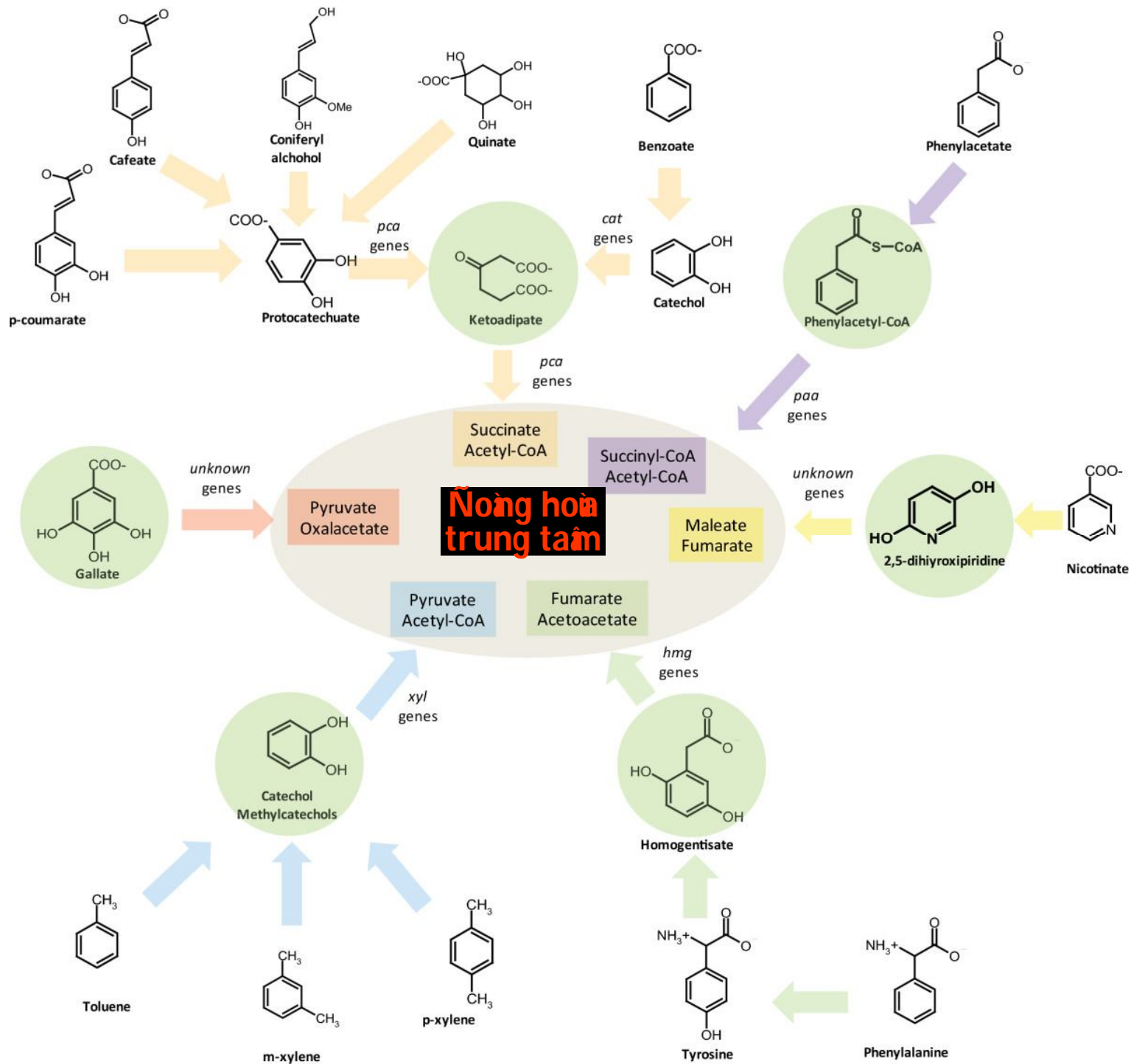
**CON NÖÔNG PHÂN GIẢI SINH HỌC
MỘT SỐ HỢP CHẤT VONG THÔM**

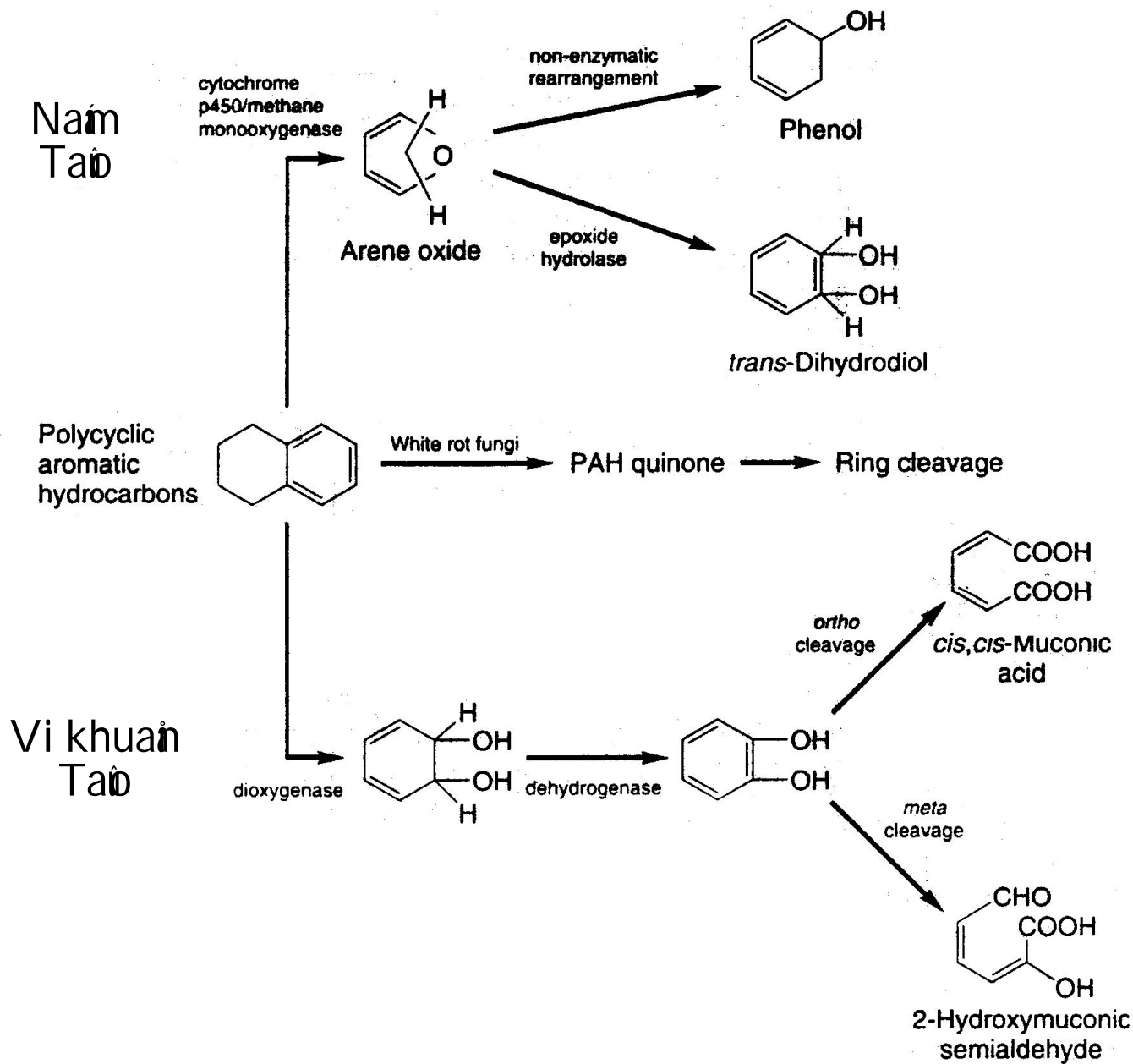


Nguyên tắc phân òng phân huỷ sinh học

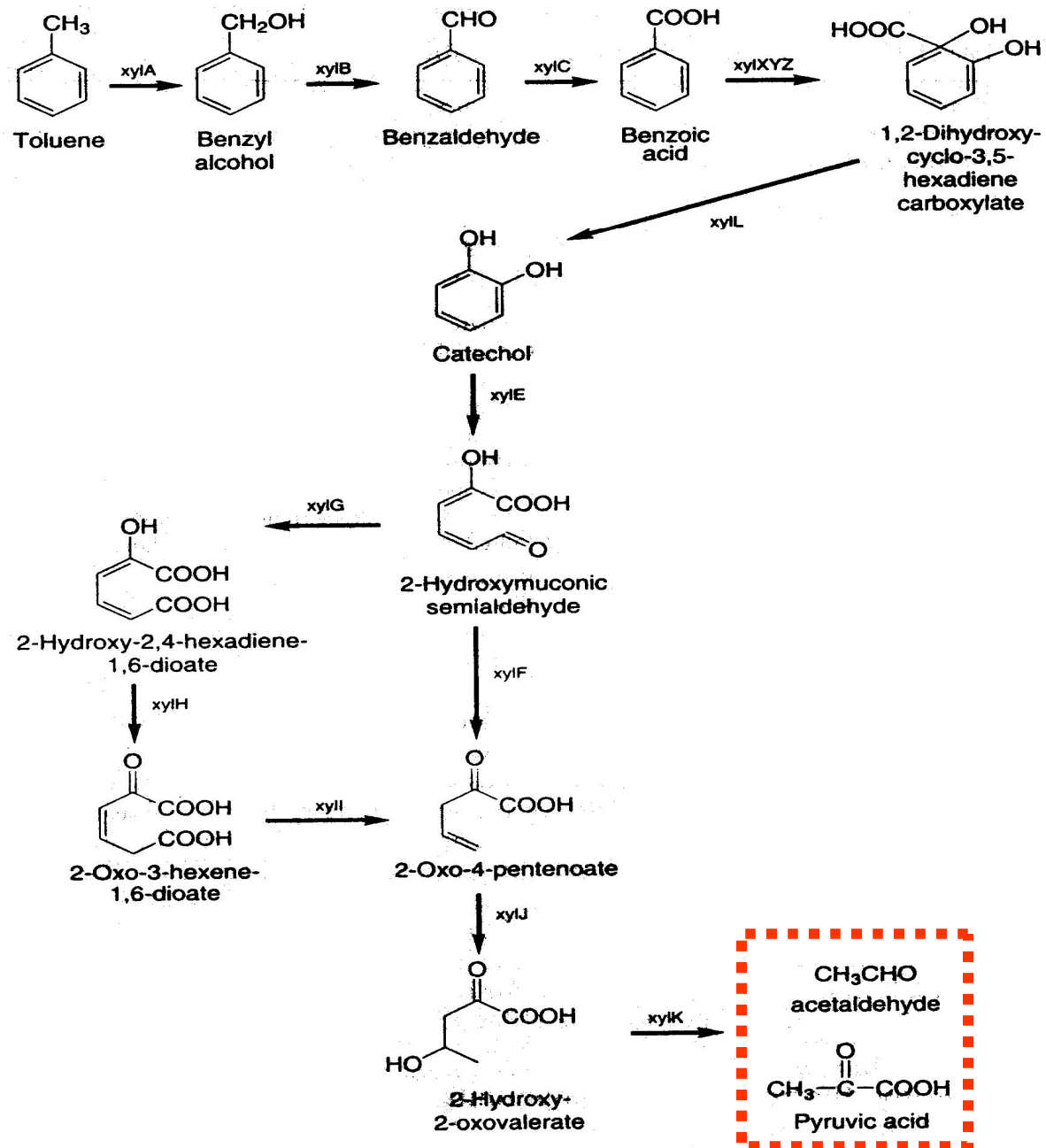
- ❖ Làm cho các hydrocarbon thành các chất phân cõc
- ❖ Nếu là hợp chất hydrocarbon mạch vòng thì thực hiện phân òng môuvong
- ❖ Thay thế các nhóm halogen bằng nhóm -OH
- ❖ Các phân òng phân huỷ nõõc xúc tác bởi các enzyme ñãc hiệu
- ❖ Sản phẩm cuối cùng ñi vào chu trình Crebs

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





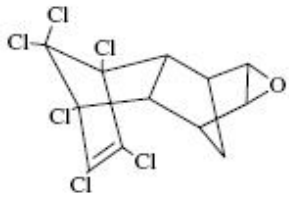
Các bước này tiến trong phân giải hydrocarbon mạch vòng bởi nấm, vi khuẩn và tảo (Cerniglia, 1993)



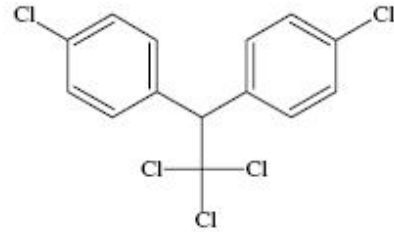
Con ñông phân giải sinh học toluene (Glazer và Nikaido, 1994)

Các chất hữu cơ tổng hợp

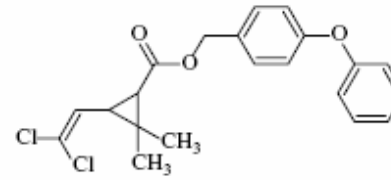
- ❖ Hàng ngàn hợp chất hữu cơ tổng hợp ã ão ã ão vào môi trường
- ❖ Ñiễn hình cho loại hợp chất này là thuốc trừ sâu, diệt cỏ và thuốc diệt sâu
- ❖ Ñã ã ão vào môi trường một cách trực tiếp
- ❖ Một nhóm khác có khả năng gây ô nhiễm ã ão ngấm vào các dung môi clo hòa.
- ❖ Một loại hòa chất ã ão tổng hợp có ã ão tính cao là dioxin.
- ❖ Có thời gian bán phân hủy dài



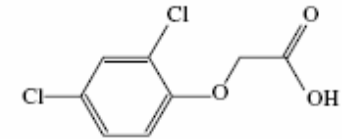
Dieldrin



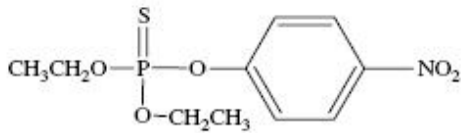
DDT



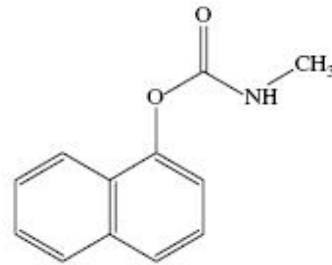
Permethrin



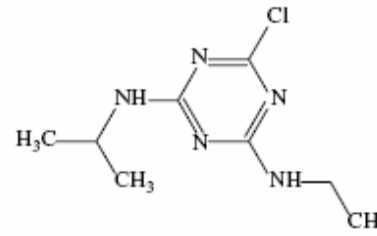
2,4-D



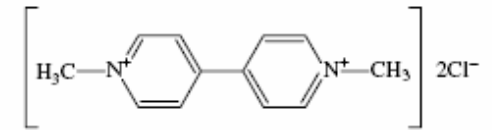
Parathion



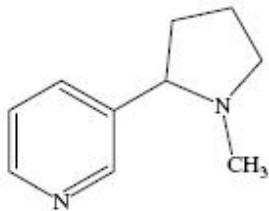
Carbaryl



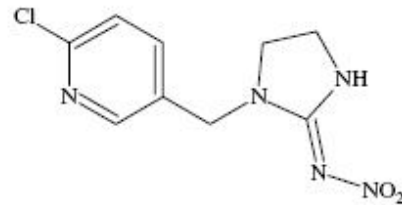
Atrazine



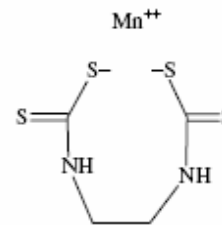
Paraquat



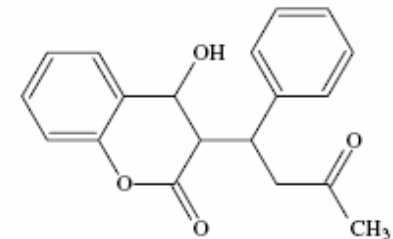
Nicotine



Imidacloprid



Maneb



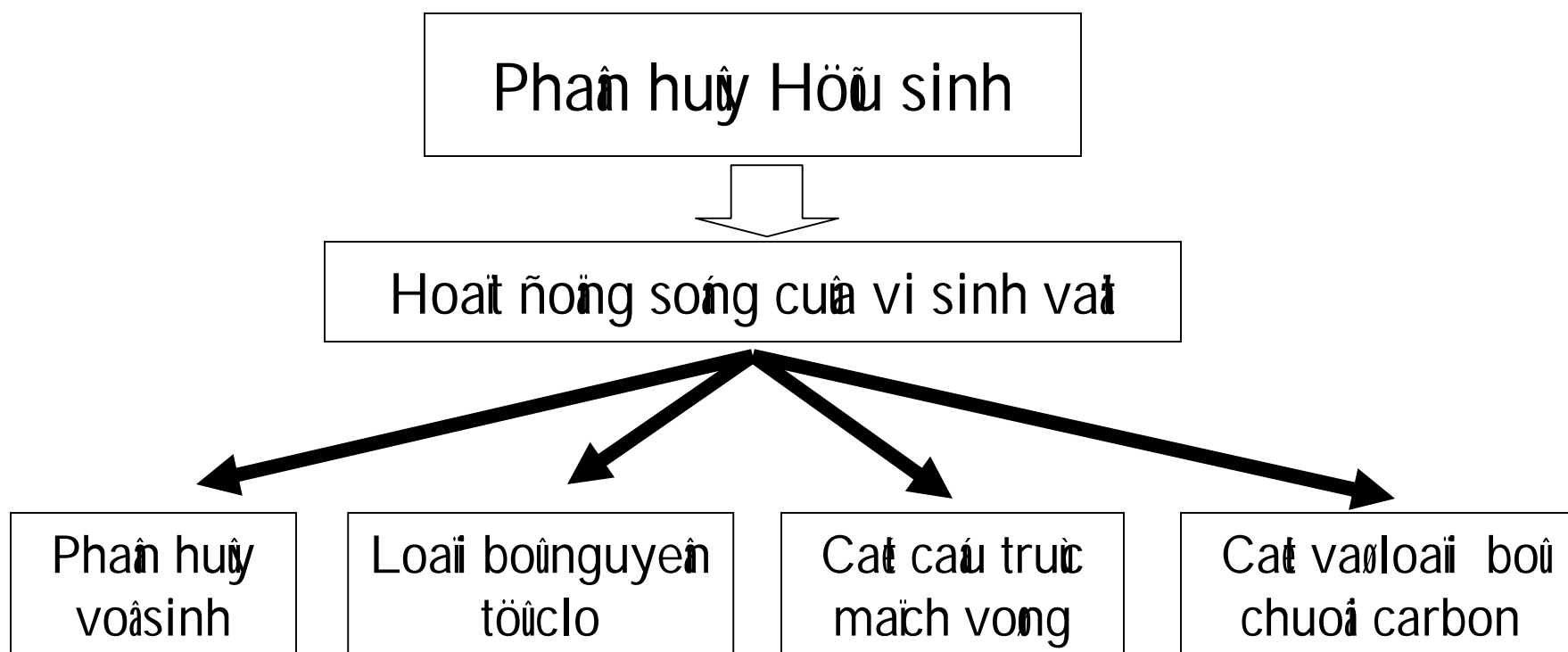
Warfarin

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

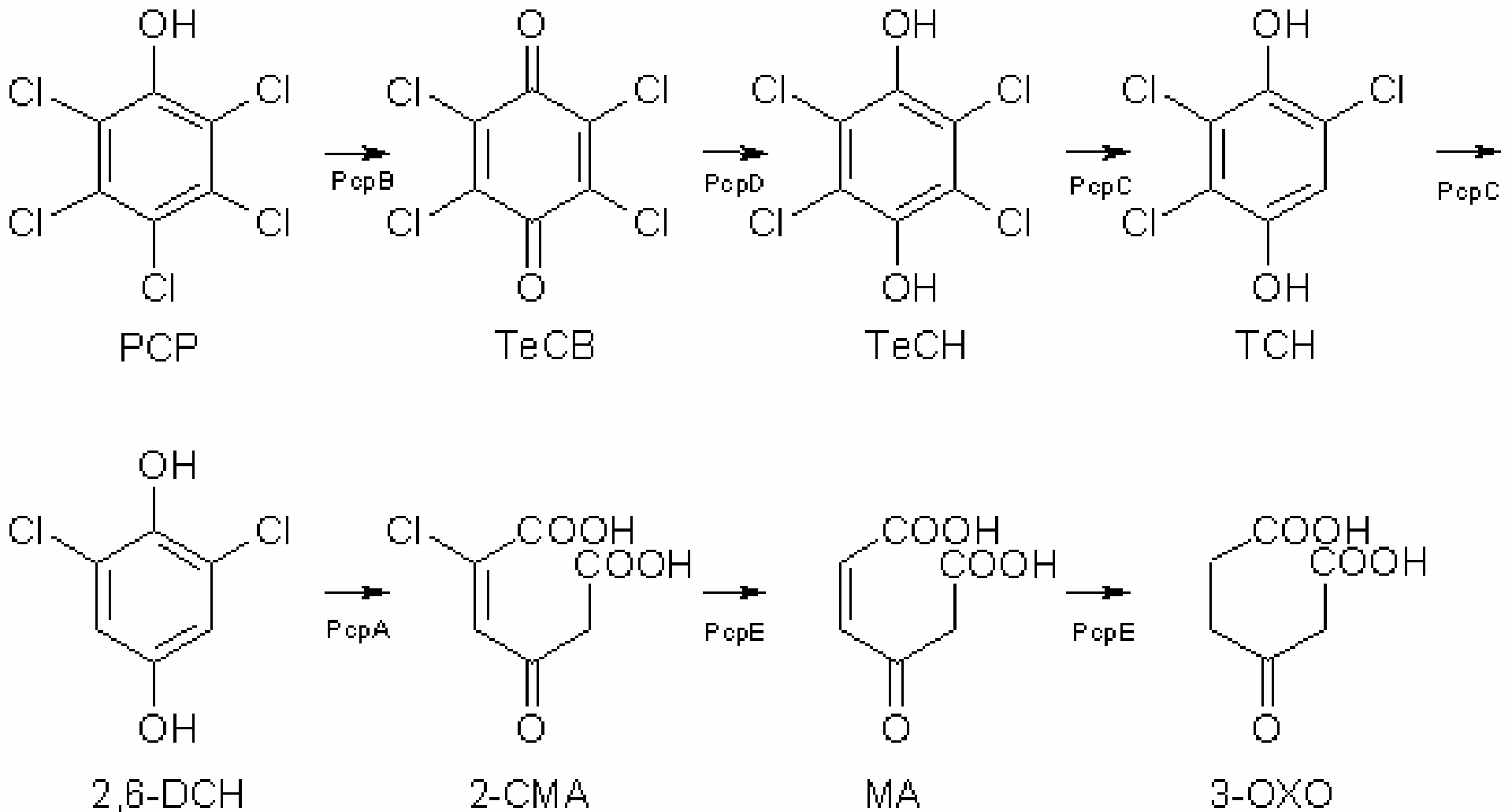
Độc chất	Thời gian bán phân hủy	Môi trường
DDT	10 năm	Đất
TCDD	9 năm	Đất
Atrazine	25 tháng	Nước
Benzoperylene (PAH)	14 tháng	Đất
Phenanthrene (PAH)	138 ngày	Đất
Carbofuran	45 ngày	Nước

Sơ đồ phân hủy sinh học các chất trong môi trường

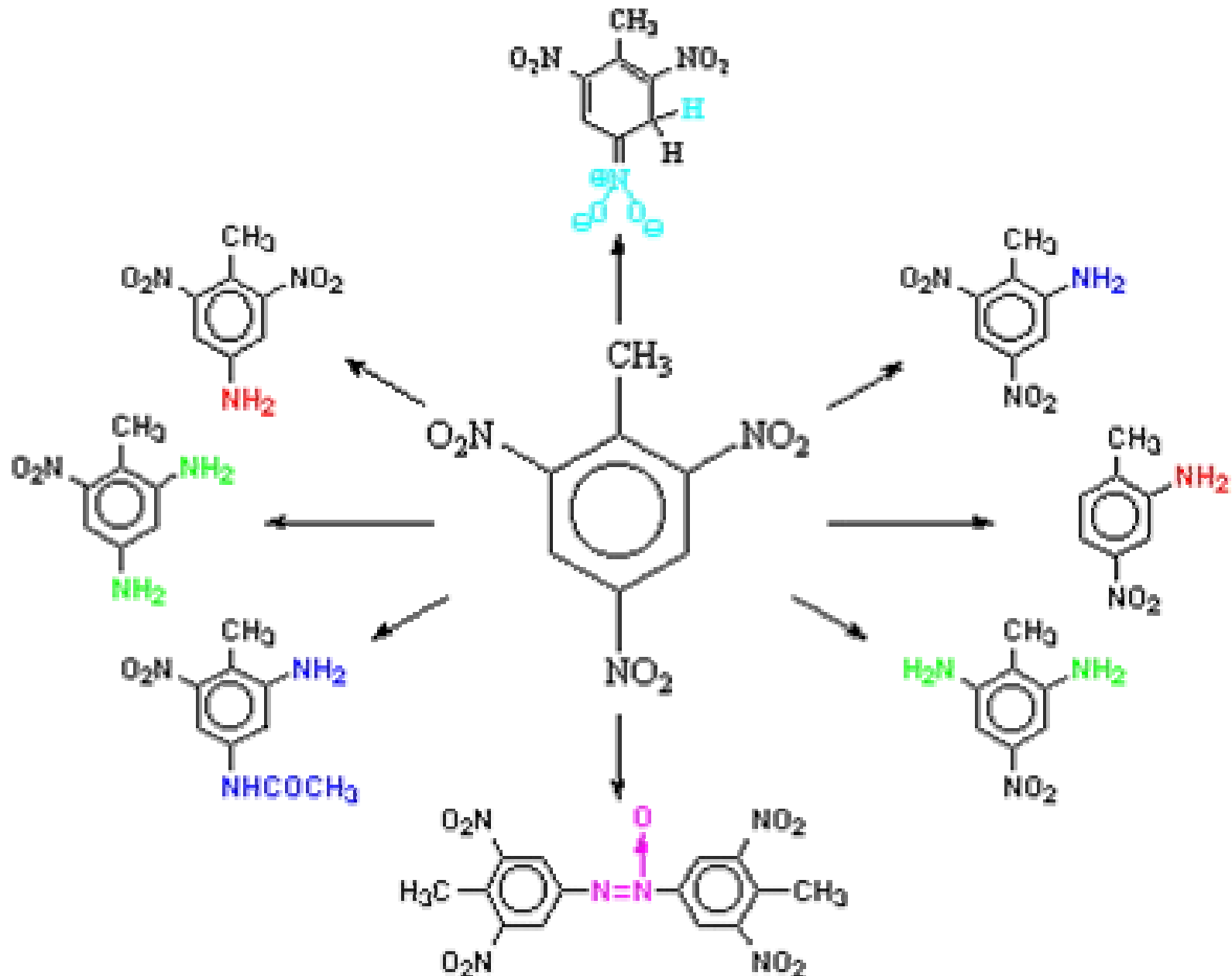


Kết quả - Khoang hòa hoàn toàn hợp chất
- Cung cấp năng lượng cho hoạt động sống của vi sinh vật

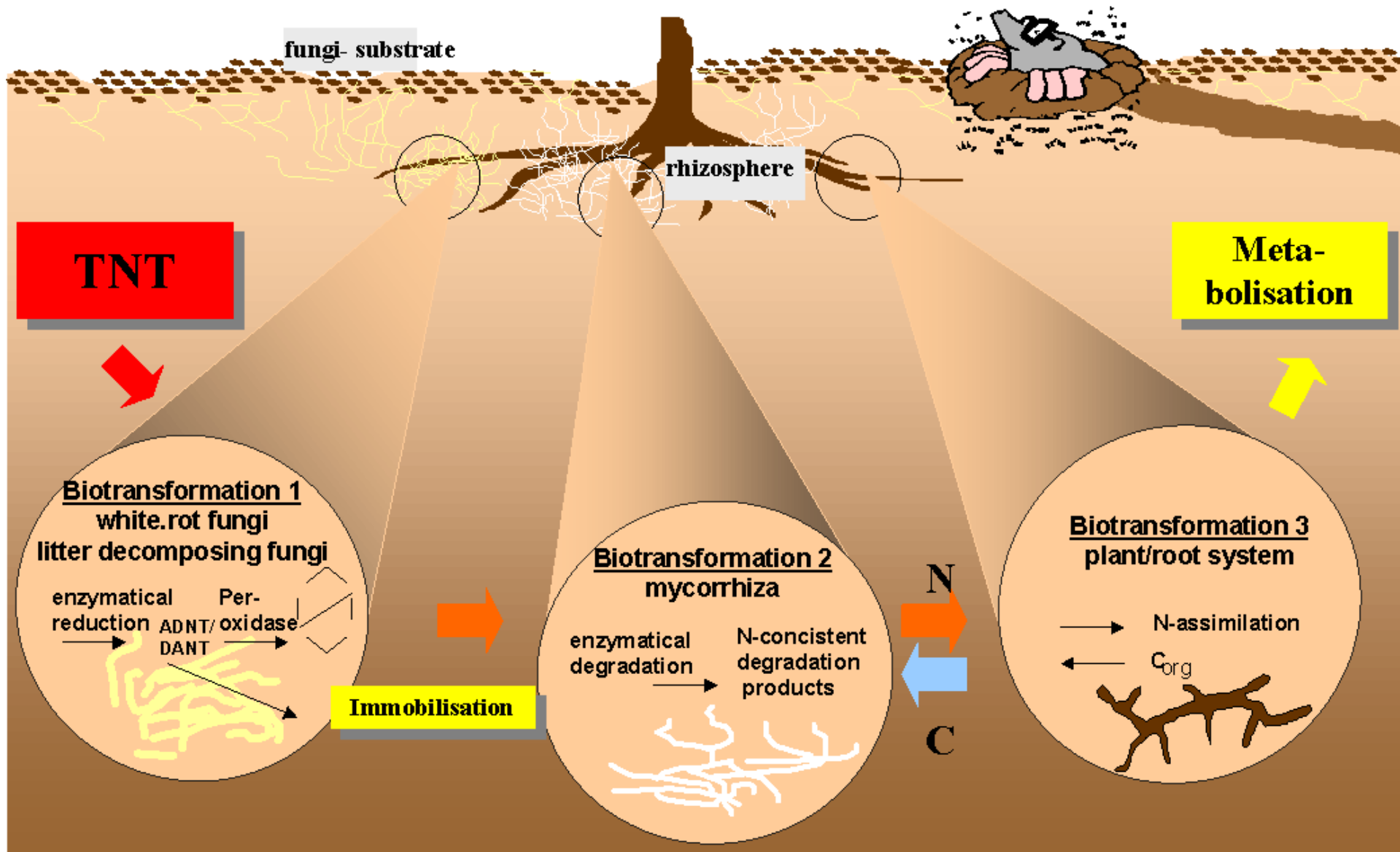
Con ñông phân huỷ chất hữu cô tổng hõp



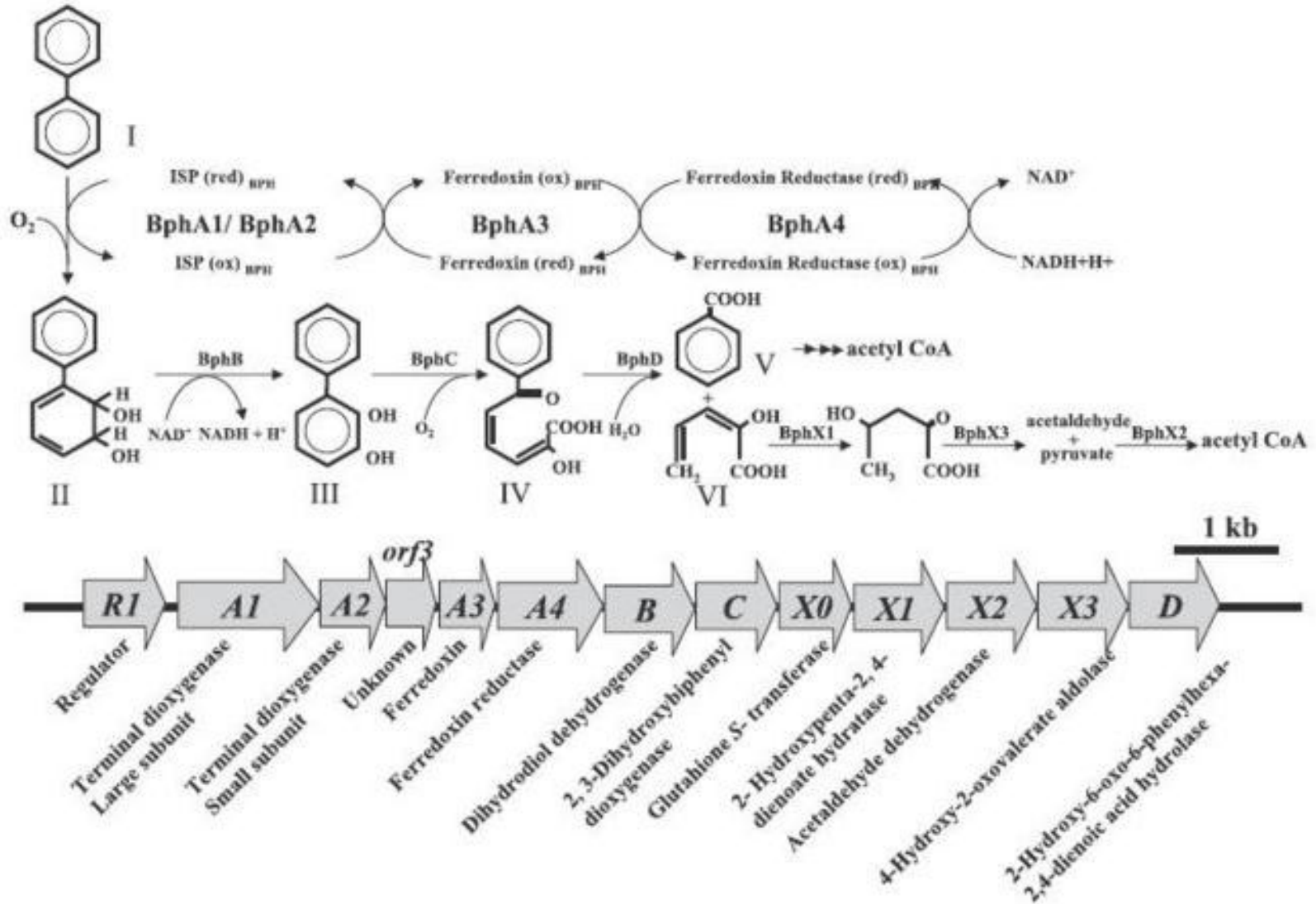
Ví dụ về chuyển hóa sinh học TNT



Chuyển hóa sinh học TNT trong đất

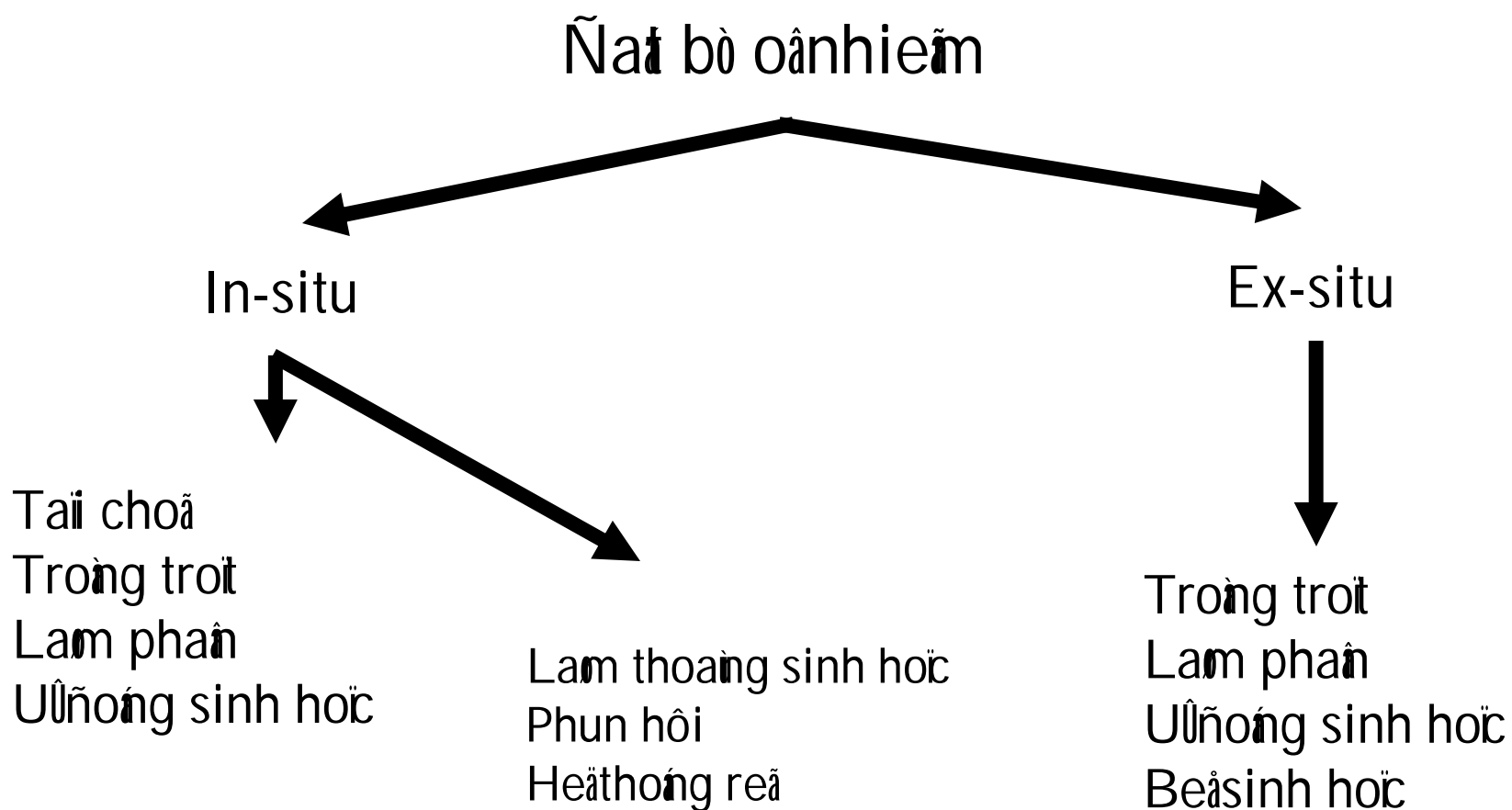


Ví dụ về chuyển hóa sinh học dioxin



Công nghệ xử lý sinh học

- ❖ Các bộ phận của công nghệ xử lý sinh học bằng 2 cách: in-situ và ex-situ



In-situ



Ex-situ

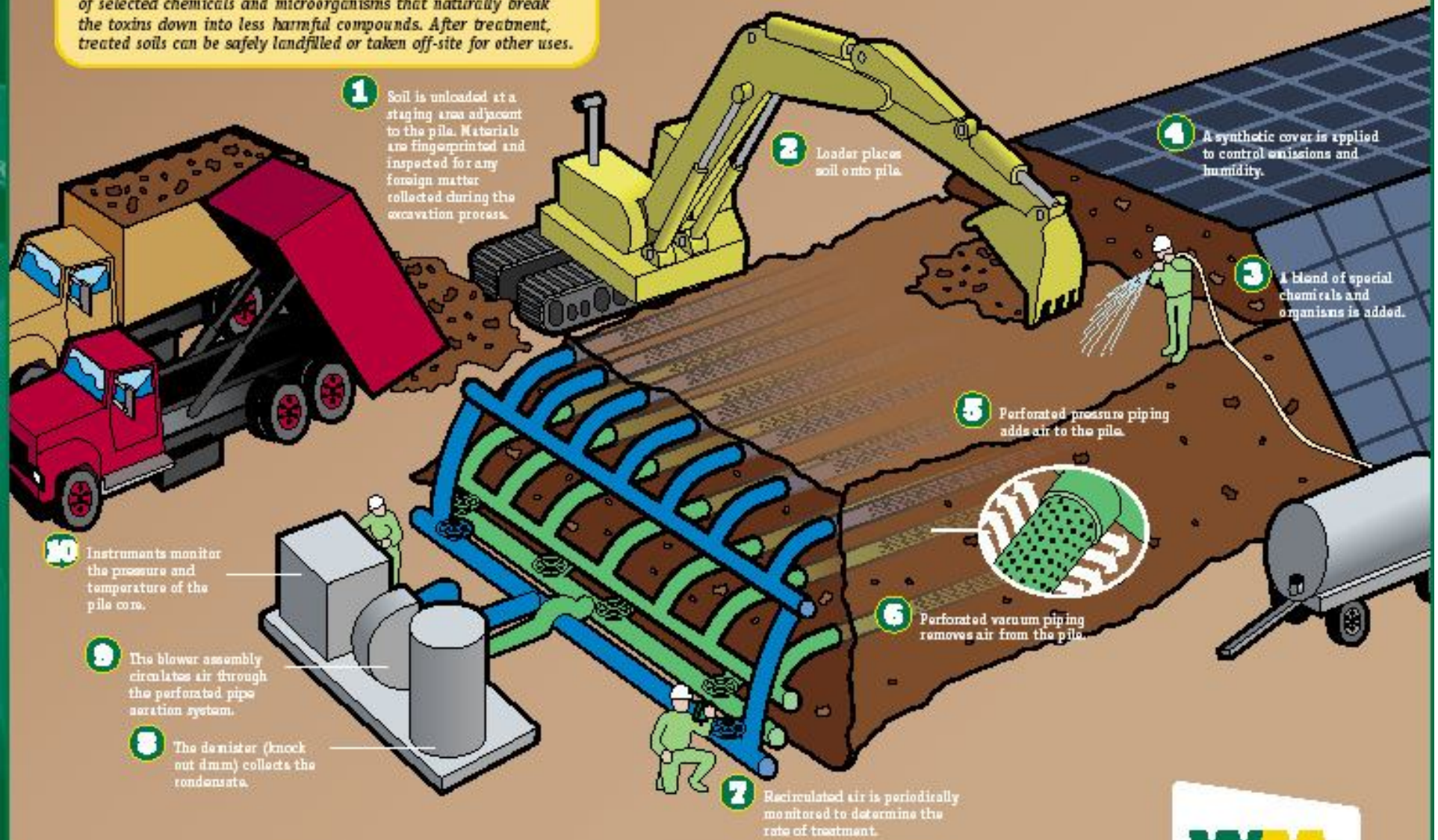


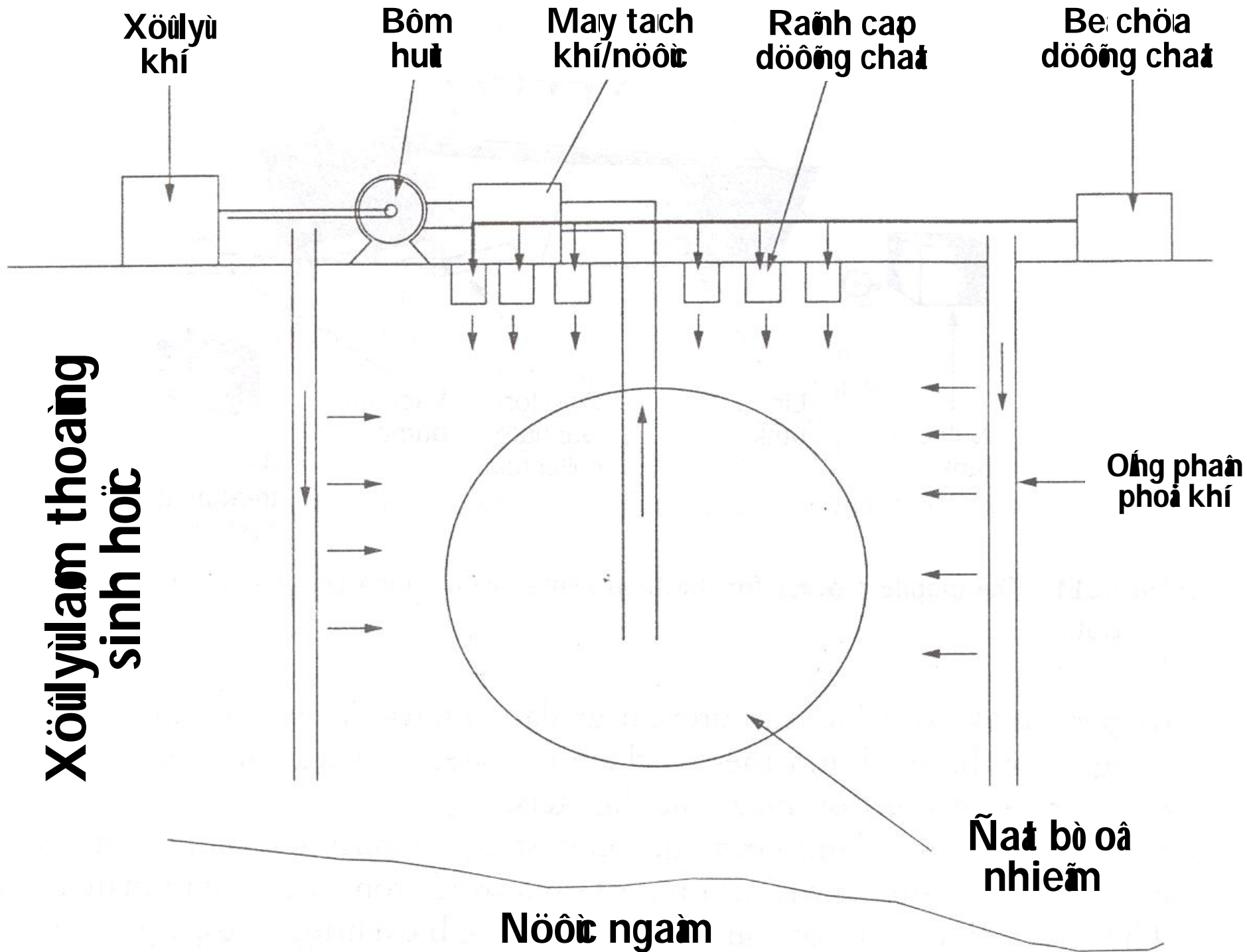
BHP SITE, NEWCASTLE

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.

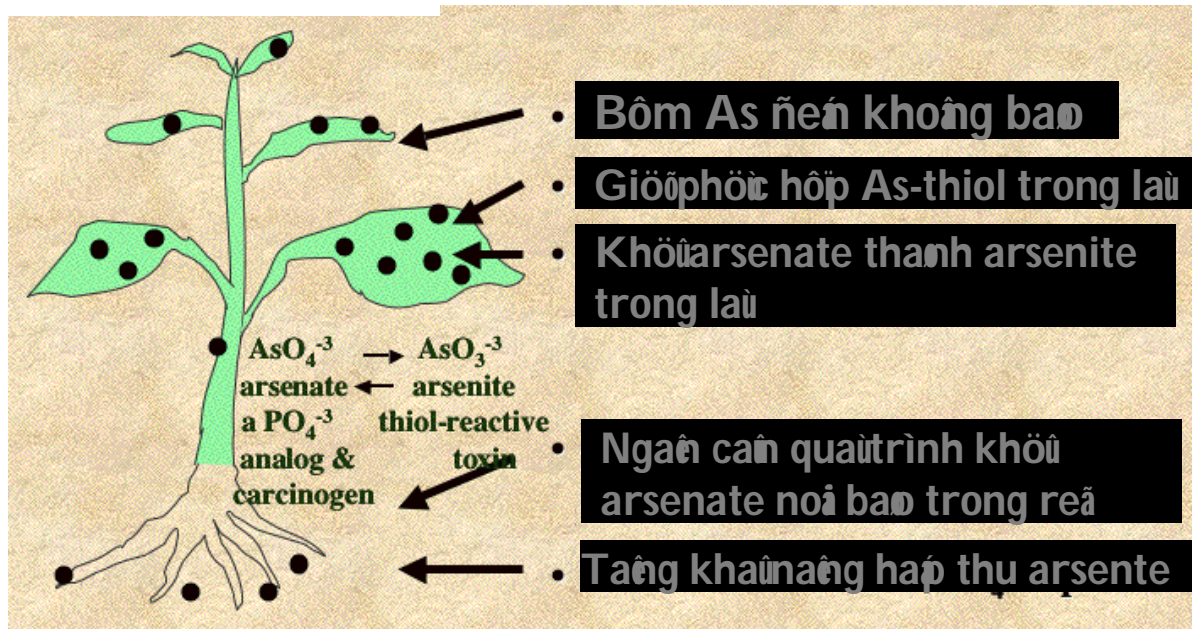
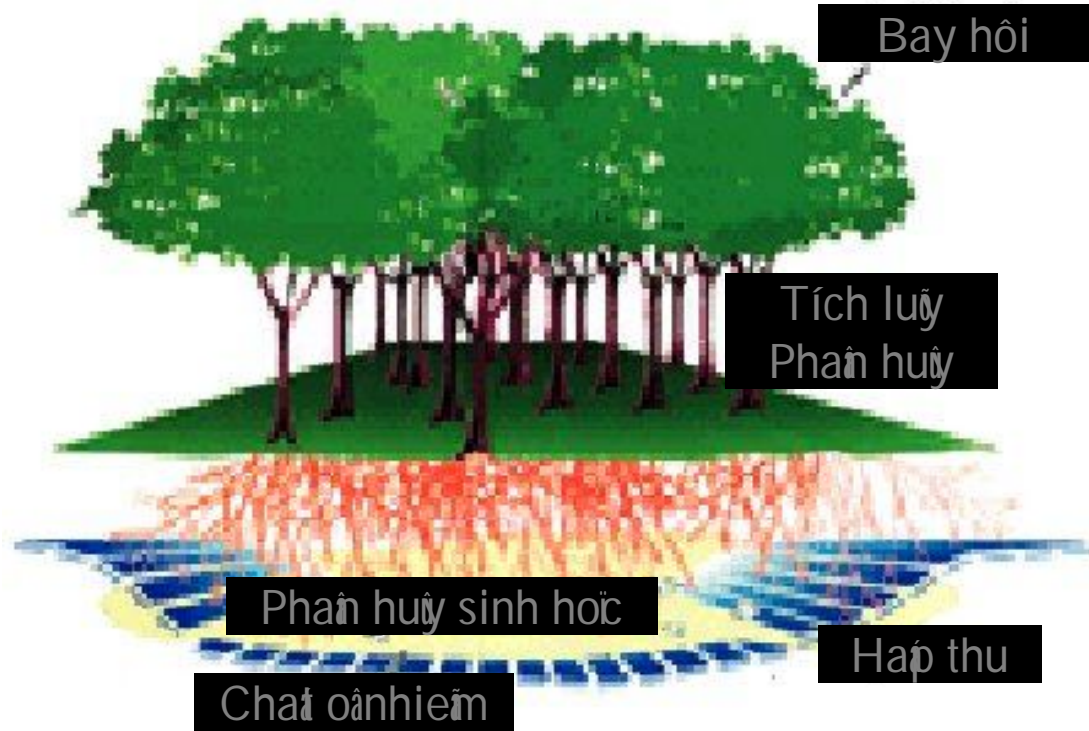


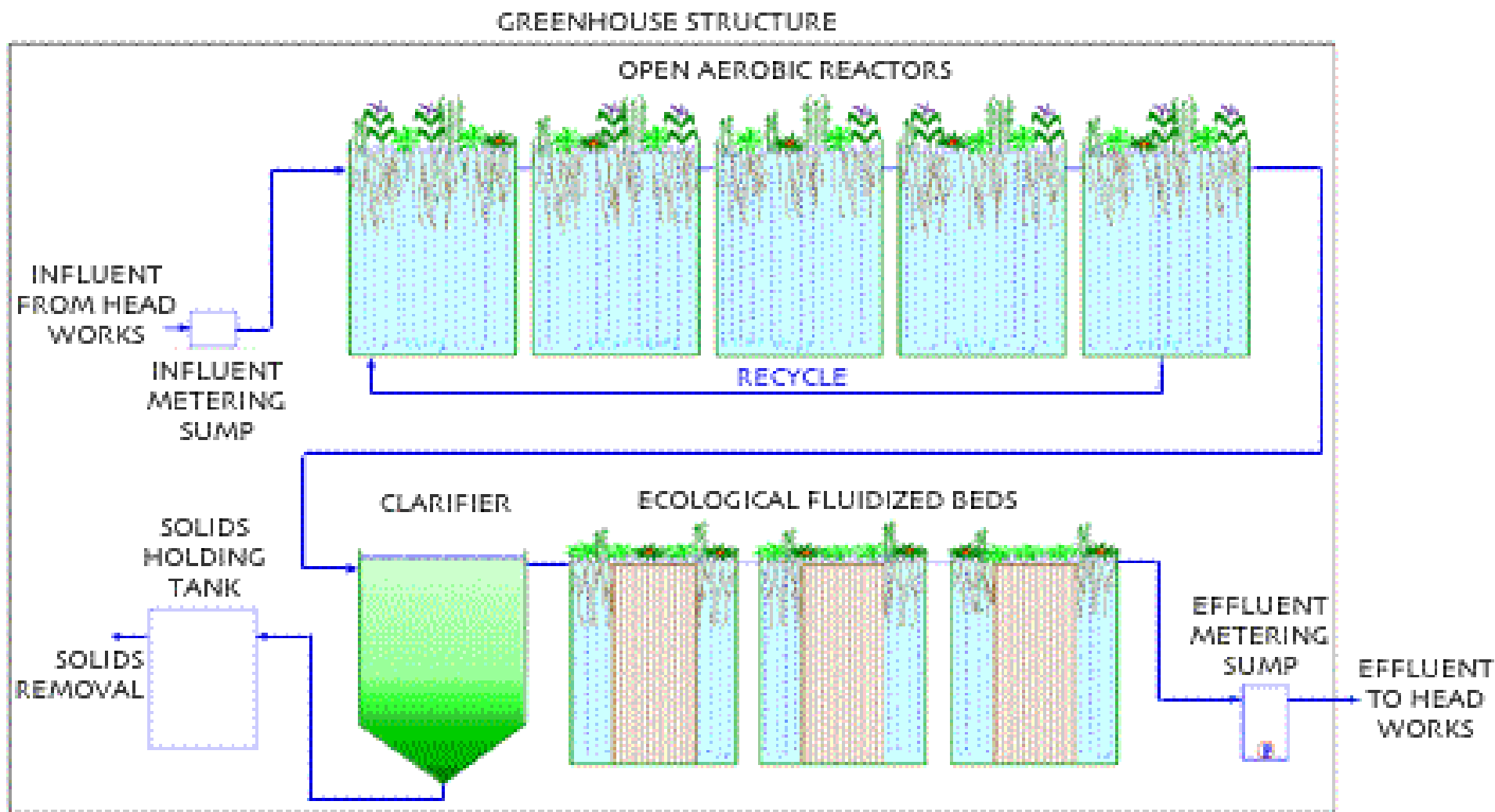


Xử lý nước bị ô nhiễm bằng thối vữa

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

Xử lý bằng thực vật



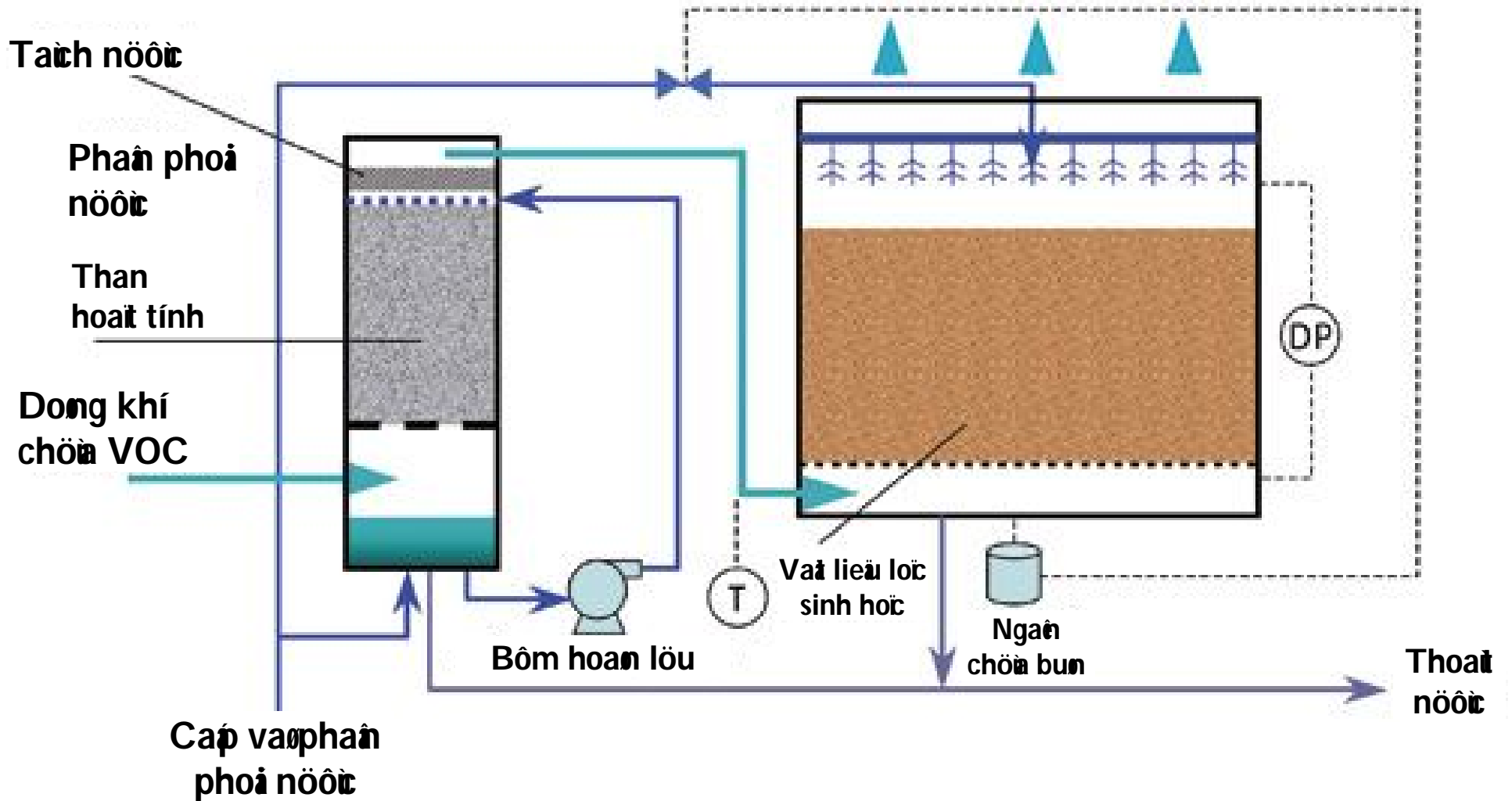


Xử lý nước thải nhiệm KLN bằng thối vật



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 chứa VOC bằng lọc sinh học

Khôulöu huyönh trong than vaødaù

- ❖ Löu huyönh trong than vaødaù khi bò ñoát chaùy seõtaøb neân SO_2 , ñaây laøkhí gaây neân möa acid nghiêm trọng
- ❖ Vieäc lam giam SO_2 coùtheåbaèng caùch khôuS trong than hoacë xöu lyù khí SO_2 sau khi ñoát than.
- ❖ Coùtheåloaïi SO_2 baèng 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 huyônh trong than vadau

- ❖ Mot soávi sinh vat löu huyônh coukhaünaêng xöu lyüS trong than.
- ❖ $2S + 3O_2 + H_2O \rightarrow 2H_2SO_4$
- ❖ Thiobacillus ferrooxidans coutheaüoxi hoü FeS theo PT sau:
 - ❖ $2FeS + 7O_2 + 2H_2O \rightarrow 2FeSO_4 + H_2SO_4$
 - ❖ $4FeSO_4 + O_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2Fe_2(SO_4)_3 + 2H_2O$
- ❖ Ngoaü ra con coumot soávi sinh vat coukhaünaêng loaü S trong lieü ket vöü caü truc mach vong