



Compactage des sols

Comment cela se produit-il et comment l'éviter?

Techniques de régénération des sols

Peter Weisskopf

4^{èmes} Journées nationales Grandes cultures, Morat 24.1.2017



Sommaire

❖ Introduction

→ Structure du sol: propriétés et importance

❖ Cause des dommages structuraux

→ Atteintes portées aux sols et stabilité de leur structure

❖ Exploitation préservant la structure

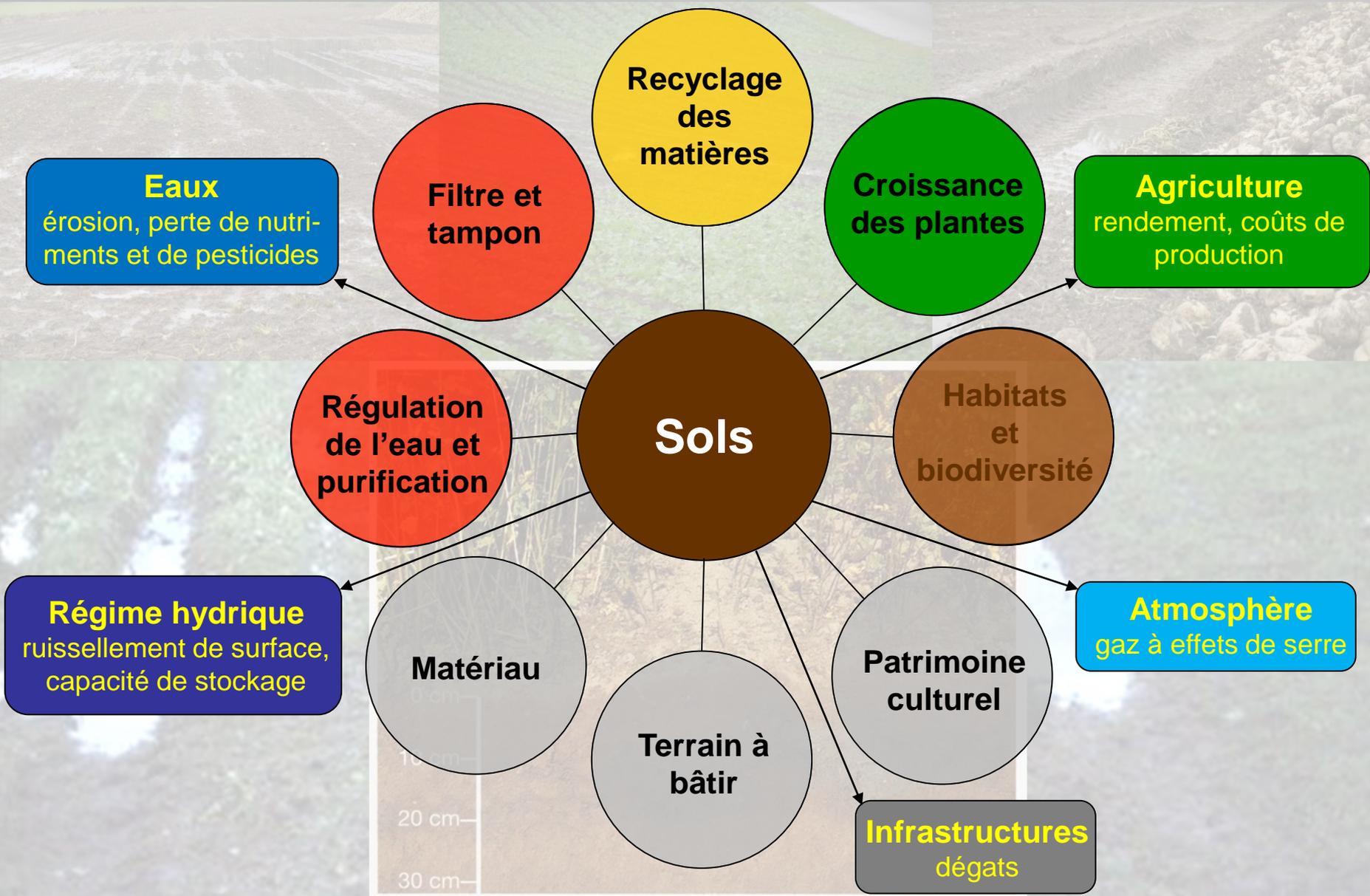
→ Diminuer les risques de compactage

→ Favoriser la formation de sols structurés

❖ Conclusions

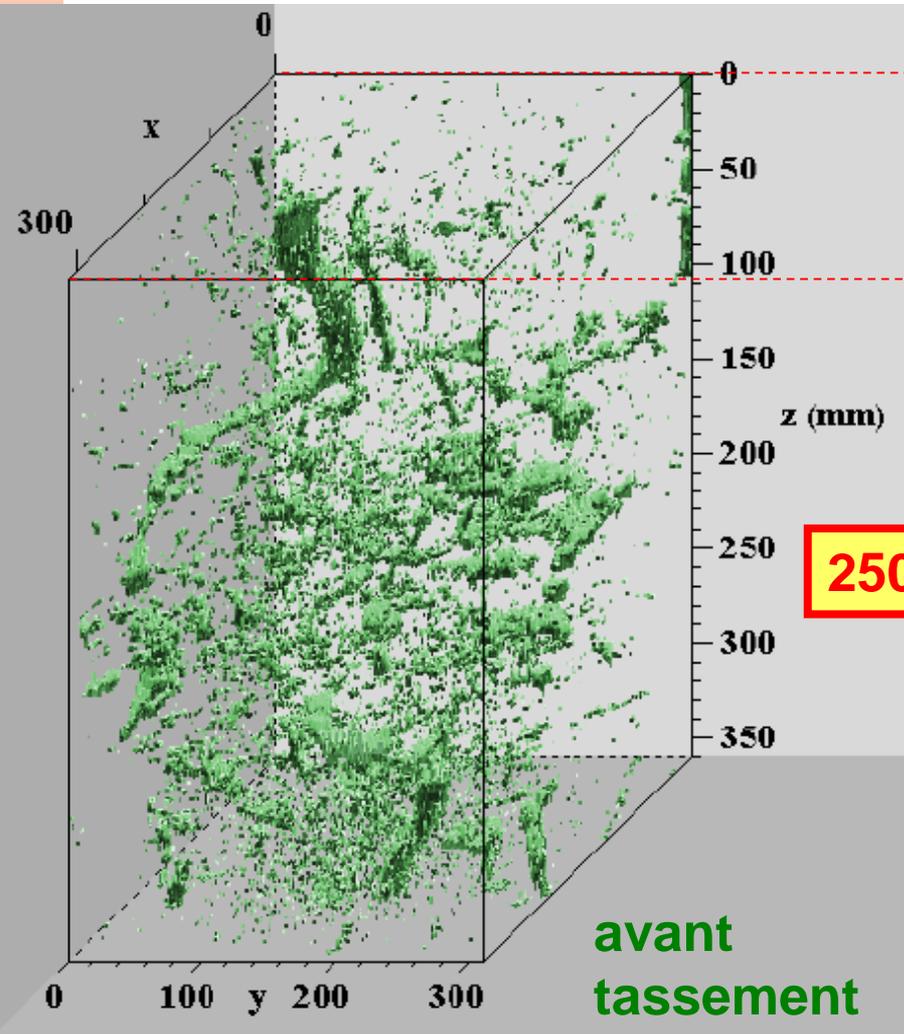


Fonctions et structure des sols

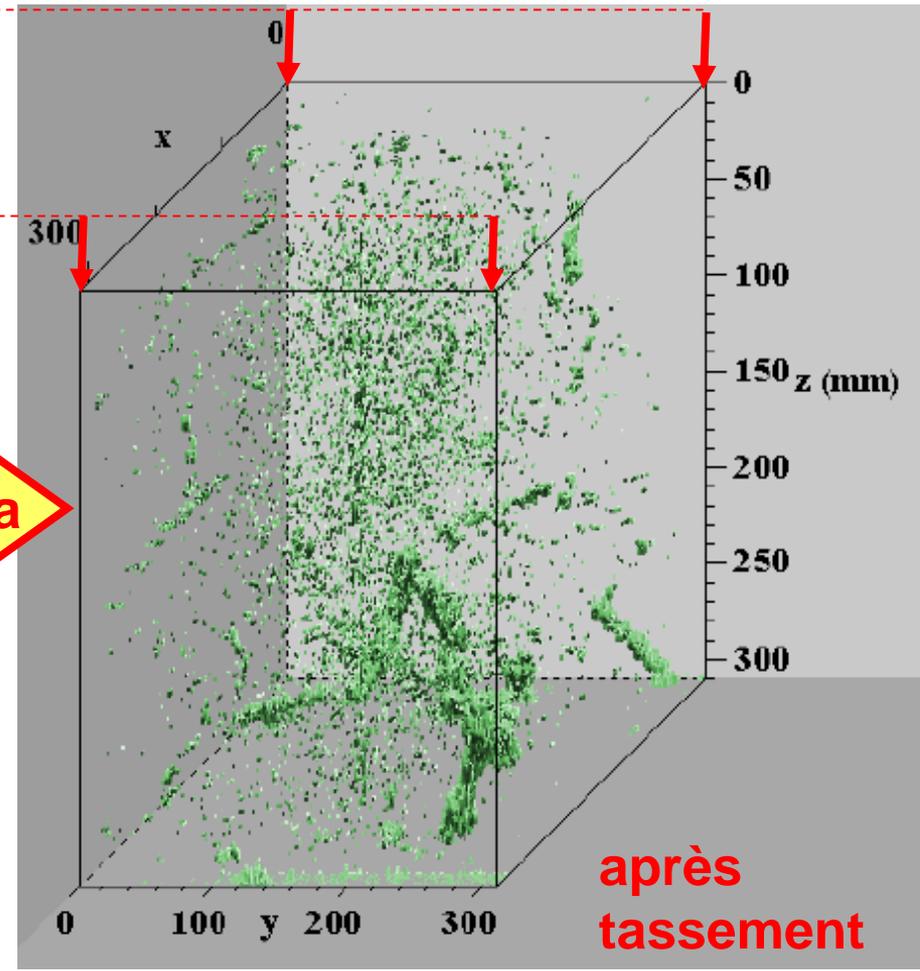




Compactage = dommages structuraux



250 kPa





Conséquences du compactage



www.sd.nrcs.usda.gov

Atteintes à la fonction habitat

- **production de biomasse, stockage de l'eau, transport de l'eau et des gaz, transformation de la matière organique, ...**
(rendement des plantes, nitrification ↓, dénitrification ↑, ...)



G. Brändle, ART

Atteinte à la fonction croissance des plantes

- **développement des cultures, rendement et qualité**
(profondeur de l'enracinement, absorption des nutriments, ...)

Exploitation plus difficile

- **coûts plus élevés, plus d'intrants (énergie, temps!), efficacité moindre, organisation plus difficile**
(moins de jours de travail disponibles, ...)



en.eesj.edu.gt

Atteinte à la fonction équilibre hydrique et équilibre substances

- **régulation des eaux, ruissellement de surface, infiltration**
(inondations, érosion, pertes de nutriments et de pesticides, réduction du renouvellement de la nappe phréatique, ...)
- **cycle de la matière** (gaz à effet de serre, ...)



Contradiction de fond



G. Brändle, ART

Les sols en tant que **habitat** pour les racines des plantes et les organismes du sol:

→ **accessibilité et fonctionnalité des pores**
(stockage, transport, pH, Redox, ...)



www.claas.de

Les sols en tant que **voie de roulement** pour les véhicules agricoles:

→ **praticabilité permanente, illimitée**
(capacité de charge, résistance au roulement, ...)



Portance du sol vs. atteintes



www.sd.nrcs.usda.gov

Portance du sol = propriétés du sol

- **composition:** texture (minéralogie), matières organiques (qualité), cailloux, ...
- **structure:** type et taille des agrégats, épaisseur, ...
- **humidité:** type de sol, climat, drainage, ...
- *exploitation: rotation des cultures, travail, ...*



Atteinte portées aux sols = caractéristiques des véhicules et organisation des passages

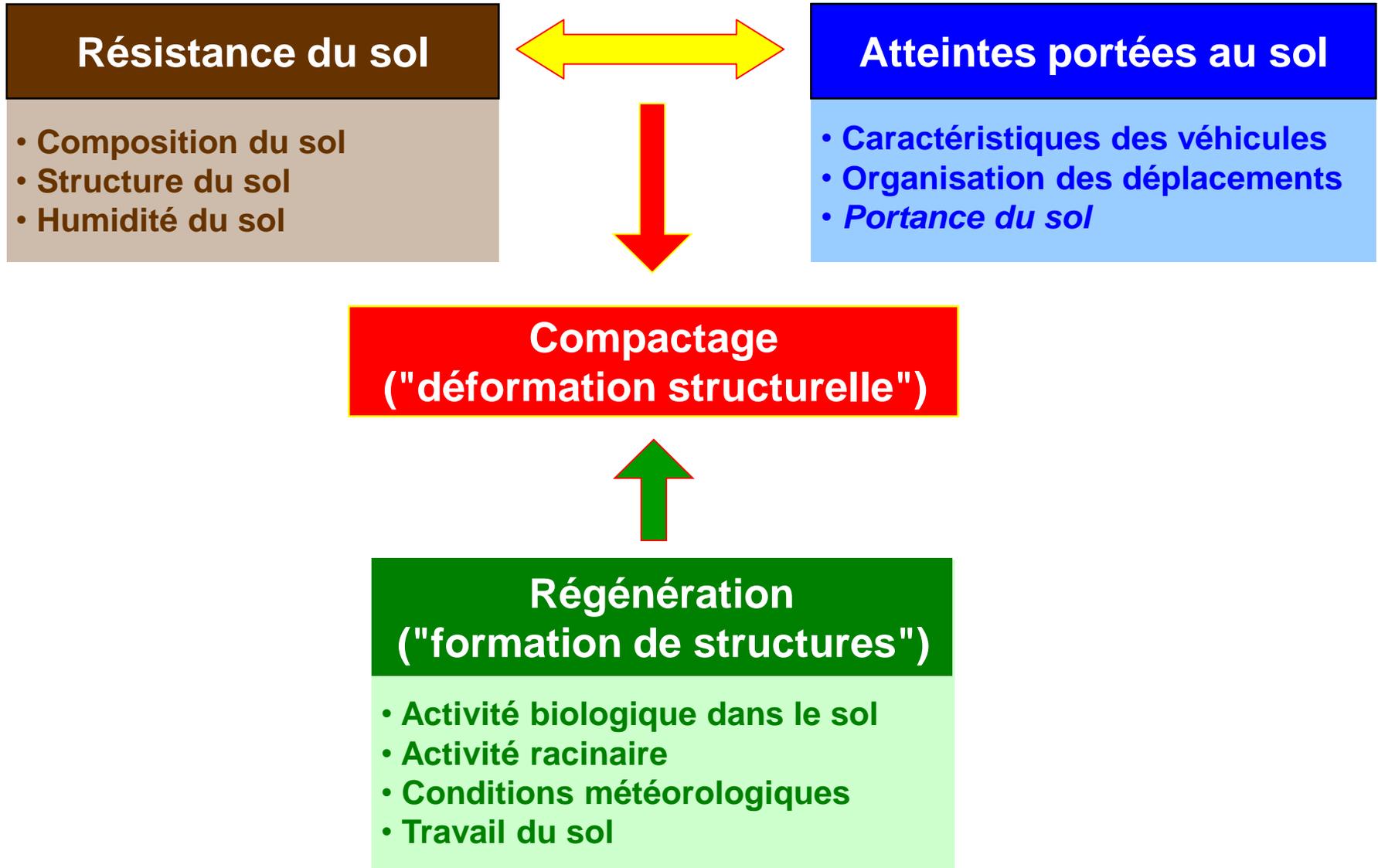
- **chassis:** nombre, taille et disposition resp. des roues et des chenilles
- **poids et répartition du poids:** charge des roues
- **caractéristiques des pneus/chenilles:** taille, rigidité, pression de gonflage, ...
- **entraînement:** entraîné (2/4WD), tracté, ...
- **organisation des passages:** trajets productifs vs. non productifs, méthode de travail, réseau de transport, ...



www.teroerde-landtechnik.de



Processus mécanique de compactage





Processus de compactage des sols peu structurés



Sols peu structurés

→ battance superficielle

→ horizon de compactage ("compactage par entreposage")

= Sols riches en limon

= Sols contenant peu d'humus

→ apport insuffisant de substances organiques

→ sols exploités trop intensivement



Réduire les risques de compactage

Evaluation des risques de compactage

Offiziell genehmigte Anwendung der beiden Bundesämter für Landwirtschaft und für Umwelt

→ *expert*

→ *light*

terranimoch

[Anmelden](#) | [Registrieren](#) [D](#) | [F](#) | [E](#)

Willkommen bei **Terranimo**®

Terranimo® ist ein Simulationsmodell für die Berechnung des Bodenverdichtungsrisikos beim Einsatz von landwirtschaftlichen Fahrzeugen.

Es sind zwei Versionen verfügbar:

→ **Terranimo**® *light*

für die einfache und schnelle Risikoeinschätzung von Standardsituationen.

→ **Terranimo**® *expert*

für die umfassende Analyse des Verdichtungsrisikos bei spezifischen Bedingungen.

voir l'exposé de Matthias Stettler:

„Terranimo – acceptance dans la pratique et développements futurs“

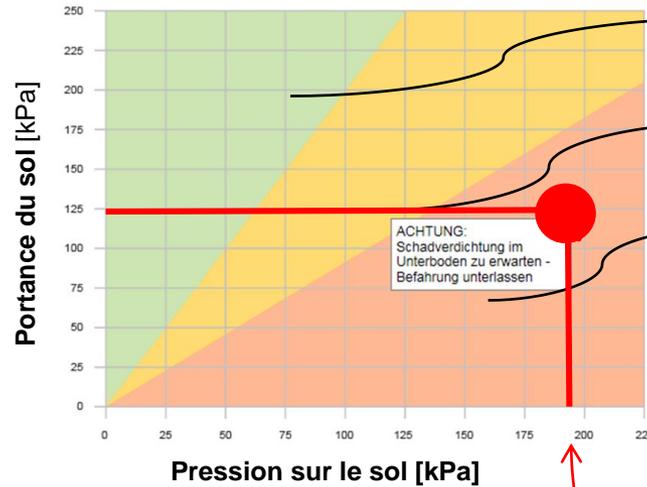


Réduire les risques de compactage

Evaluation des risques de compactage

Diagramme décisionnel

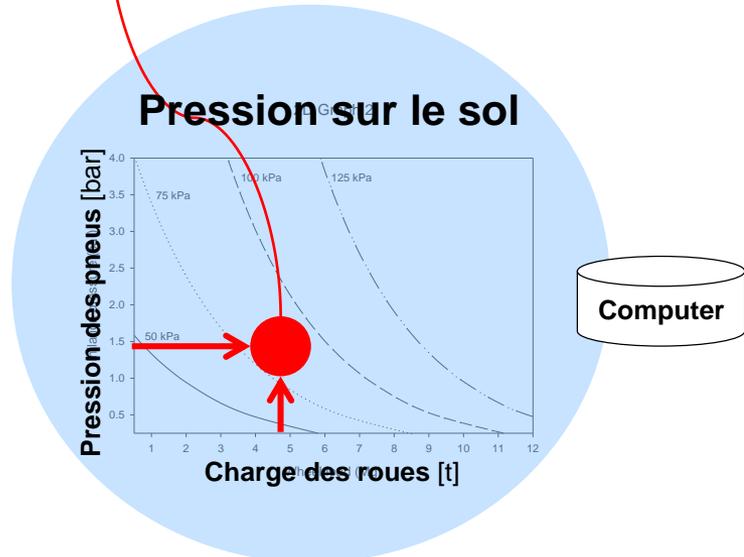
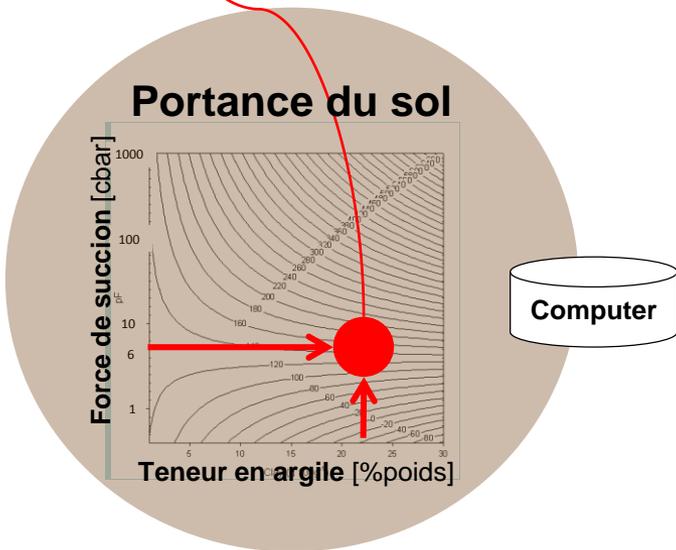
Entscheidungsdiagramm (gültig für 35 cm Bodentiefe)



« pas de menace »
→ pas de risque de compactage

« menace importante »
→ compactage possible

« menace forte »
→ compactage probable





Réduire les risques de compactage

Stratégies pour diminuer les risques

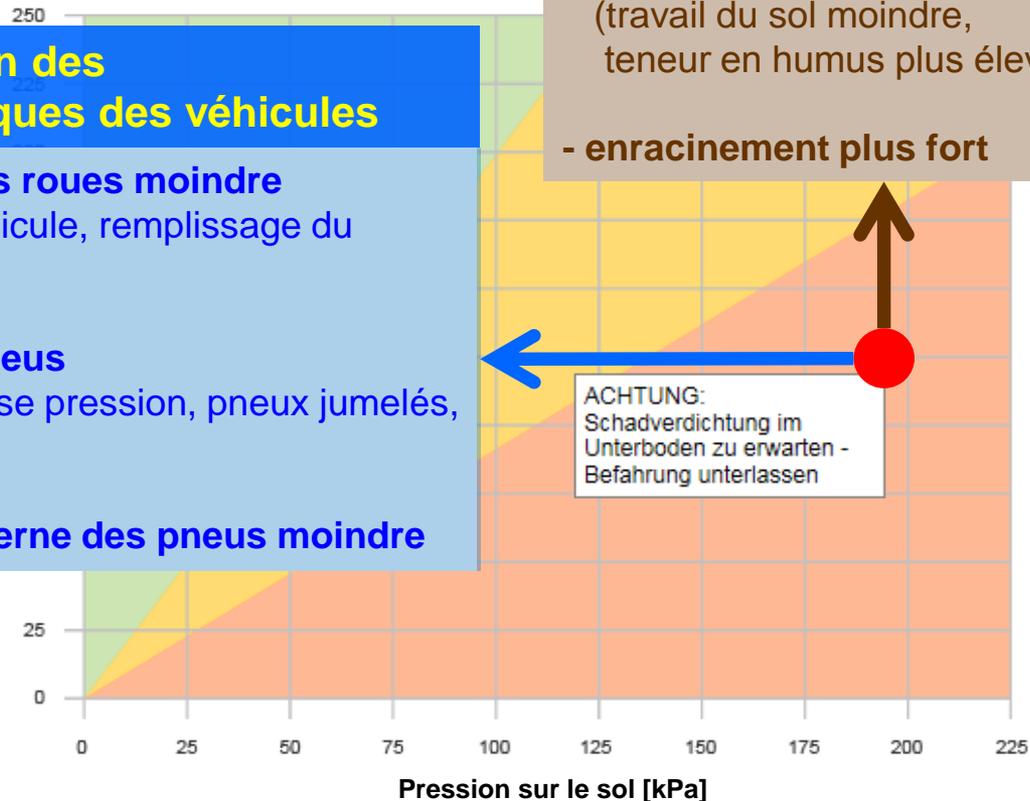
Amélioration des caractéristiques des véhicules

- pression des roues moindre
(choix du véhicule, remplissage du réservoir, ...)
- meilleurs pneus
(pneus à basse pression, pneus jumelés, ...)
- pression interne des pneus moindre

Amélioration des caractéristiques du sol

- sol sec
- meilleure structure du sol
(travail du sol moindre, teneur en humus plus élevée, ...)
- enracinement plus fort

Diagramme décisionnel (pour 35 cm)





Réduire les risques de compactage

Amélioration des caractéristiques des véhicules



Chassis

- Répartition des charges sur des surfaces de chargement indépendantes
- Plusieurs passages vs. un seul passage
= résistance au roulement, importance des dommages



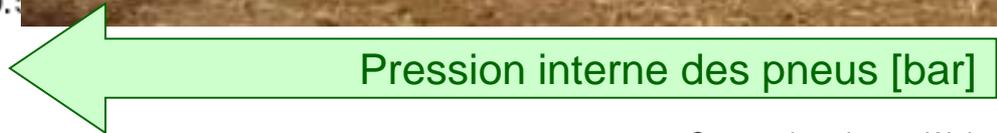
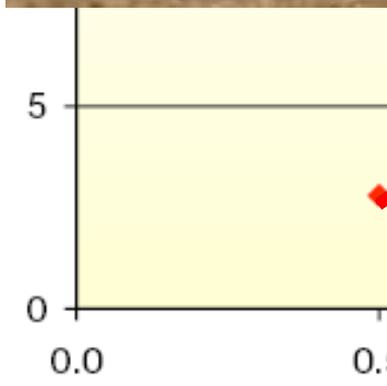
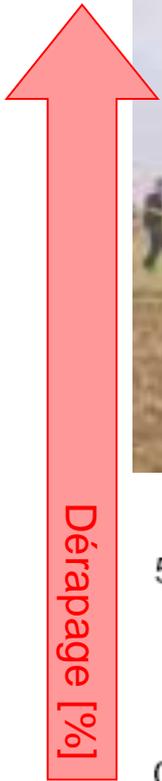
Types et taille des pneus, pression interne des pneus

- surface de contact plus grande = couche supérieure du sol mieux épargnée
 - = pression verticale dans le sous-sol moindre
 - = moins de dérapages = pression horizontale moindre (→ traction, besoin en énergie)
- adapter la pression des pneus à la roue et à la vitesse!
 - = système de télégonflage (ou: nouvelle génération de pneus)



Réduire les risques de compactage

Protection des sols et déplacements efficaces





Réduire les risques de compactage

Amélioration de l'utilisation des véhicules



images.agcanada.ironolutions.com

Améliorer l'organisation du trafic dans les champs

- réduire les trajets non productifs
(tendre vers un nombre de trajets nécessaires minimum)
- optimiser les méthodes de chargement



www.caseiurope.com

Développer des systèmes de passages alternatifs

- exactitude des déplacements
(systèmes de direction)
- Controlled Traffic: traces de passage permanentes
(séparer les surfaces avec / sans passages)

voir l'exposé d'Annette Latsch:

« Controlled Traffic Farming – Une solution pour réduire le compactage des sols? »



Réduire les risques de compactage

Amélioration de l'utilisation des véhicules



Wikimedia Commons-

Transport de grandes quantités de marchandises (évacuation des récoltes, apport d'engrais)

- séparer le transport par le champ et par les routes?
= véhicules spécialisés, organisation des chargements!
- combiner le transport par le champ et par les routes?
= pneus flexibles, système de régulation de la pression de gonflage des pneus



Méthode alternative

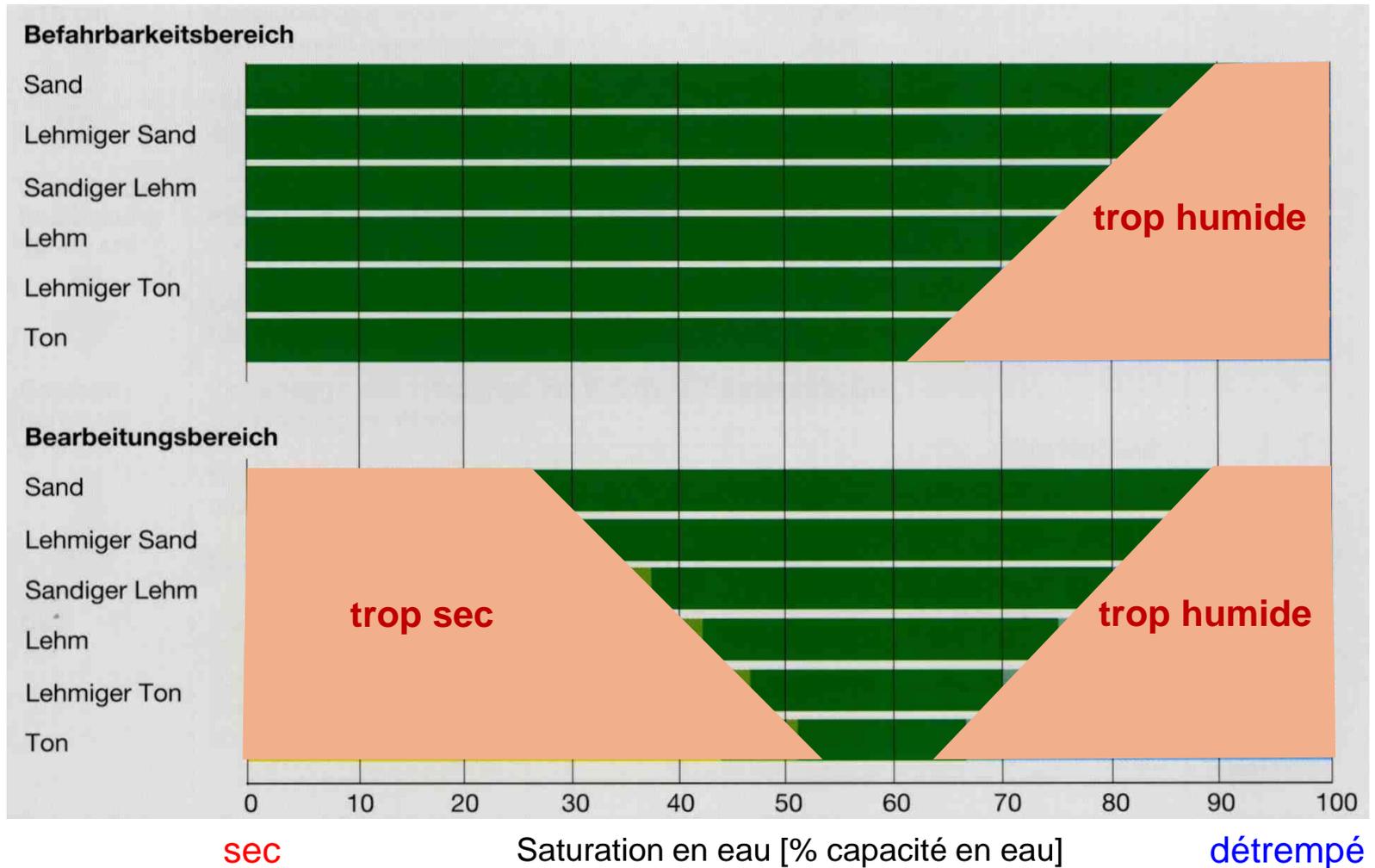
(pression sur le sol moindre, moins de surfaces parcourues)

- p.ex. labour Onland
= pression sur le sol moindre dans les sillons
- p.ex. épandage du purin
= pression sur le sol moindre + moins de surfaces parcourues



Réduire les risques de compactage

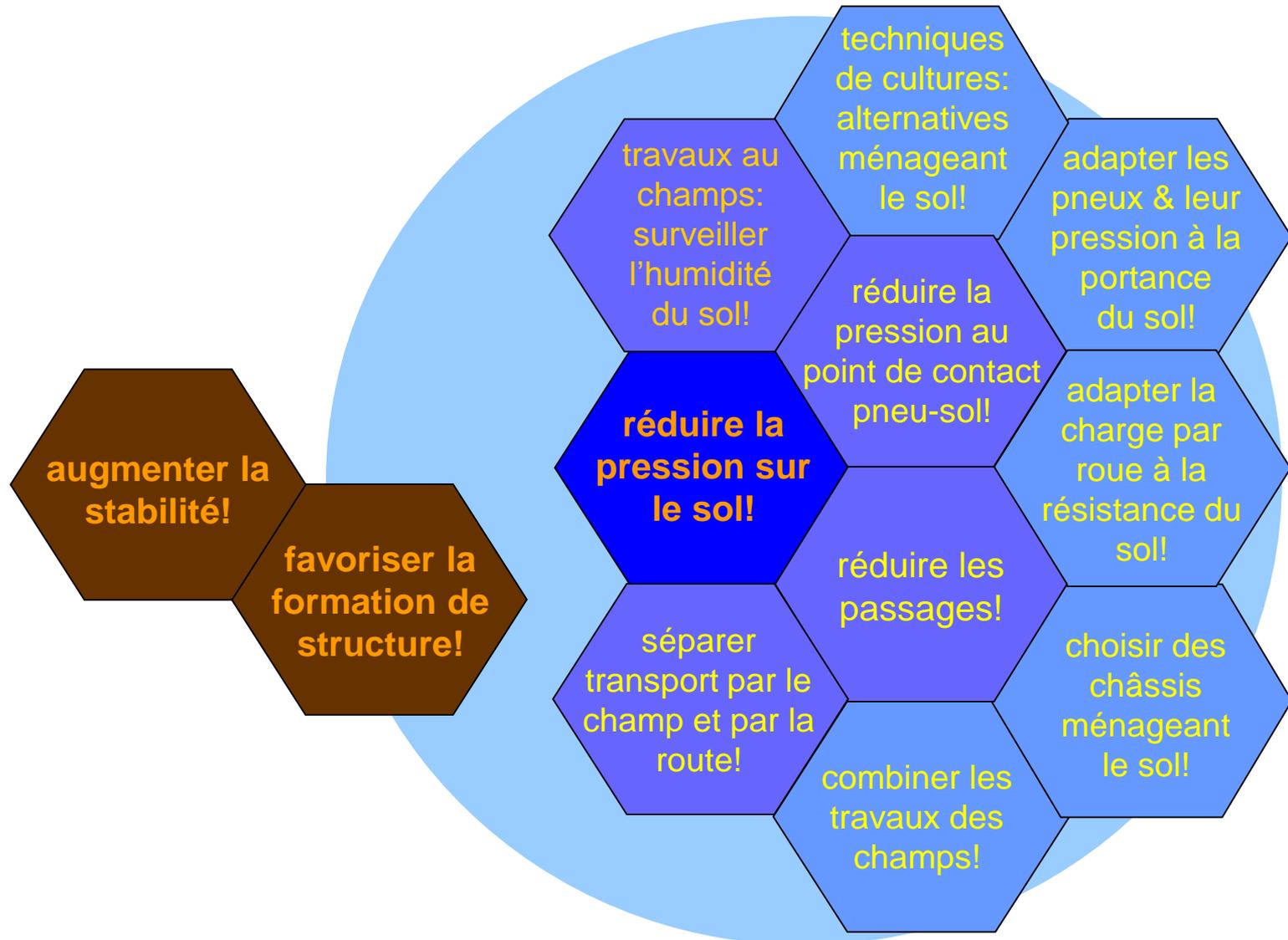
Amélioration de l'utilisation des véhicules: surveiller l'humidité du sol!





Réduire les risques de compactage

Caractéristiques et utilisation des véhicules



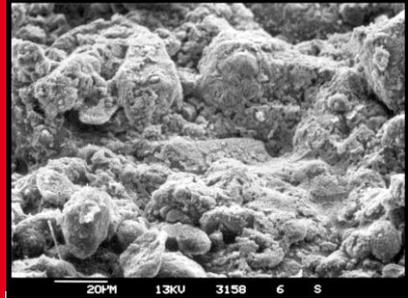


Favoriser la formation de structures

Processus de formation de structures



bbcgardenersworld.files.wordpress.com



www.ars.usda.gov



hwebworks.biz



soilquality.org

Processus physiques

- **ameublissement mécanique** (travail du sol)
- **détrempé/desséché** (cycles sec/humide)
- **dégâts dus au gel**
- **renforcement** (humidité du sol: capillarité)

Processus chimiques

- **liaisons, agrégation** (couches, complexes, ...)

Processus biologiques

- **pénétration des racines** (dessèchement, liaison, nutriments, ...)
- **activité des organismes du sol** (ameublissement, stabilisation, mélange, agrégation, ...)



Favoriser la formation de structures

Favoriser les processus physiques



www.agweb.com



www.lemken.com



zu fein



www.agrigate.ch



img.fotocommunity.com

Travail du sol, technique de mise en place

→ **ameublissement**: labour en profondeur, préparation du lit de semences, ...

→ **renforcement**: roulage

= **importance de la qualité du travail!** (humidité du sol, choix et réglage des appareils, ...)

= **pas d'agrégation!**

= **seulement à grande échelle!**

Travail du sol, technique de mise en place, rotation, ...

→ **détrempé/desséché**: teneur en argile, météo; travail du sol, rotation/choix de la culture, irrigation, ...

→ **dégâts dus au gel**: météo; travail du sol, rotation/choix de la culture, ...



Favoriser la formation de structures

Favoriser les processus chimiques & biologiques

Fertilisation minérale

→ **liaison, agrégation:** chaulage, types d'engrais

Fertilisation organique

→ **liaison, agrégation:** engrais de ferme, engrais de recyclage

Assolement / choix de la culture, technique de mise en place, ...

→ **liaison, agrégation:** assolement / choix de la culture

→ **pénétration des racines:** sol, météo; assolement / choix de la culture, technique de mise en place, ...

→ **activité des organismes du sol:** sol, météo; assolement / choix de la culture, technique de mise en place, fertilisation, ...



phs-lohnunternehmen.ch



2.bp.blogspot.com





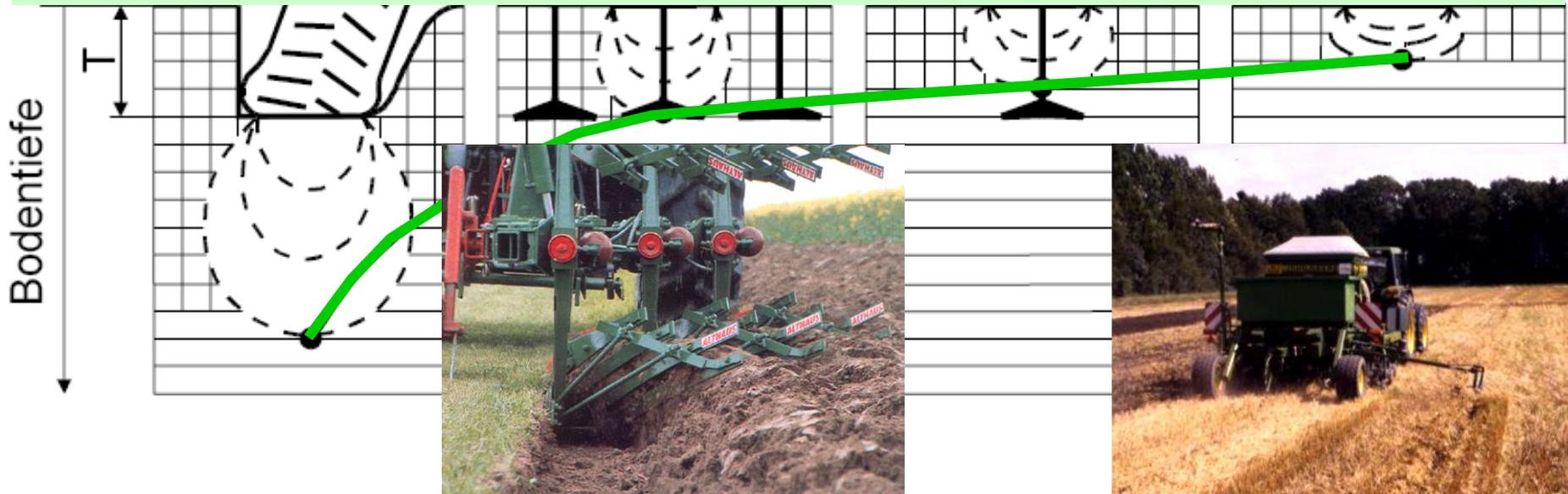
Favoriser la formation de structures

Technique de mise en place et formation des structures

Konventionelle Bodenbearbeitung mit Pflug

Konservierende Bodenbearbeitung ohne Pflug
übliche fruchtfolgespezifische ohne
Lockerung

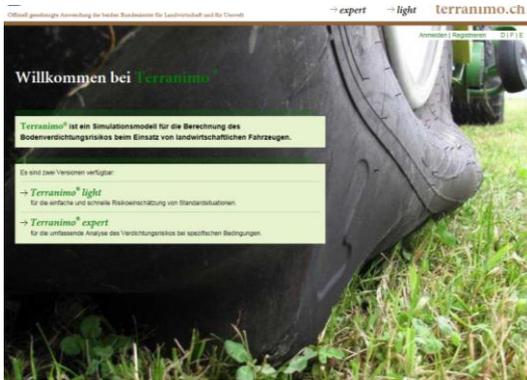
- Ameublissement mécanique intensif utile uniquement sur des sols compactés!
- Réduction de l'intensité du travail du sol (en superficie et en profondeur) possible, si l'on contrôle le risque de compactage!





Favoriser la formation de structures

Exemples d'exploitation favorisant les structures



risque de compactage contrôlé



couverture du sol et pénétration des racines

→ L'exploitation favorisant les structures ameublait aussi l'intérieur des particules de sol compacté et stabilise par l'agrégation!



pas de travail du sol trop intensif

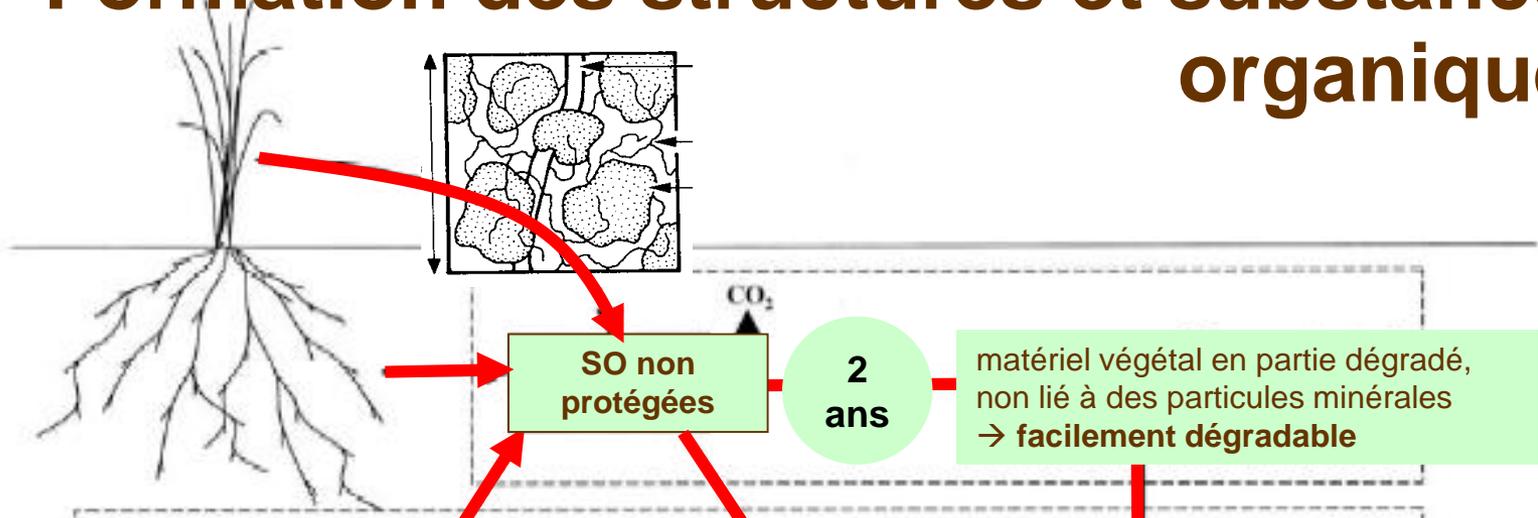


fertilisation raisonnable (bilan humique, pH)



Favoriser la formation de structures

Formation des structures et substances organiques



→ Pour gérer l'humus, il ne suffit pas de maintenir dans le sol une teneur en humus servant de "matériau de construction":
la substance organique – source d'énergie pour l'activité des organismes du sol – est au moins aussi importante, afin qu'ils puissent fournir leurs services!

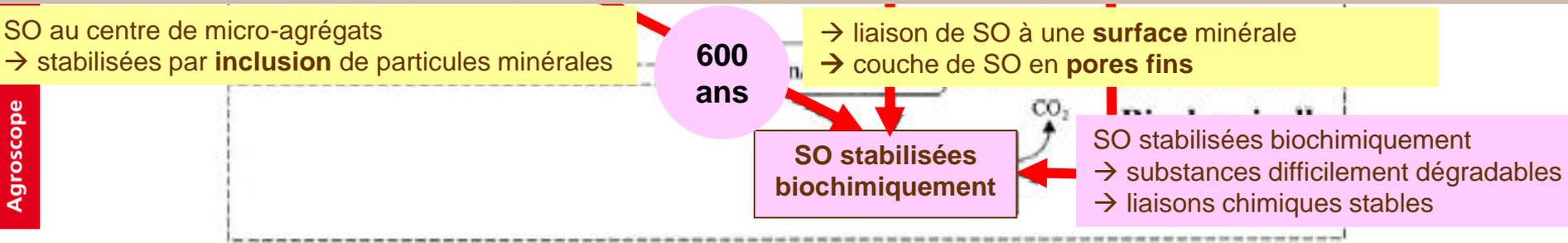
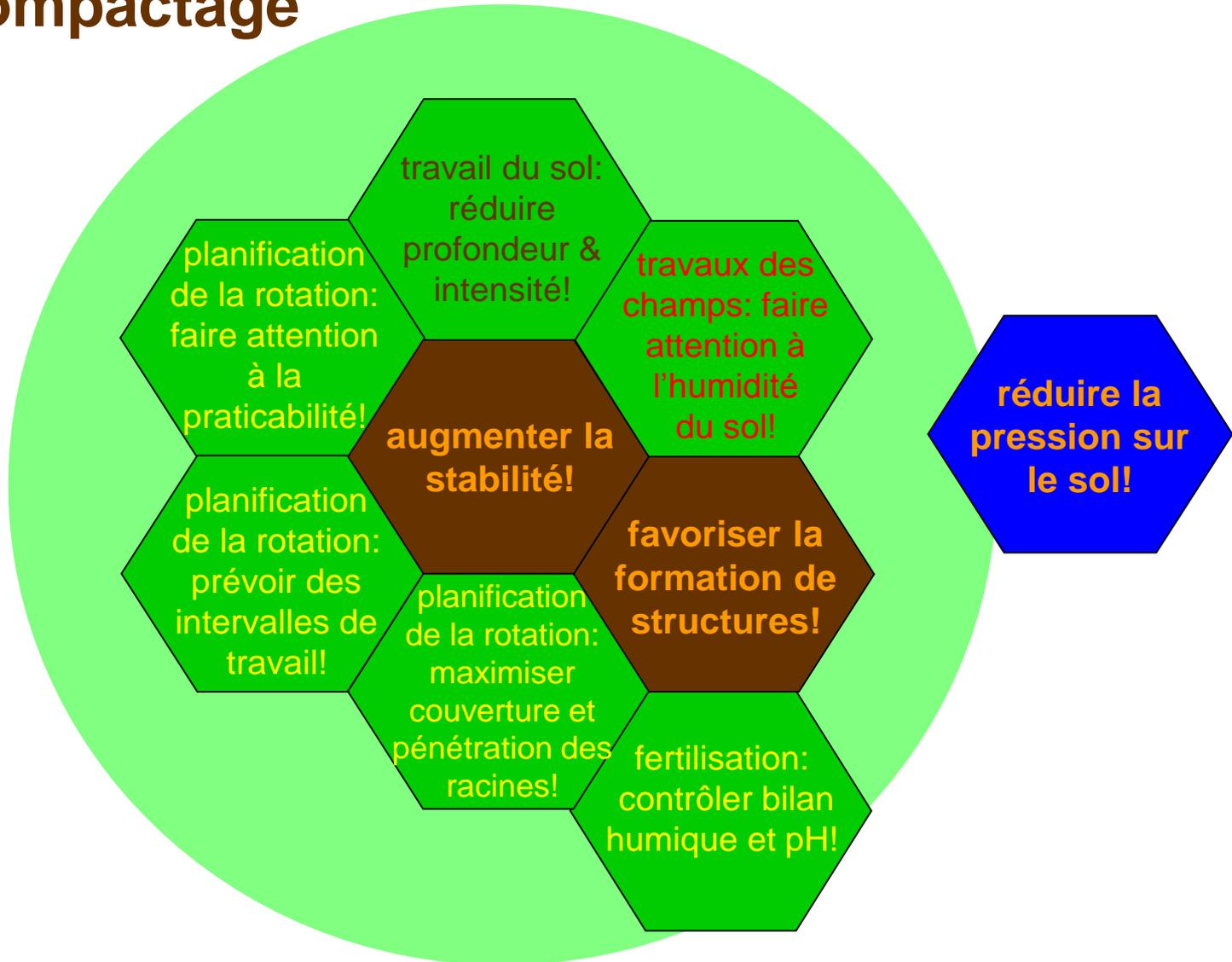


Figure 3. Conceptual model of soil organic matter (SOM) dynamics with measurable pools. The soil processes of aggregate formation/degradation, SOM adsorption/desorption and SOM condensation/complexation and the litter quality of the SOM determine the SOM pool dynamics.



Favoriser la formation de structures

Production végétale et diminution du risque de compactage





Conclusions

Réduire les risques de compactage

- Le risque de compactage présente deux aspects:
trace de passage unique vs. passages sur une partie du champ
- Pour évaluer le risque de compactage, il faut prendre en compte les caractéristiques du sol et des véhicules!

Evaluation du risque de compactage = interaction compliquée entre les caractéristiques du sol et des véhicules

- **programme comme un outil d'aide à la décision** (mise à disposition de données, calculs, interprétation)

Réduire le risque de compactage à une trace de passage unique:

- **adapter les caractéristiques des véhicules à la stabilité du sol**
- **préparer l'organisation du travail en conséquence**



Conclusions

Réduire les risques de compactage

Amélioration des caractéristiques des véhicules, efficace à court terme:

→ **pneus, pression interne des pneus, charge utile, ...**

Pneus ménageant les sols, situation win-win:

→ ménage la couche supérieure du sol, améliore la force de traction, économie d'énergie et de temps

Travaux de transport souvent à grand risque de compactage

→ examiner les synergies entre transport par le champ et par la route

Rechercher des alternatives si les risques de compactages sont grands:

→ purinage par tuyau, labour Onland (ou travail sans labour)

Aujourd'hui souvent encore trop peu étudié de manière systématique:

→ **diminuer le risque de compactage sur l'ensemble de la parcelle**



Conclusions

Favoriser la formation de structures

- Ameublissement à très fine échelle uniquement par des processus naturels formant des structures, et non par le travail du sol!
- Stabilisation effective par agrégation, uniquement par des processus naturels formant des structures!

Exploitation favorisant les structures

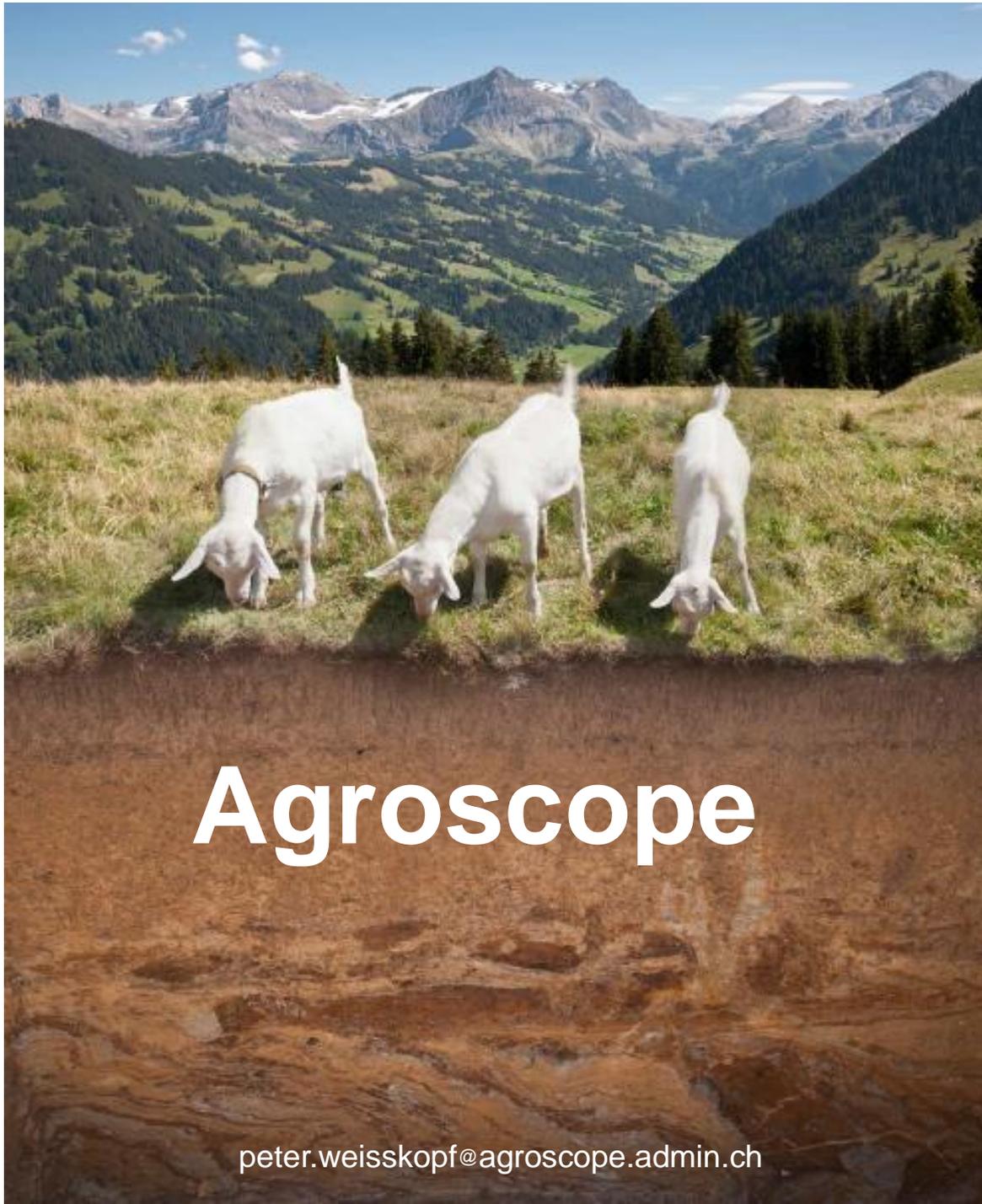
= utilisation de processus naturels formant des structures

- régénération de sols compactés
- amélioration de l'état de la structure du sol

Régime de passages et travail du sol:

- réduction de l'intensité du travail du sol possible, si le risque de compactage est contrôlé

- les substances organiques du sol ne servent pas uniquement de "matériau de construction", mais aussi de source d'énergie!



Agroscope

peter.weisskopf@agroscope.admin.ch