

**cirad**

LA RECHERCHE AGRONOMIQUE  
POUR LE DÉVELOPPEMENT

## Les modalités de développement de l'ACS dans le monde : l'évolution et l'adaptation d'un concept

Académie d'Agriculture, 22/06/22

*E. Scopel, UR AïDA*

*En hommage à Lucien Séguy*

# Production agricole et exposition des sols



# Les trois principes de l'AC selon la FAO

---



**Perturbation mécanique minimale du sol**



**Couverture organique permanente du sol**



**Diversification des espèces**

# La pratique de l'AC dans le monde

---

Total 125 millions ha (2012)



(Friedrich et al., 2012)

# Le début de l'histoire aux Etats Unis (1940)



Une réduction du travail du sol (chisel plow) dès les années 40

Une prise de conscience des effets dévastateurs de l'intensification du travail du sol et de l'exposition des sols aux intempéries : la dégradation par l'érosion

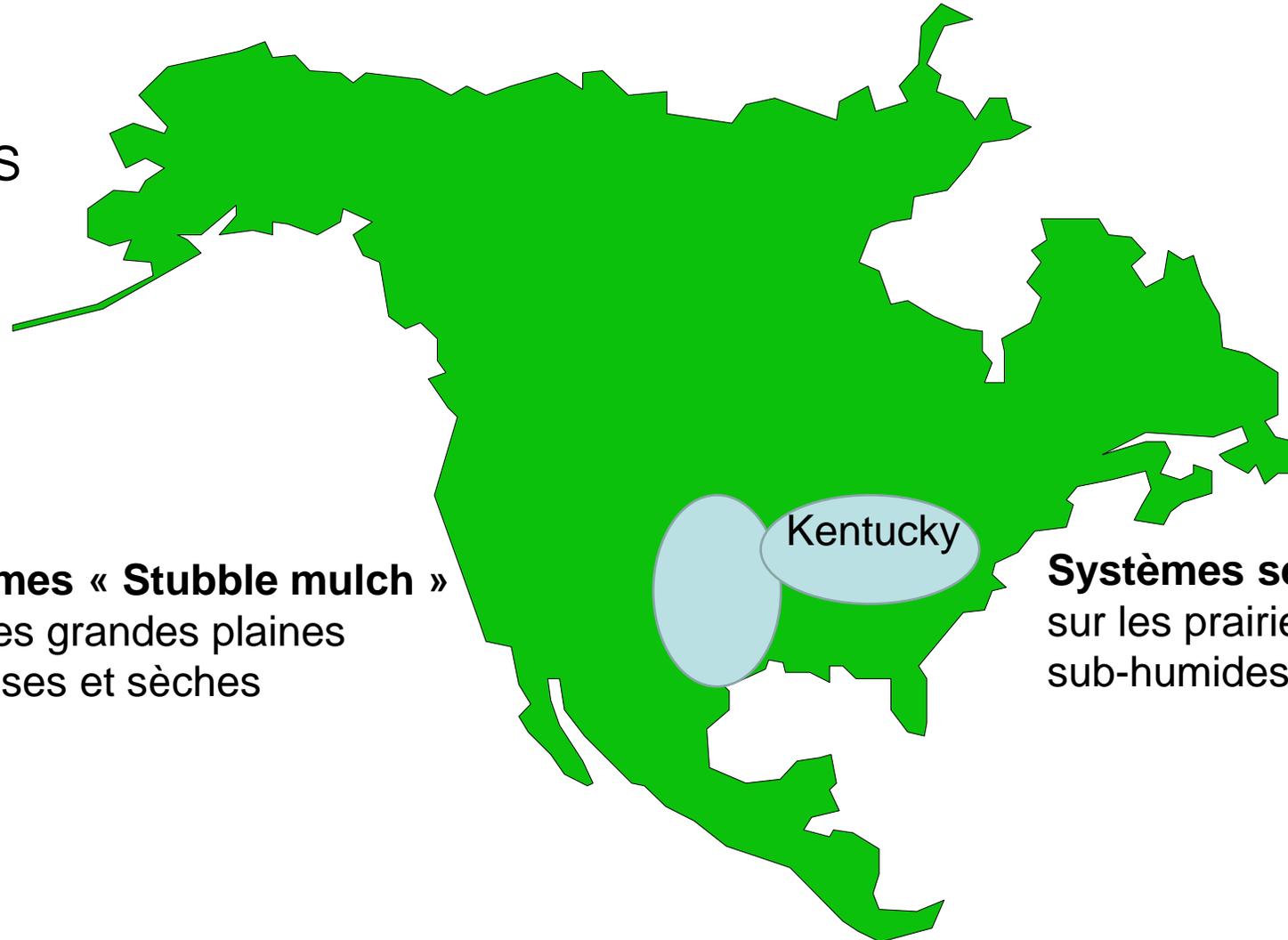


# Historique de l'adaptation de l'ACS aux Etats Unis

---

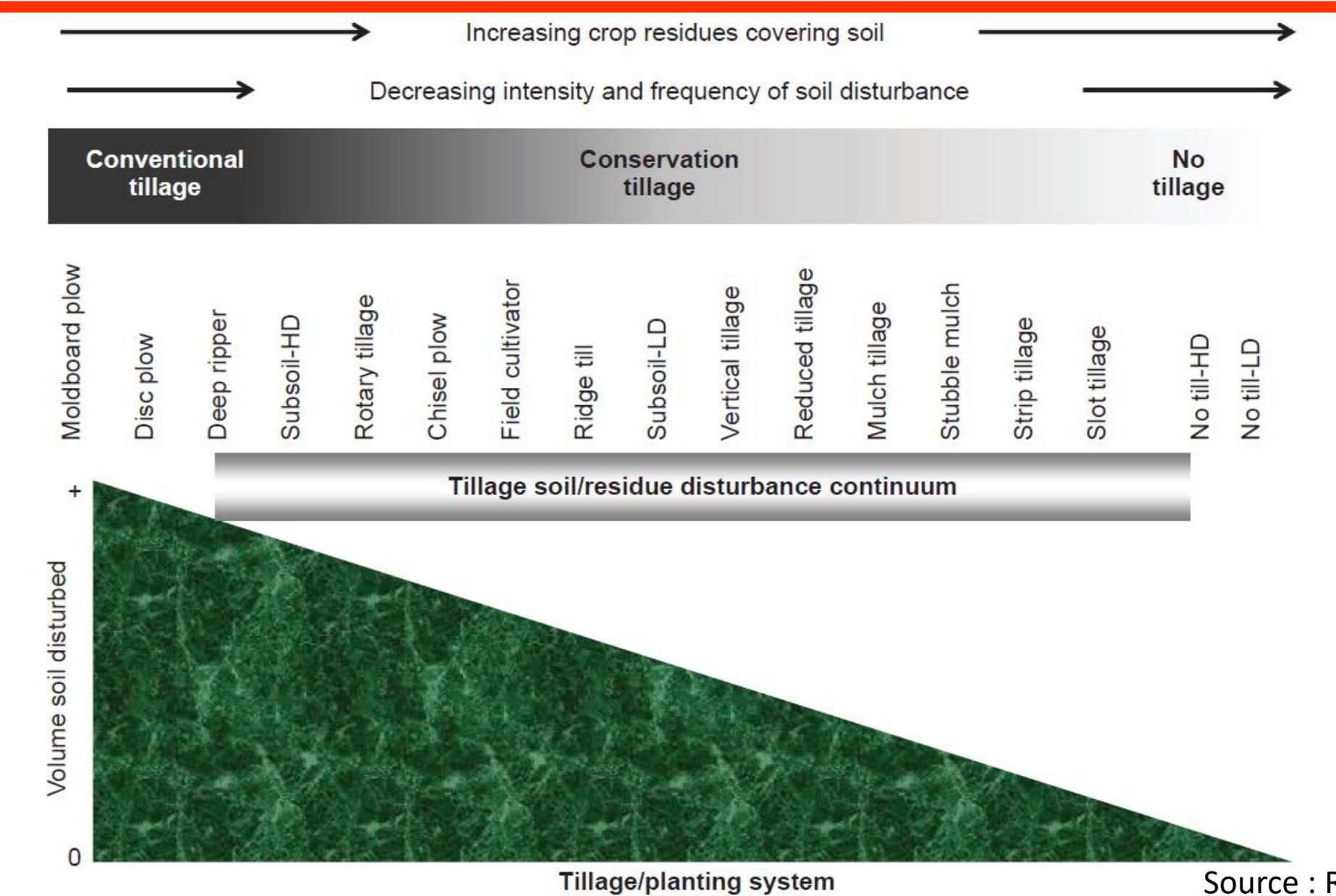
A partir de 1960 :  
Deux systèmes ACS  
complémentaires

**Systèmes « Stubble mulch »**  
dans les grandes plaines  
sableuses et sèches



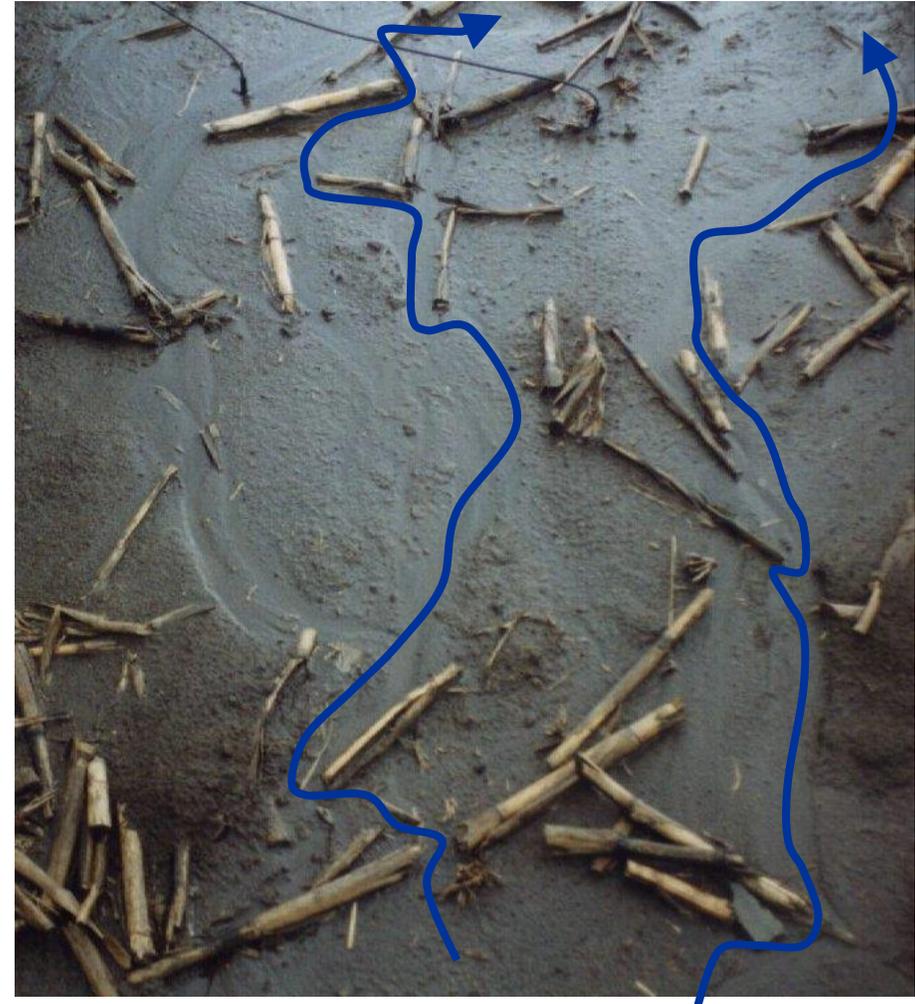
**Systèmes semis direct Maïs**  
sur les prairies des zones  
sub-humides (Corn belt)

# Conservation tillage : L'apparition des deux premiers principes pour stopper l'érosion !



Source : Reicosky 2015

# Des effets particulièrement importants en zones sèches



Effet barrage et effet tortuosité des paillis, même partiels sur le ruissellement superficiel au Mexique

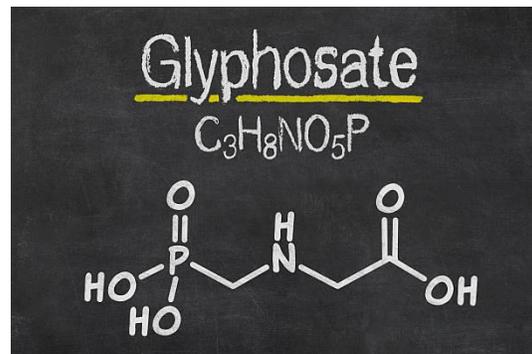
*(Findeling et al. 2003 ; Scopel et al. 2004)*

# Deux évolutions technologiques majeures !

---



La mise au point de semoirs pouvant semer dans les résidus, sans nécessité d'un travail du sol généralisé



L'apparition des herbicides : 2-4-D en 1945, atrazine en 1958, paraquat en 1960, glyphosate en 1972

# Petit à petit l'apparition du 3ème principe :

---



## **Diversification des espèces**

Rotations : maïs-soja

Relai et Associations : maïs-légumineuses

Reconstruire le stock de matière organique du sol

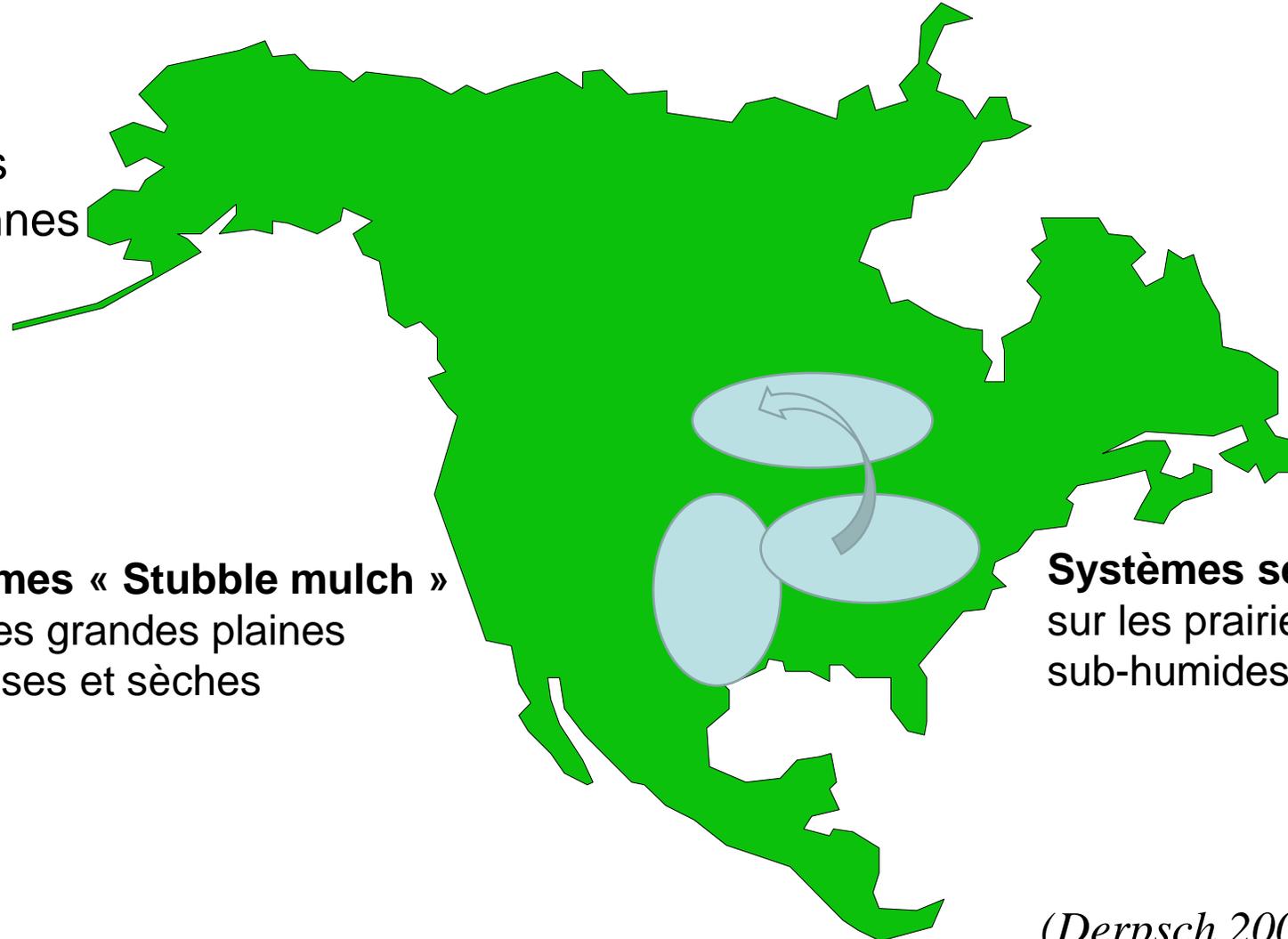
Eviter les effets pervers de la monoculture sans travail du sol : maladies, tassement des sols...

# Le passage vers le Canada

---

A partir de 1970 :  
Le système **blé** dans  
les prairies canadiennes

**Systèmes « Stubble mulch »**  
dans les grandes plaines  
sableuses et sèches



**Systèmes semis direct Maïs**  
sur les prairies des zones  
sub-humides (Corn belt)

*(Derpsch 2007)*

# Agriculture de conservation – Canada (Prairies)

## Contexte

- Grandes plaines semi-arides (Chernozems) (Canadian Prairies)
- En culture depuis 100-200 ans
- Historiquement céréales
  - depuis qqs décennies canola et légumineuses annuelles (pulse)
- Rendements relativement faibles (semi-aride et froid)

Système historique : Wheat-Summer Fallow (en alternance) avec travail du sol intensif

- Objectif : conserver l'eau en ne cultivant qu'une année sur deux

Évolution depuis 30-40 ans : Élimination du SF, passage au semis-direct (ou travail simplifié) et culture en continu

- permet de conserver l'eau (captage de la neige par les « stubbles » l'hiver et effet paillis)
- Stabilisation des rendements
- En 2021 : des 28 millions d'ha en cultures annuelles dans les Prairies, 66% en SD et 22% en travail simplifié

## Co-bénéfices

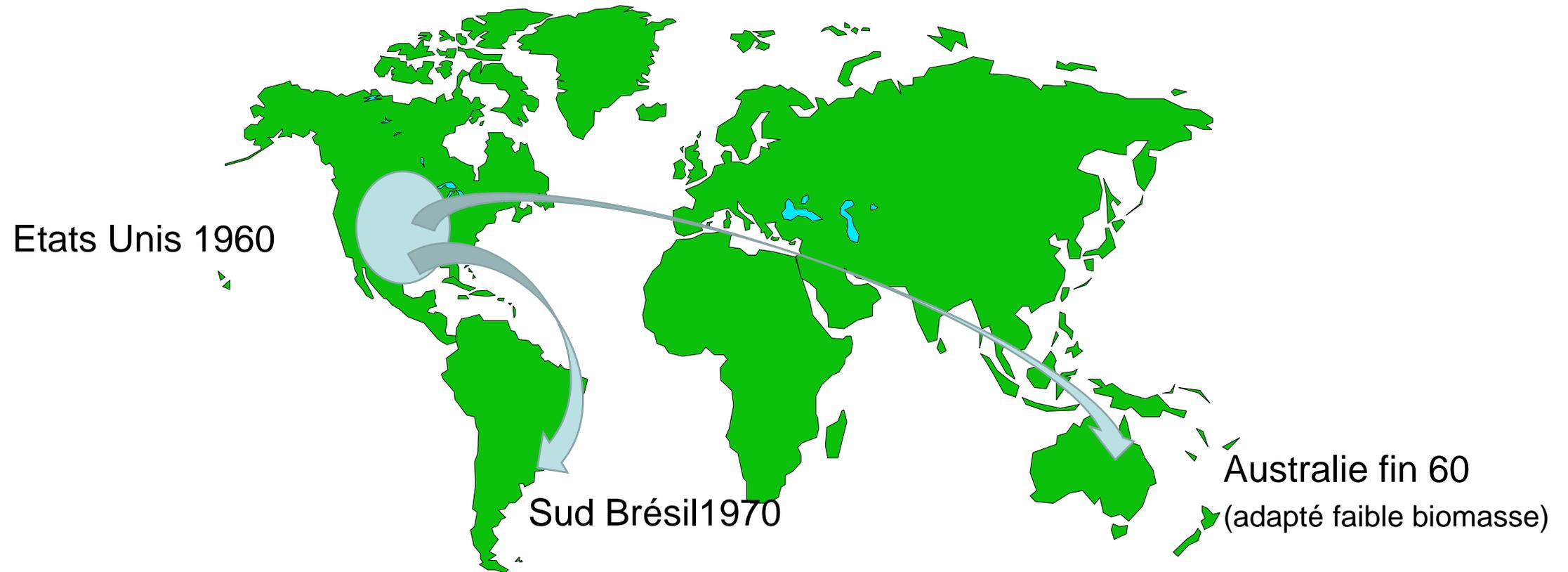
- Séquestration de carbone (18 Mt CO<sub>2</sub>eq en 2020)
- Réduction de l'érosion

## Problème majeur

- Adventices



# Historique de l'adaptation de l'ACS dans le monde



*(Derpsch 2007)*



Pénétration de l'Amazonie  
1990-2000

Zones tropicales humides des Cerrados  
1980-1990 : gros producteurs mécanisés

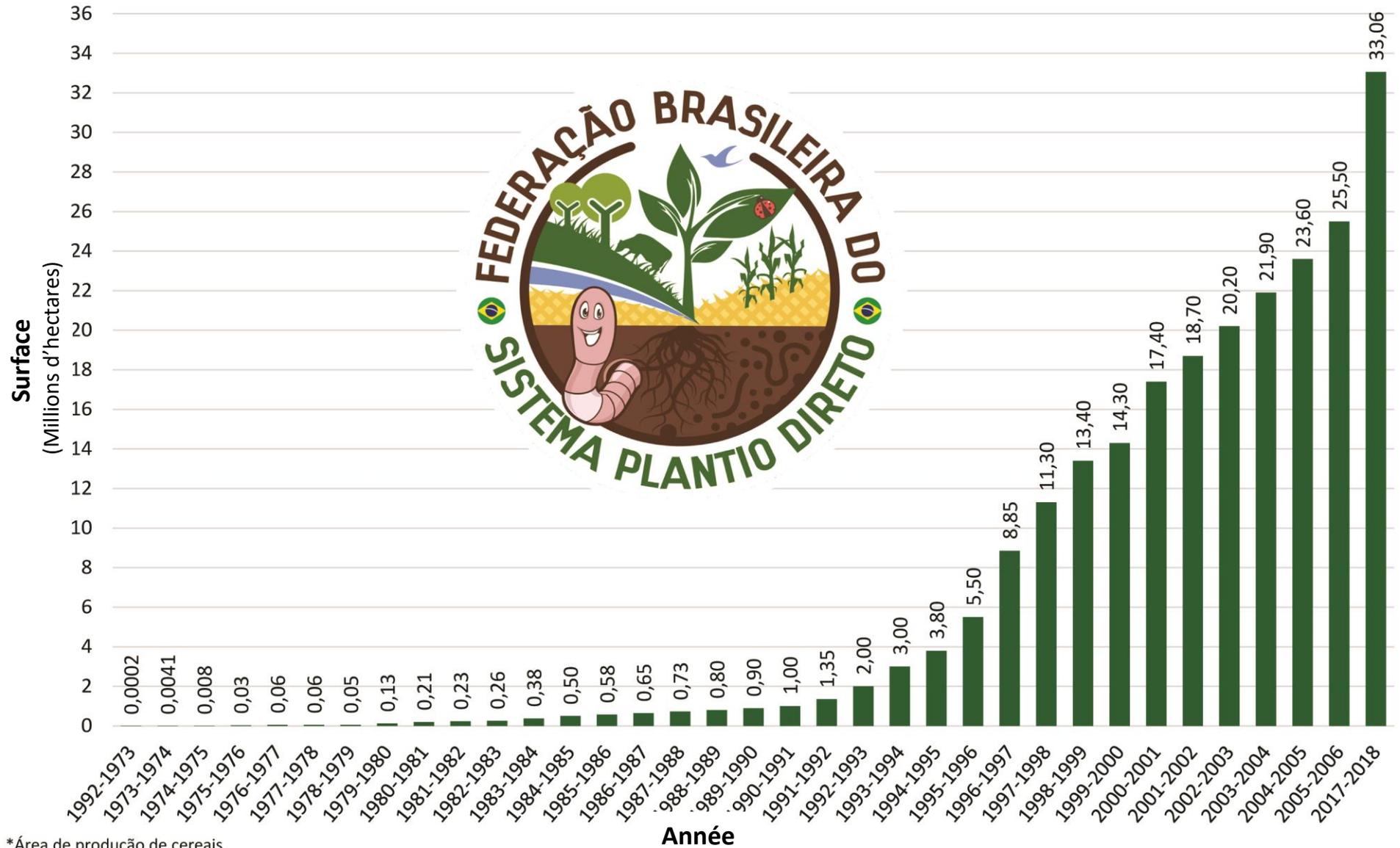
Zones sub-tropicales du sud Brésil  
1970-1980

Petits producteurs du Sud Brésil  
1980-1990

Vers l'Argentine et le Paraguay  
1990



## Evolution des surfaces en semis direct au Brésil



\*Área de produção de cereais.

Fonte: Emater-PR, Emater-RS, Epagri-SC, CATI-SP, Fundação MS-MS, APDC, FAO, IAPAR e Fuentes-Llanillo et al., 2021.

# Extrapolation du système aux petits producteurs du Sud Brésil

---



Systemes AC sur Maïs et sur Haricot



Action combinée des pouvoirs publics, de la recherche (IAPAR, UFL, UFSC) et du secteur privé

# L'adaptation des outils pour les petits producteurs



# La poursuite de l'amélioration des outils : la précision, la capacité



# L'adaptation du système à de nouvelles cultures

---



Riz mécanisé au Mato Grosso



Coton mécanisé au Goiás

# Agriculture de Conservation – BRÉSIL (Subtropicale – Pampa/Forêt Atlantique et Tropicale - Cerrado)



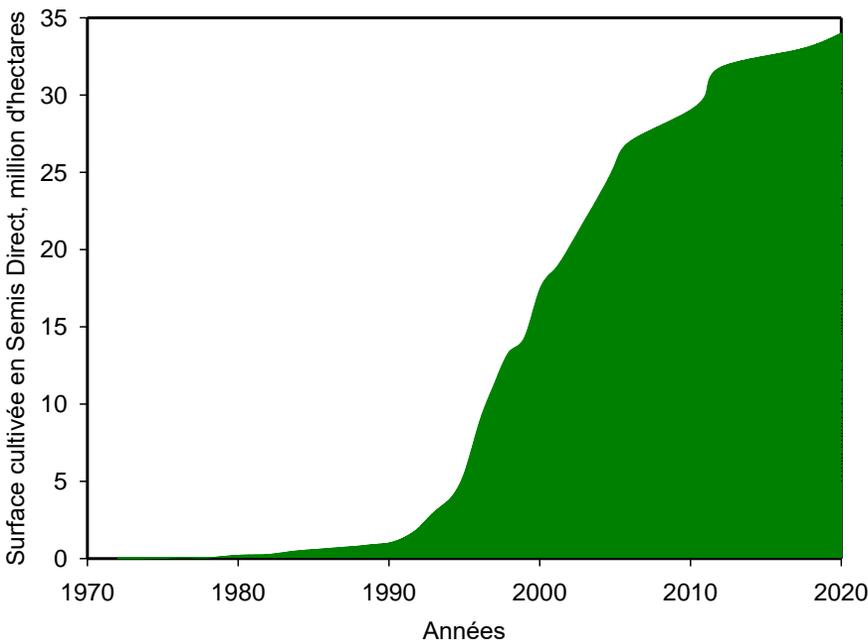
36 millions d'ha  
en semis direct (54% surface grains)  
+ 12 millions d'ha  
en labour minimum

**Une innovation adaptée au climat subtropical et tropical pour lutter contre l'érosion. Hausse de la productivité.**

Séquestration non négligeable du carbone dans les sols dégradés par le travail intensif du sol. Économies de carburant et d'entretien des machines / heures de travail dans l'agriculture familiale

**Subtropicale: 50 ans avec travail du sol intensif (jusqu'au années 90). Deux ou trois récoltes par an (soja, maïs, tournesol, colza, blé ...). Propriété moyenne à petit. Il n'y a plus de surface à mettre en culture.**

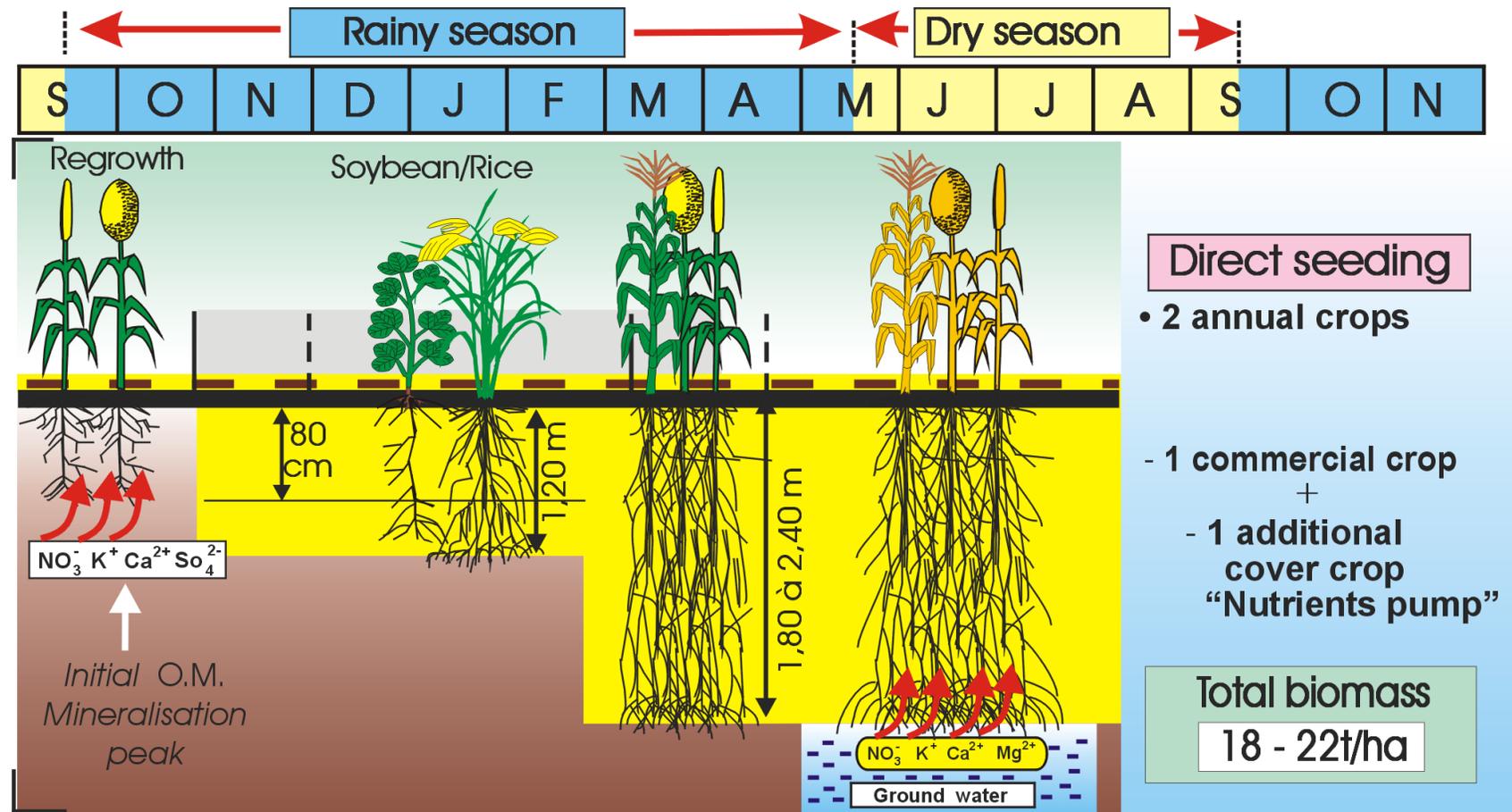
**Tropicale: conversion du Biome Cerrado avec un unique labour et adoption semis direct. Agriculture sans Agriculteurs! Entreprises agricoles – Big Farms. Une récolte par an (soja/maïs/coton). 207 Mha disponibles!**



## Problèmes:

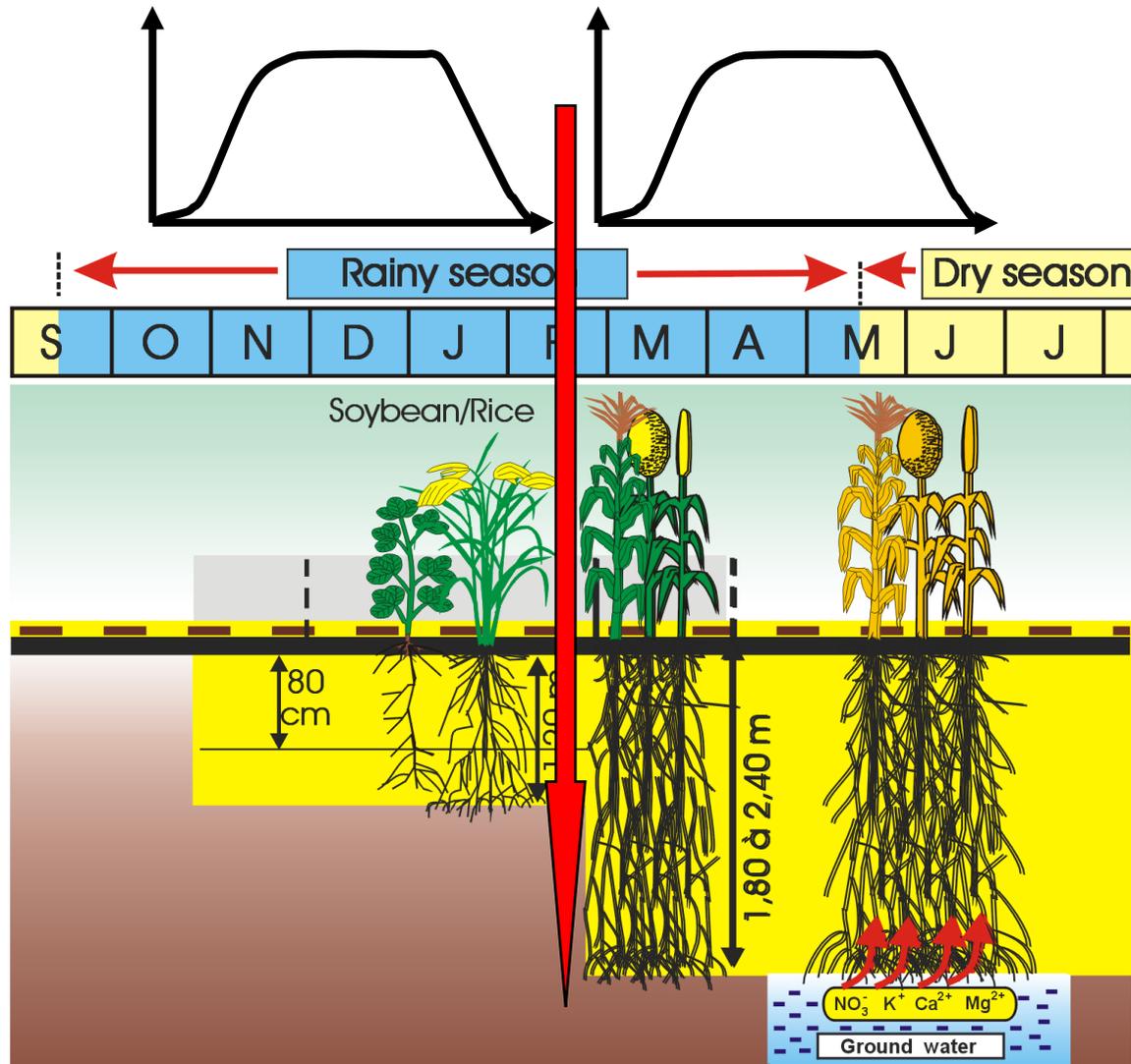
- Expansion sur le biome naturel du Cerrado et non sur des pâturages dégradés (77,6 millions d'hectares); Maintenant sur la forêt amazonienne.
- Système technique "très simplifié": OGM + Pesticides + Semis Direct;
- Rotation des cultures et entretien du sol avec des plantes en hiver (> 70% en jachère en subtropicale et > 90% tropicale non irrigué);
- Herbes résistantes aux herbicides; Faible infiltration de l'eau dans le sol; Enracinement de surface (0-10 cm); Fertilisation et correction de l'acidité en surface et non dans le profil du sol; etc.

# Les plantes de couverture/services : exemple des Cerrados

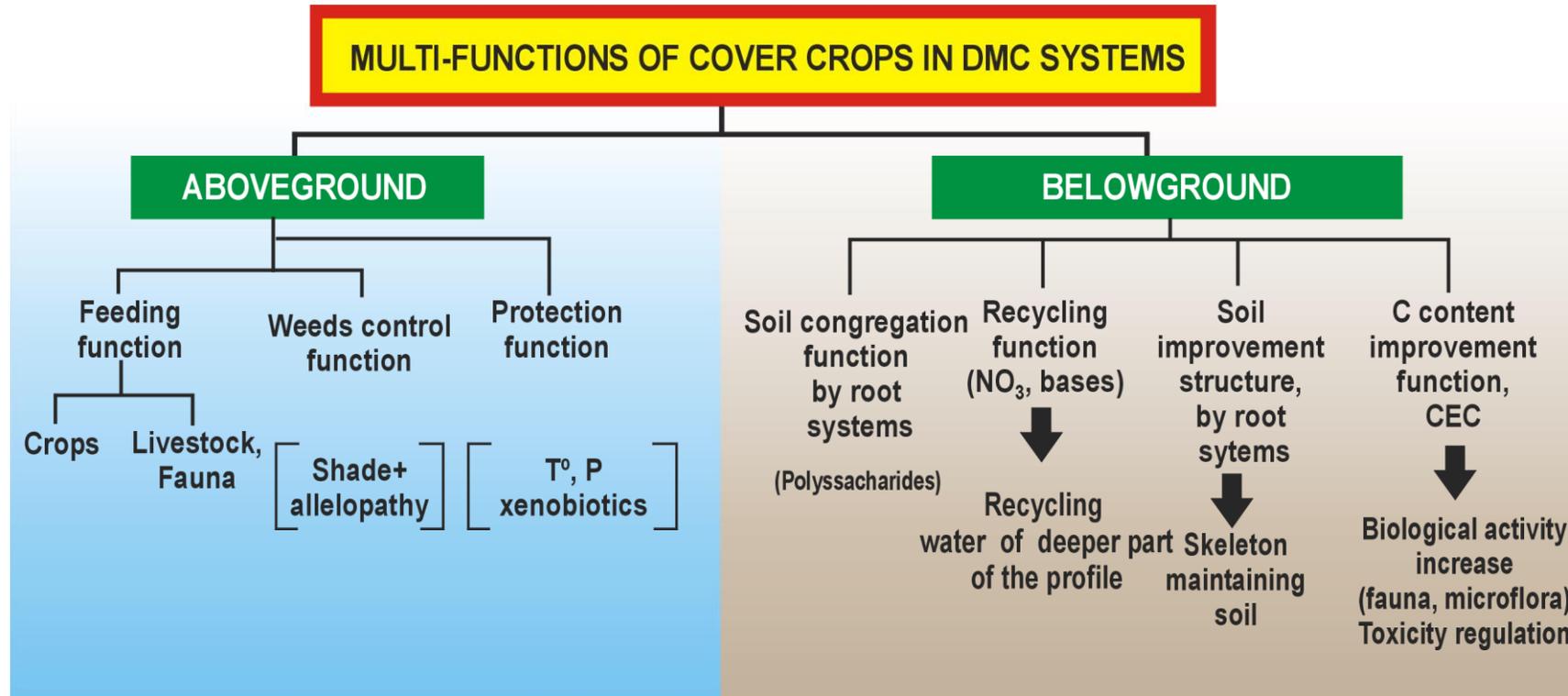


SOURCE: L. Seguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA; A. Maronezzi, Agronorte - Sinop/MT - 2001

# L'adaptation du concept aux petits producteurs



# La prise en compte des fonctions et services écosystémiques



SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA; A. C. Maronezzi, AGRONORTE, Sinop/MT - 1978/2000

# L'intégration de la biologie : la santé des sols

---



Pilotage par la biodiversité  
des services rendus  
par les sols



Facteurs de dégradation du sol

Protection permanente du sol

Diversification des espèces, associations/successions

Parties aériennes

Température  
Humidité

pH  
Redox  
CEC ...

Macrofaune

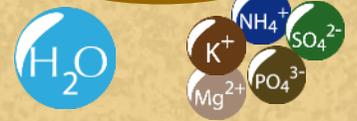
Microflore

Racines

biomasse  
Turn-over rapide

Fixation d'azote

Fertilité  
Alimentation des plantes



Eau  
Éléments nutritifs

Structuration du sol

Agrégation

Organiques du sol

Stockage



Principes de diversification agroécologique

# L'expérience brésilienne en appui aux autres zones tropicales

---



Petite mécanisation  
Laos

Traction animale  
Zambie

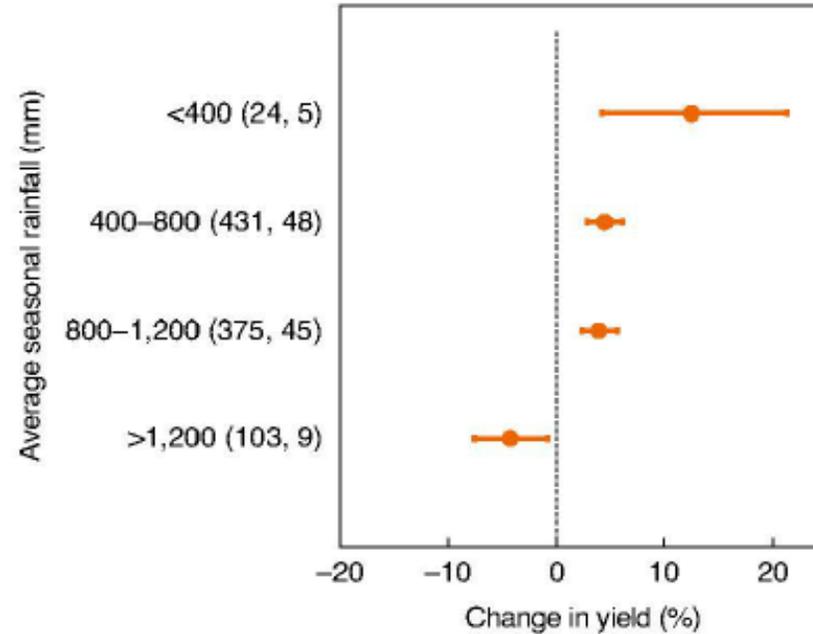
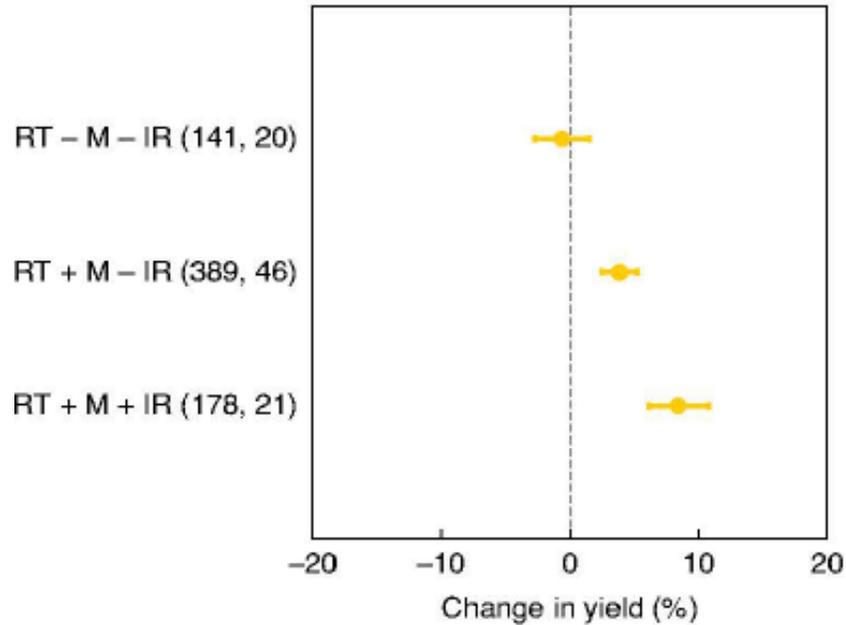


Systèmes manuels de collines  
Vietnam

Riz pluvial sous couvert  
Madagascar



# Méta-analyse des effets de l'AC en Afrique



933 situations dans 16 pays

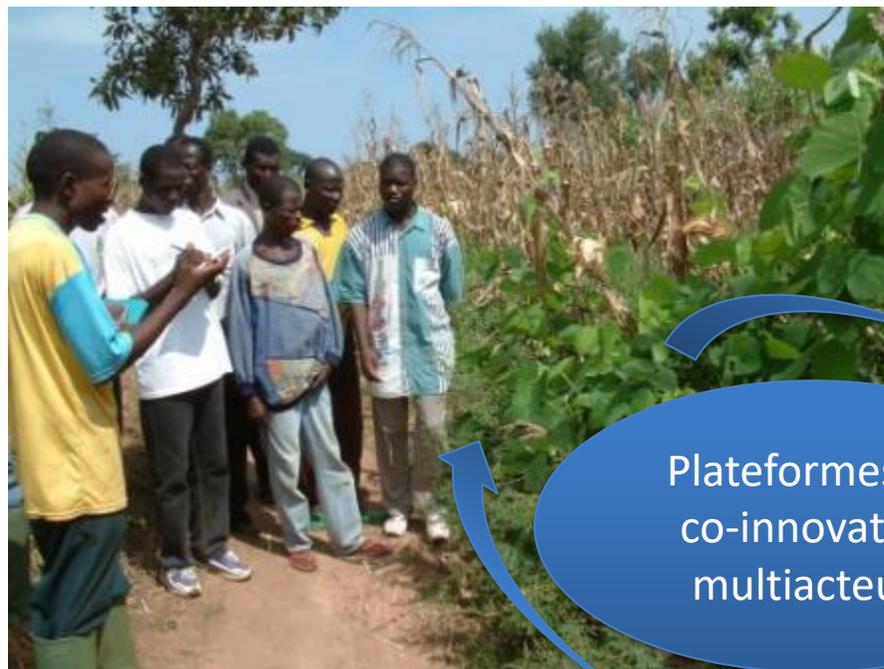
Effet des 3 principes : RT = réduction W sol  
M = rétention des résidus et IR = rotations et Associations de cultures

# Les difficultés dans le transfert de l'AC vers les petits producteurs familiaux africains

---

- Ces producteurs ont du mal à appliquer les trois principes à la fois
- Difficulté des petits producteurs africains à percevoir des processus écologiques très « abstraits » et accepter des changements complexes
- Difficulté à combiner des savoirs locaux avec le savoir expert externe
- Importance des modifications nécessaires au niveau des exploitations et des territoires dans leur mise en œuvre
- Difficulté de maîtrise technique, risque économique lié et temps de stabilisation

# La conception/adaptation des systèmes en AC doit être progressive et participative



Les producteurs doivent être des acteurs permanents du dvpt de nouveaux systèmes



Les producteurs doivent pouvoir échanger leurs propres expériences



# Les enjeux pour le futur : de L'AC à l'agroécologie



Intégration avec l'élevage



Suppression des herbicides par la gestion des couverts



Intégration de l'arbre : agroforesterie



Biodiversité et régulations naturelles des bio-agresseurs

Merci beaucoup !

