

Chemie životního prostředí II – Znečištění složek prostředí Pedosféra

(06)

Složení a vlastností půd

Ivan Holoubek

RECETOX, Masaryk University, Brno, CR

holoubek@recetox.muni.cz; <http://recetox.muni.cz>



evropský
sociální
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Pedosféra

Půda:

- ↪ rozhraní atmosféry, hydrosféry a litosféry,
- ↪ třífázový polydisperzní systém,
- ↪ substrát s genetickými horizonty,
- ↪ zóna intenzivní interakce mezi biosférou a geosférou,
- ↪ určuje řadu biologických i nebiologických koloběhů a toků látek a energie,
- ↪ reguluje biotické procesy,
- ↪ ovlivňuje chemickou, vlhkostní a teplotní bilanci atmosféry,
- ↪ reguluje hydrologické toky v krajině a chemické složení vod,
- ↪ nenahraditelný přírodní zdroj,
- ↪ základ potravního řetězce člověka,
- ↪ zajišťuje ochranu litosféry před destrukčními procesy,

Pedosféra

- ↪ **tlumí nepříznivé vlivy** využití i obhospodařování půd a vlivu průmyslu, dopravy a sídelních aglomerací:
- ➔ **filtrační funkce** – znečišťující látky jsou půdou mechanicky zadržovány – hlavně částice pod 2 μm – ty mohou být důležité při zasakování vody,
- ➔ **pufrovací funkce** – rozpustné látky jsou imobilizovány adsorpcí na půdu nebo tvorbou nerozpustných sraženin; vysokou pufrovací schopnost mají půdy s vysokým obsahem organické hmoty, jílových částic a oxidů Fe, Al,
- ➔ **transformační funkce** – určena především aktivitou mikrobiální složky – mineralizace; oxidace, redukce, biomethylace, fotodestrukce na povrchu,
- ↪ **receptor škodlivin** – sorpční, retenční a transportní procesy – imobilizace, snížení biodostupnosti, degradace.

Půda

Chemické složení půdy závisí na:

- ↪ klimatu, který určuje charakter půdotvorných procesů
- ↪ půdní hornině, ze které půda vznikla
- ↪ procesech probíhajících v půdě
- ↪ činnosti člověka
- ↪ poměr anorganické : organické látky $\cong 10 : 1$
- ↪ 50 % O, 25 % Si, Al (jíl), Fe, Ca (vápenec, sádrovec), Na, K, Mg, H, Ti, podstatně méně C, Cl, P, S, Mn
- ↪ zdroj biogenních prvků – nedostatek v půdě – endemický výskyt onemocnění
- ↪ organický (neživý) podíl – půdní organická hmota, humus

Půda

Půdní pH:

- ↪ ovlivňuje rozpustnost a dostupnost látek v půdě (využitelnost živými organismy)
- ↪ pH půdy:
 - zásadité - $< 7,5$
 - neutrální – $6,4 - 7,4$
 - slabě kyselé – $4,6 - 5,2$
 - silně kyselé – $4,1 - 4,5$
 - velmi silně kyselé - < 4
- ↪ zvýšená kyselost – snížení rozpustnosti sloučenin Ca, Mg, K, Na – může být až pod nezbytné životní minimum rostlin, ovlivnění využitelnosti fosforečnanů, zhoršení životních podmínek pro půdní mikroorganismy.

Půda

Zrnitost:

- ↪ ovlivňuje pohyb vody v půdě (písčítá – jílovitá) – průchodnost
- ↪ velmi zrnitá – větší aktivní povrch, lepší sorpční vlastnosti

Vzdušnost (aerace):

- ↪ důležitá pro průběh samočisticích pochodů – obsah a složení vzduchu v půdních pórech
- ↪ obsah kyslíku – klesá s hloubkou za zvyšování obsahu CO₂,
 - 1 m pod zemí – obsah O₂ – 18,8 – 20,3 obj. %,
 - 6 m pod zemí – obsah O₂ – 14,2 – 14,9 obj. %,
 - 1 m pod zemí – obsah CO₂ – 0,9 – 1,1 obj. %,
 - 1 m pod zemí – obsah CO₂ – 4,2 – 8,9 obj. %.

Půda

Teplota:

- ↪ zdroj – sluneční záření, horké zemské jádro, biochemické procesy
- ↪ mění se s hloubkou
- ↪ denní kolísání T – 0,5 - 1 m
- ↪ roční kolísání T – do 10 m
- ↪ ~ 10 °C – 10 – 30 m
- ↪ < 30 m - pokles o 1 °C na 32,7 m – geotermický stupeň
- ↪ jeden ze základních faktorů ovlivňujících biochemické procesy

Samočistící schopnost půdy

- ↪ huminifikace
- ↪ mineralizace
- ↪ filtrace
- ↪ sorpce
- ↪ oxidace
- ↪ redukce
- ↪ mikrobiální aerobní a anaerobní procesy

Mechanismy vazeb chemických látek v půdách

Fyzikální:

- ↪ sorpce (voda, živiny, kovy, karbamáty..)
- ↪ iontová výměna
- ↪ změna produktů rozpustnosti

Chemické:

- ↪ kovalentní nebo chelátové (Cu^{2+} , Fe^{2+} ..)
- ↪ iontové (Ca^{2+} , Mg^{2+} , Zn^{2+} ..)
- ↪ organické látky
- ↪ srážecí reakce

Biochemické:

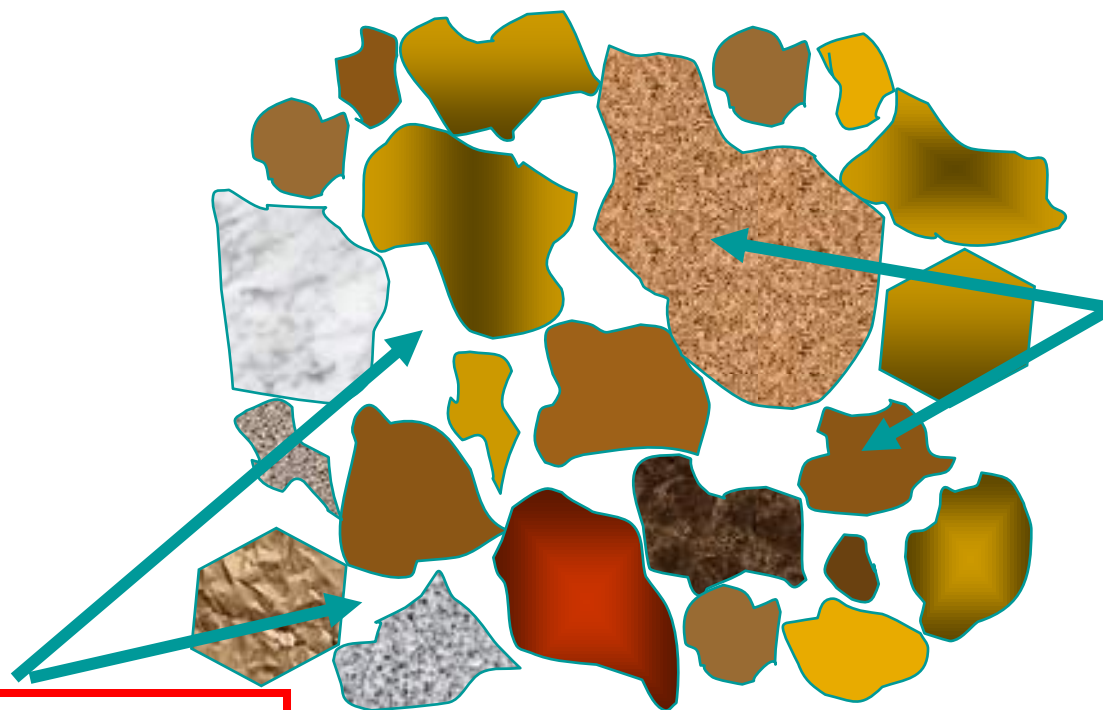
- ↪ zabudování nízkomolekulárních organických molekul do málo reaktivních makromolekul
- ↪ mikrobiální rozklad – metabolismus, kometabolismus
- ↪ biomethylace

Mechanismy vazeb chemických látek v půdách

Sorpce – rychlá - dočasná inaktivace – desorpce, biodegradace – pomalá - trvalá.

Prvky – mobilita je dána vzájemnými vztahy mezi sorpčními procesy na jílových minerálech, humusu, hydratovaných oxidech (Fe, Mn, Al) a hydrotermickými podmínkami dané lokality včetně aktivní půdní mikroflóry na straně druhé.

Základní půdní složky



**Půdní částice:
Minerální a
organické**

**Prostory pórů:
výskyt vzduchu
a vody**

Půdní voda

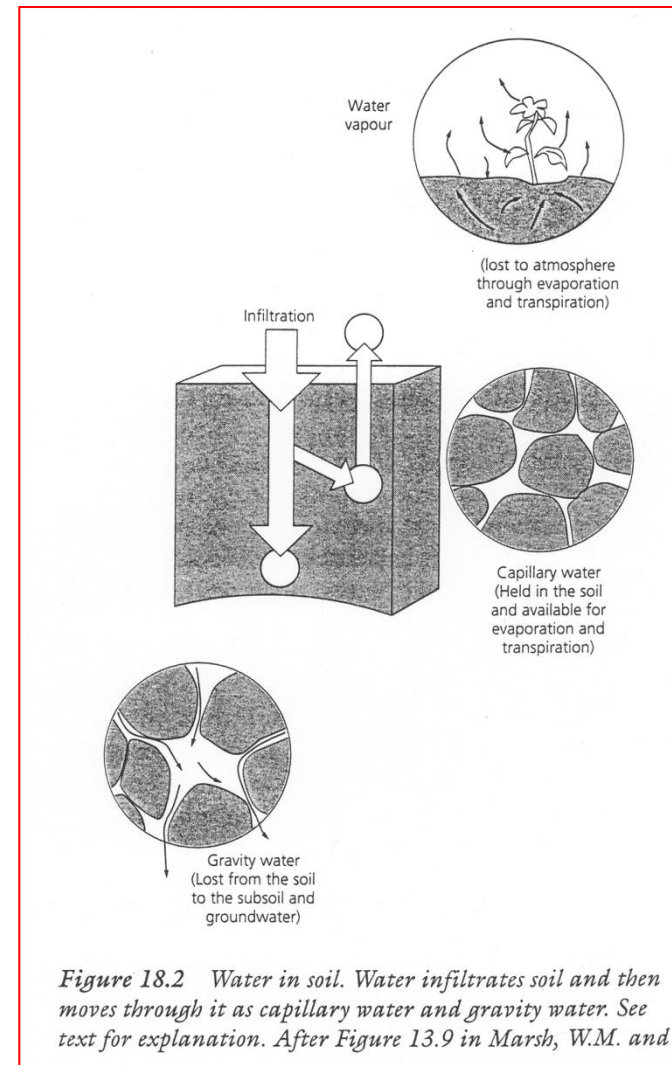
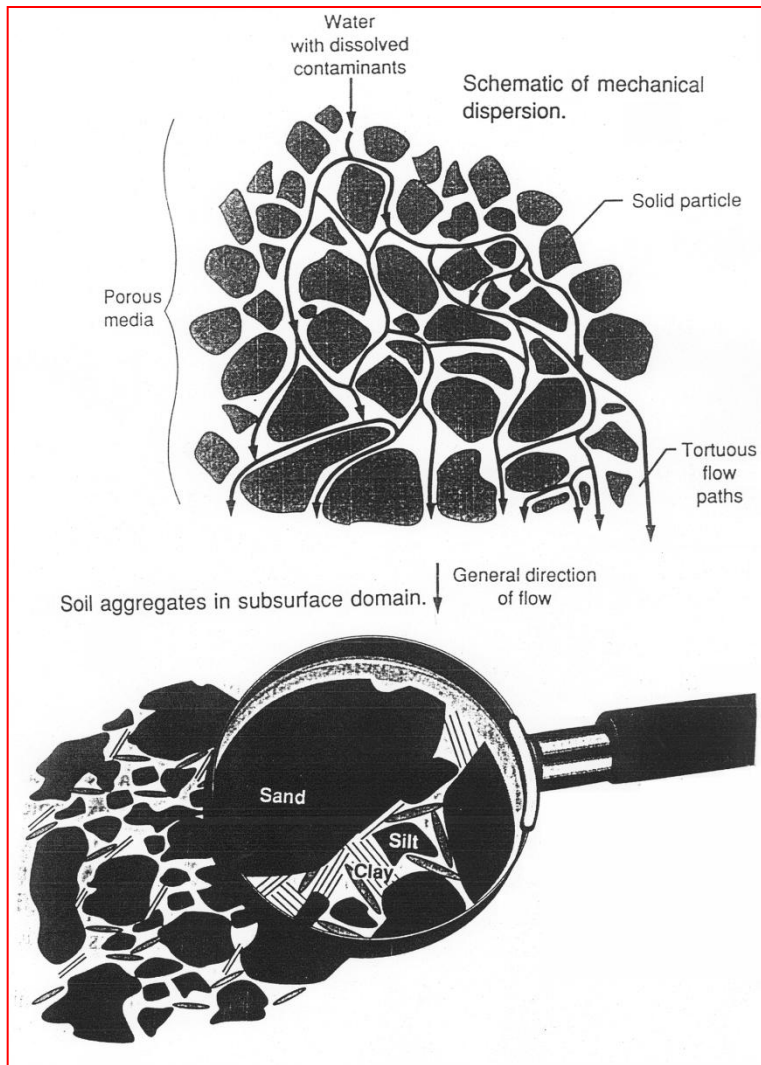


Figure 18.2 Water in soil. Water infiltrates soil and then moves through it as capillary water and gravity water. See text for explanation. After Figure 13.9 in Marsh, W.M. and

Půdní zóny

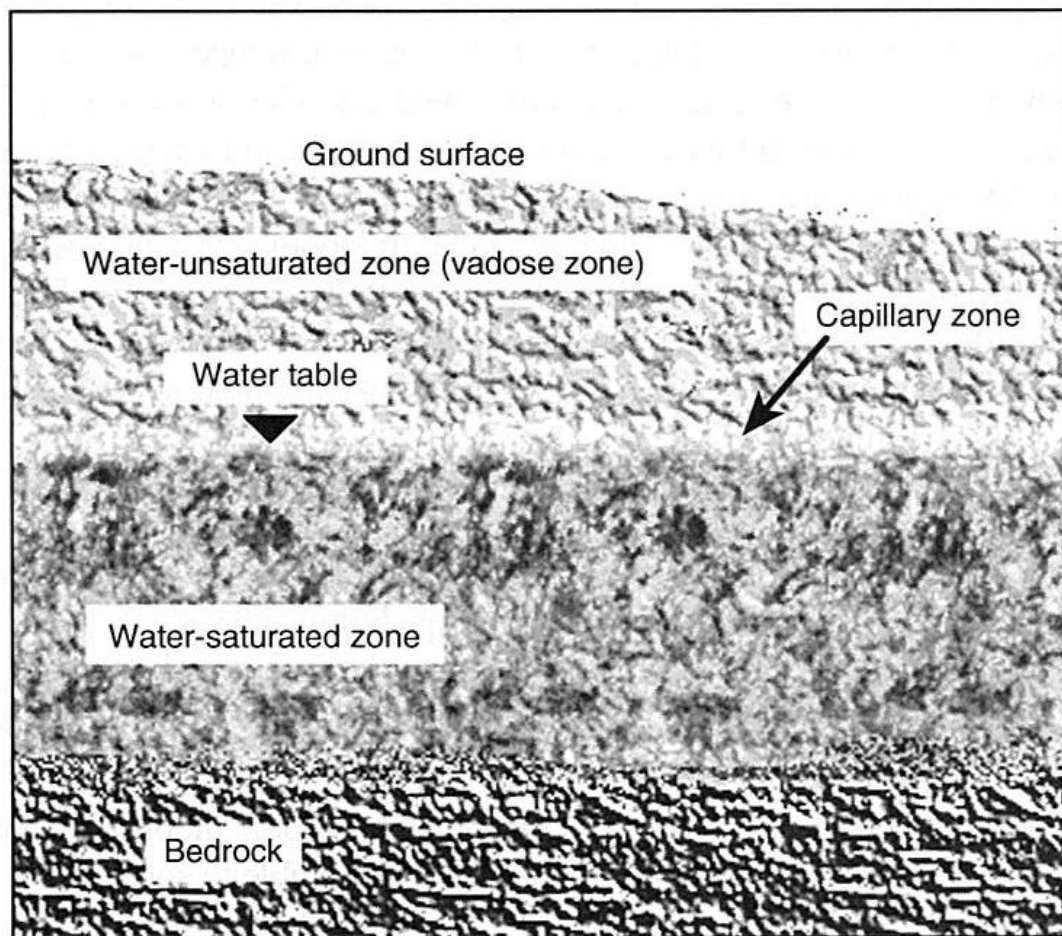


FIGURE 5.4 Soil zones in the subsurface region.

Půdní voda

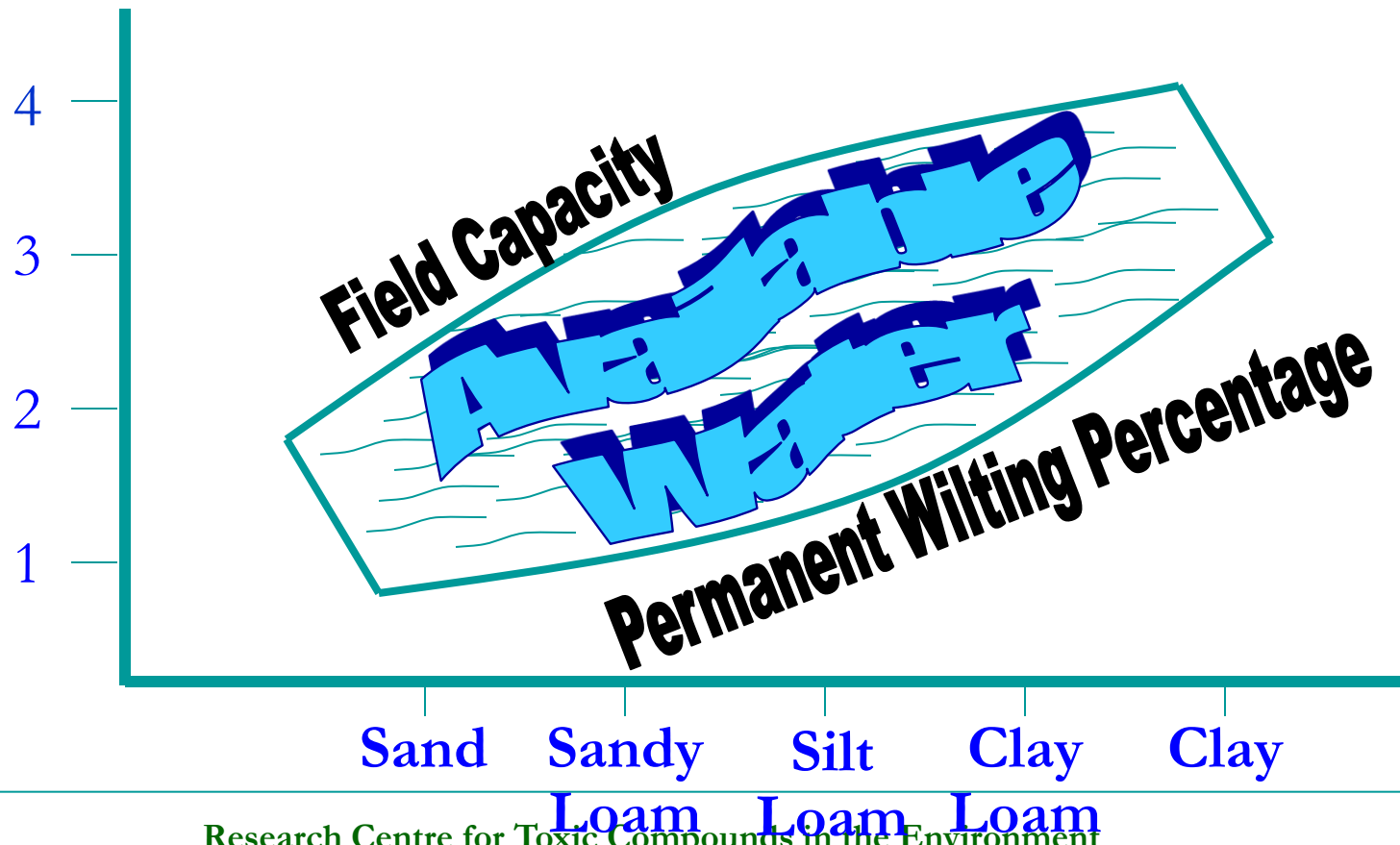
↪ Půdní vlhkost: základní pojmy

- ✓ **Field Capacity**: voda, která zůstává v půdě po působení gravitačních sil.
- ✓ **Procento trvale vyschlé půdy**: množství vody po amount of water after the permanent wilting point is reached.
- ✓ **Dostupná voda**: množství vody v půdě mezi between the field capacity a procentem trvale vyschlé půdy.

Půdní voda

Vztah mezi texturou půdy a dostupností vody

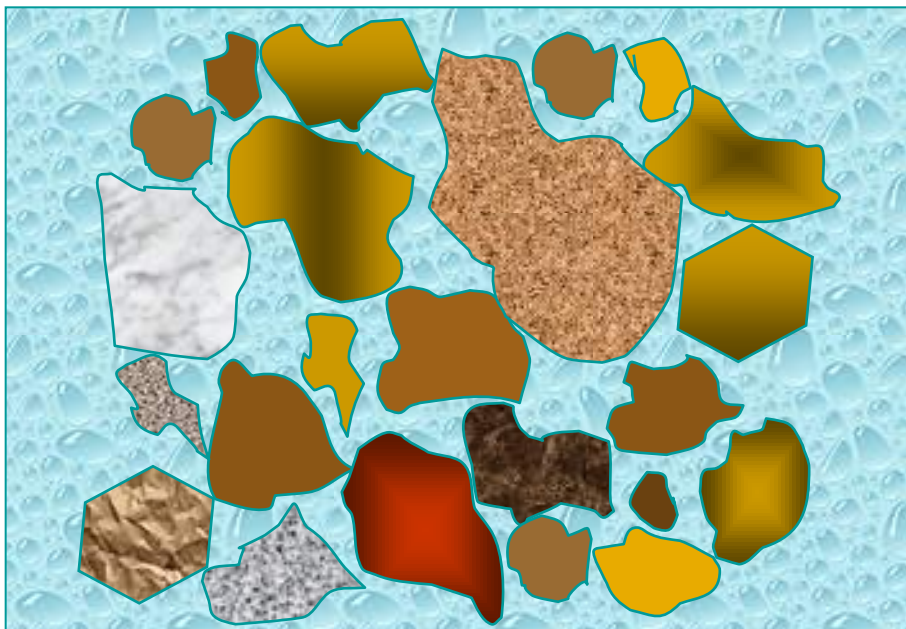
Inches of
Water Per
ft. of Soil



Půda za různých úrovní půdní vlhkosti

Při nasycení

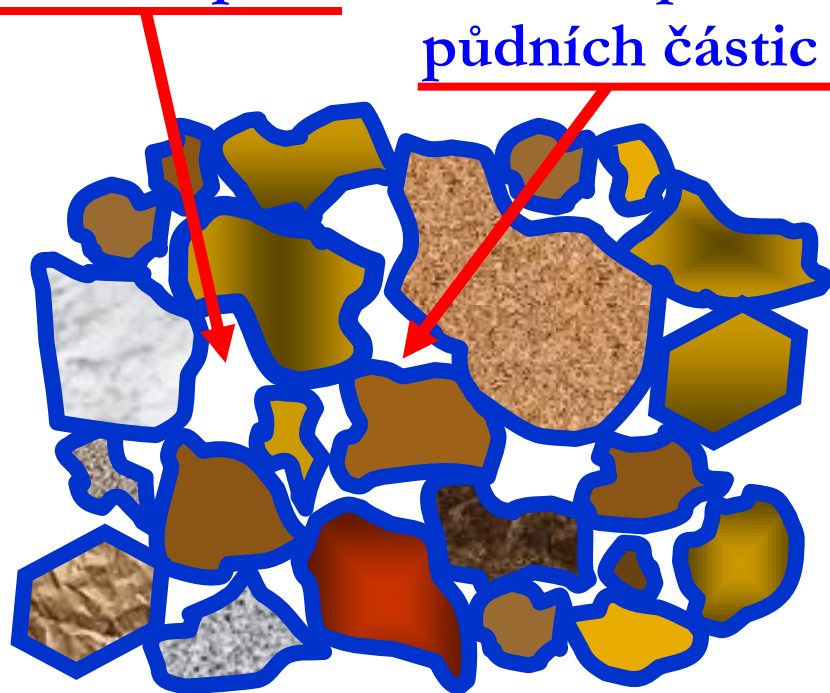
Pórový prostor je zaplněn vodou



Při dostupné vodě:

Prostor pórů

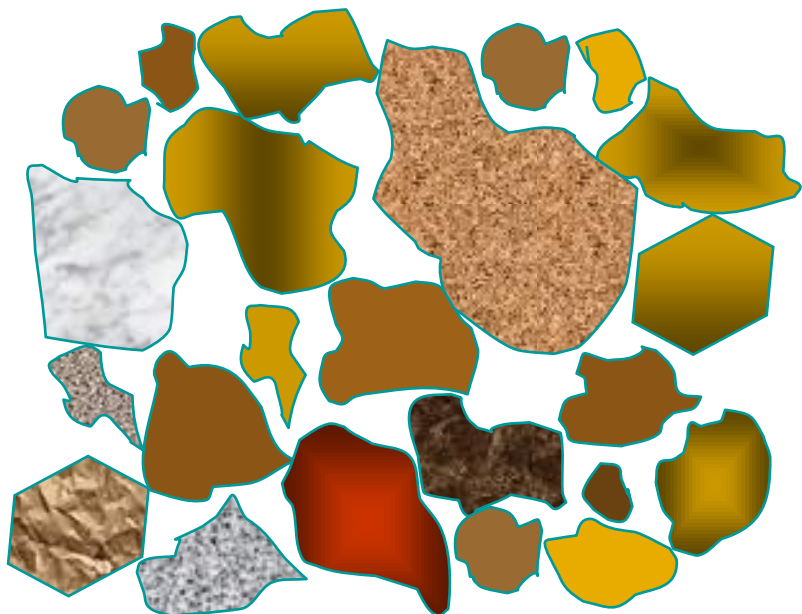
**Voda na povrchu
půdních částic**



Půda za různých úrovní půdní vlhkosti

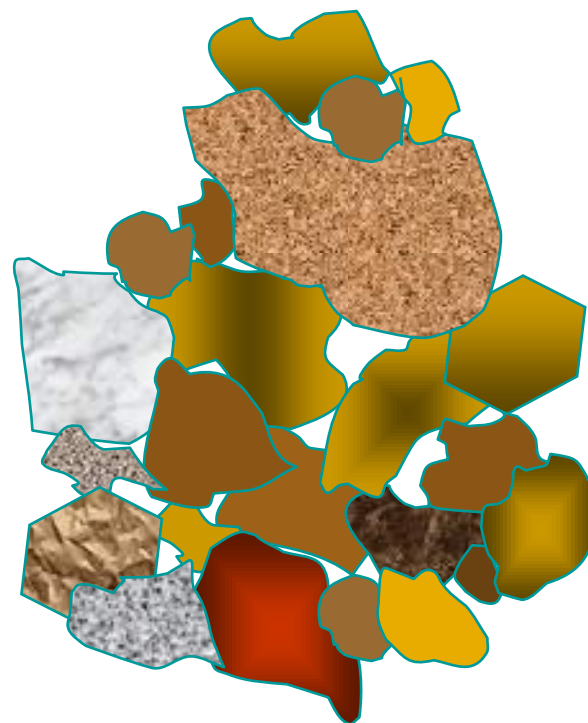
Při trvalém vysýchání

V půdních pórech není přítomna žádná voda



Kompaktní

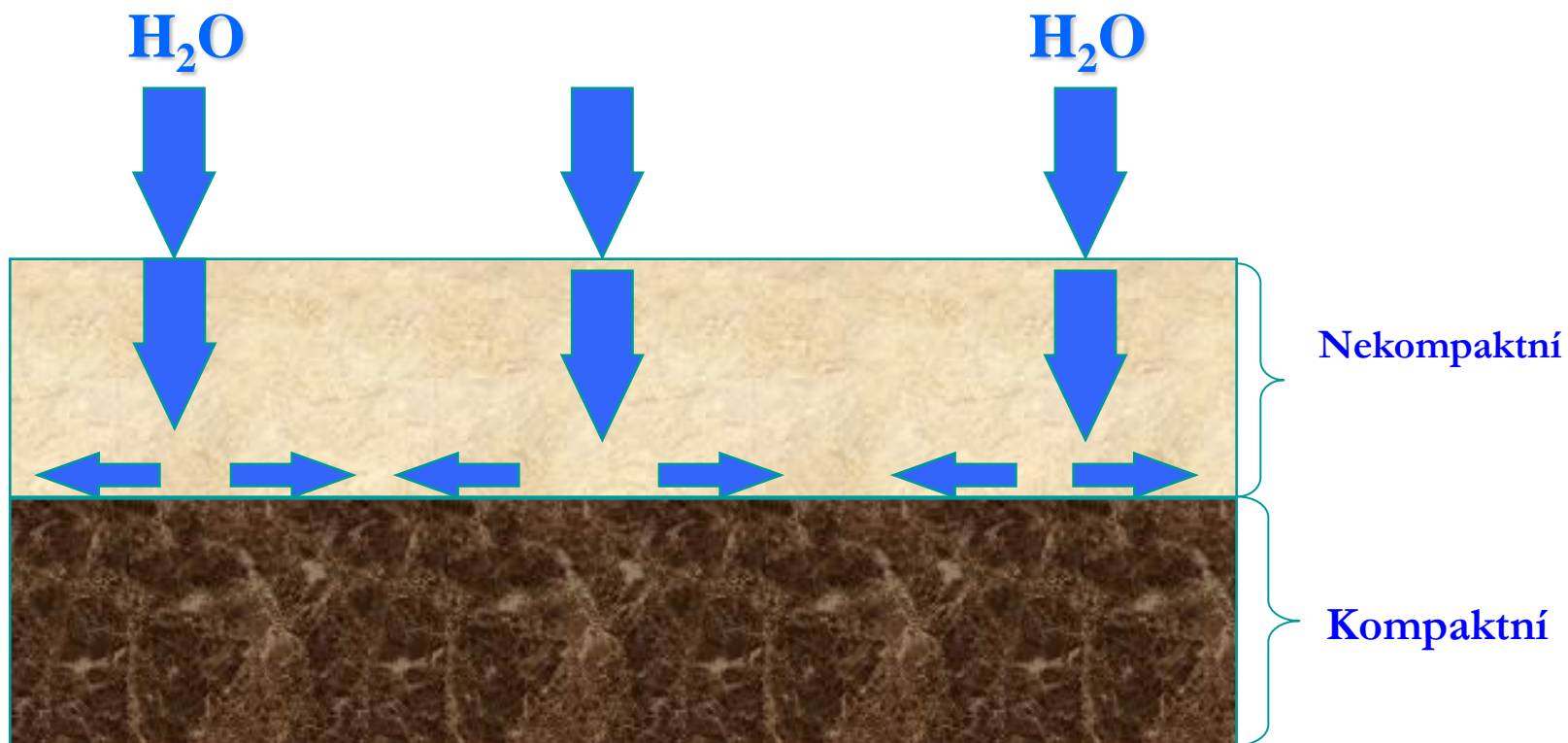
Prostor půdních pórů se hroutí



Půdní vrstvy

Kompaktní zóna

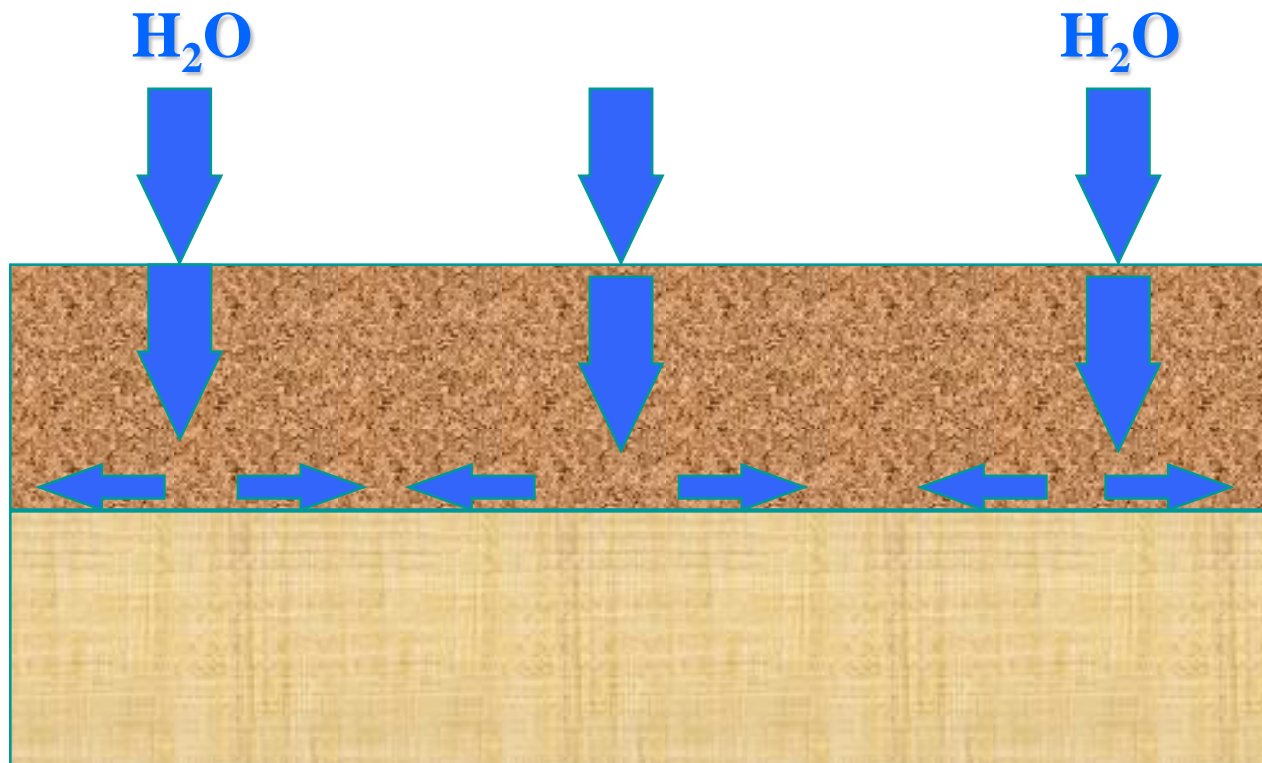
Nepropustná vrstva



Půdní vrstvy

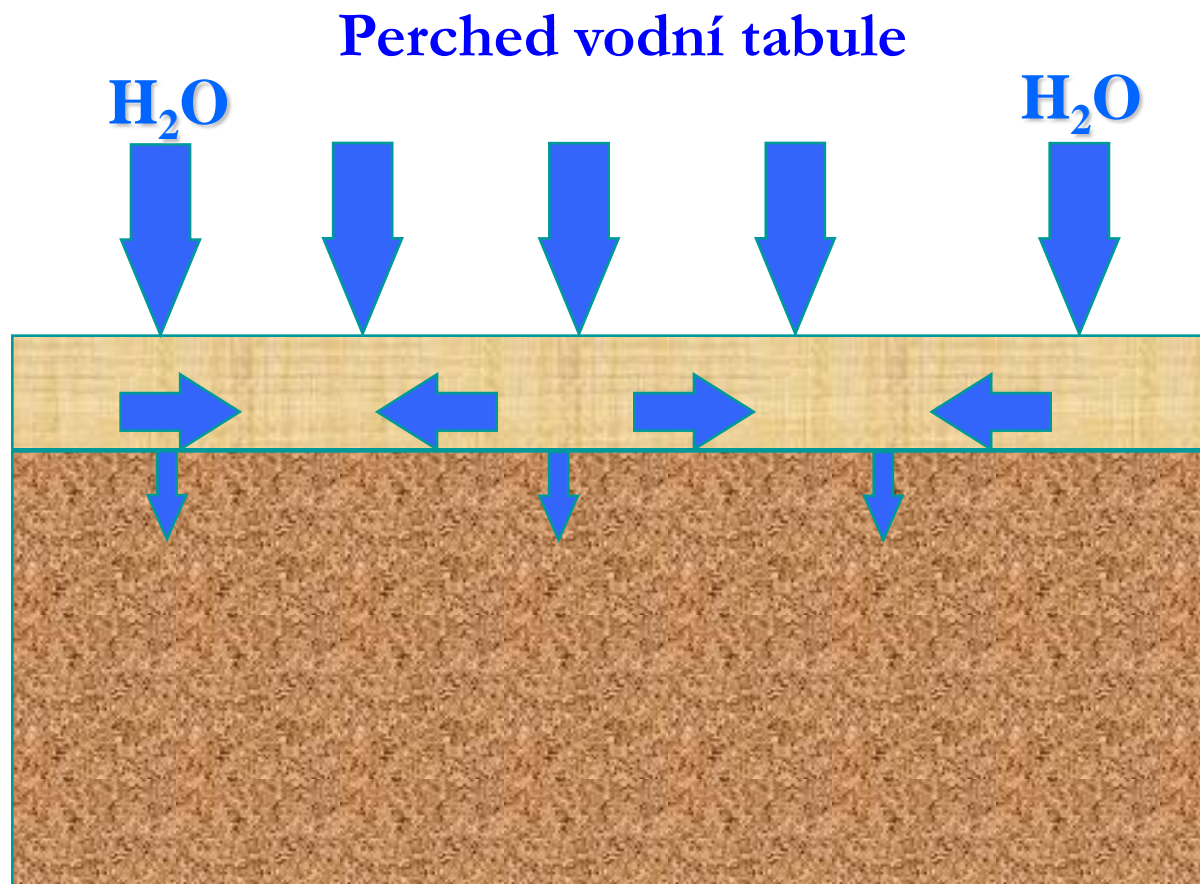
Písek nad jílem

Nepropustná vrstva



Půdní vrstvy

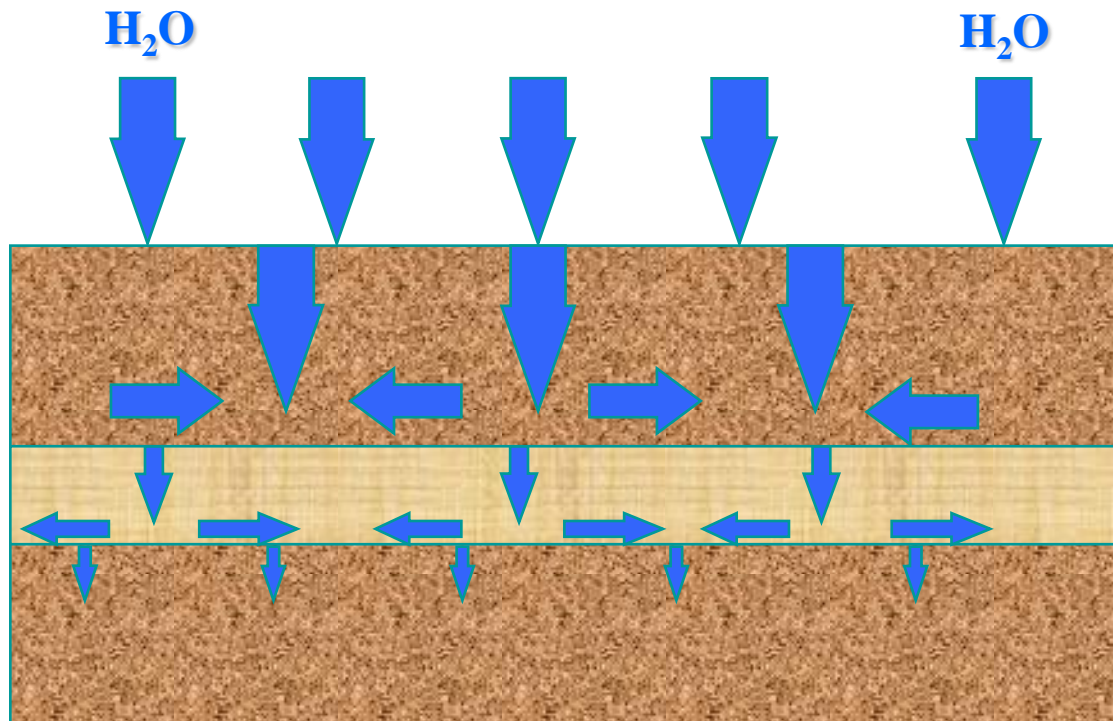
Jíl nad pískem



Půdní vrstvy

Půdní sendviče

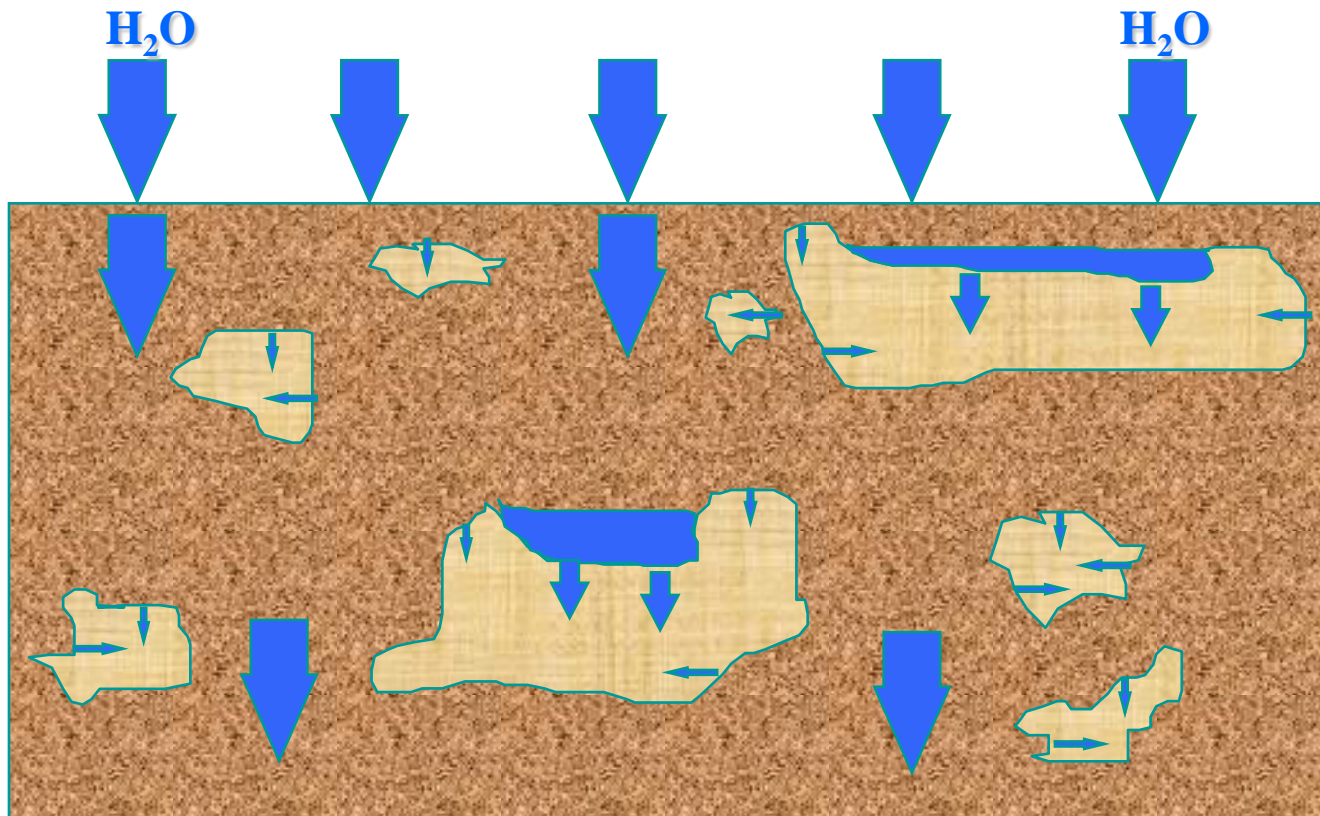
Mokrě a suché vrstvy



Půdní vrstvy

Půdní saláty

Patchy Soil Moisture



Obsah kyslíku a oxidu uhličitého v půdním vzduchu

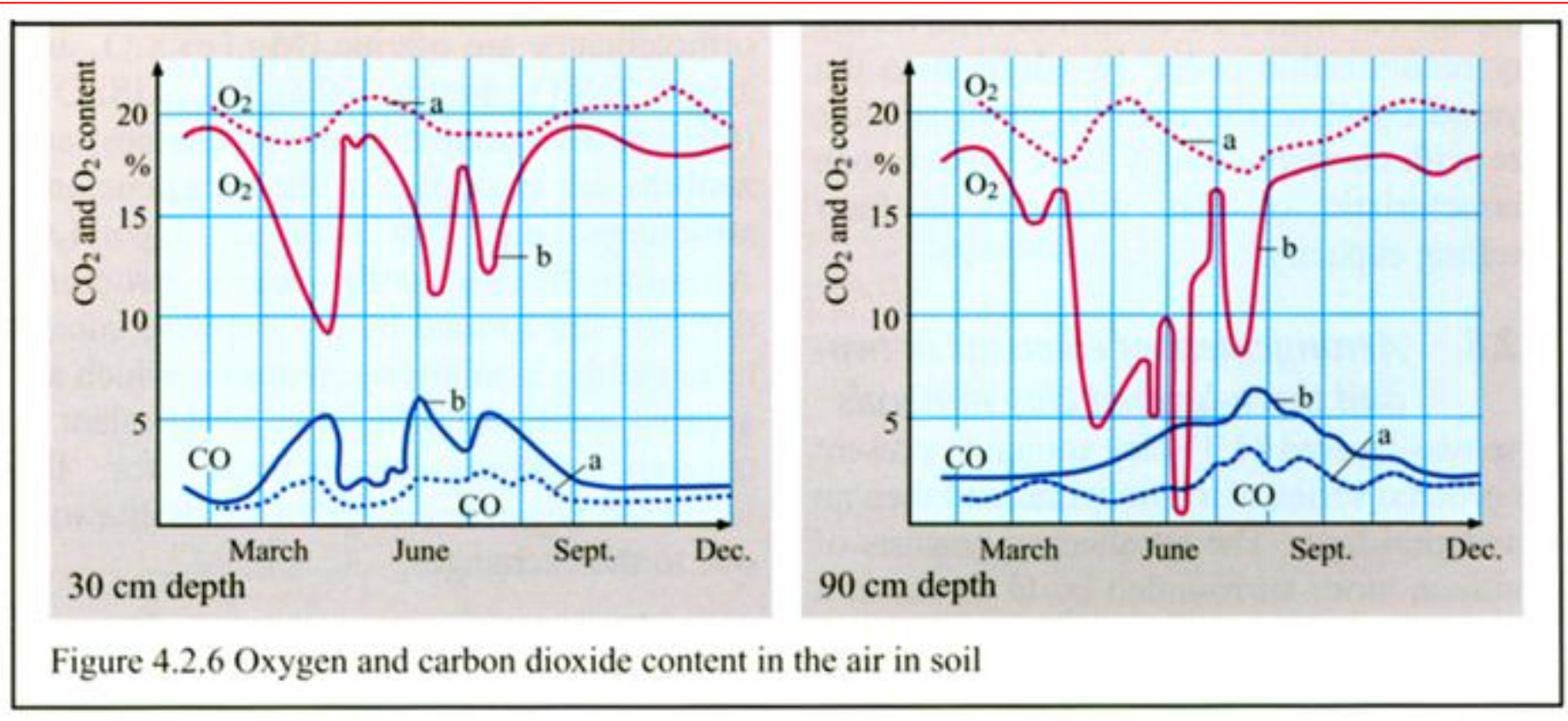


Figure 4.2.6 Oxygen and carbon dioxide content in the air in soil

Jílové minerály jako polyfunkční výměnný systém

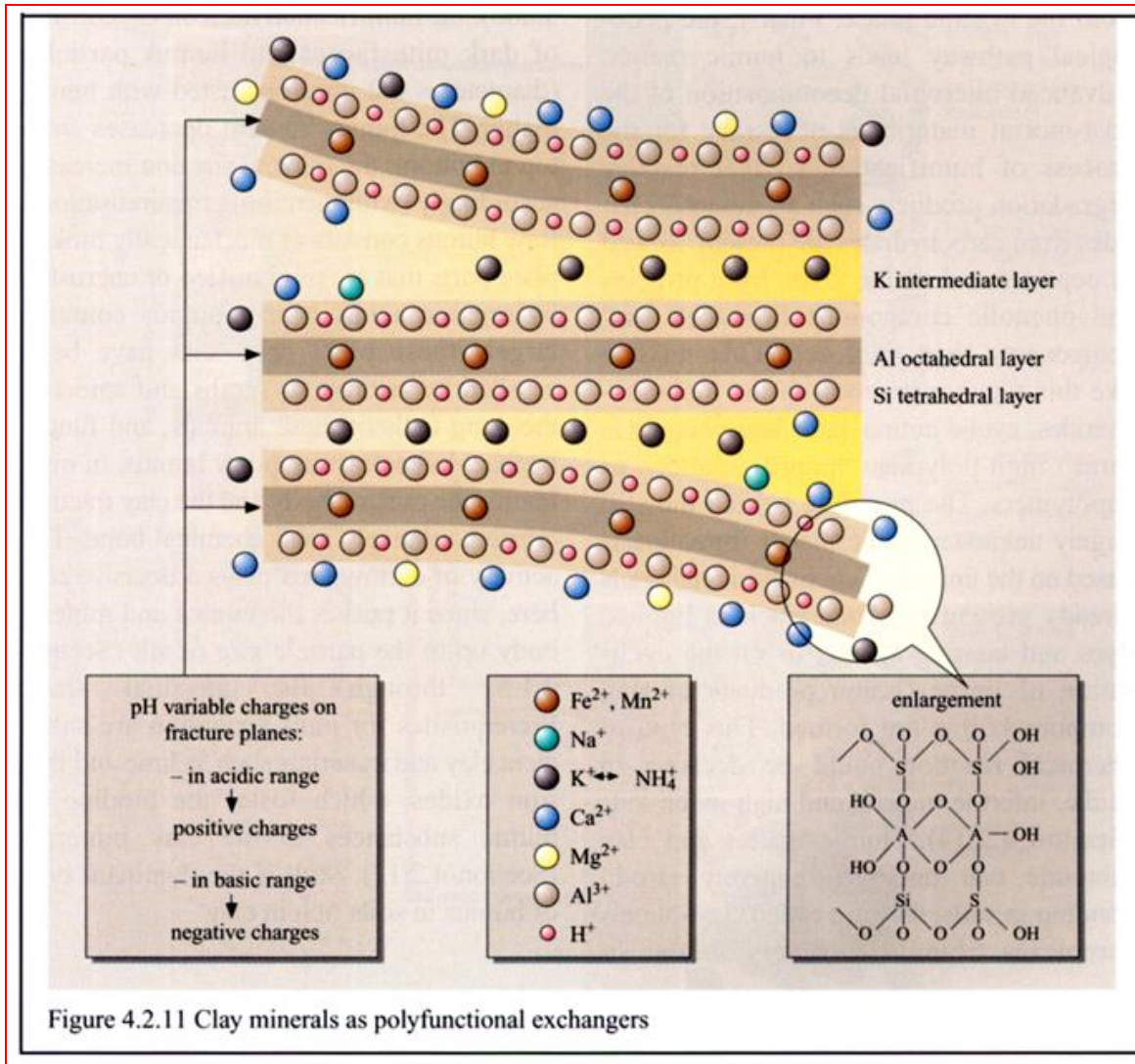


Figure 4.2.11 Clay minerals as polyfunctional exchangers

Vazba chemických látek na půdní bio-organo-minerální komplex

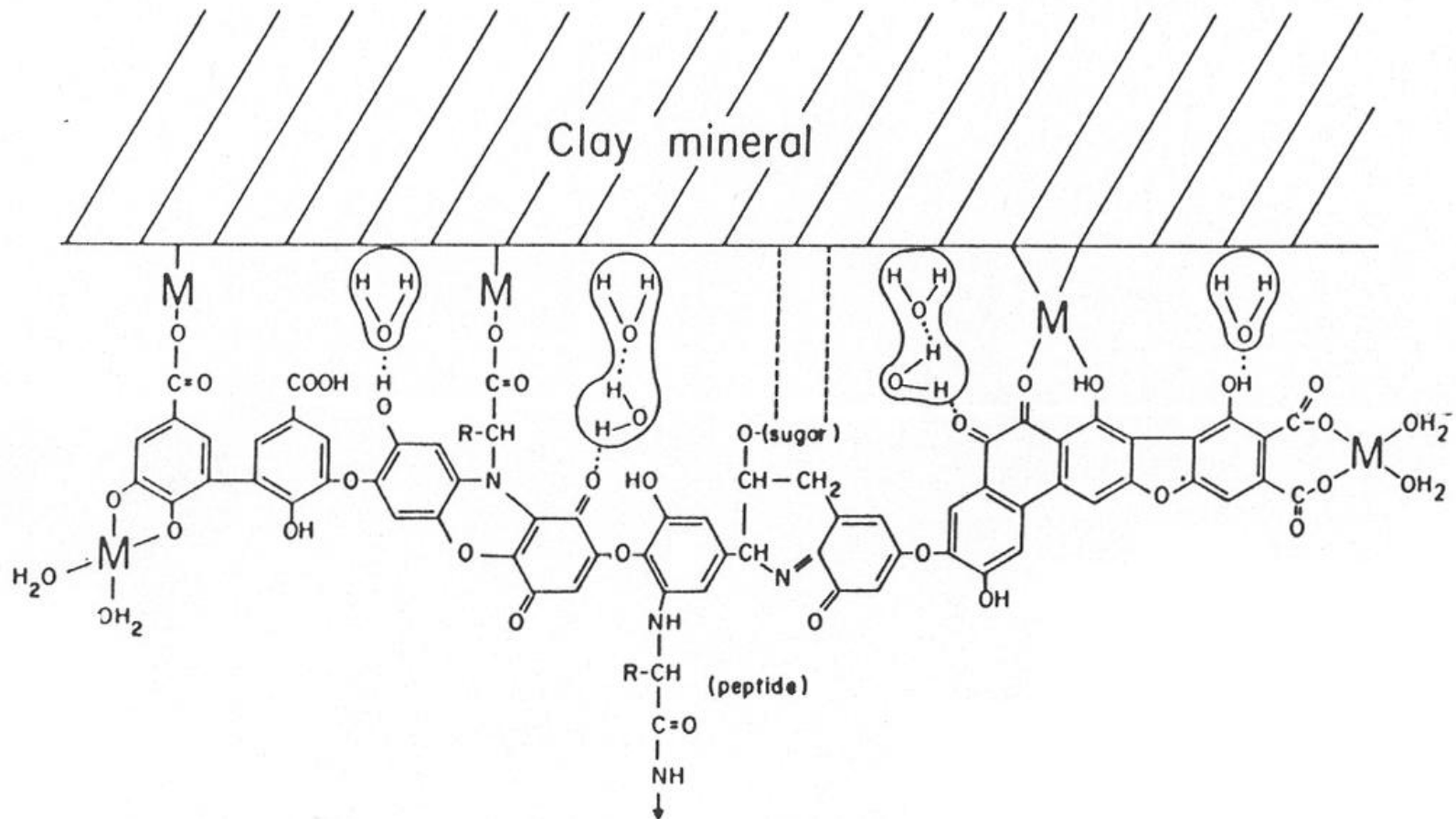
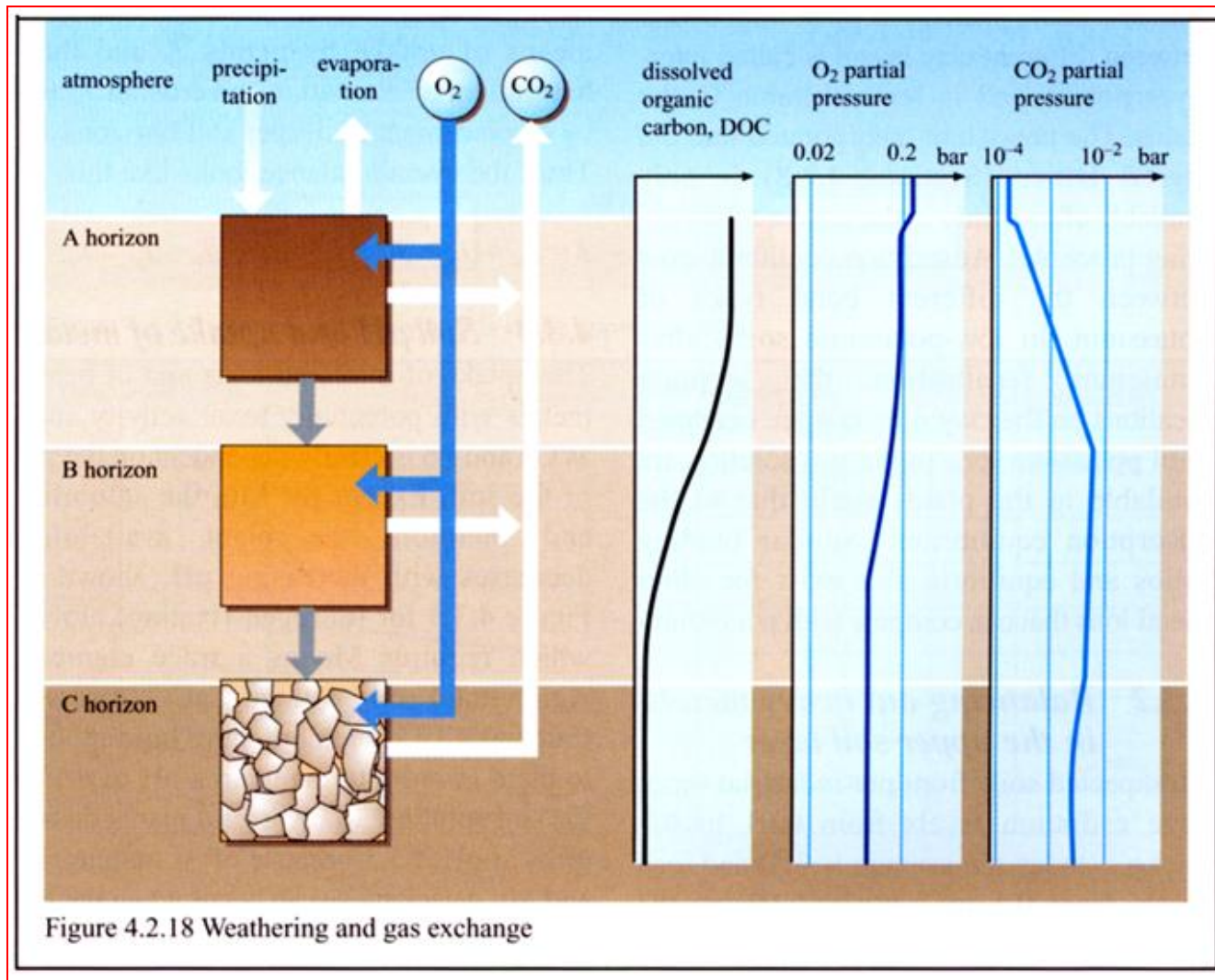
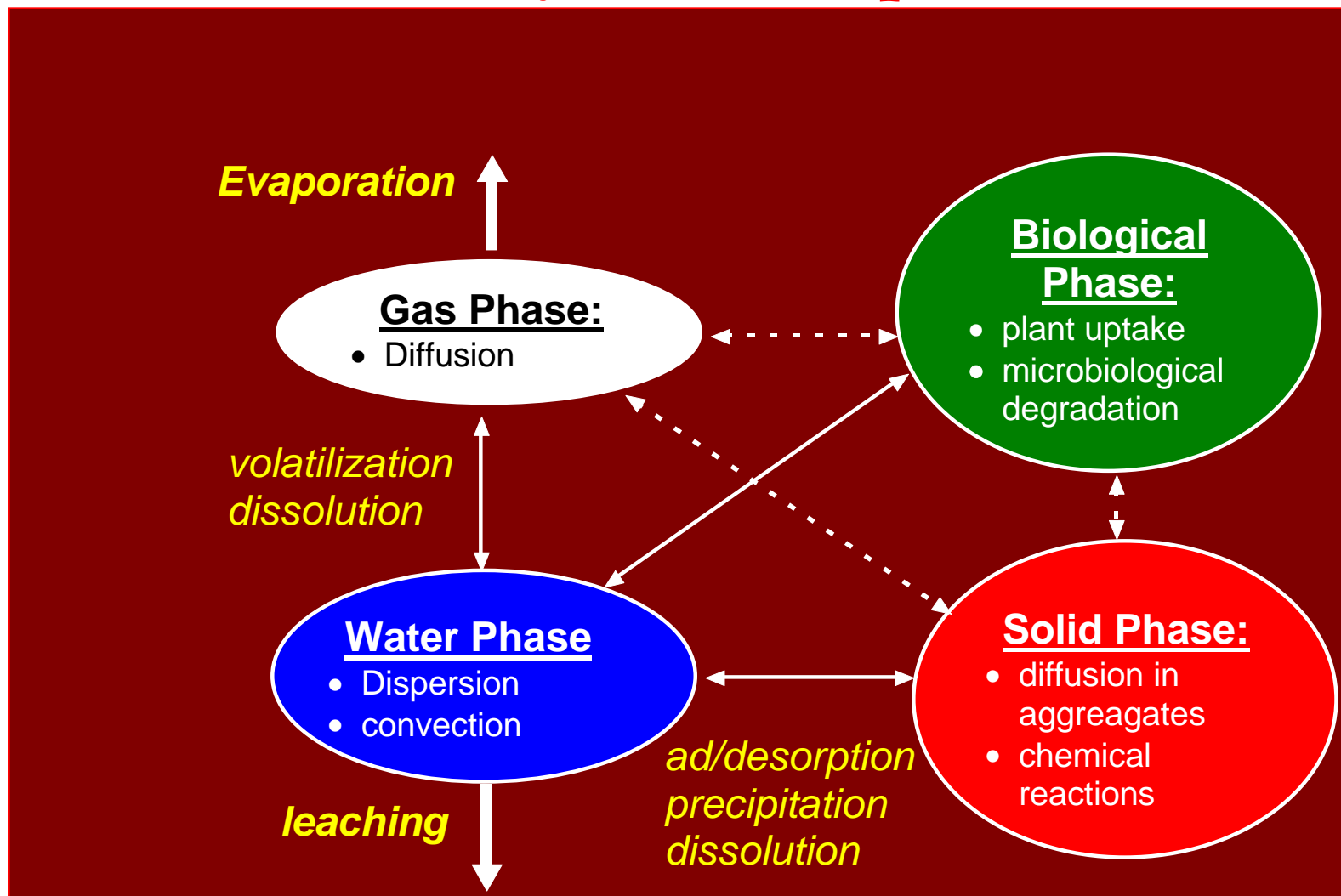


FIGURE 9. Schematic diagram of a clay-humate complex in soil. From Stevenson and Arda-kani (1972).

Zvětrávání a výměna plynů v půdách



Schema procesů důležitých pro transport a osud chemických látek v půdách



Biodostupnost

Bioavailability refers to the extent to which humans and ecological risk receptors are exposed to contaminants in soil or sediments.

Bioavailability has recently piqued the interest of the hazardous waste industry as an important consideration for deciding how much waste to clean up.

The rationale is that if **contaminants in soil and sediment are not bioavailable**, then more contaminant mass can be left in place without creating additional risk.

L. J. Ehlers and R. G. Luthy, ES&T, 2003

Biodostupnost polutantů v půdách

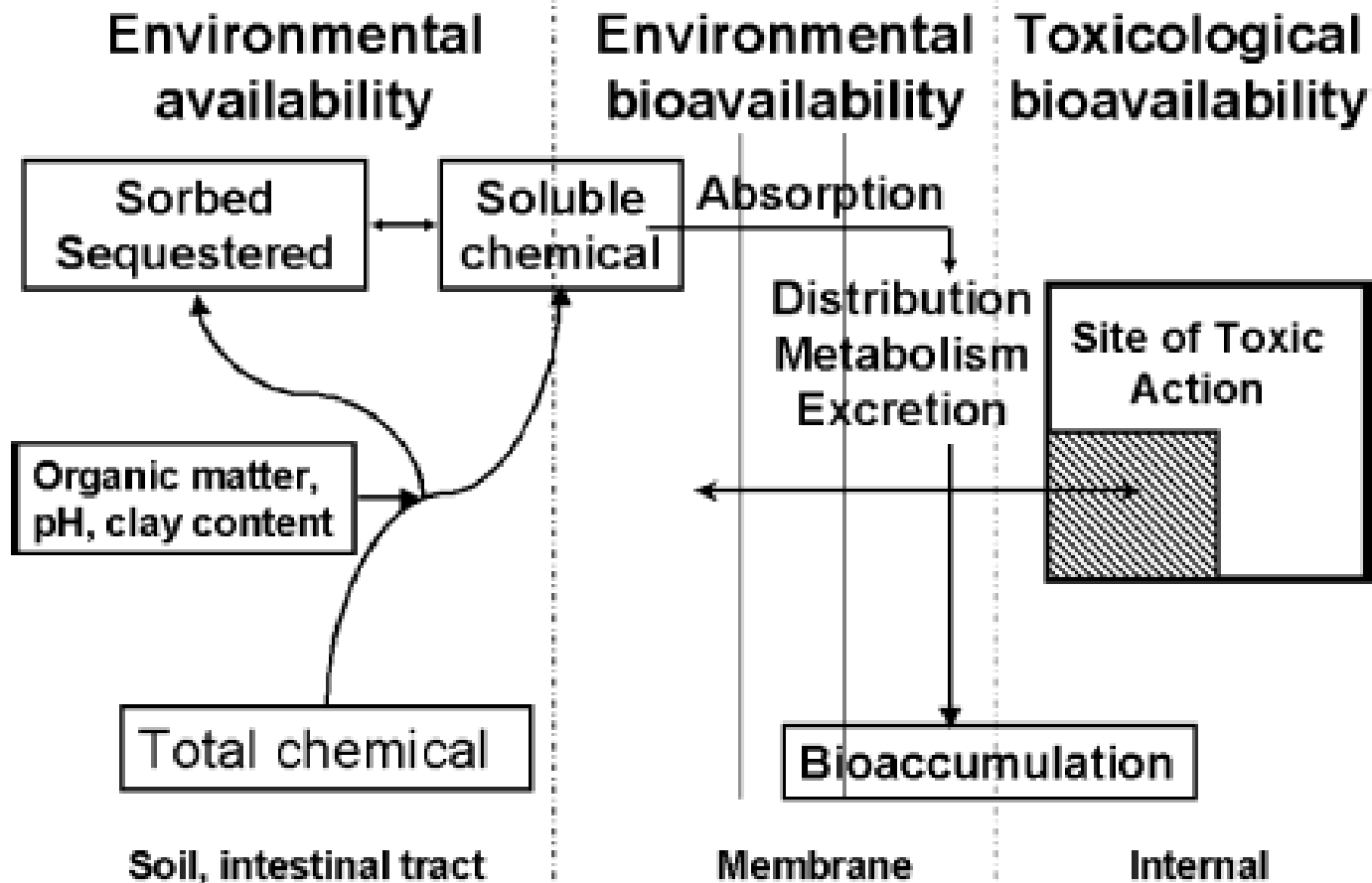
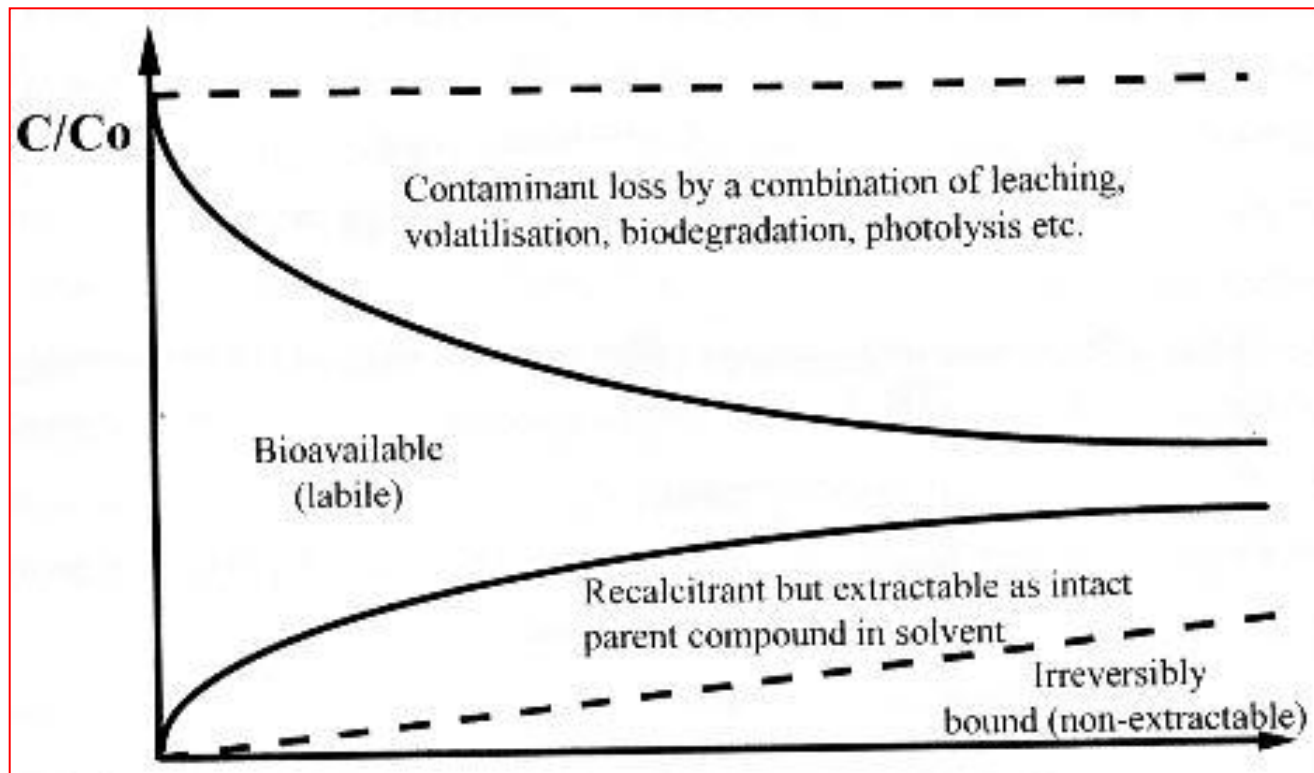


Fig. 2. Schematic model of bioavailability (with permission from Lanno, 2003).

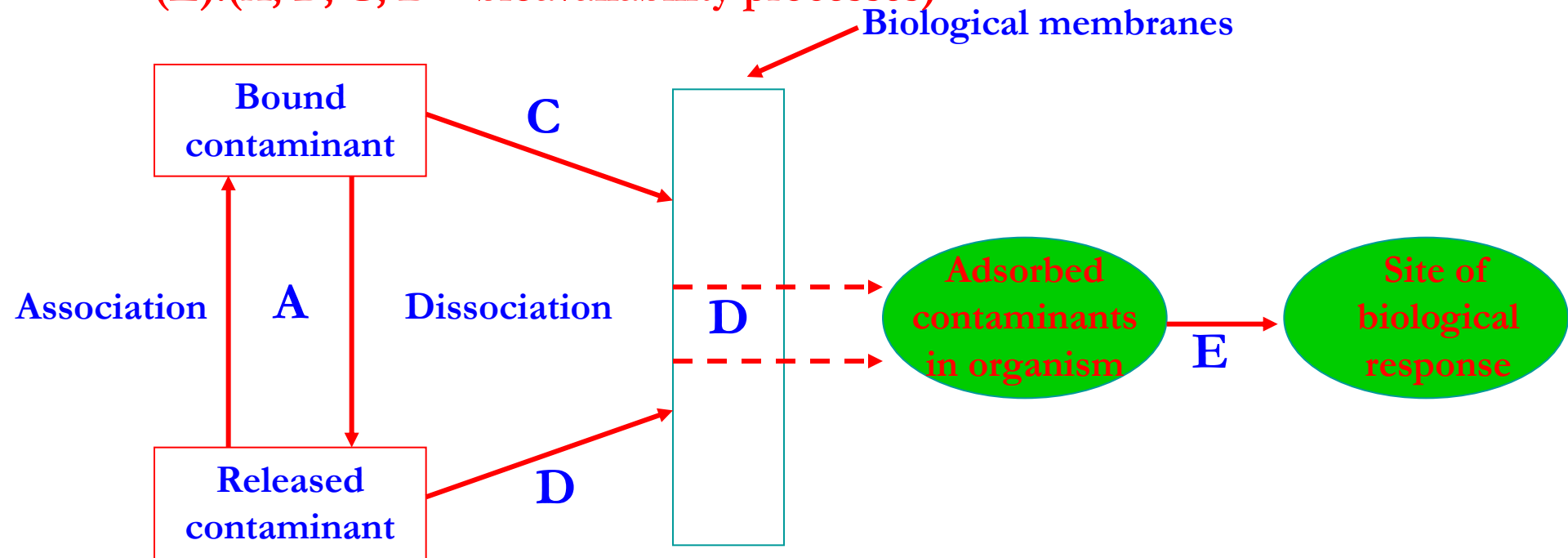
Biodostupnost polutantů v půdách

Bioavailability processes can be defined as the individual physical, chemical and biological interactions that determine the exposure of organisms to chemicals associated with soils and sediments.



Biodostupnost

In both soil and sediment, processes that determine exposure to contamination include release of a solid-bound contaminant (A) and subsequent transport (B), transport of bound contaminants (C), uptake across a physiological membrane (D), and incorporation into a living system (E). (A, B, C, D – bioavailability processes)



Současný vývoj procesů porozumění transportu a osudu polutantů v půdách

- ↪ Faktory ovlivňující transport chemických látek
- ↪ Interakce mezi půdní organickou hmotou a xenobiotiky: Koc koncept?
- ↪ Ko-transport v půdách
- ↪ Chemická a biologická heterogenita v půdách

Preferential flow and leaching of xenobiotics

Due to preferential flow, pesticide properties (K_d and degradation constant) are less relevant for pesticide leaching

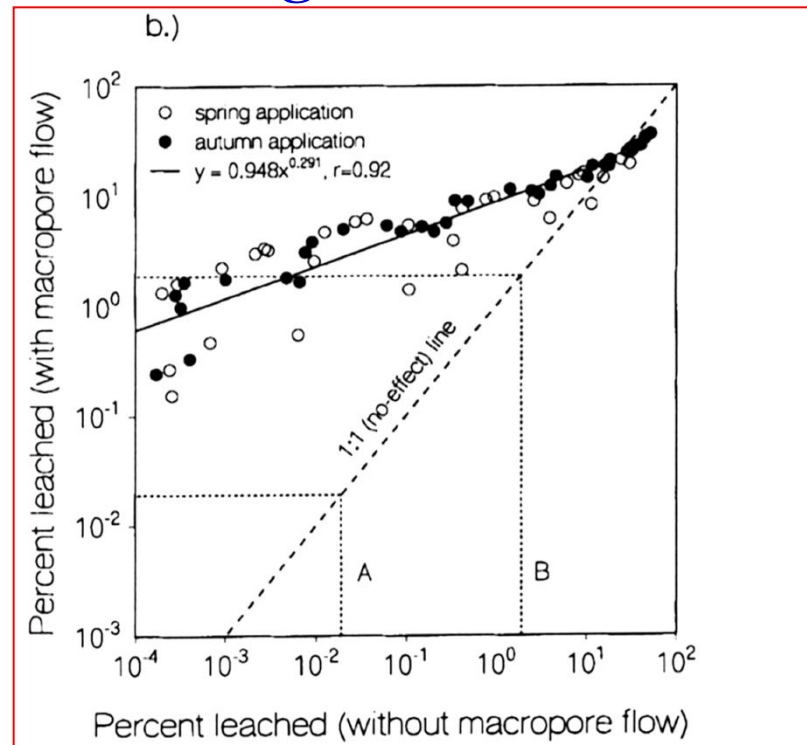
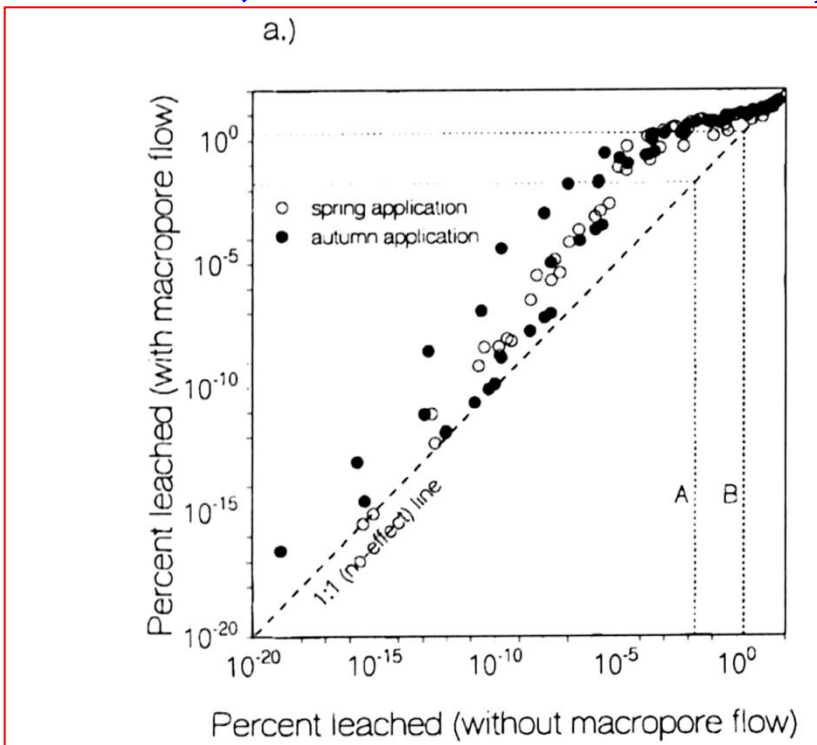
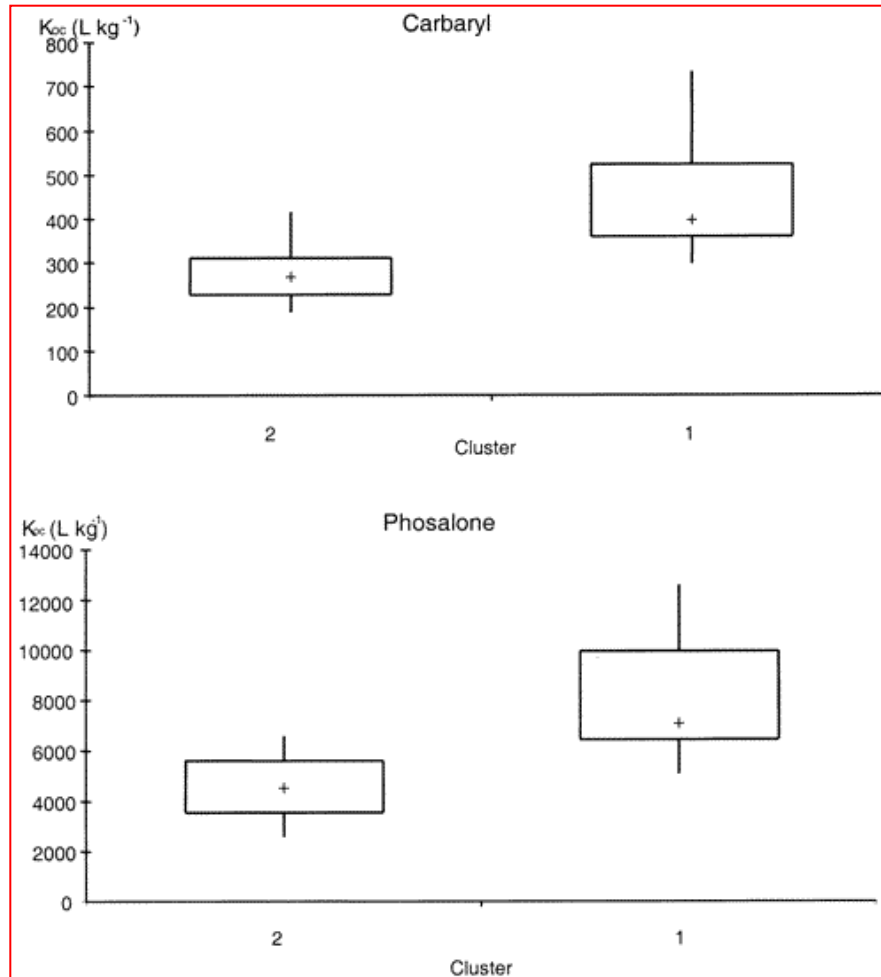


Figure 4. (a) Total leaching with macropore flow as a function of total leaching simulated without macropore flow. Circles represent the 60 simulated compounds. The horizontal-vertical dashed lines indicate an 'allowable' concentration in the leachate of $0.1 \mu\text{g litre}^{-1}$ (calculated as accumulated amount leached divided by the accumulated drain-flow), where A represents a dose of 2 kg ha^{-1} and B a dose of 2 g ha^{-1} . (b) As (a) but showing a power regression line (full line) for a selected range of pesticides.

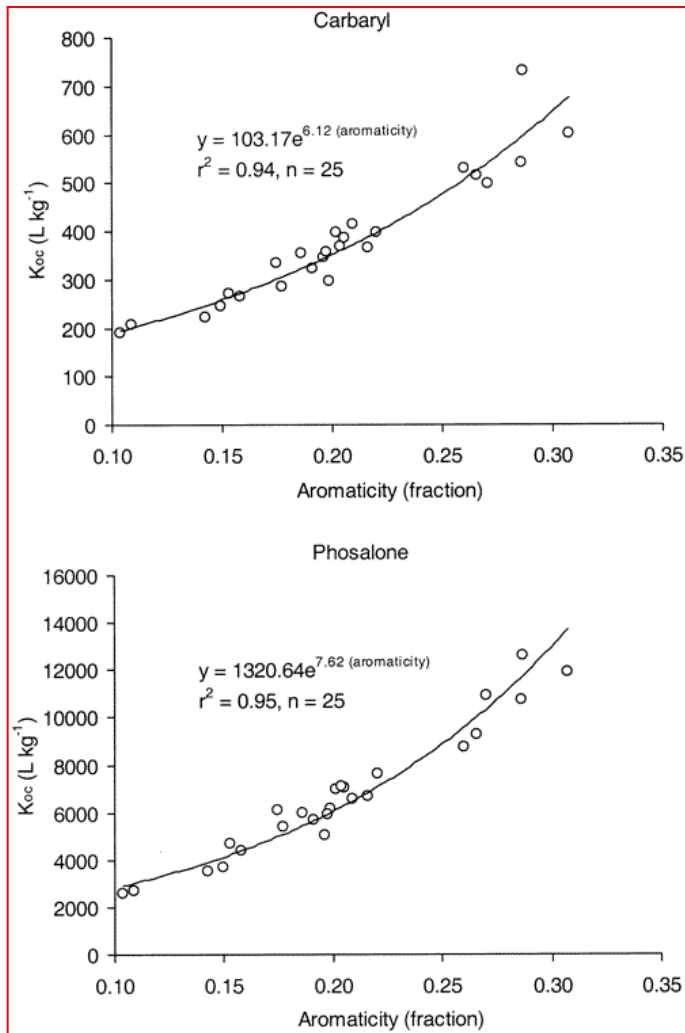
Effect of nature of organic matter: K_{oc} concept ?

K_{oc} values are different for different soil clusters



Effect of nature of organic matter: K_{oc} concept ?

K_{oc} is related to a property of the organic matter: aromaticity

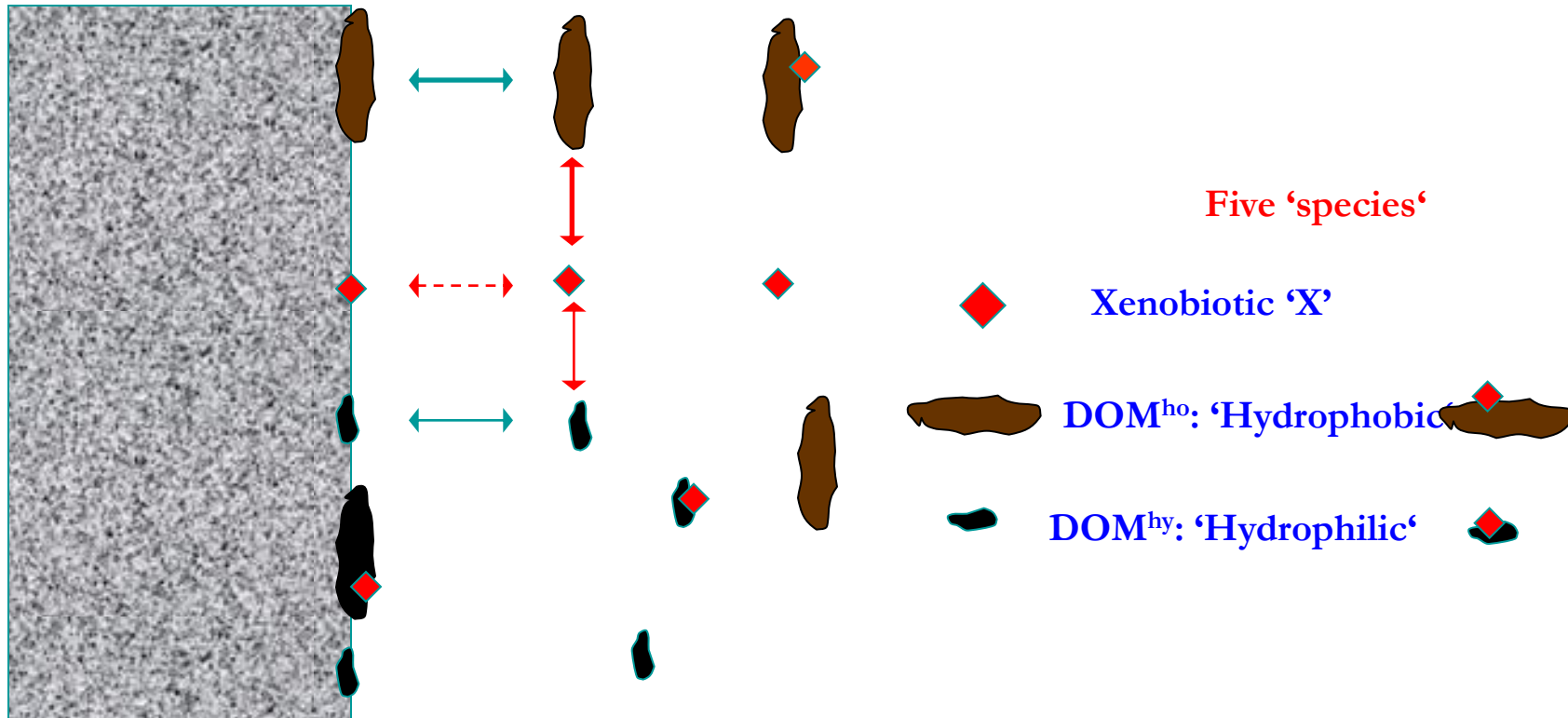


From: Amad, Kookana, Alston, Skjemstad, 2001.
Environmental Science and Technology, **35**: 878 -884.

Effect of co-transport with mobilized particles: colloids and/or dissolved organic matter (DOM)?

Solid phase:
organic + inorganic

Liquid phase





INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**Inovace tohoto předmětu je spolufinancována
Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem
České republiky**