



# Agriculture de Conservation des Sols (ACS)

Principes et performances  
agronomiques et environnementales



**Jean-Pierre SARTHOU**  
jean-pierre.sarthou@inra.fr



**Forum de l'Eau du Bassin de la Charente – 26 septembre 2017 – Cognac (16)**





## PRINCIPES de l'ACS

### FAO (2016)

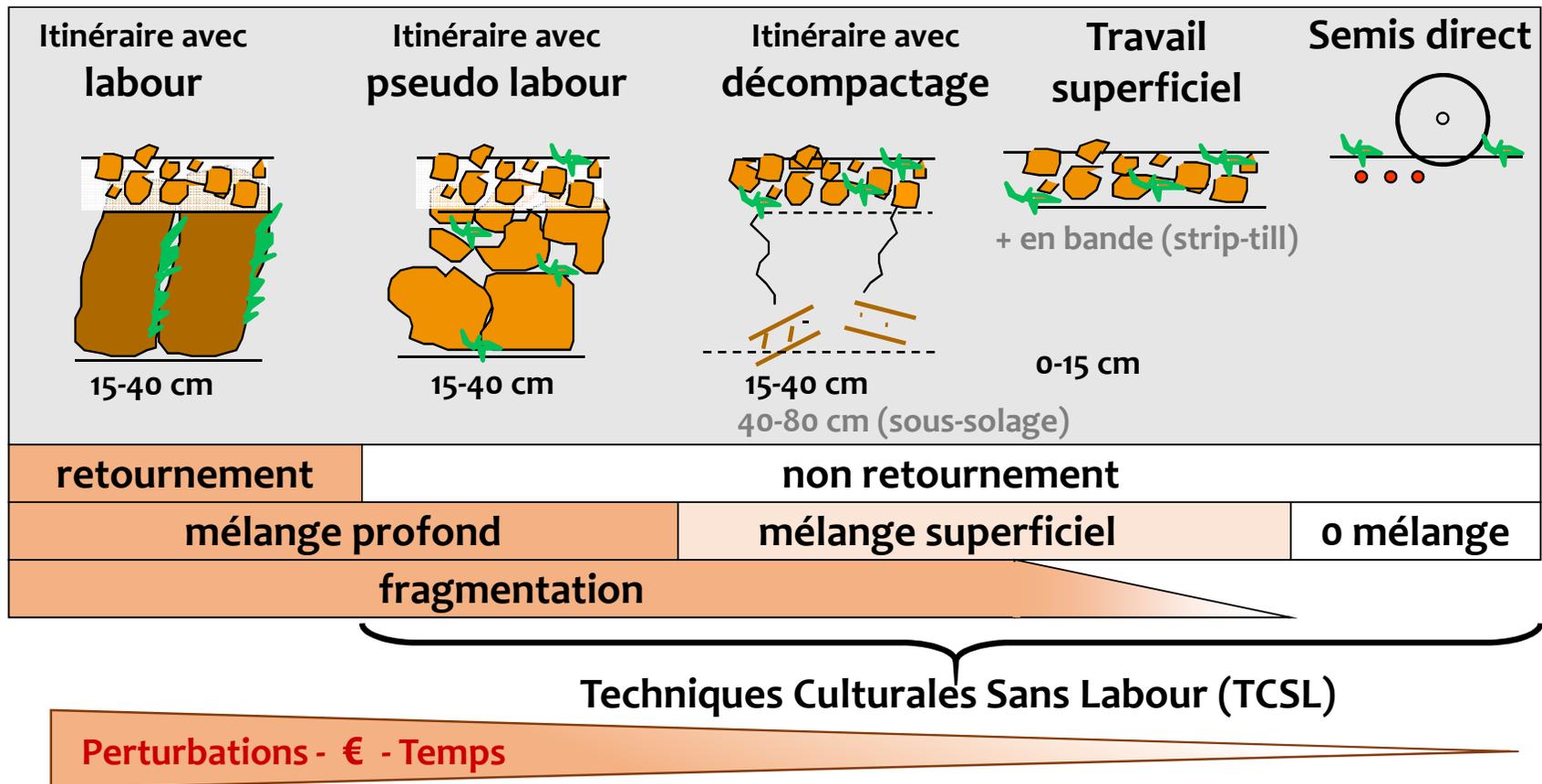
- 1 - Continuous minimum mechanical soil disturbance
- 2 - Permanent organic soil cover
- 3 - Diversification of crop species grown in sequences and/or associations

- 1 - *Direct planting of crop seeds*
- 2 - *Permanent soil cover, especially by crop residues and cover crops*
- 3 - *Crop diversity*



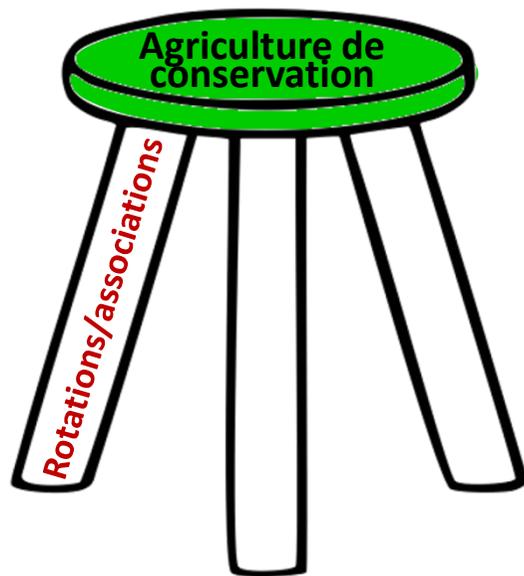
## « Travail du sol réduit à nul »

### Une diversité des itinéraires du travail du sol





## PRINCIPES GÉNÉRAUX

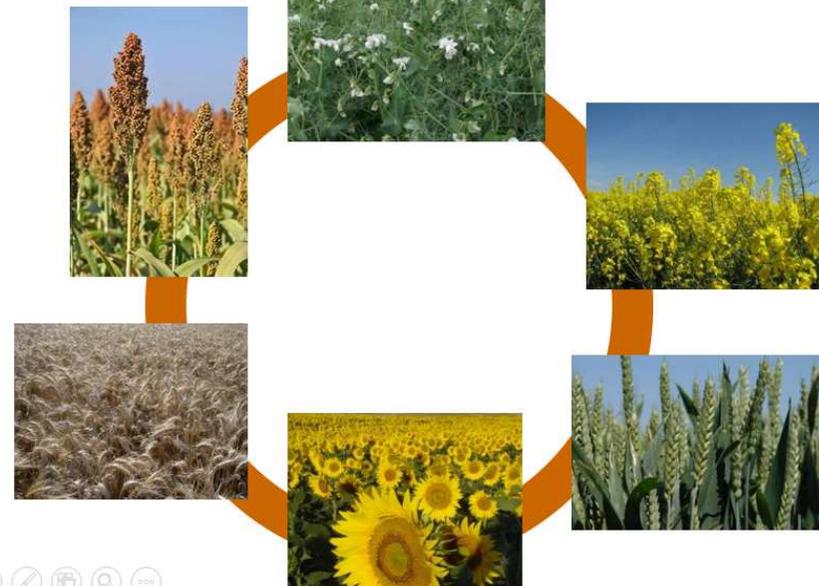


**Rotation complexe** : minimum 3 espèces de familles différentes avec association d'espèces au moins dans cultures intermédiaires, en privilégiant les légumineuses.

Ex : passer d'une rotation de 2 ans  
tournesol – blé dur

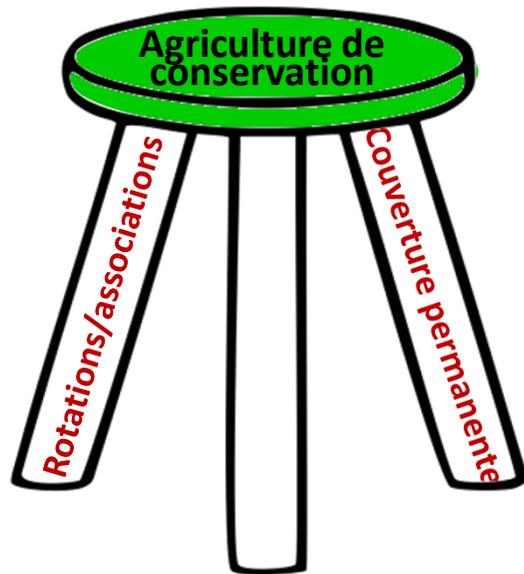


à une rotation de 6 ans : sorgho – pois – colza –  
blé tendre - tournesol – blé dur





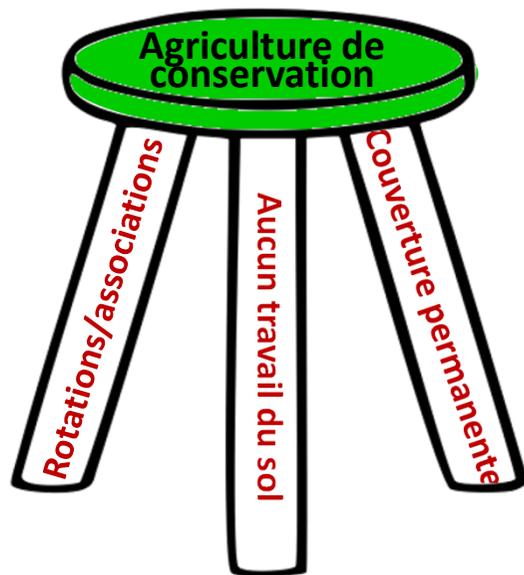
## PRINCIPES de IACS



**Couverture organique du sol (mulch/vivante)**  
**sur plus de 30% de surface de suite après semis**  
**[30-60% ; 61-90% ; 91-100%]**



## PRINCIPES de l'ACS



Semis de blé dans un CV d'été de sorgho fourrager...



... de maïs dans un CV d'hiver de féverole-phacélie

**Aucun travail du sol**

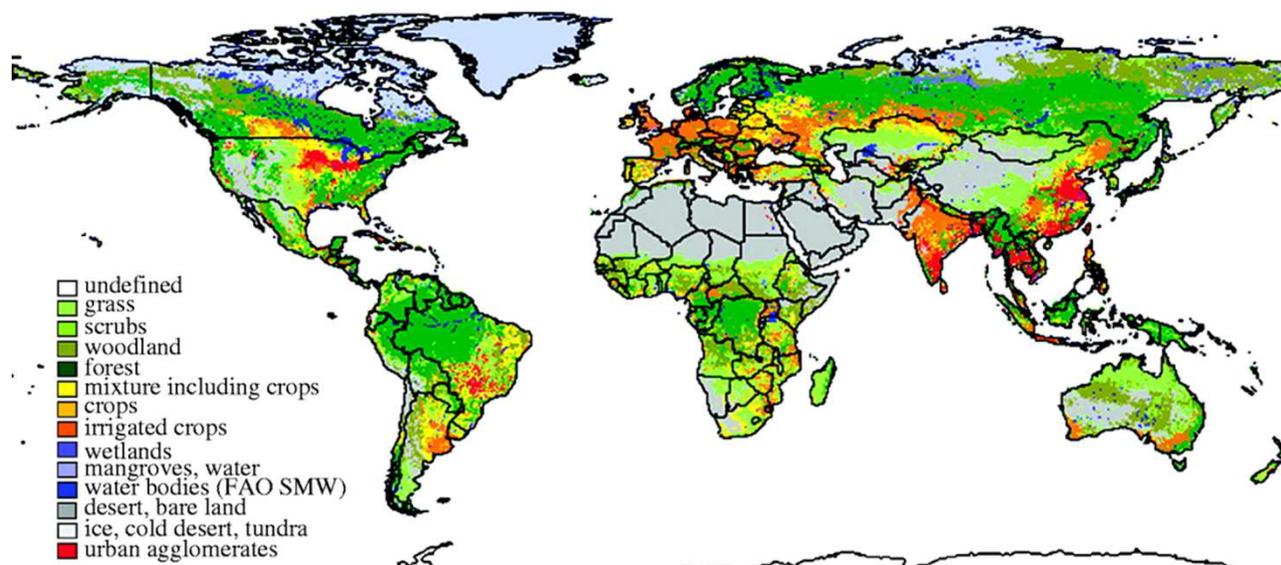
=> semis direct sous couvert végétal / mulch



## ACS : pratiquée et en expansion dans des contextes pédoclimatiques variés

- du niveau de la mer à plus de 3000 m
- de sols contenant 90% de sable (Brésil, Australie), à des sols contenant 85 % d'argile (Brésil : oxysols, alfisols)
- d'une pluviométrie de 250 mm à 3000 mm, de l'ouest de l'Australie à la Bolivie.

*(Derpsch & Friedrich, 2008)*





ACS : pratiquée et en expansion dans des contextes **socio-économiques variés**





L' ACS est de plus en plus reconnue (FAO, BM...) comme étant une forme d'agriculture :

- **productive** : => rdt's plus élevés et plus stables
- **économiquement viable** : => ⚡ coûts de production
- **écologiquement durable** : => ⚡ érosion, compaction, T° surface du sol, ⚡ Qtés intrants (engrais, pesticides), ⚡ qualité agronomique, ⚡ efficacité eau de pluie, et ⚡ atténuation et adaptation au chgmt climatique

*(Friedrich et al., 2012; Jat et al., 2012...)*





## Principales PERFORMANCES AGRONOMIQUES de l'ACS

### ✓ Rendements moyens ACS :

- monde : - 2,5%\* / AConv (quand les 3 principes appliqués)
- contexte stress hydrique : rdts ACS > rdts AConv
- rdts ACS ↗ avec ancienneté du système (*Pittelkow et al., 2014, Nature*)

- ✓ Climats secs : + 50 à 100% / AConv (*Fernandez-Ugalde et al., 2009*)  
+ 20 à 120% / AConv (*Kassam et al., 2012*)

- ✓ Europe : . Nord (NOR, SWE, FIN, DNK, GBR, DEU) : - 6,9% / AConv  
. Sud (FRA, PRT, ESP) : + 13% / AConv (*Basch et al., 2015*)

**\*Contestation de  
'Farmers' N-américains**

<http://www.no-tillfarmer.com/articles/4038>



## Principales performances agronomiques de l'ACS

## Productivité (rdts) au niveau mondial

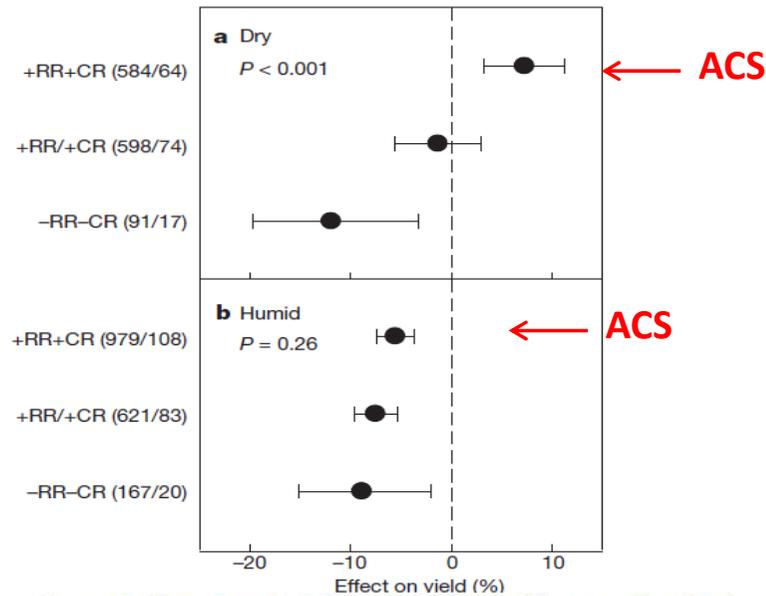


Figure 2 | Comparison of rainfed crop yield in no-till versus conventional tillage systems in relation to the other two principles of conservation agriculture as a function of climate. The influence of (a) 'Dry' and (b) 'Humid' climates, defined by aridity index values (mean annual precipitation divided by potential evapotranspiration) less or more than 0.65, respectively. Categories represent studies that indicated the presence or absence of residue retention and crop rotation for both no-till and conventional tillage systems: +RR+CR (residue retention + crop rotation), +RR/+CR (either residue retention or crop rotation), or -RR-CR (without residue retention or crop rotation). The number of observations and total number of studies included in each category are displayed in parentheses. Error bars represent 95% confidence intervals. Significant differences between categories are indicated by  $P$  values based on randomization tests.

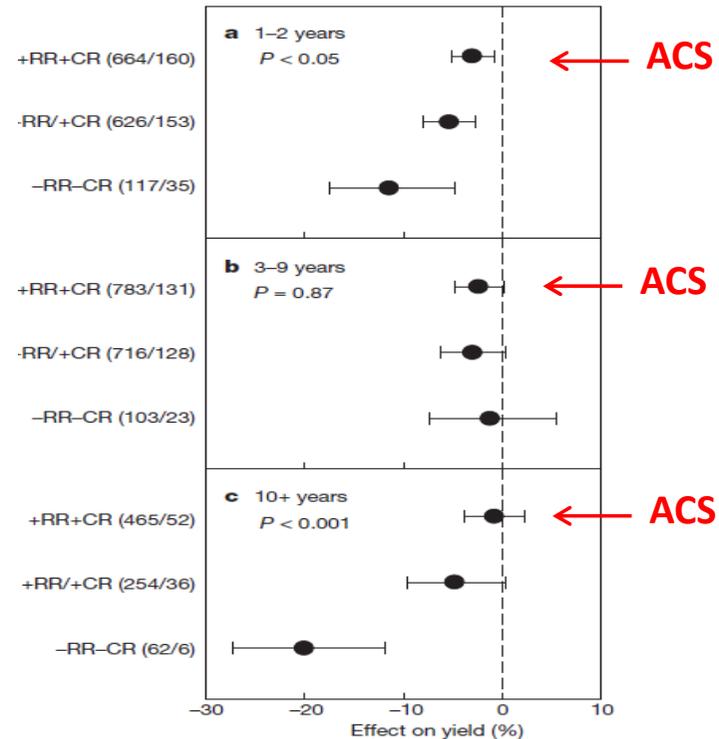


Figure 3 | Comparison of yield in no-till versus conventional tillage systems in relation to the other two principles of conservation agriculture over time. The influence of (a) 1-2, (b) 3-9, and (c) 10+ years following no-till implementation. Categories represent studies that indicated the presence or absence of residue retention and crop rotation for both no-till and conventional tillage systems: +RR+CR (residue retention + crop rotation), +RR/+CR (either residue retention or crop rotation), or -RR-CR (without residue retention or crop rotation). The number of observations and total number of studies included in each category are displayed in parentheses. Error bars represent 95% confidence intervals. Significant differences between categories are indicated by  $P$  values based on randomization tests.

(Pittelkow et al. 2014, Nature)



## Principaux EFFETS de l'ACS sur le SOL

**Globalement** (synthèse au niveau européen)

*(Soane et al. 2012)*



➤ **stabilité structurale** surf. & prof. ( $\leq$  MO)

=> ⚡ érosion

=> ➤ portance

➤ **activité biologique** (vers de T, mycorhizes)

=> ➤ porosité verticale

=> ➤ infiltration pluies

=> ➤ valorisation P et RU sol

➤ **micro- & macroporosité profondes**

=> ➤ RFU

=> ➤ conductivité hydraulique profondeur

=> ➤ drainage



➤ **densité apparente 0-25 cm** (dans systèmes jeunes ; si trafic lourd évité, après qq années : densité = voire  $<$  au labour).

=> ⚡ aération 0-25 cm

=> ⚡ T° de surface (=> retard semis P)

=> ➤ hydromorphie surface (=> retard semis P)

➤ **acidité en surface** (dans systèmes jeunes)

➤ **concentration P en surface**

=> pertes par érosion (dans systèmes jeunes)



## Principaux EFFETS de l'ACS sur le SOL

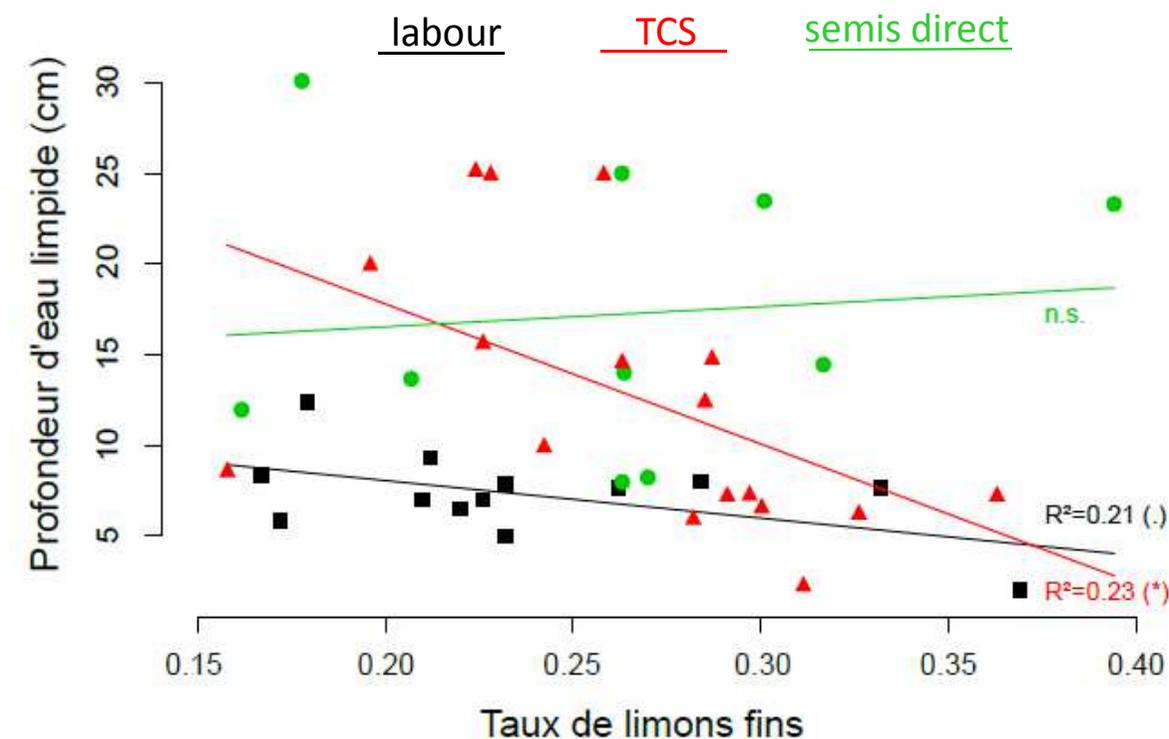
a.		
Soil biological properties and processes	NT compared to CT	Residue retention
Soil organic matter in topsoil	↑	↑
Particulate or labile organic matter fractions	↑	↑
Soil microbial biomass	↑	↑
Microbial functional diversity	↑	↑
Fungal populations	↑	↑
Enzymatic activity	↑	↑
Beneficial micro-organisms (fluorescent <i>Pseudomonas</i> ; Actinomycetes, some <i>Fusarium</i> strains)	↑	↑
Pathogenic micro-fauna: Take-all <i>Gaeumannomyces</i> ; <i>Rhizoctonia</i> , <i>Pythium</i> , and <i>Fusarium</i> root rots	↑	↑
Free-living (beneficial) nematodes	ns	↑
Plant-parasitic nematodes	↓	ns
Earthworms	↑	↑
Arthropod diversity	↑ more so for predators than phytophagous arthropods	↑
b.		
Soil physical properties, processes and ecosystem services	NT compared to CT	Residue retention
Aggregate stability	↑	↑
Bulk density	↑ but small number of studies showing opposite	↓
Total porosity	↓	↑
Macropores	↓↑ avg size larger	↑
Mesopores	↑	
Micropores	↑	
Hydraulic conductivity	↓ mixed results	↑
Infiltration	↑	↑
Runoff	↓	↓
Evaporation	↓	↓
Plant available water	↑	↑
Erosion	↓	↓
c.		
Soil chemical properties, processes and ecosystem services	NT compared to CT	Residue retention
Total nitrogen	↑ follows pattern of soil organic matter	↑
Nitrogen availability (N mineralization)	generally ↓ at least in the short term and often long term	↑↓ depends on quality of residues
P, K, Ca, Mg	P ↑ in top soil layer. K ↑ in surface layers, in general. Ca, Mg few differences	K depends on type of crop residue
Cation exchange capacity	no effect	↑ but only in very top layer
pH	more often ↓	↓
Nutrient leaching	??	??

(Palm et al. 2014)



## Principaux EFFETS de l'ACS sur le SOL

### Effets croisés de gestion et texture du sol sur la stabilité structurale agrégats



Le **labour** dégrade fortement la stabilité structurale des agrégats (SSA) même quand peu de limons.

Les **TCS** aussi mais proportionnellement à la teneur en limons fins.

Le **SD** maintient une bonne SSA même quand teneur limons fins élevée.

(Chabert, 2016)



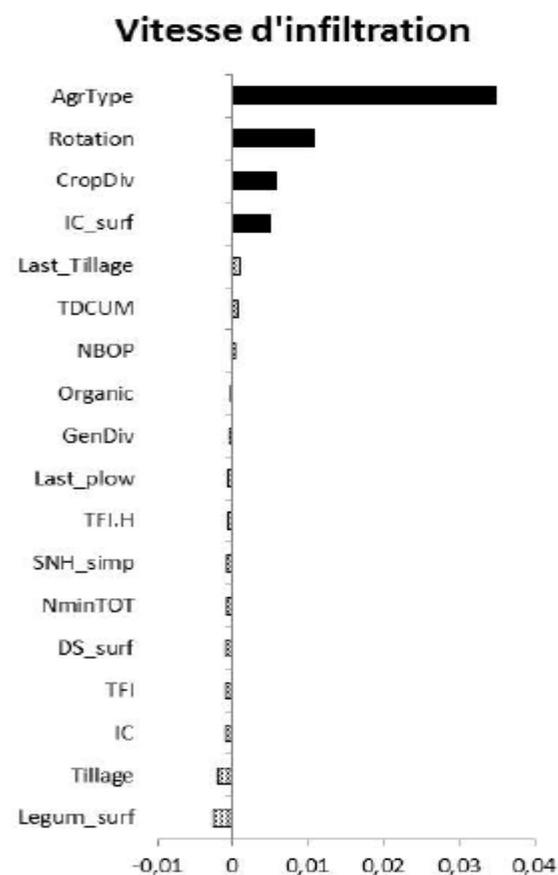
## Principaux EFFETS de l'ACS sur le SOL

### Effet de la gestion du sol et al. sur la vitesse d'infiltration

Poids des variables dans la vitesse d'infiltration (*mesures faites au printemps sur cultures d'hiver en fin de cycle*)

L'AB & l'A.Conv, les rotations longues, la diversification culturale et les couverts végétaux, favorisent le plus la vitesse d'infiltration.

(Chabert, 2016)



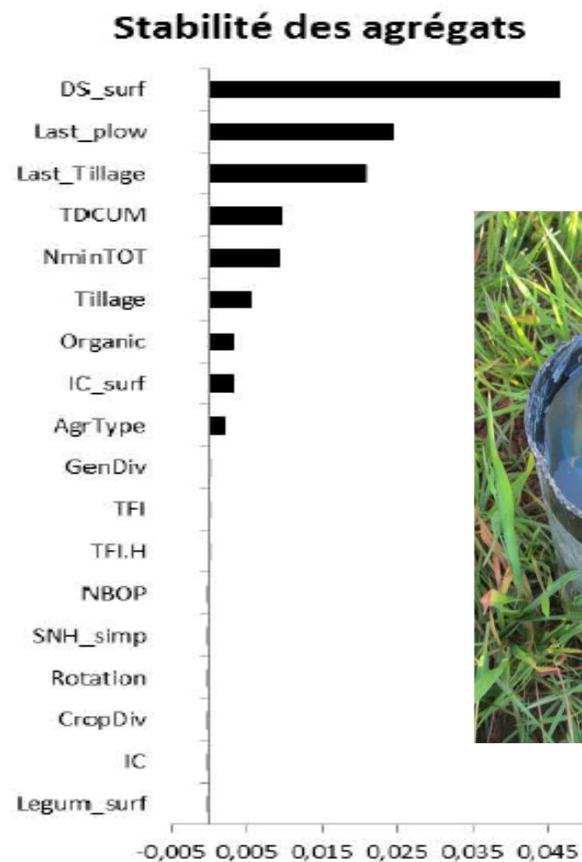


## Niveaux EFFETS de l'ACS sur le SOL

### Effet de la gestion du sol *et al.* sur la stabilité structurale des agrégats

Poids des variables dans la stabilité structurale des agrégats (en noir, variables significatives).

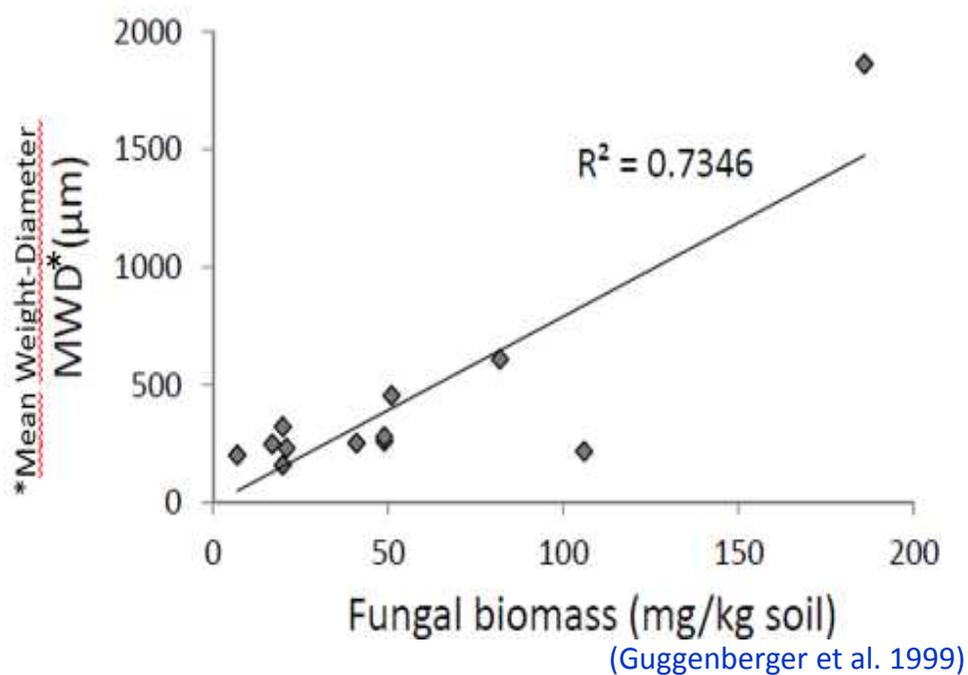
Le **semis direct**,  
l'**âge du dernier labour** et  
l'**âge du dernier travail du sol**,  
sont les plus influents.  
(Chabert, 2016)





## Principaux EFFETS de l'ACS sur le SOL

### Effet de la biomasse fongique sur la stabilité structurale des agrégats



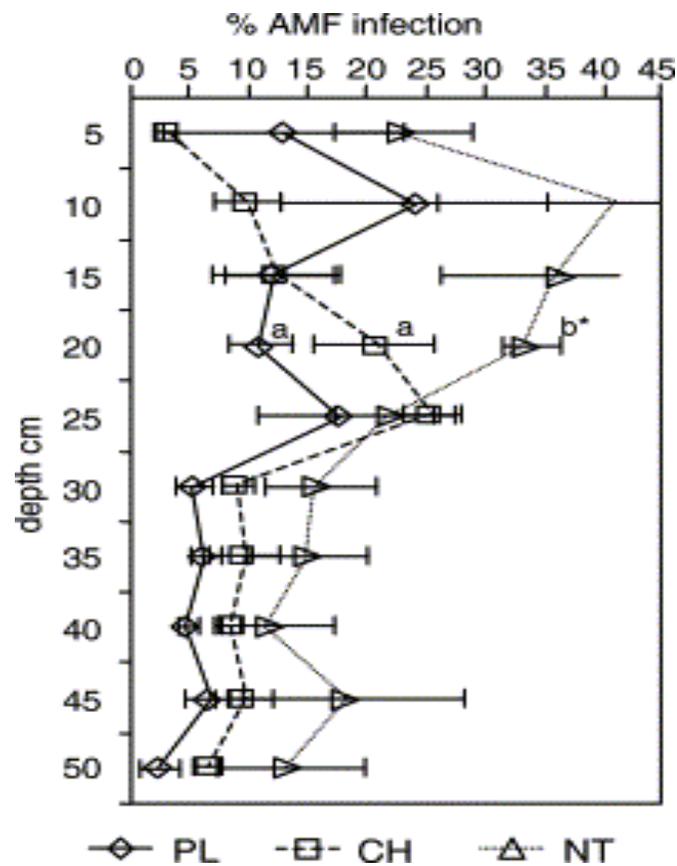
- Biomasse fongique
- => ➤ **stabilité structurale agrégats**
- => amélioration structure du sol

**Le non travail du sol favorise  
la biomasse fongique**



## Principaux EFFETS de l'ACS sur le SOL

### Colonisation racines par mycorhizes en fonction travail du sol et profondeur



Le non travail du sol favorise la mycorhization, notamment dans l'horizon 5 - 20 cm.

(Anken, 2004)

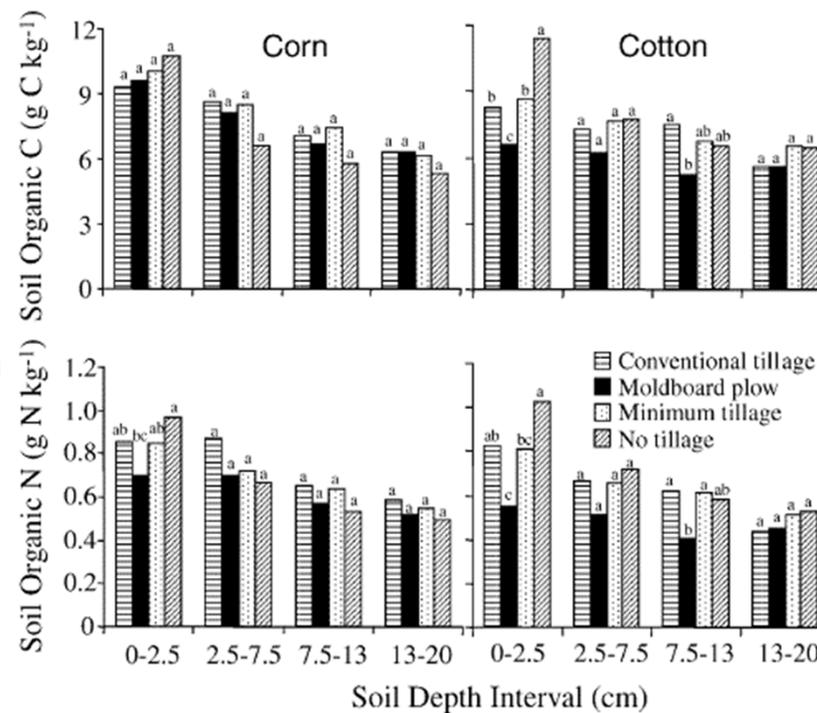


## Principaux EFFETS de l'ACS sur le SOL

### Effet du type et profondeur de travail du sol sur la biomasse microbienne

En SdC à base de coton et de maïs, après 20 ans.

- Coton : SOC & SON : 24 & 43% + élevés en NT/MT qu'en MP
- MBC & MBN souvent + élevés en surface en NT/MT, et peu de différences en-dessous.
- C & N minéralisables : idem.



↘ travail du sol :

=> ↗ **augmentation biomasse microbienne (surtout fongique)**

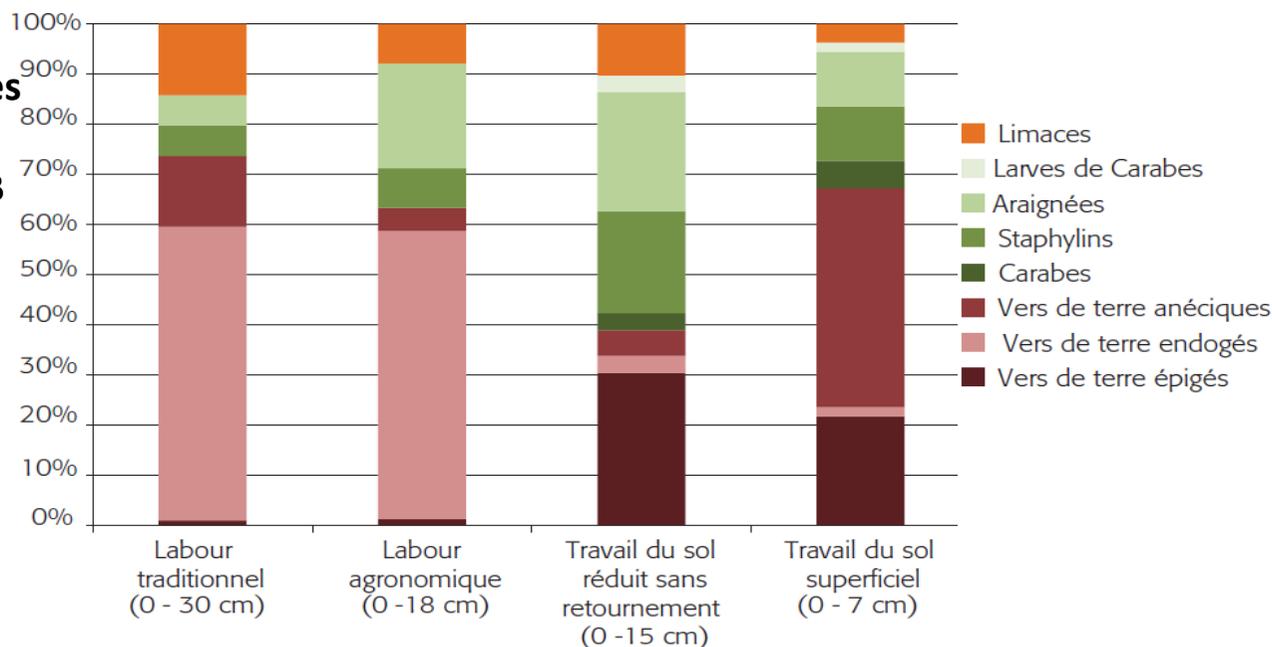
(=> ↗ stabilité structurale agrégats)



## Principaux EFFETS de l'ACS sur le SOL

### Effet du type et de la profondeur de travail du sol sur la macrofaune du sol

Site expérimental de Thil où sont comparées différentes méthodes de travail du sol en AB – ISARA-Lyon. Programme Bioindicateurs 2 de l'ADEME (Vian, 2011).



Du fait de sa taille supérieure, macrofaune + affectée que micro- et mésofaune.

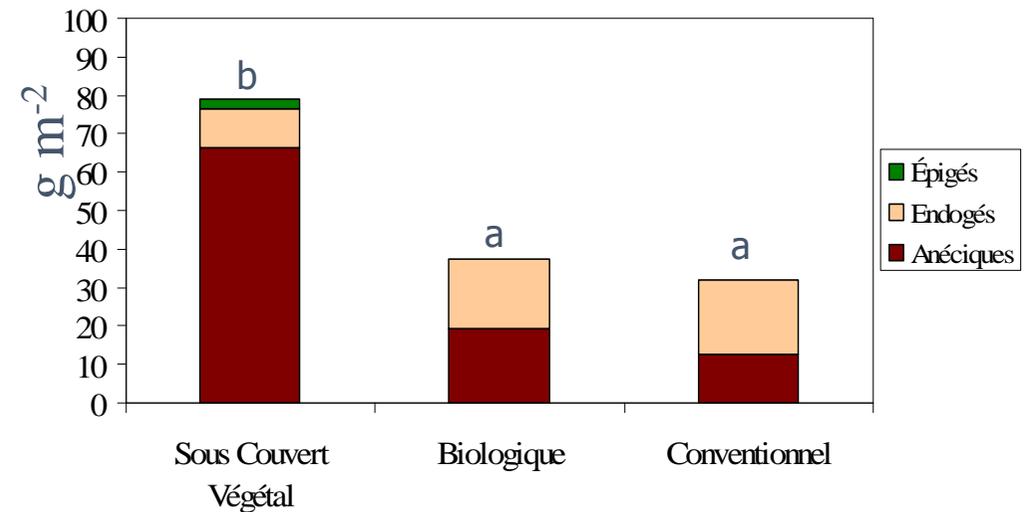
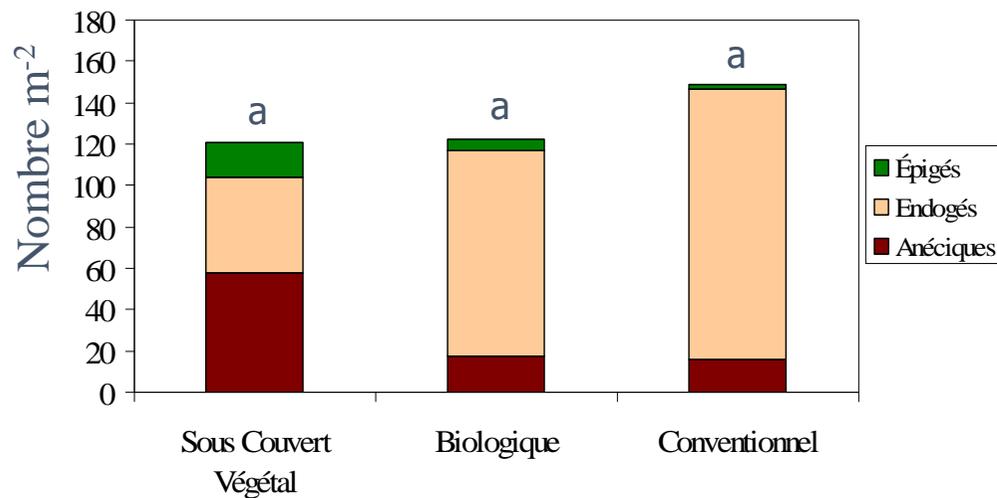
En général, **labour** & **travail intensif** du sol et **mulch en surface** :

=> **diversité macrofaune** (Kladivko, 2001).



## Principaux EFFETS de l'ACS sur le SOL

### Effet du type et de la profondeur de travail du sol sur les vers de terre



=> Pas de différences de densité totale  
 => Différence de composition en groupes fonctionnels

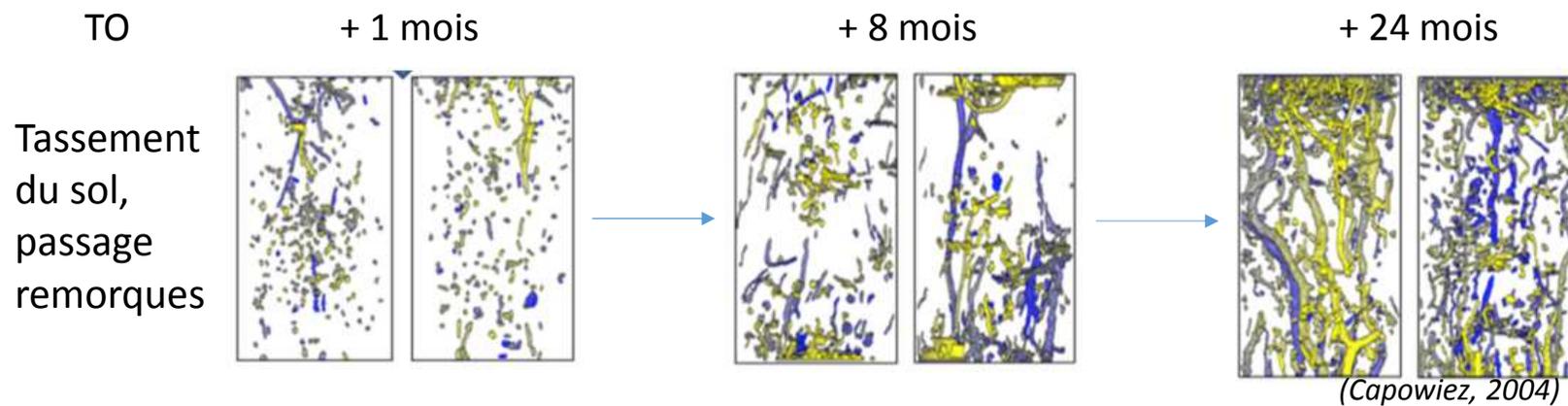
=> Biomasse totale : SCV > conventionnel = biologique

(Pelosi *et al.*, 2009)



## Principaux EFFETS de l'ACS sur le SOL

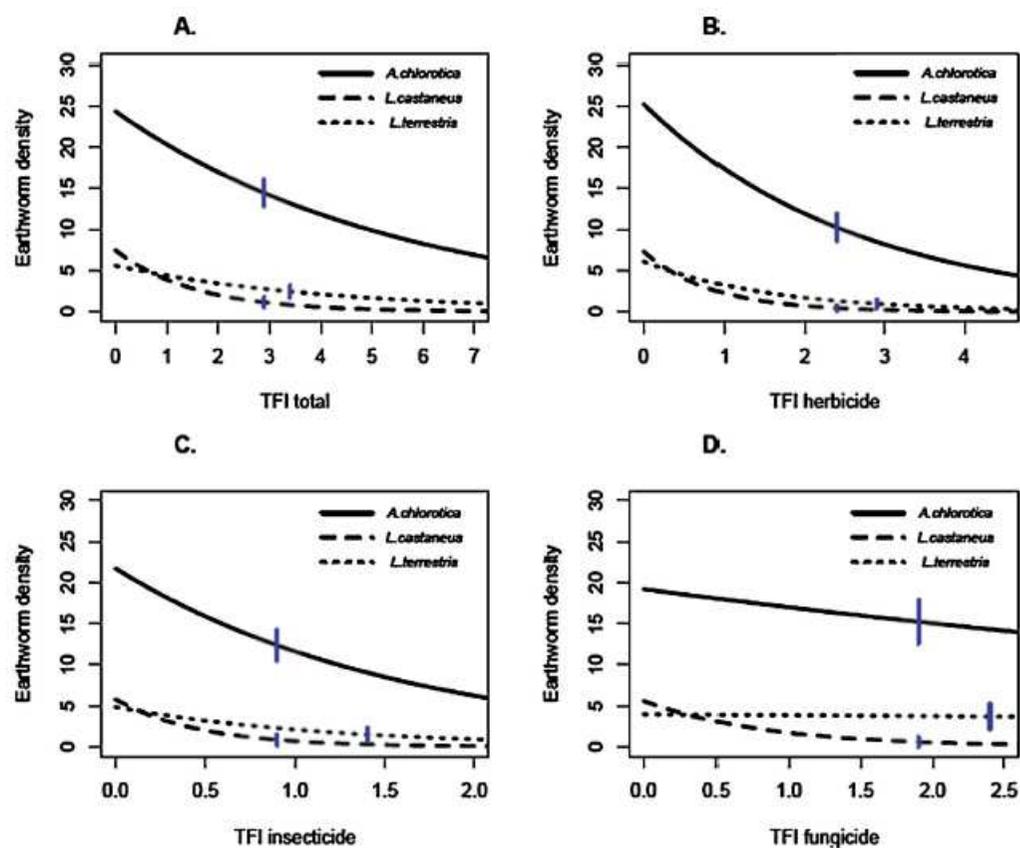
### Effet des vers de terre (anéciques) sur la macroporosité





## Principaux EFFETS de l'ACS sur le SOL

### Effet de la pression phytosanitaire sur les populations de vers de terre

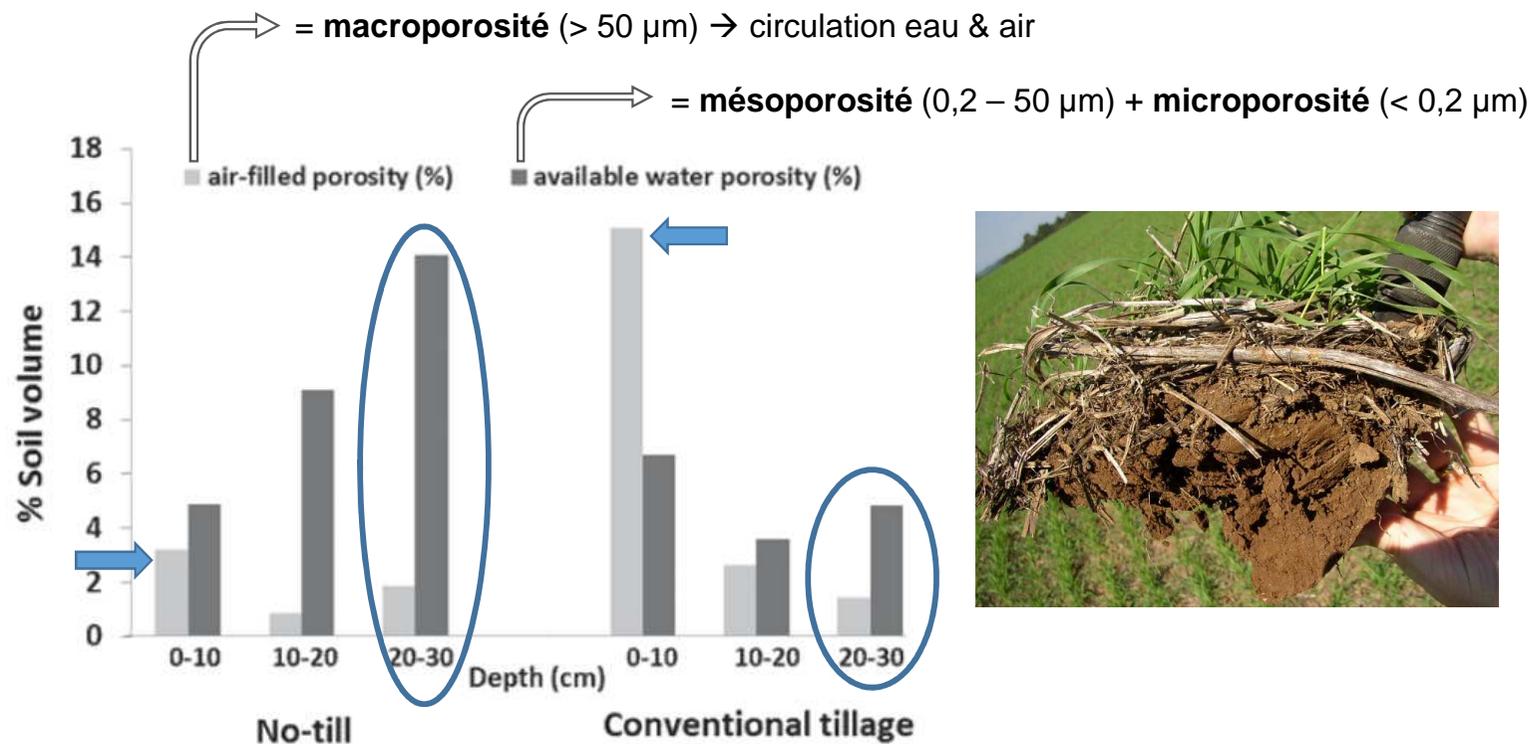


Une diminution de 50% des IFT permettrait d'augmenter les populations de VdT dans les parcelles cultivées de 50 à 300% (Pelosi et al., 2013)



## Principaux EFFETS de l'ACS sur le SOL

### Effet de la gestion du sol sur la porosité du sol



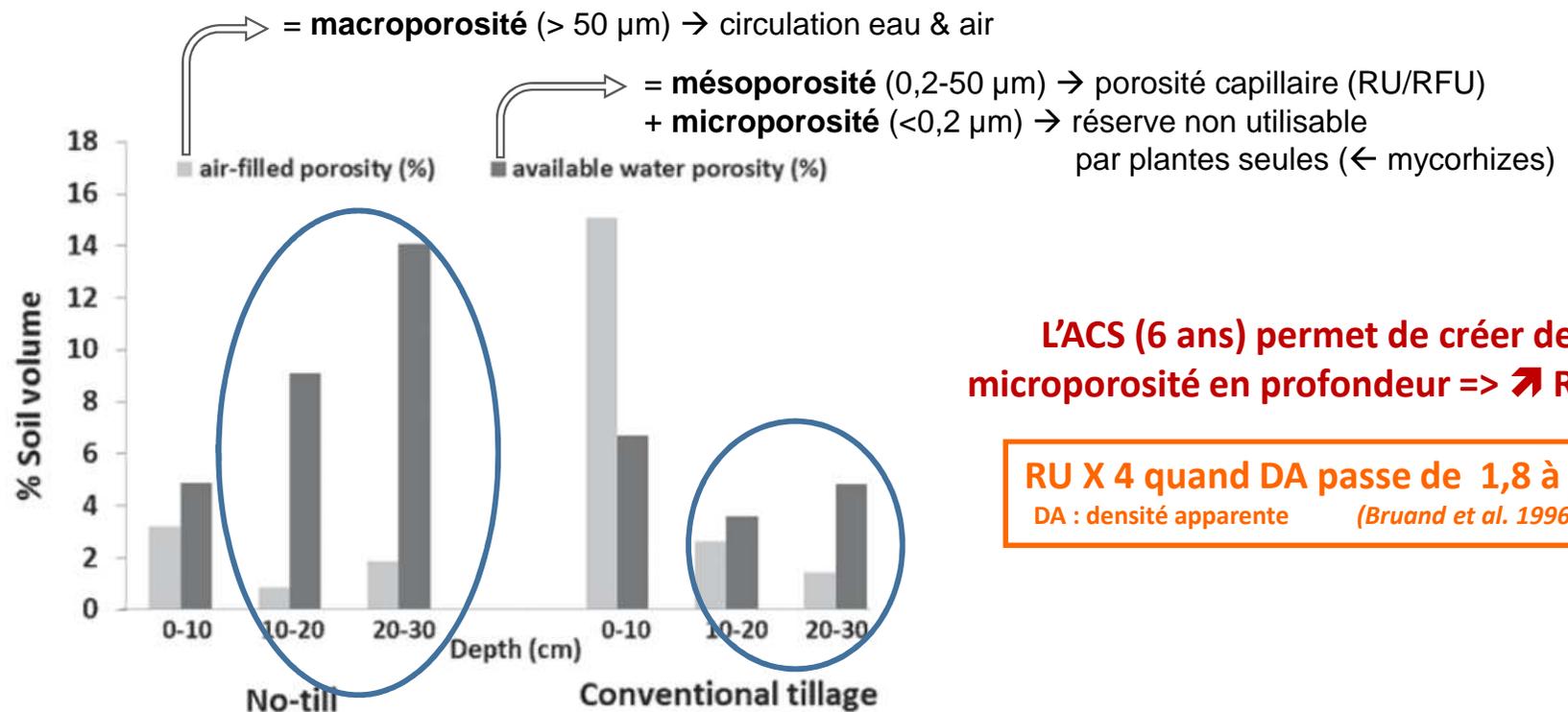
Pourcentages de macro- (air = gris clair) et de méso-/microporosité (eau = gris foncé) dans les couches superficielles d'un vertisol, en ACS (6 ans) vs. labour

*(adapté de Carvalho & Basch, 1995)*



## Principaux EFFETS de l'ACS sur le SOL

### Effet de la gestion du sol sur la porosité et la RU (eau)



**L'ACS (6 ans) permet de créer de la microporosité en profondeur  $\Rightarrow$   $\uparrow$  RU/RFU**

**RU X 4 quand DA passe de 1,8 à 1,2**  
 DA : densité apparente (Bruand et al. 1996)

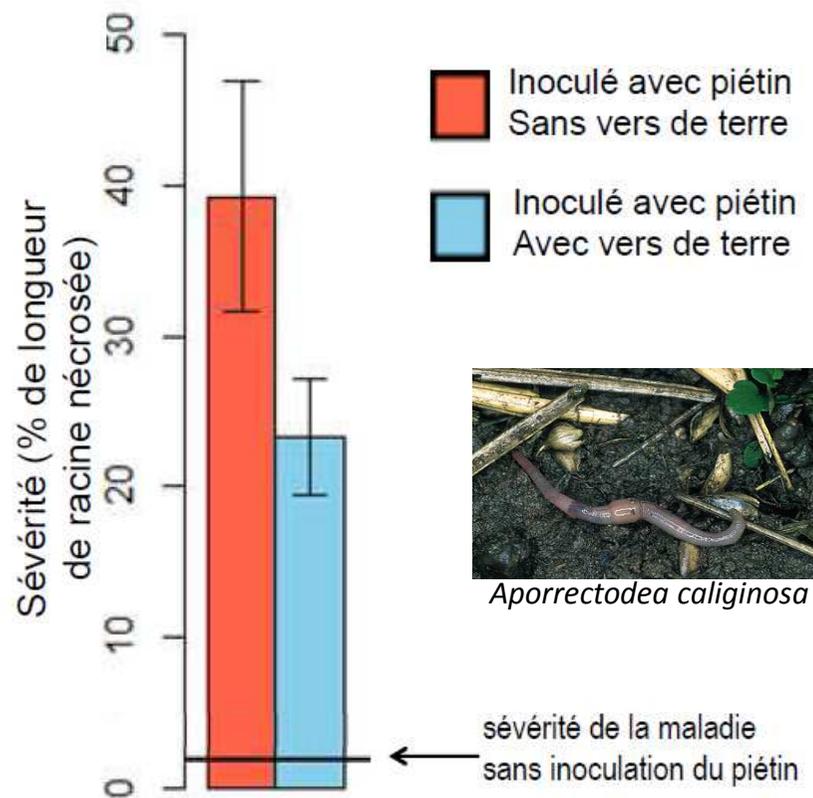
Pourcentages de macro- (air = gris clair) et de méso-/microporosité (eau = gris foncé) dans les couches superficielles d'un vertisol, en ACS (6 ans) vs. labour

(adapté de Carvalho & Basch, 1995)



## Principaux EFFETS de l'ACS sur le SOL et les PLANTES

### Effet des lombriciens sur la sévérité de maladies, ex de 'Ggt'



(INRA Grignon, 2011)

**Réduction de la sévérité des attaques de piétin-échaudage ('Ggt') en présence d'*Aporrectodea caliginosa***

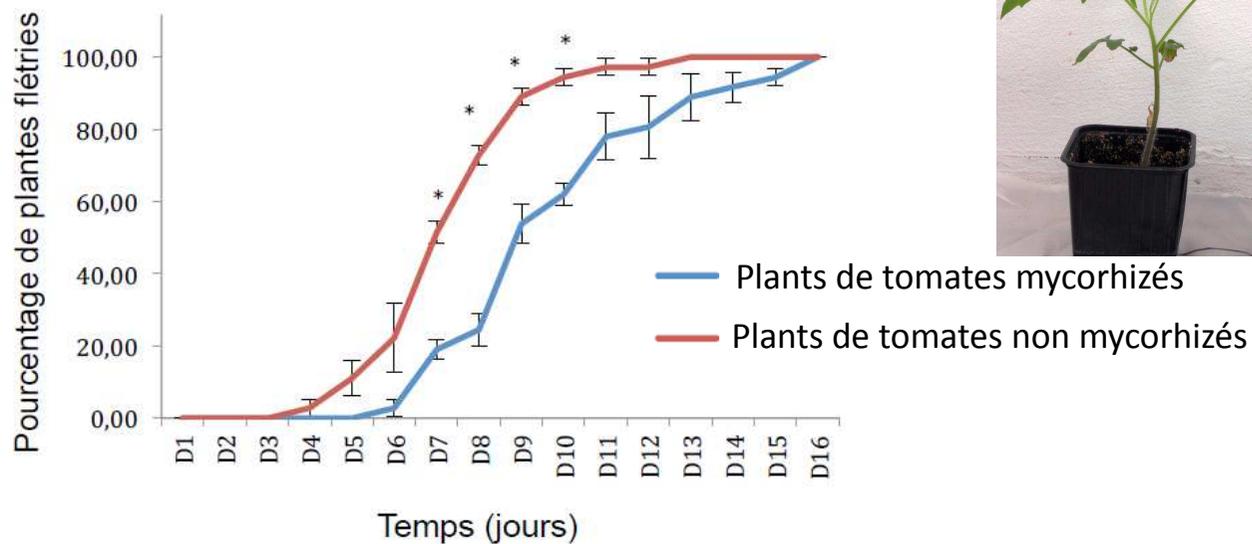
(Le Carpentier, 2012)



## Principaux EFFETS de l'ACS sur le SOL et les PLANTES

### Effet de la mycorhization sur la propagation de maladies

#### Ex du flétrissement bactérien de la tomate



**=> La présence de mycorhizes ralentit la propagation du flétrissement bactérien de la tomate au sein de la population de tomates.**



## Effets de ACS sur les ÉMISSIONS de GES

### Via séquestration C

Non travail du sol, seul => effet (+) modéré (*de Moraes Sa & Lal, 2009*)  
=> ~0 effet sur stockage C (*Powlson et al., 2012*)

Apports MO (CV, résidus) => stockage C important :

- avec ou sans travail du sol : 300-500 kg C/ha/an (*e.g. Dimassi et al., 2014*)
- en ACS : 500-900 kg C/ha/an possible (*Powlson et al., 2012*)

Stockage C en profondeur < 30 cm ↗ quand arrêt travail sol

(*de Moraes Sa & Lal, 2009 ; Mulder et al., 2016 ; Plaza Bonilla et al., 2016*)

### Via moindres émissions CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O et CH<sub>4</sub>

↘ de 60% de la consommation de carburant (*SoCo, 2009*)

↘ N<sub>2</sub>O & CH<sub>4</sub> après qq années d'ACS bien conduite (*Six et al., 2004 ; Dendooven et al., 2012 ; Palm et al., 2014*)

Après 30 ans (USA) : ↘ du N<sub>2</sub>O de 40% /labour et de 57%/chisel

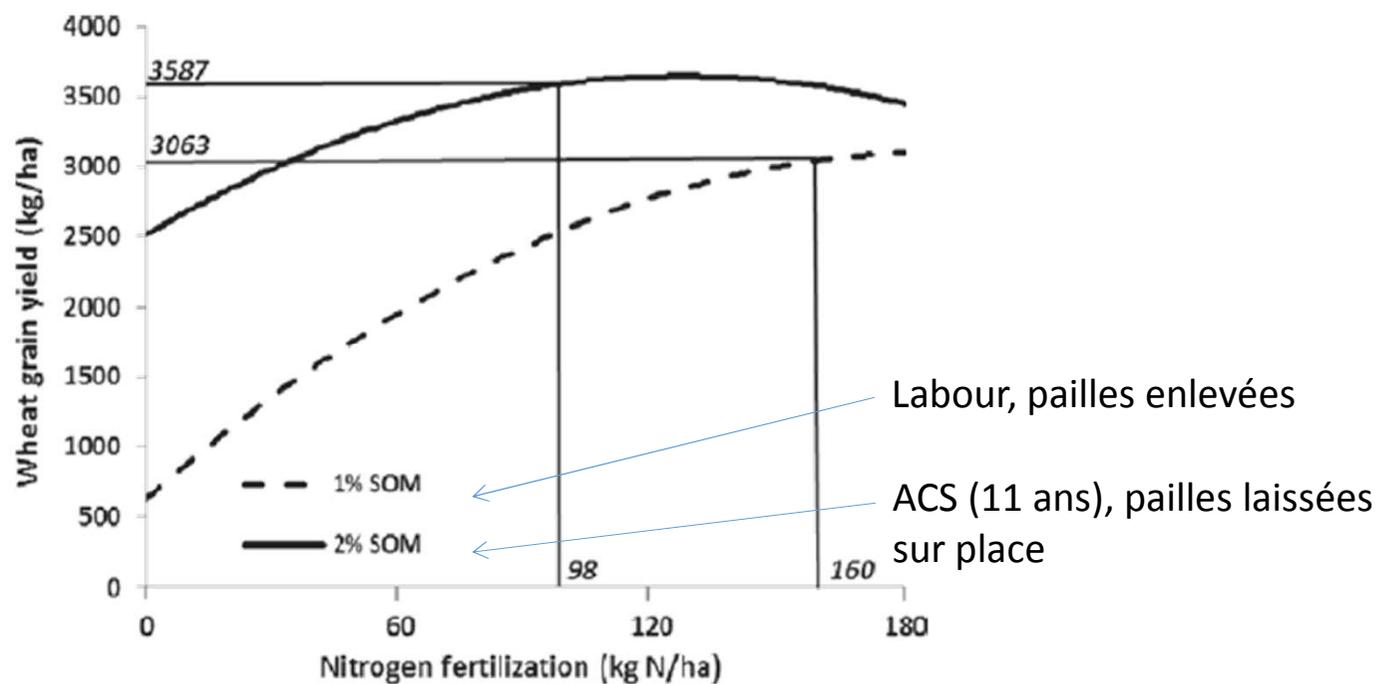
<= décompositon Corg <= mélange résidus/sol et ↗ T° sol. (*Omonode et al. 2011*)



## Effets de ACS sur les ÉMISSIONS de GES

### Effets de la teneur du sol en C organique

Possibilité même d'économiser sur le poste engrais azotés au bout de qq années :



Effet de deux teneurs du sol en C organique (sur 0-30 cm) sur la réponse du blé à la fertilisation azotée. Les niveaux d'engrais azoté optimums sur un plan économique dans chacun des deux cas (axe x), sont en italique (98 et 160). Les rdts correspondants (axe y) sont aussi en italique. (Carvalho et al., 2012)

# Effets de ACS sur les émissions de GES



## Effets de ACS sur les émissions de GES

### Focus sur la séquestration C dans sols

*Pratiques ACS favorisent ↗ teneur sols en C, à condition que N ou eau ne soient pas facteurs limitants (si production biomasse insuffisante car N ou eau limitants => faible séquestration C).*

#### **\* Travail/non travail du sol :**

- dans 10 premiers cm : SD et TCS => ↗ teneur sol en C

- dans 0-30 cm (synthèse 100 publications, minimum 5 ans) : ↘ dans 7 cas, = dans 39 cas, ↗ dans 54 cas.

#### **\* Rotation des cultures :**

*Elle a moins d'effets que travail/non travail sol.*

*Elle agit par « effet rotation » qui améliore rdt cultures (grâce mobilisation de davantage minéraux différents et à profondeurs différentes => améliore quantité résidus restitués => améliore fertilité des sols). (permet aussi d'interrompre le cycle des bioagresseurs)*

#### **\* Restitution résidus organiques**

*Sont % rdts => A.Conv (intensive) peut stocker grandes Qtés C / agric. bas intrants.*

*Quantité biomasse bcp + importante que qualité biomasse (valeur rapport C/N).*

**En ACS, ces trois points interagissent, et synergie se met en place : fertilité ↗ (car rotation diversifiée, restitutions MO et non travail sol)**

**➔ : => organismes sol ↗ et améliorent sol (macro-, microporosité)**

**=> ↗ biomasse produite**

**=> ↗ résidus produits**

**=> ↗ fertilité etc. etc.**

**= cercle vertueux à condition de maintenir conditions requises**



## Effets de ACS sur les émissions de GES

### Focus sur le N<sub>2</sub>O

PRG très élevé (298 fois > celui du CO<sub>2</sub>)

Importance gestion résidus et rotation cultures car modifient disponibilité en NO<sub>3</sub><sup>-</sup> et déterminent la décomposabilité des résidus carbonés :

réduction N<sub>2</sub>O en N<sub>2</sub> inhibée quand [NO<sub>3</sub><sup>-</sup>] et [C labile] (= sucres simples) élevées.

En ACS :

- résidus (surtout si sucres etc.) et humus 0-15 cm fournissent facilement oxygène si saturation microporosité par eau, (donc dénitrification totale peut être empêchée, et nitrification totale aussi, et dans les deux cas, s'arrêter à N<sub>2</sub>O)

- mais fort besoin d'N (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) par microorganismes pour décomposer résidus à C/N élevé (donc dénitrification pourra + facilement être totale)

➔ en ACS : émissions N<sub>2</sub>O + faibles qu'en A. Conv si :

- couverts à C/N élevé et assez riches en lignine

- couverts de légumineuses favorisés car L génèrent moins de N<sub>2</sub>O à l'U d'N apportée au champ que les engrais N

synthèse.

Globalement :

- effets ACS très variables car couverts utilisés très variables

- ACS émet - de N<sub>2</sub>O que A.Conv quand système bien géré, avec sol aéré et vivant.



## Effets de ACS sur les émissions de GES

### Focus sur le CH<sub>4</sub>

**Courte durée vie (12 ans), PRG moyen (25 fois > celui CO<sub>2</sub>)**

**Production CH<sub>4</sub> causée par conditions anaérobies : sol gorgé d'eau.**

**=> Rizières émettent 15% du CH<sub>4</sub> mondial.**

**Fertilisation organique peut ↗ émissions de + de 50% / fertilisation minérale.**

**Contrairement à N<sub>2</sub>O, le CH<sub>4</sub> peut être consommé (oxydé) par microorganismes du sol (bactéries méthanotrophes) => sol devient « puits de CH<sub>4</sub> ».**

Importance travail sol :

**Bonne oxydation CH<sub>4</sub> quand bonne diffusion des gaz dans sol.**

**Sols tempérés plus oxydants (plus consommateurs de CH<sub>4</sub>) que sols tropicaux.**

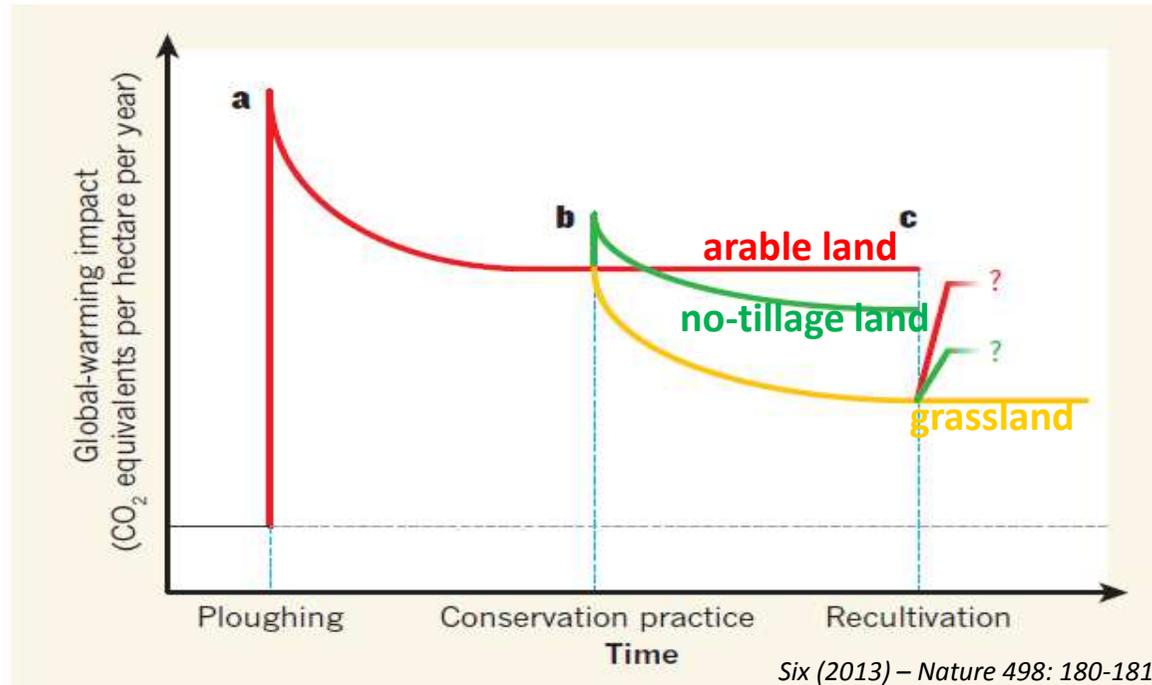
**En ACS 'jeune' (i.e. < 10-15 ans) : densité apparente sol > à celle en A.Conv. => diffusion gaz a priori moins bonne en ACS qu'en A.Conv.**

**Pourtant, jamais observé que émission CH<sub>4</sub> en ACS > émission CH<sub>4</sub> en A.Conv.**

**En Inde, adoption SD en riziculture permet d'éviter l'inondation champs => ↘ attendue émission CH<sub>4</sub>.**



## Effets de ACS sur les émissions de GES



**Figure 1 | Land-use change influences greenhouse-gas fluxes from soils to the atmosphere.** a, Ploughing grasslands to create arable land increases greenhouse-gas emissions (red line) compared with those produced by the natural ecosystem (grey broken line), especially in the period shortly after ploughing, until a new equilibrium is reached. b, Emissions can be reduced, especially in the long term, by restoring arable land to grassland (yellow line), or, less effectively, by using no-tillage practices (green line) on the arable land. c, Ruan and Robertson<sup>2</sup> report that, if restored grassland is recultivated using conventional tillage, greenhouse-gas emissions increase in the year after ploughing; the effect is smaller if no-tillage practices are used. The amount of emissions in the longer term remains unknown.



## Effets de l'ACS sur les ADVENTICES : le glyphosate, 4<sup>ème</sup> pilier de l'AC ?

« *Passage du labour mécanique au labour chimique* »

Initialement : suppression du travail du sol permise par utilisation massive de

**Glyphosate herbicide systémique et non sélectif**

- ✓ Simple et rapide à mettre en œuvre
- ✓ Économique car dans domaine publique et consommation d'énergie moindre

=> molécule herbicide la plus utilisée et la plus vendue dans le monde (20% des herbicides vendus dans le monde et en France, plus d'un champ de blé sur trois)

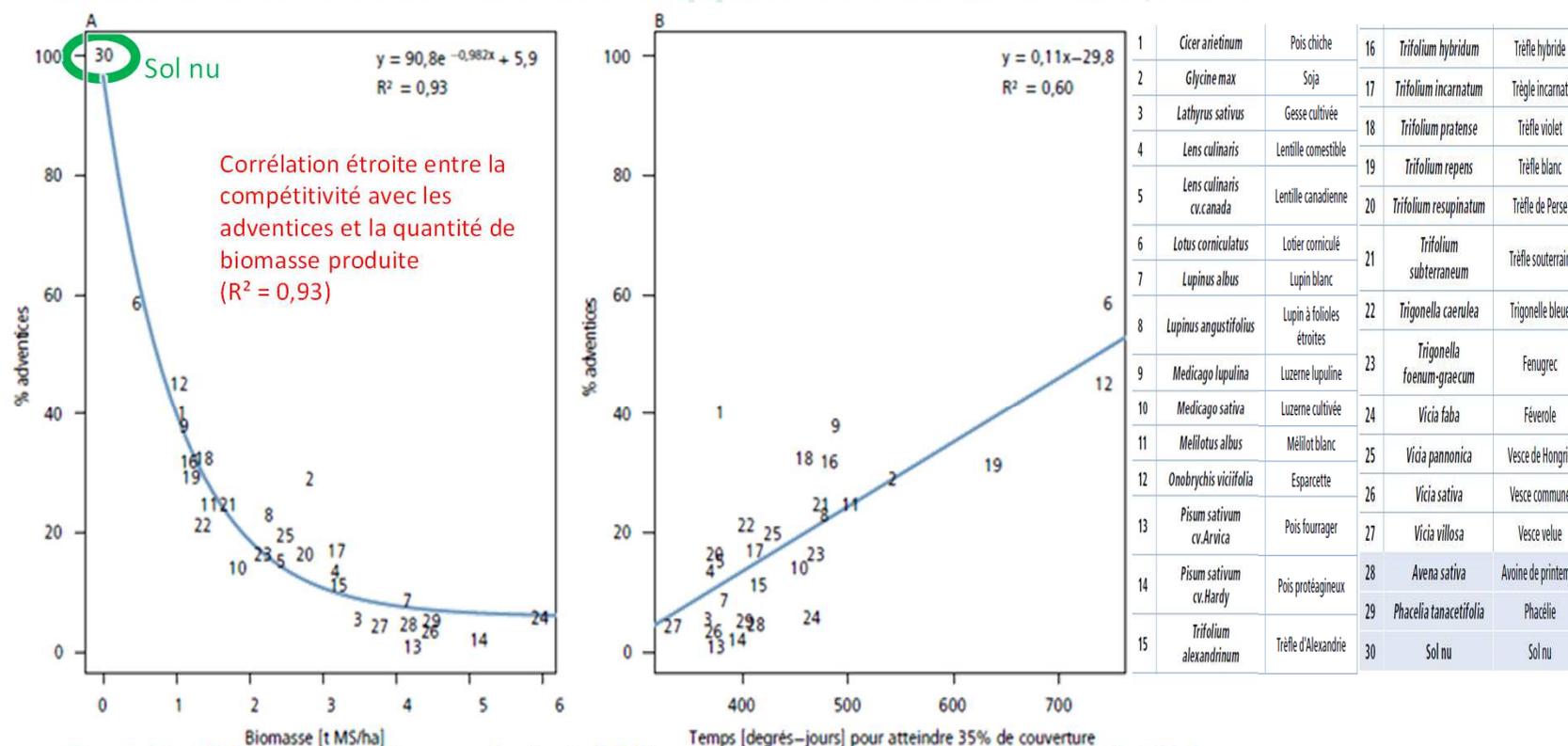
=> utilisation massive et pas toujours raisonnée => problèmes de qualité eau, phénomènes de résistance d'adventices, toxicité pour faune et flore non cibles (pollinisateurs), tendance à se concentrer dans les sols perturbant ainsi leur équilibre microbiologique, menaces sur santé humaine ("cancérigène probable").

**Polémique grandissante sur l'utilisation de glyphosate  
et autres herbicides de synthèse**



# Cultures et couverts à fort potentiel de concurrence

Jouer sur la vitesse de développement du couvert pour vite couvrir le sol



**Figure 3 |** Part d'adventices dans la biomasse en fonction A. de la biomasse des légumineuses, et B. du temps pour atteindre 35% de couverture par la légumineuse. Numéros et espèces selon tableau

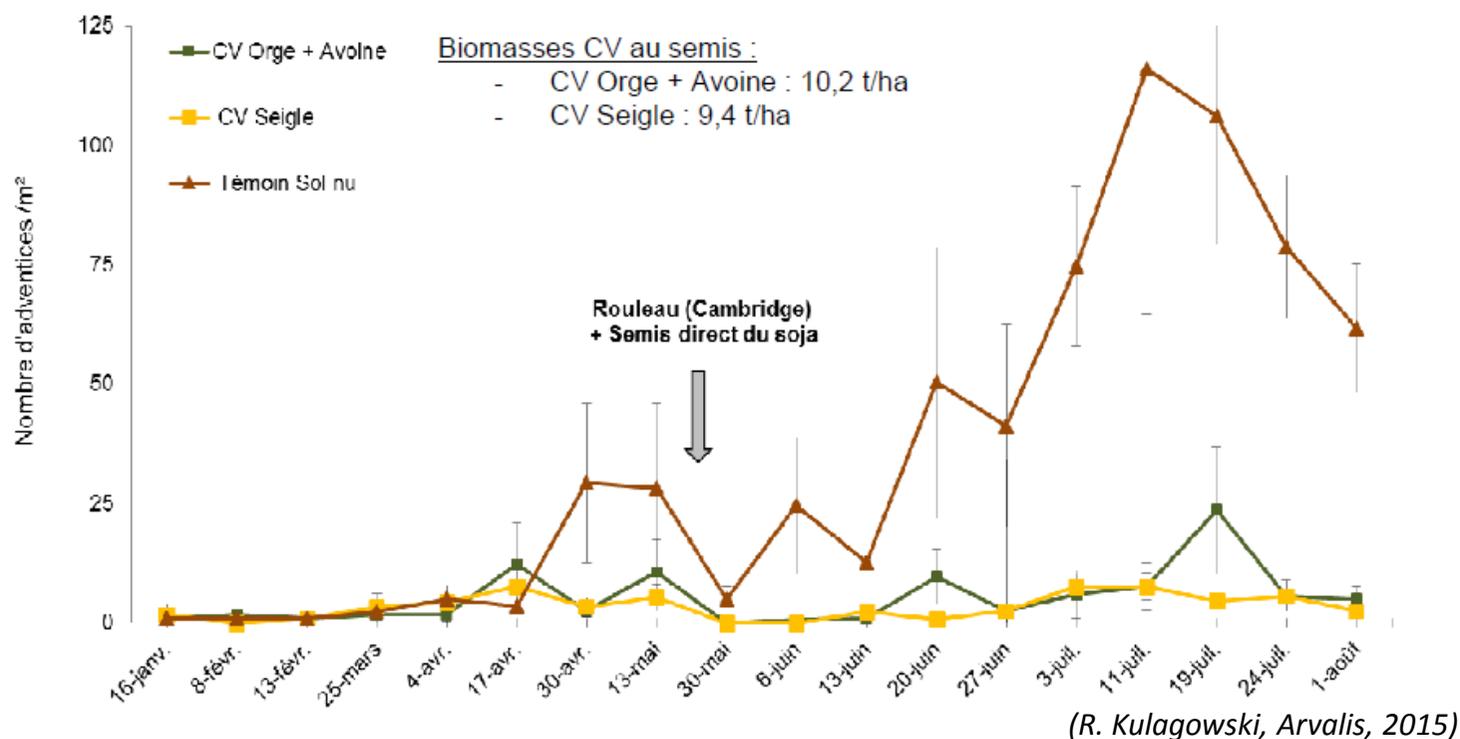
Source : Screening de légumineuses pour couverts végétaux : azote et adventices (Gebhard et al., 2013)



## Cultures et couverts à fort potentiel de concurrence

### Jouer sur l'interférence entre plantes cultivées et adventives

Evolution de la population d'adventices, depuis l'interculture jusqu'à l'apparition des premières gousses de soja.





## Synthèse des performances\* de l' 'ACS'\*\* en EUROPE

### \*Performances :

- rendement des cultures
- qualité du sol
- pression en adventices, maladies et ravageurs
- (impacts environnementaux incluant les services écosystémiques)

\*\***'ACS'** car : comparaison des différentes techniques de travail du sol (labour vs. SD), et non de vrais systèmes en ACS avec systèmes en labour.

*(d'après Basch et al. 2015)*



## Rendements obtenus en 'ACS' vs. labour dans pls pays d'Europe *(adapté de Soane et al. 2012)*

Country	Crop	No. of harvests	Ploughed yield (t ha <sup>-1</sup> )	No-till as % of ploughed	References
Norway	Winter wheat/ barley	27	5.17	99	Riley et al. (1994)
Sweden	Winter wheat/ Barley	22	4.89	91	Riley et al. (1994)
Sweden	Winter wheat	n.a.	6.26	95	Arvidsson (2010)
	barley	n.a.	4.25	88	
Finland	Spring barley	8	4.3	95	Alakukku et al. (2009)
	Spring barley	7	4.3	100	
Finland	Spring barley	4	5.89	61	Känkänen et al. (2011)
	Oats	4	6.38	91	
Denmark	Winter	5	2.44	89	Rasmussen (1994)
	Oilseed rape	5	4.13	96	
	Winter wheat	6	5.52	101	
	Spring barley	6	4.36	83	
Denmark	Winter wheat	6	8.57	83	Schjønning et al. (2010)
Scotland	Spring barley	15	4.79	91	Soane and Ball (1998)
	Winter barley	9	8.8	99	

*(Basch et al., 2015)*



## Synthèse des performances\* de l' 'ACS'\*\* en EUROPE

### Rendements obtenus en 'ACS' vs. labour dans pls pays d'Europe (adapté de Soane et al. 2012)

England	Winter wheat	4	8.40	105	Cannell et al. (1986)
	Winter wheat	4	7.79	92	
Germany	Winter wheat	32	6.57	100	Tebrügge and Böhrnsen (1997a)
	Sugar beet	8	67.9	100	
	Oilseed rape	3	3.64	109	
	Silage corn	3	50.7	88	
	Sugar corn	3	10.6	99	
France	Maize	8	8.37	102	Labreuche (pers. communication) <sup>a</sup>
	Wheat	11	8.59	102	
	Barley	12	7.82	101	
Portugal	Wheat	4	2.22	103	Basch et al. (1997)
	Wheat	10	1.73	98	
	Barley	4	1.89	113	
Spain	Barley	n.a.	2.62	103	Lacasta Dutoit et al. (2005)
	Sunflower	n.a.	0.87	108	
Spain	Barley	1	3.50	100	Fernández-Ugalde et al. (2009)
	Barley	n.a.	1.00	200	

(Basch et al., 2015)

<sup>a</sup> Personal communication: J. Labreuche, 2011, Arvalis Institut du Végétal, Boigneville, France

- ⇒ Rdts en 'ACS' sont très variables au sein de chaque pays, mais globalement sont dans 10% en - ou + /rdts en labour ; qd sont < : pb de compaction sol, mauvaise gestion résidus et adventices, surtout avec cultures de printemps et sols peu structurés (sableux).
- ⇒ " " = ou > rdts labour en Europe Centrale et du Sud, surtout pour systèmes établis depuis pls années.



## Synthèse des performances\* de l' 'ACS'\*\* en EUROPE

### Qualité des sols (/érosion sol, taux MO, biodiversité) : synthèse des avantages et inconvénients en 'ACS' vs. labour dans plusieurs pays d'Europe (adapté de Soane et al. 2012)

**Table 15.3** Summary of the most frequently reported changes in soil properties after several years of no-till. (Adapted from Soane et al. 2012)

Benefits	Disadvantages
Increased aggregate stability, especially near surface	Increased bulk density at 0–25 cm depth can lead to poor aeration when wet
Increased organic matter content near surface	Increased moisture content near surface in spring in northern regions delaying drilling
Increased vertical and stable pore structure	Reduced soil surface temperature, especially in spring in northern regions delaying drilling
Increased biological activity, especially earthworms ***	Increased acidity near surface
Increased infiltration rate	Increased accumulation of P near surface with risks of loss in runoff
Increased hydraulic conductivity in subsoil on well structured soils	
Increased soil strength and load bearing capacity with reduced damage from traffic	

(Basch et al., 2015)

\* Si trafic engins lourds évité, après qq années, cette densité peut redescendre à des valeurs = voire < à celles du labour (mesurée à la récolte), tout en gardant une meilleure portance.

\*\* Meilleure infiltration de l'eau largement démontrée en ACS, car mulch => disparition effet 'splash' et baisse évaporation, meilleures stabilité structurale agrégats et teneur MO dans sol surface, macroporosité verticale.



## Synthèse des performances\* de l' 'ACS'\*\* en EUROPE

Qualité des sols (/érosion sol, taux MO, biodiversité) : synthèse des avantages et inconvénients en 'ACS' vs. labour dans plusieurs pays d'Europe (adapté de Soane et al. 2012)

- Contribution de **biodiversité** à santé et fonctionnement des sols est largement démontrée.
- Très nombreuses études => effet favorable du non travail du sol et de présence de résidus à surface du sol, pour diversité et abondance des organismes dans et au-dessus du sol.
- Particulièrement visible pour les **vers de terre** : densité souvent x 1,5 à 3 en qq années.
- Mais aussi pour les **mycorhizes**
- De même que pour les **oiseaux granivores et insectivores** nichant au sol.



## Synthèse des performances\* de l' 'ACS'\*\* en EUROPE

### **Gestion des adventices, des maladies et des ravageurs : synthèse des avantages et inconvénients en 'ACS' vs. labour dans plusieurs pays d'Europe**

#### **Ravageurs :**

- Limaces : approche classique pour les contrôler (molluscicide, gestion agressive résidus, bonne fermeture sillon) ou recherche équilibres biologiques *i.e.* arrêt molluscicides (=> carabes...).
- Pyrale du maïs, nématodes, Campagnols... sont parfois favorisés par ACS, mais très variable et pas de travaux de recherche.

#### **Maladies :**

Risques a priori d'infections des cultures suivantes par de l'inoculum présent sur résidus laissés en surface ou générés par sclérotés.

Mais d'après littérature scientifique, aucune tendance nette ne vient confirmer cette hypothèse de risque accru en situation d'ACS.

Pour piétin-verse : pas de différence après 3 ans d'ACS vs. labour, et infestation bcp plus forte après 8 ans dans le cas du labour (Bräutigam & Tebrügge, 1997).

Sur 6 autres publications, 2 montrent une augmentation de la maladie et 4 une diminution (dont 2 à propos de la JNO), dans le cas de l'ACS.



## Synthèse des performances\* de l' 'ACS'\*\* en EUROPE

Gestion des adventices, des maladies et des ravageurs : synthèse des avantages et inconvénients en 'ACS' vs. labour dans plusieurs pays d'Europe

### Adventices :

- Dans régions tempérées humides, ACS favorise les graminées vivaces (e.g. *Agropyron repens*) mais aussi des graminées annuelles (e.g. *Bromus sterilis*, *Alopecurus myosuroides*, *Poa annua*), et des dicotylédones annuelles (e.g. *Galium aparine* et *Senecio vulgaris*).
- Dans régions plus chaudes et sèches, les adventices sont plutôt annuelles et ACS ne favorise pas spécialement adventices si 1ère vague contrôlée par herbicides (*i.e.* pas de levées tardives car compétition avec culture, et sinon la meilleure portance du sol permet intervention phyto presque tout le temps).

### Organic 'no-till' in Wisconsin

- Site Univ Wisconsin (5') :

<https://www.youtube.com/watch?v=UtxH4CJa-jk>

- Rodale Institute (19') :

<https://www.youtube.com/watch?v=fkMB5meXMGg>



## Synthèse des performances\* de l' 'ACS'\*\* en EUROPE

### **Bilan économique de l'ACS : synthèse des avantages et inconvénients en 'ACS' vs. labour dans plusieurs pays d'Europe**

Les motivations premières pour l'adoption par les pionniers de l'ACS en Europe : de nature économique. Curieusement, montée des charges (fuel, intrants chimiques, travail) et restrictions environnementales, n'ont pas => percée de l'ACS en Europe.

Pourtant ~partout en Europe : meilleure rentabilité des systèmes en ACS

car en ACS : - 50 à 75% de frais de main d'œuvre (projet SoCo, 2009)

- 60% de frais de carburant (projet SoCo, 2009)

- 80% de frais d'entretien de matériel sur ferme de 350 ha au Portugal (Freixial & Carvalho, 2010)

Sur un essai "système" à long-terme en Allemagne, sur 5 sites différents : tous les sites ont montré un profit économique + élevé en ACS /labour (+7, +10, +16, +18, +20%). (Tebbrüge and Böhrnsen, 1997)

Au Portugal, sur une ferme de 500 ha : seuil de rentabilité (calculé sur marge nette) à 14,3 qx/ha en labour, vs. 11,3 qx/ha en ACS (Marques and Basch, 2002).

**De plus : nécessité de prendre en compte l'évitement des coûts externalisés générés par les systèmes conventionnels du fait des dommages environnementaux et sanitaires.**



**Merci de votre attention**