



Les effets induits des sols vivants

Equilibre pH (protons) – Redox (électrons)

Olivier Husson





1. Les systèmes sols/plantes : des systèmes électriques solaires!

2. Le carbone du sol: une réserve d'énergie (le couvert) et un habitat (le gîte)!

3. La structure du sol et les microorganismes: clef de la nutrition et de la santé (électrons et protons)

4. La nutrition des plantes : racine + rhizosphère = tube digestif!

5. La santé des plantes : Prophylaxie par des sols suppressifs

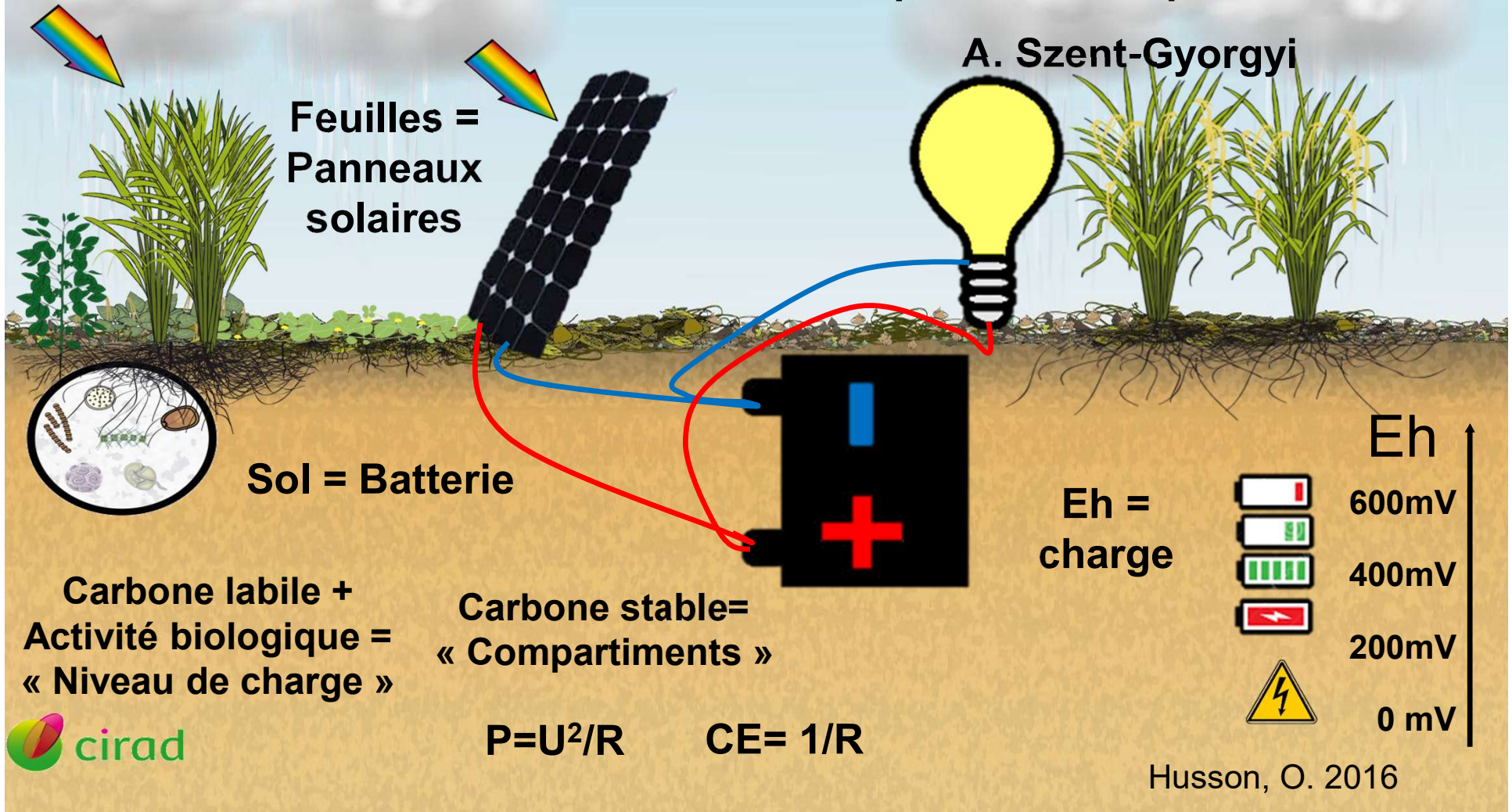
6. Une nouvelle « phyllosophie » de l'agriculture : un compte en banque bien rempli (de carbone) grâce aux plantes



Un système électrique!

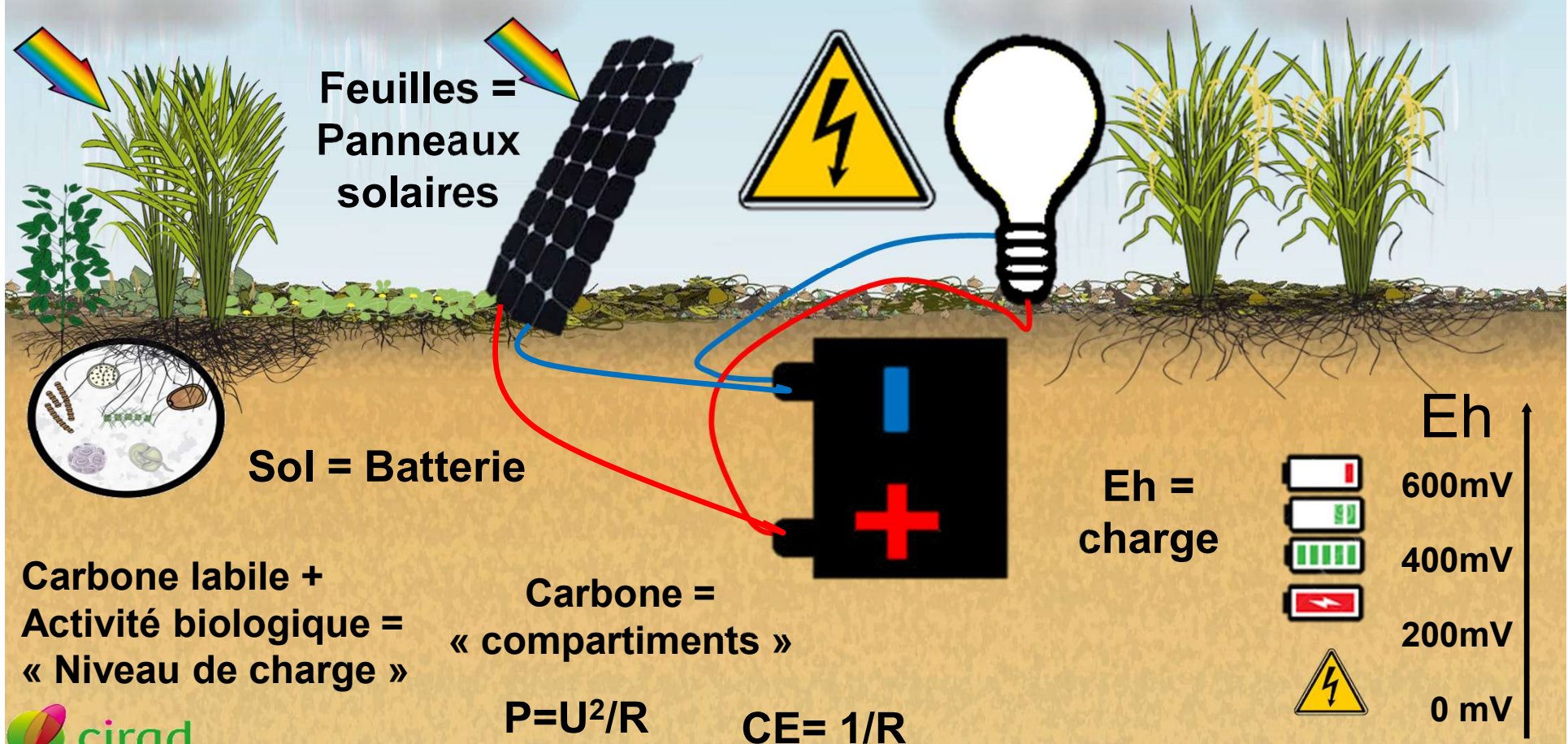
« La vie est un petit courant électrique entretenu par le soleil »

A. Szent-Gyorgyi



Hp: On a augmenté la CE (engrais minéraux, labour) pour compenser la baisse de tension (perte de MO)

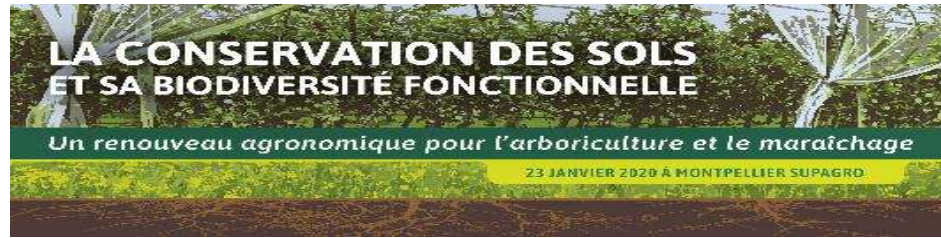
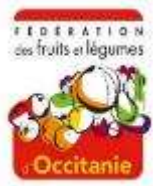
Nécessité de maximiser les panneaux solaires (couverts végétaux)



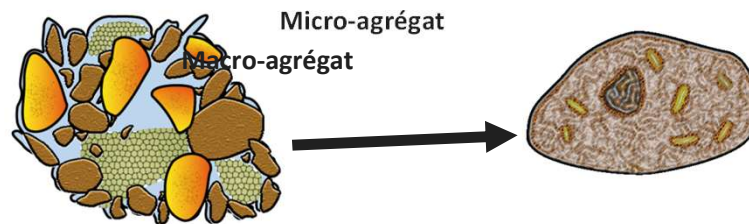


La structure est créée et maintenue par l'activité biologique, alimentée en énergie par les plantes

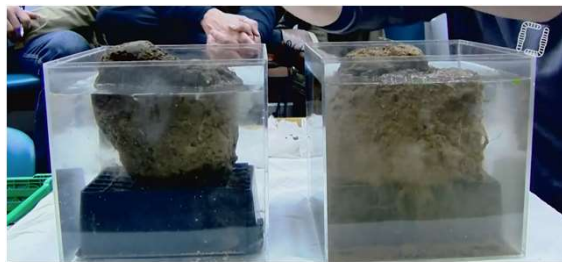
Cette structure procure un environnement adapté à la vie du sol



Importance de la structure du sol: agrégats pour retenir l'eau (dans les micro-pores), tout en maintenant une certaine capacité de drainage et d'aération (rôle des macro-pores)



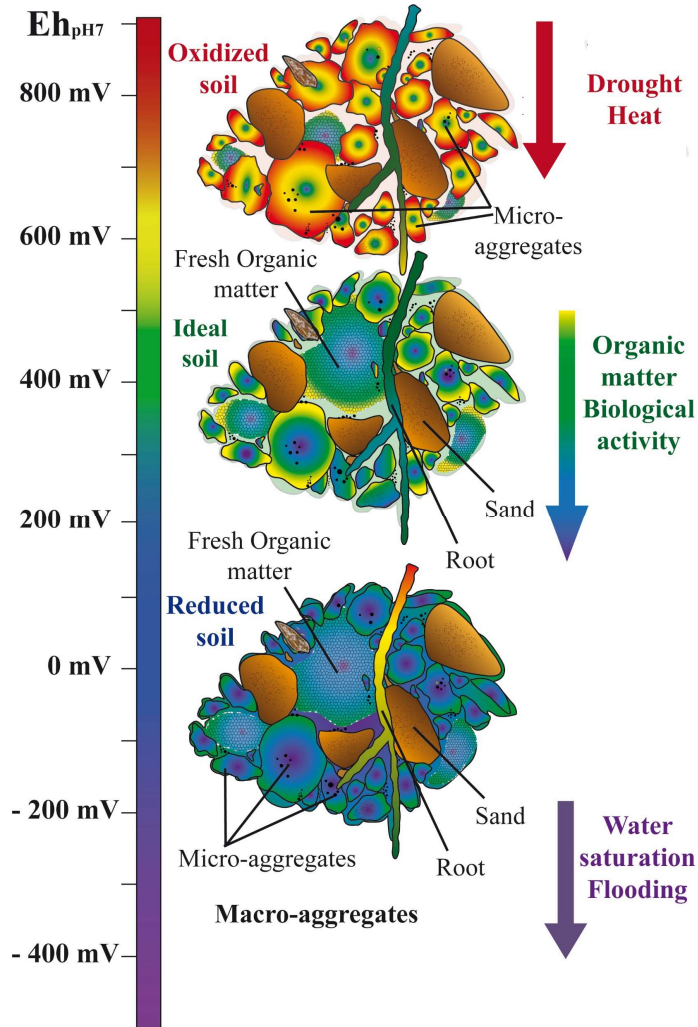
Importance de la stabilité dans l'eau des agrégats



Sol vivant riche en matières organiques  Sol travaillé et pauvre en matières organiques



 x10000 Sol vivant riche en matières organiques  Sol travaillé et pauvre en matières organiques

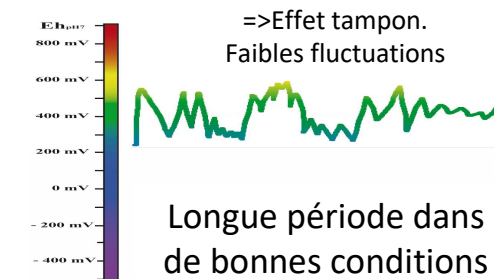
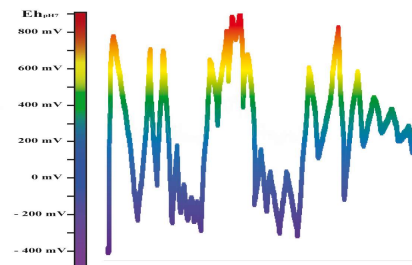
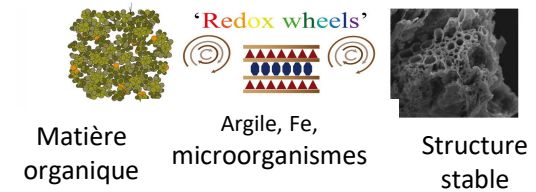


Structure : habitat (surfaces), réserve d'eau, circulation d'air

Structure-gradients: permettent les échanges d'énergie et la diversité microbienne => assure diverses fonctions

Importance du rôle de tampon

Taux de MO bas
Faible activité biologique
Taux d'argile bas
Mauvaise structure
=> Peu de tampon redox
=> Fortes fluctuations



=>Effet tampon.
Faibles fluctuations

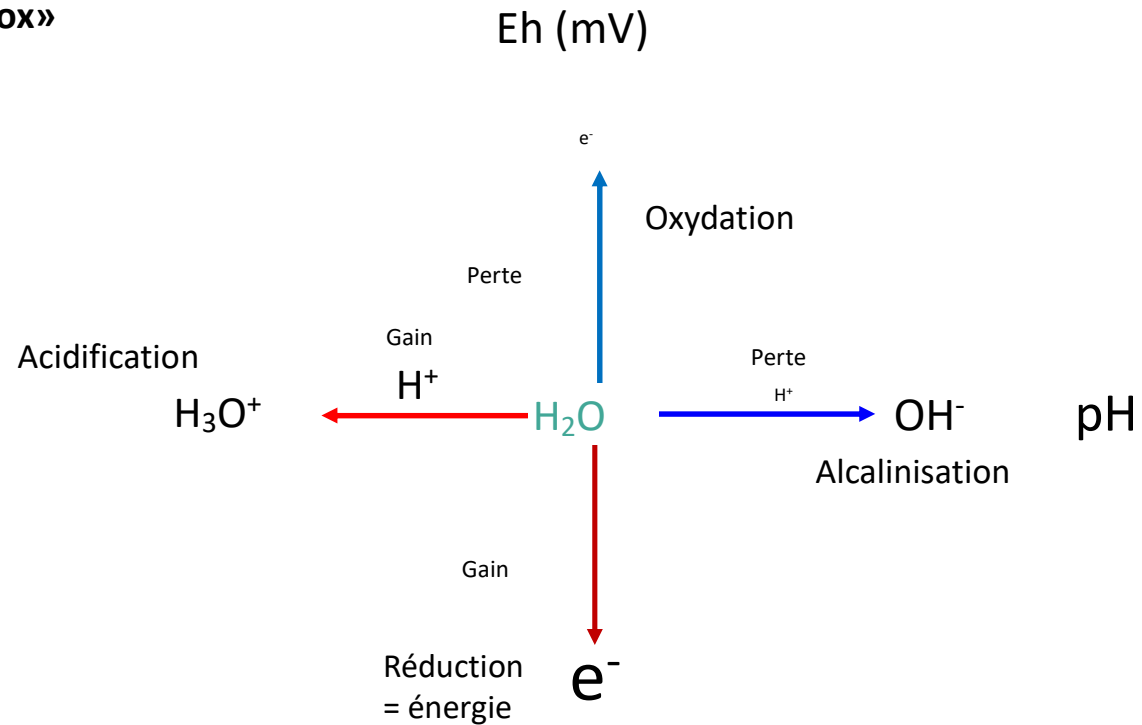
Longue période dans de bonnes conditions

Eh



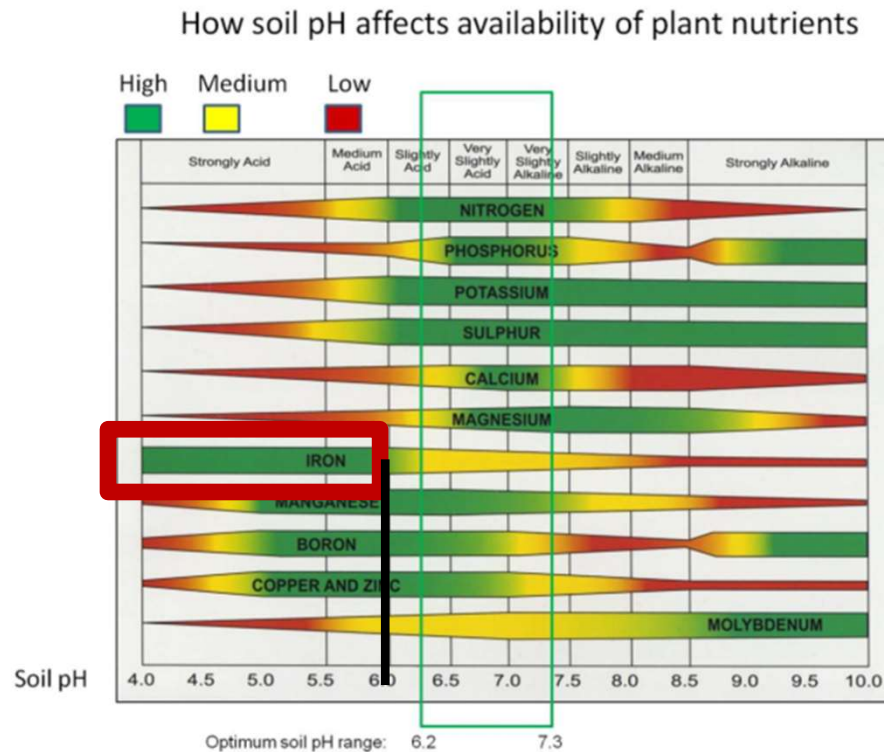
Ajouter une dimension: pH et potentiel redox (Eh)

La « croix redox »

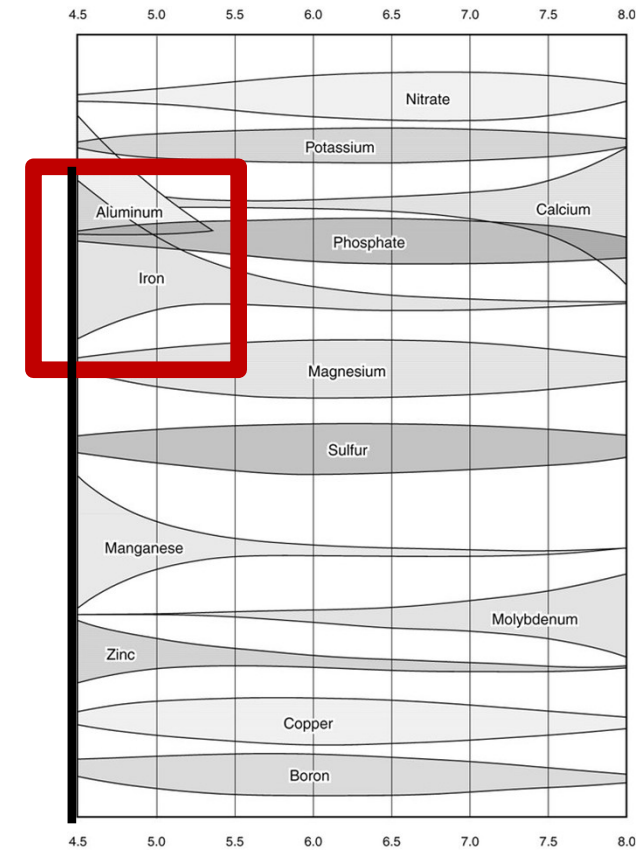




Chimie des sols: pH, la variable historique



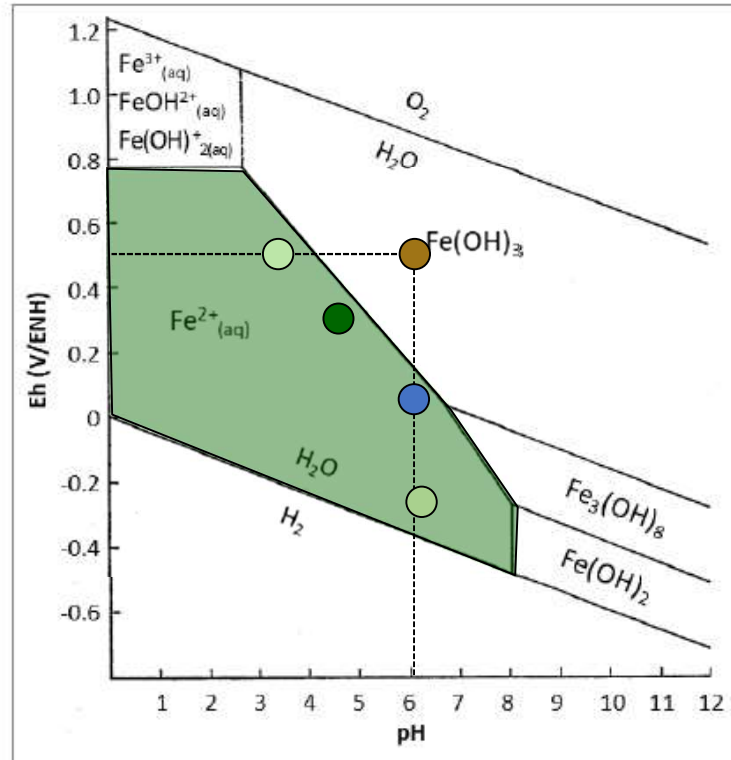
Université de Californie



Homburg 2005: Agricultural soil quality in the Carrizo Wash drainage system



Eh-pH, solubilité des éléments et nutrition des plantes



t=25°C
[Fe]= 10⁻⁶mol.l⁻¹

Diagramme de Pourbaix du fer tracé par Ponnampetuma et al. (1967).



Marschner et al, 1986

Diagramme de Pourbaix

Nutrition et toxicité

Pourbaix, M.J.N. 1945. Thermodynamique des solutions aqueuses diluées. Représentation graphique du rôle du pH et du Potentiel. PhD Thesis Delft.

Medusa. <http://www.kth.se/che/medusa/>

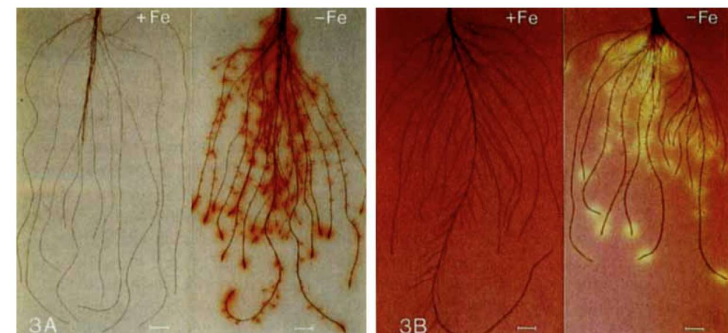
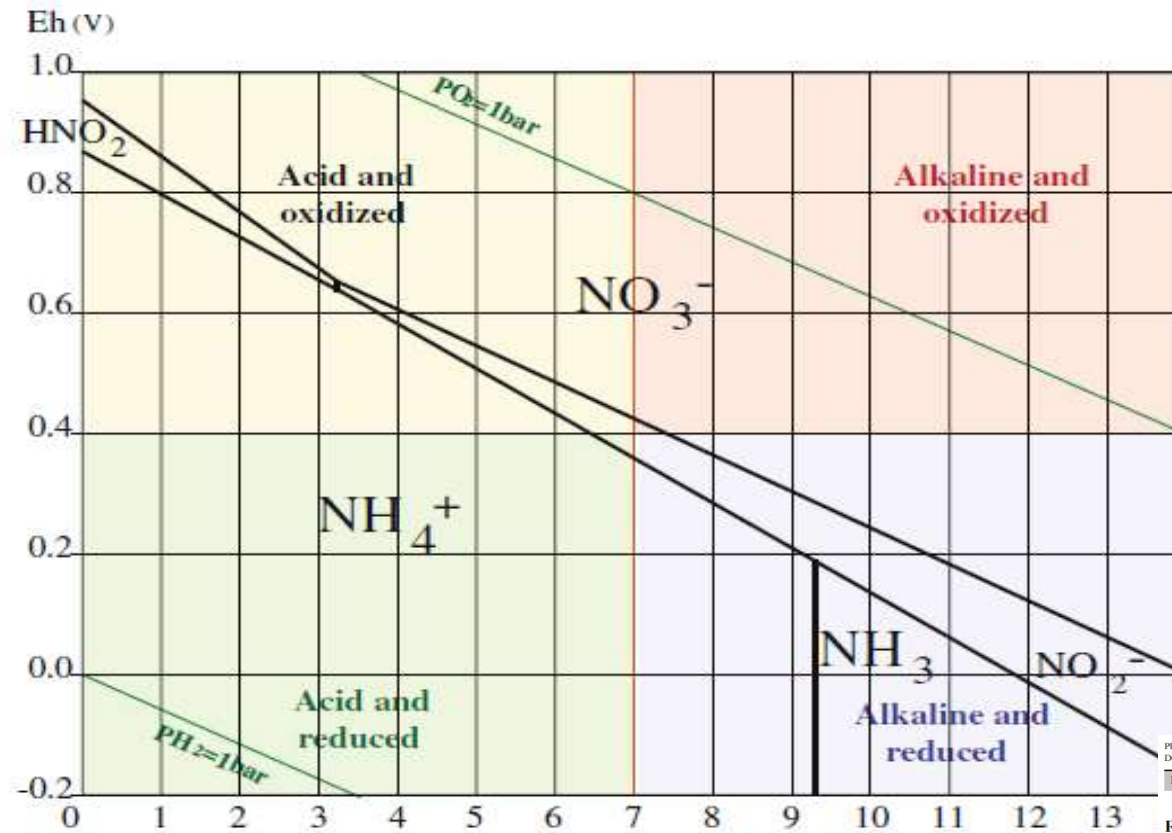


Figure 3: Iron deficiency-induced changes in the rhizosphere of cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) (see Marschner et al., 1982 for further details of the method). *A* – increase in the capacity of roots to reduce Fe^{III} by a plasma membrane-bound reductase. Roots were embedded in agar with Fe^{III}EDTA and BPDS (4,6-di(4-phenylsulfate)1,10-phenanthroline). Left, control plant (Fe sufficient); right, Fe deficient plant with formation of red colored Fe^{II}(BPDS)₃ around the apical root zones. *B* – increase in the capacity of roots to acidify the rhizosphere from enhanced H⁺ net extrusion. Roots were embedded in agar with bromocresol purple and a complete nutrient solution at pH 6.0 (N as nitrate was used). Left, control plant (Fe sufficient); right, Fe deficient plant with distinct acidification of the rhizosphere (yellow areas pH 4.0) around apical root zones. Bar = 1 cm.



Eh-pH, solubilité des éléments et nutrition des plantes



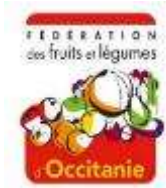
T= 25°C
[N]=100µM

Plant Soil (2013) 362:389–417
DOI 10.1007/s11104-012-1429-7

REVIEW ARTICLE

Redox potential (Eh) and pH as drivers of soil/plant/microorganism systems: a transdisciplinary overview pointing to integrative opportunities for agronomy

Olivier Husson



NO_3^- et NH_4^+ sont assimilables par les plantes, mais...

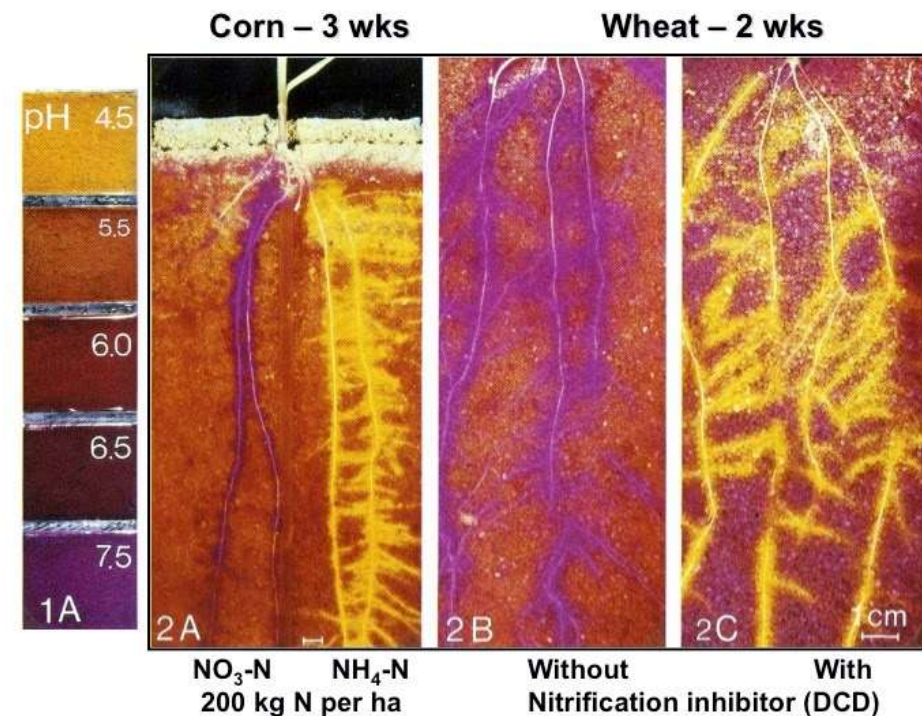
La forme d'azote absorbée impacte fortement la physiologie:

Une plante qui absorbe du NO_3^- relâche des OH^- , et une plante absorbant du NH_4^+ relâche des H^+

=> Change le pH de la rhizosphère

=> Impacte la solubilité de tous les éléments, et donc la nutrition des plantes

=> Impacte la physiologie des plantes



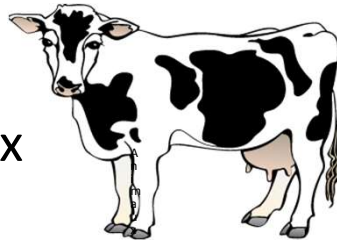
Marschner H 1995 *Mineral nutrition of higher plants*. Academic press Publishing.

Marschner et al, 1986



Nutrition des plantes vs nutrition des animaux

Animaux



Plantes



Environnement extérieur

Invaginé: rumen / tube digestif

Sol

Digestion/
Solubilisation des nutriments

Péristaltisme

Macrofaune

Microflore

Structure/
Absorption

Tube digestif

Villosités

Racines

Chevelu racinaire

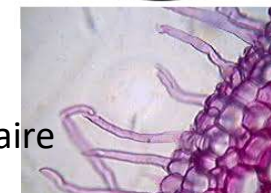
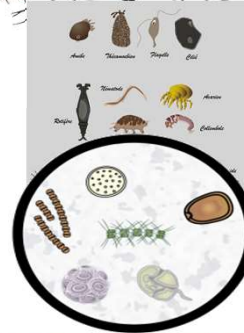
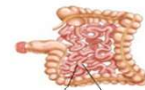
Mycorhizes

Jeune prolongé?

Tuer la microflore?

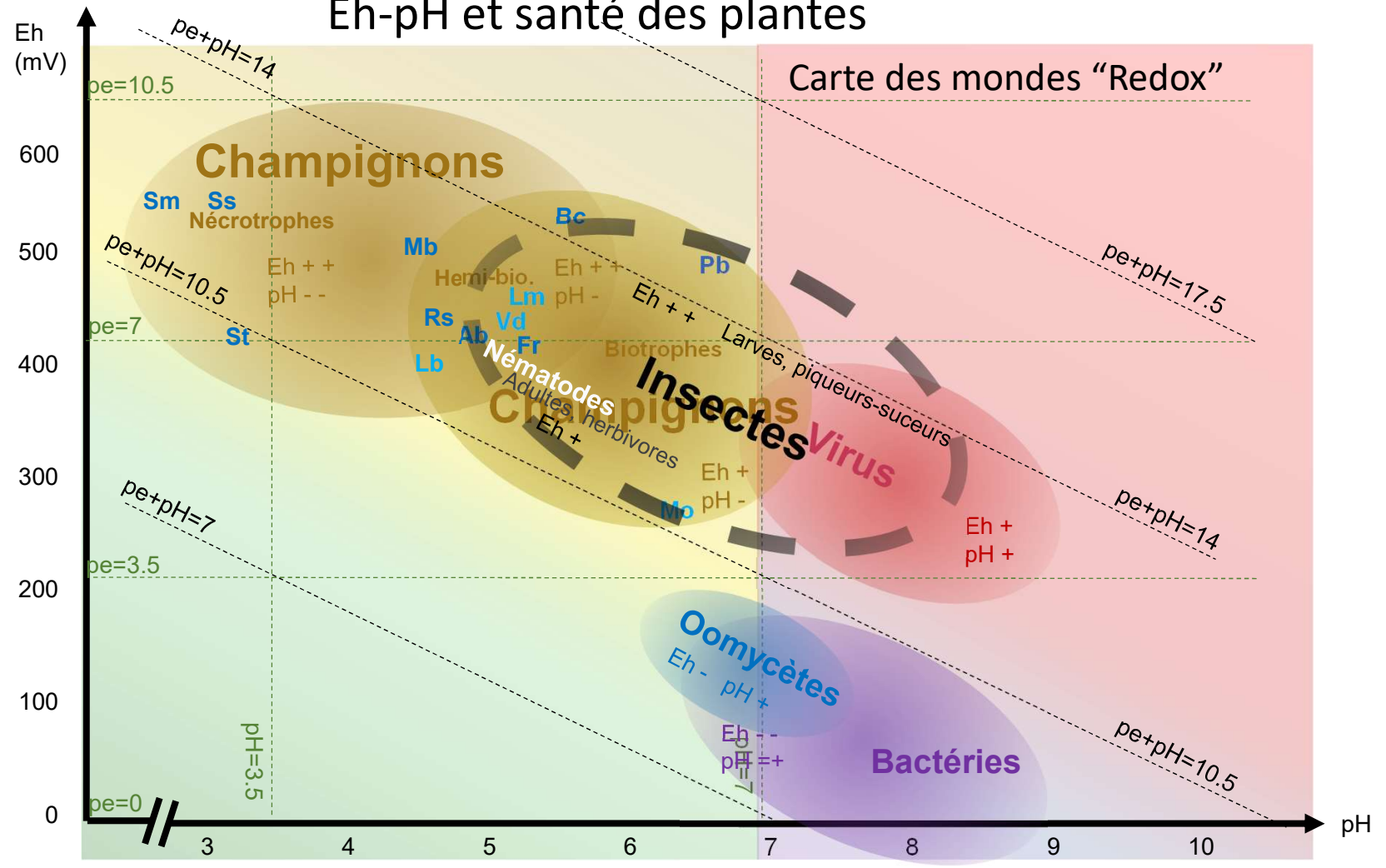
Détruire les villosités?

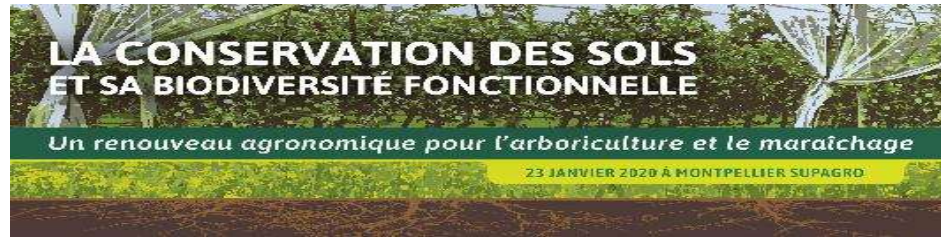
Bloquer le péristaltisme?



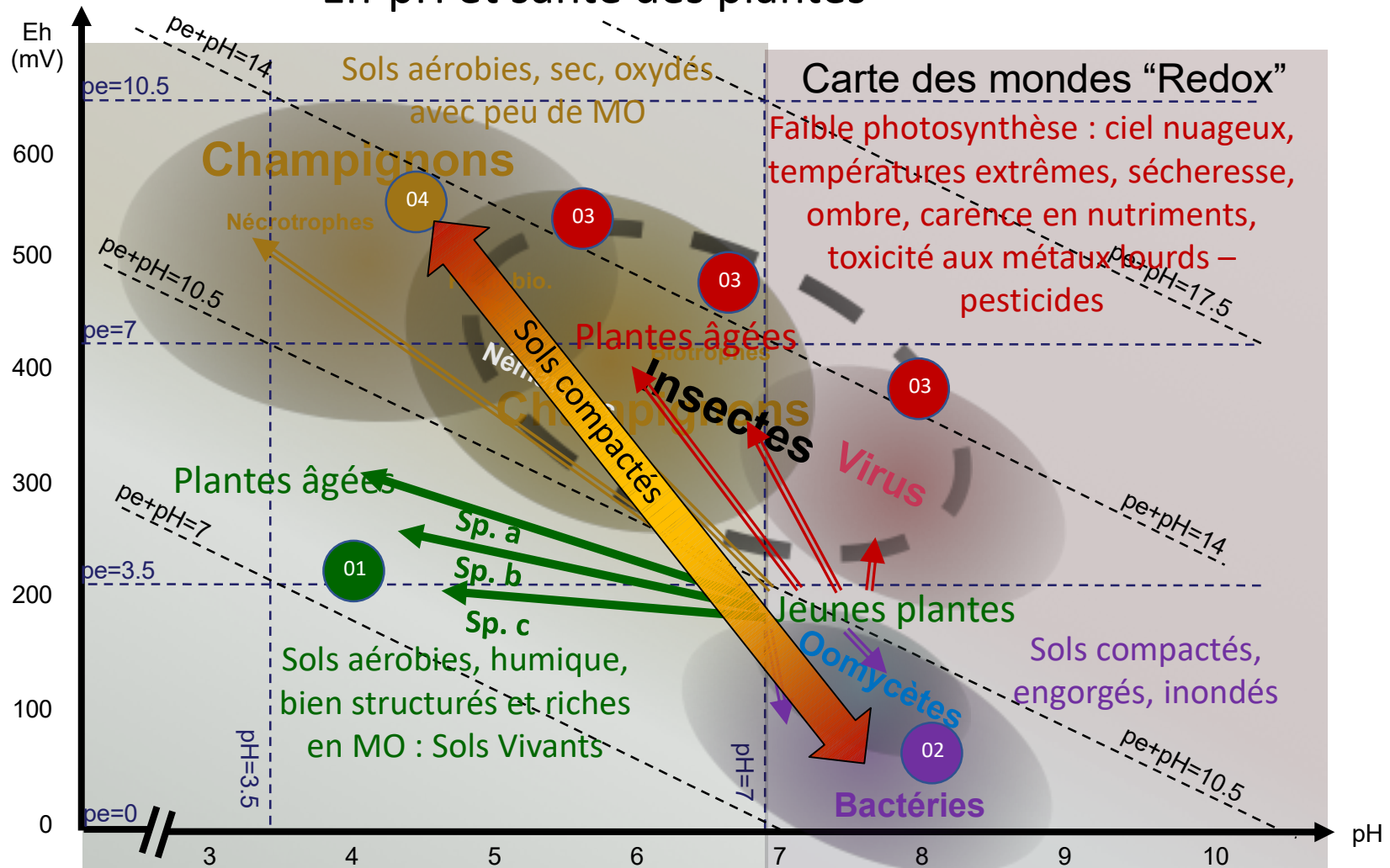


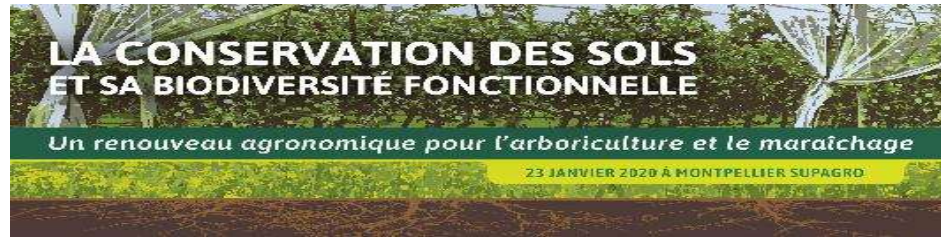
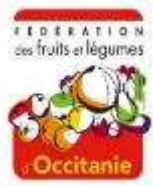
Eh-pH et santé des plantes



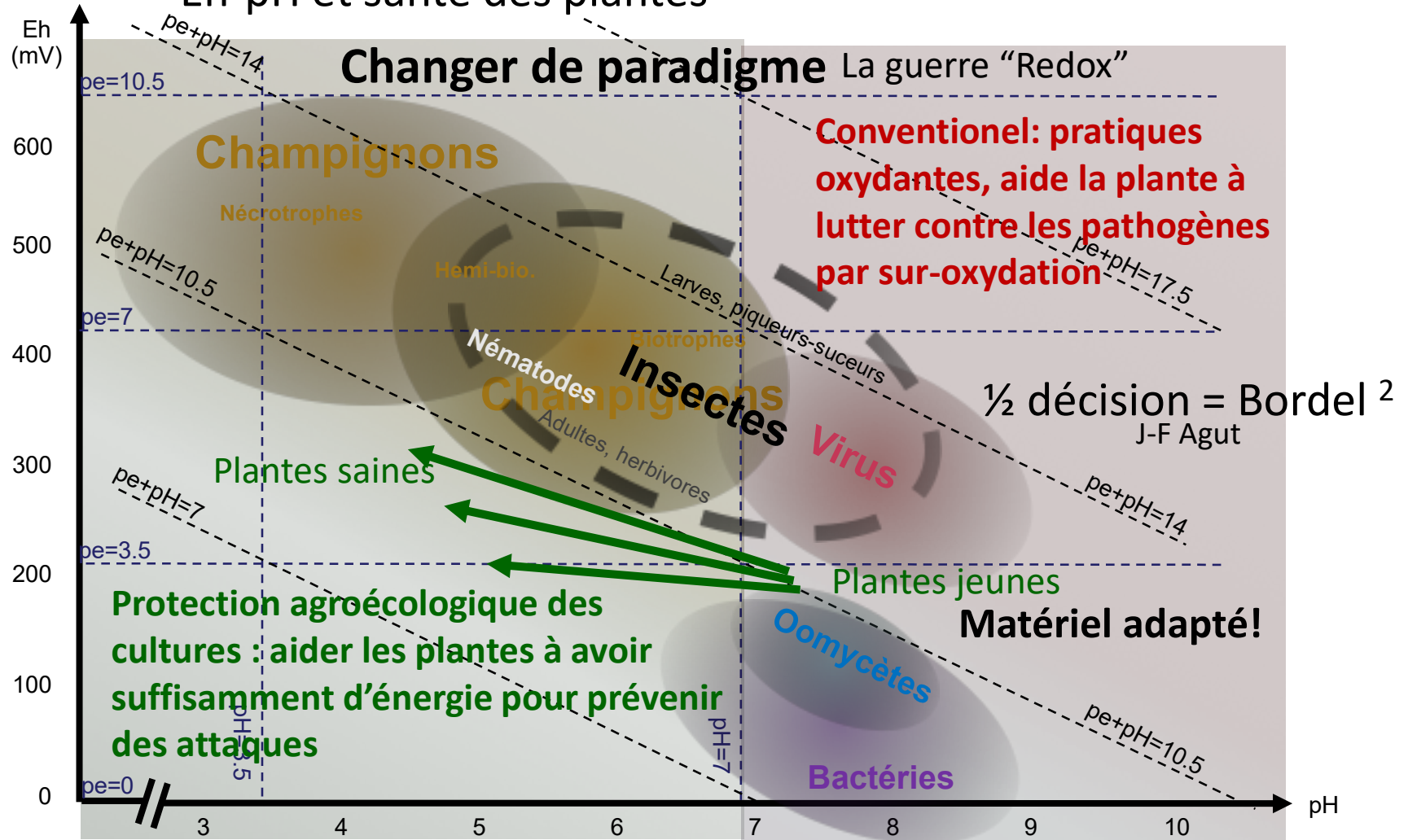


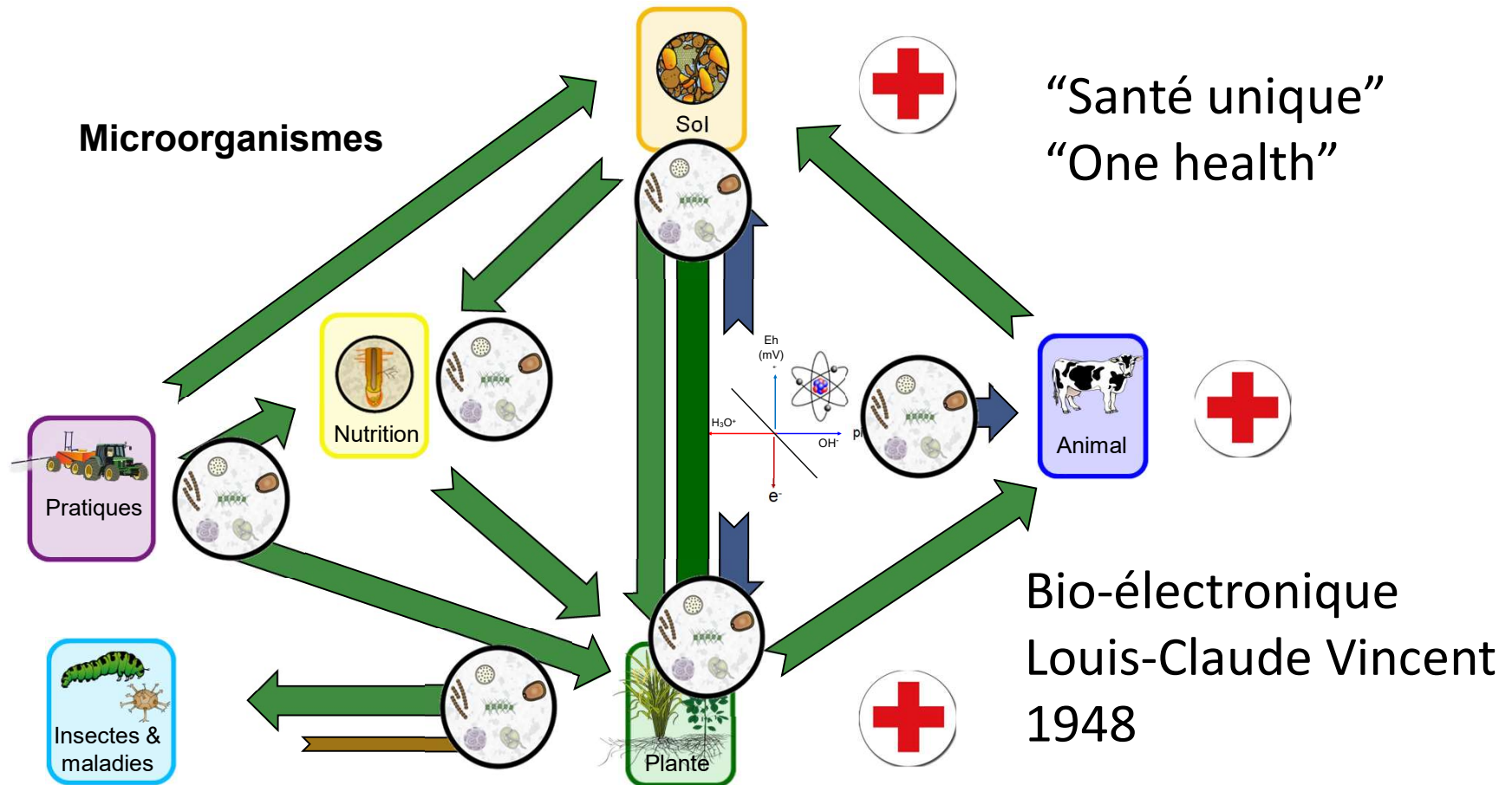
Eh-pH et santé des plantes

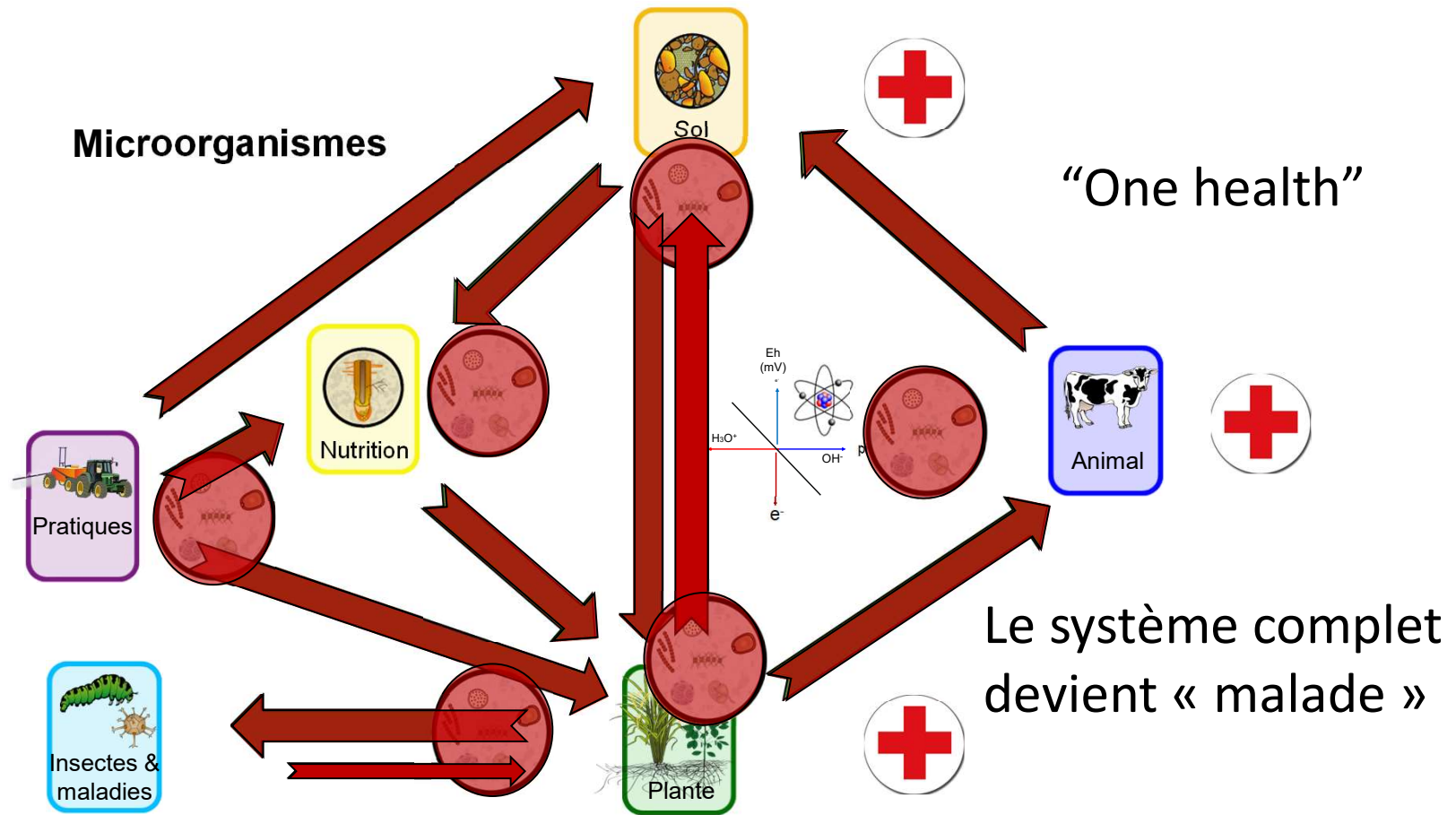
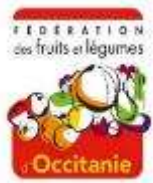


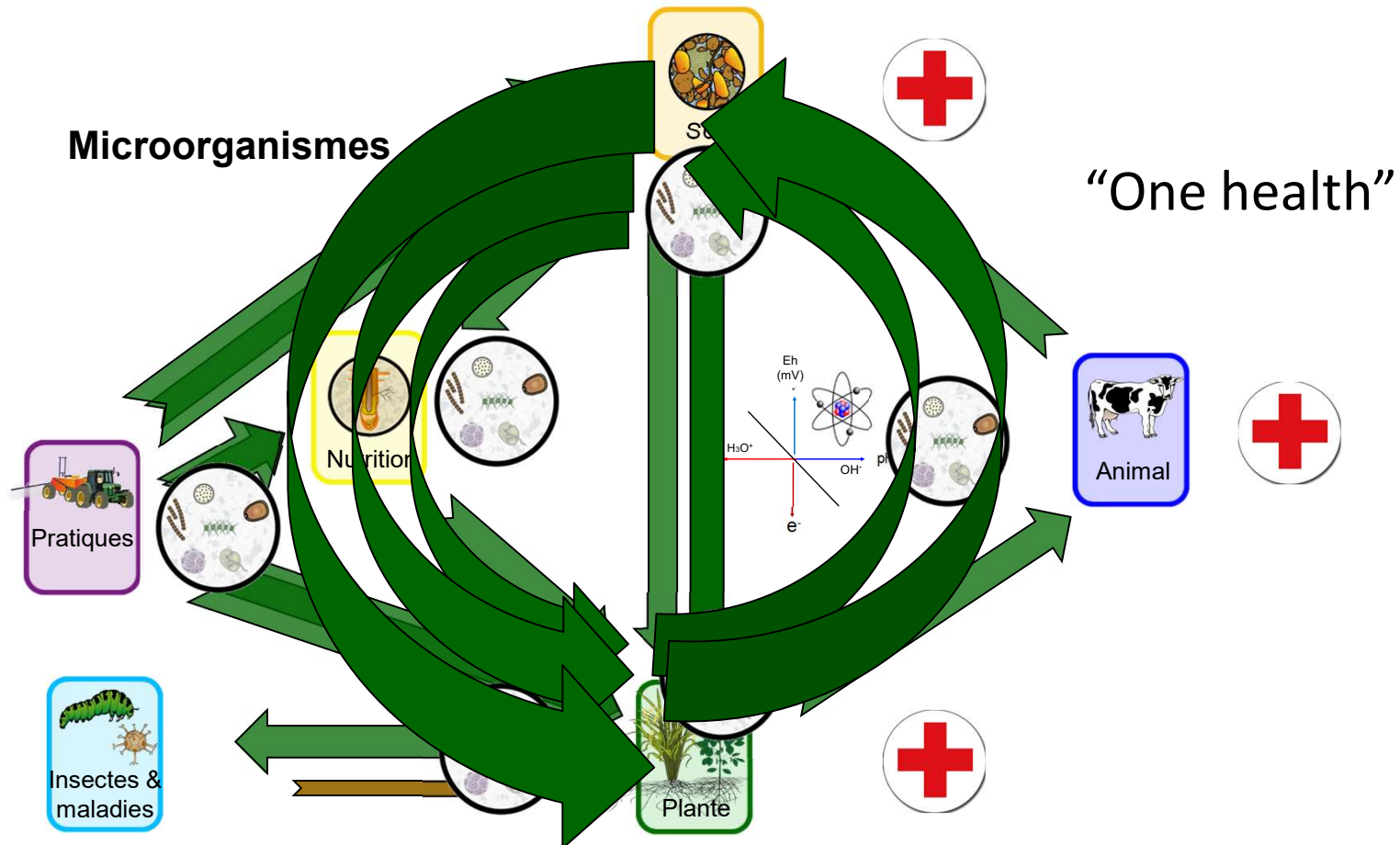


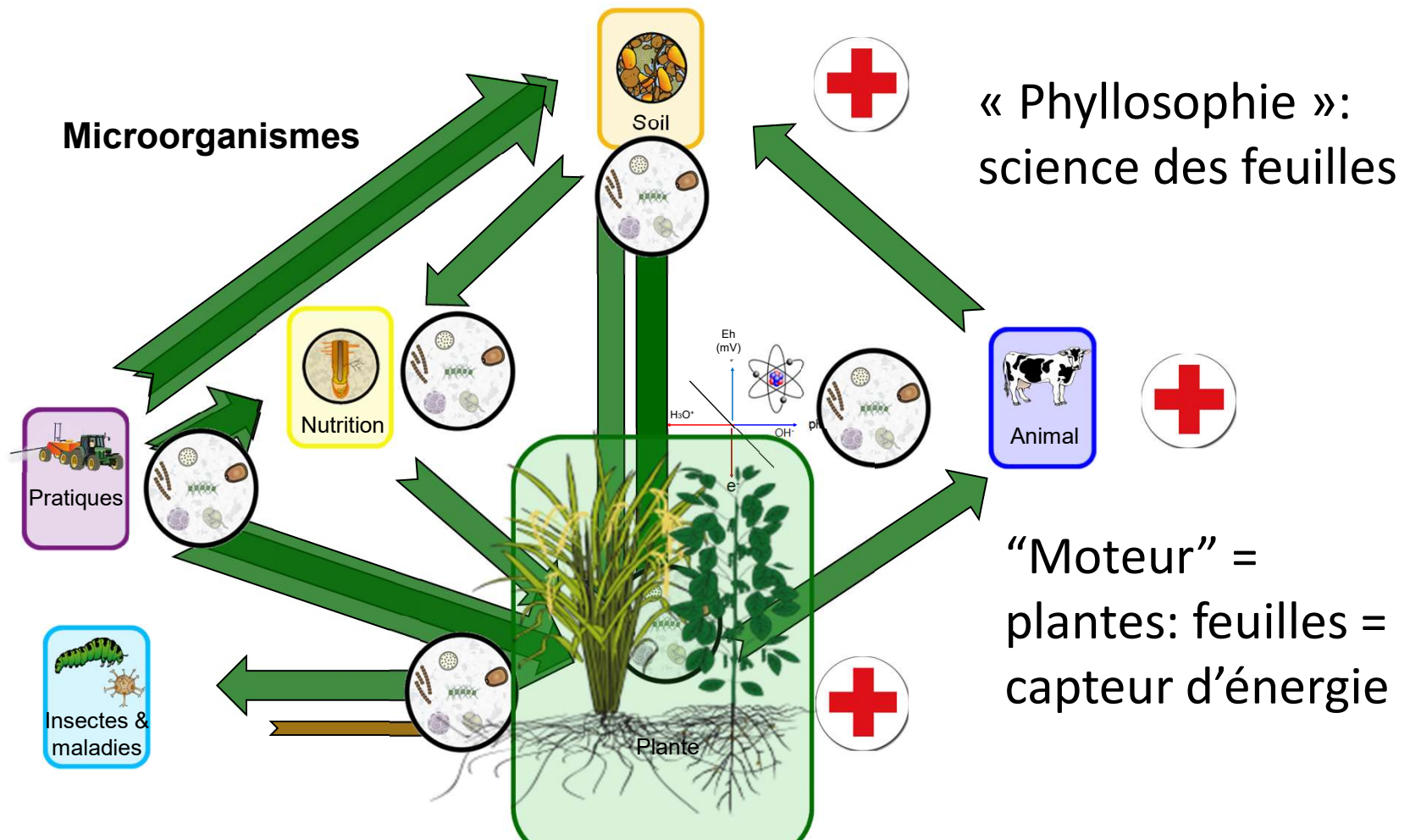
Eh-pH et santé des plantes

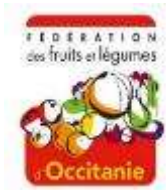












Maximiser la photosynthèse

Indice de surface foliaire : m^2 de feuilles par m^2

2-8 dans une forêt tempérée
Plus élevé avec des conifères
15 Dans une forêt tropicale

Sol nu : 0
Tournesol: 2,5-3
Riz (max): 10-12
(temporaire)





Maximiser la photosynthèse

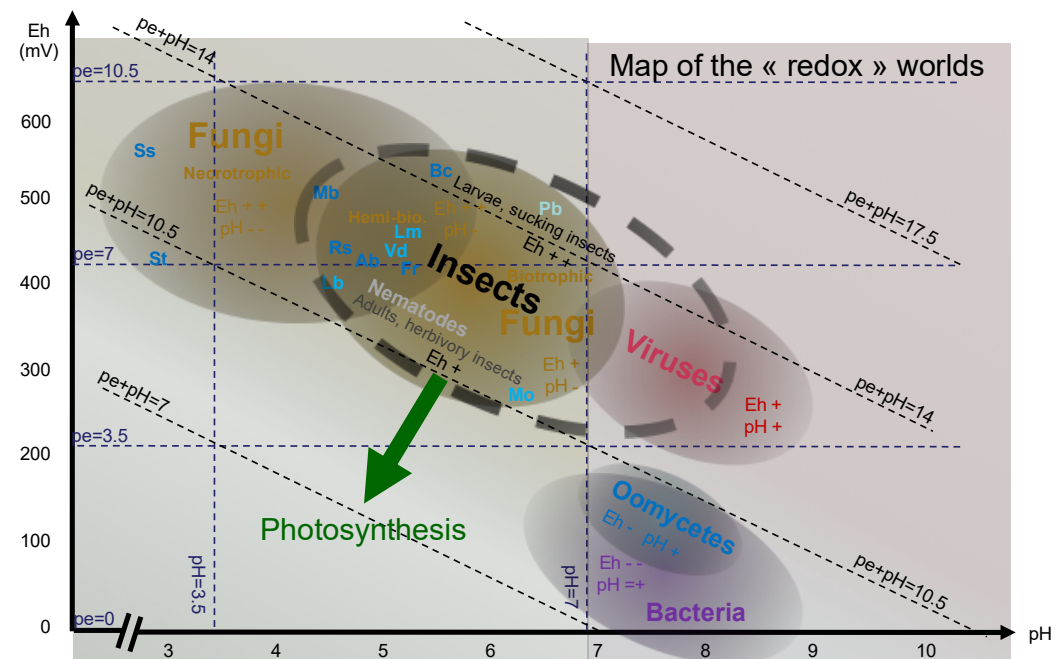
Stratégie à moyen terme:
restorer la structure du sol, la
MO, l'activité biologique

Rotation des cultures,
associations, relay cropping

Importance des mélanges

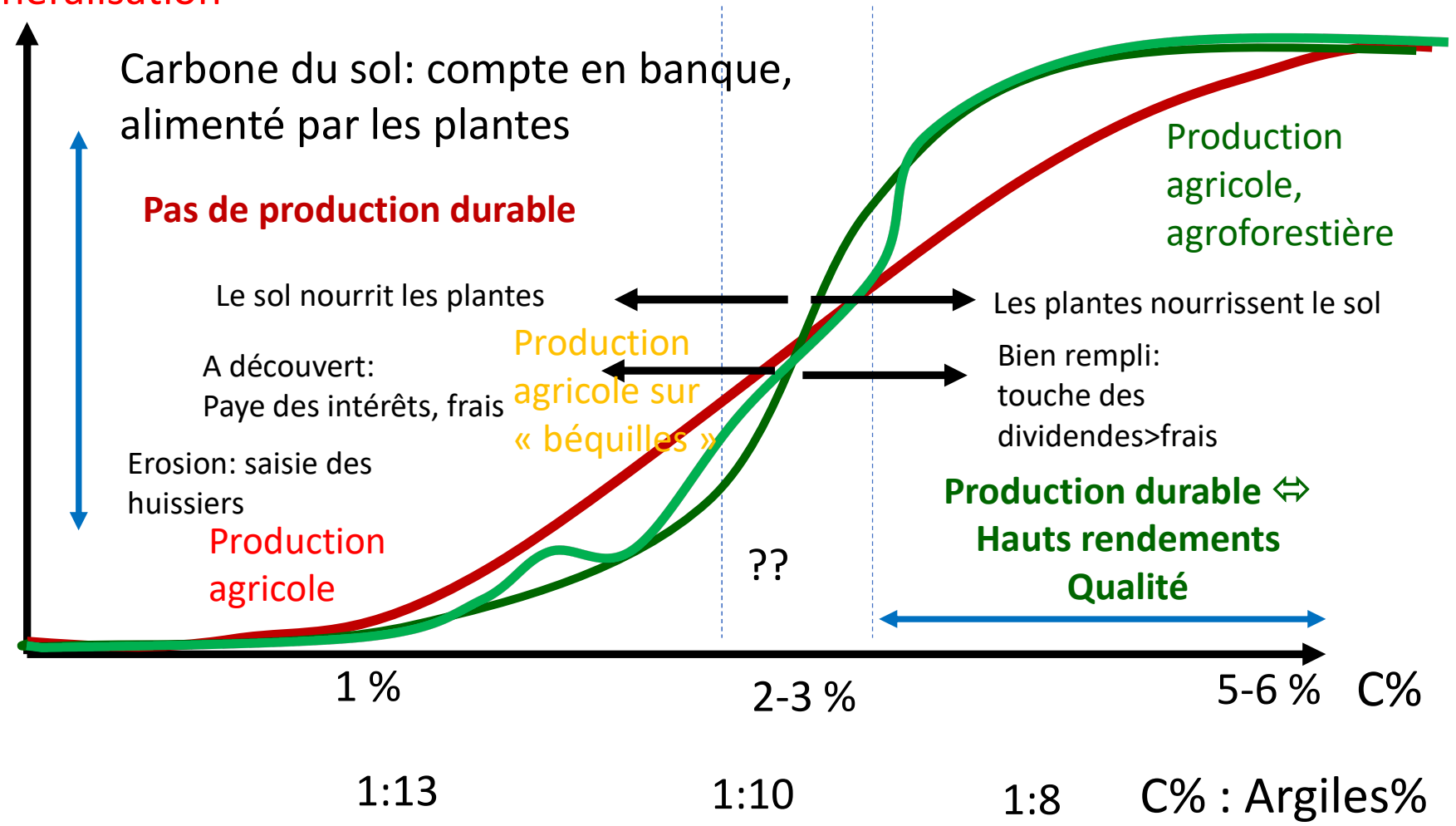
Période de transition :
Pulvérisations en foliaire pour
booster la photosynthèse

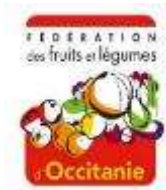
Apports extérieurs





Production/Biomasse
Minéralisation





Message final

Un sol sain repose sur des plantes saines, qui nourrissent les microorganismes qui améliorent la structure et nourrissent les plantes, ...

On peut faire pousser des plantes sans sol, mais on ne peut pas conserver un sol sans les plantes (désertification)

Il n'y a pas d'outil métallique capable de créer et surtout de stabiliser une bonne structure de sol: seuls le carbone et l'activité biologique (alimentée par les plantes) peuvent le faire

Pas besoin de compromis entre productivité et santé/qualité ou productivité et durabilité, au contraire...., si on utilise l'énergie fournie gratuitement par le soleil, stockée dans le carbone

Protection agroécologique des cultures (PAC) ne peut se faire que sur un sol régénéré => Riche en C stable et labile (activité bio).

Applications de PGPR, antioxydants, solutions réduites, oligoéléments, etc en accompagnement. faciliter la transition qui doit être rapide



« We cannot solve our problems with the same thinking we used when we created them »

Albert Einstein

« Science is to see what everyone else has seen, but think what no one else has thought »

A. Szent-Gyorgyi

Merci pour votre attention!

