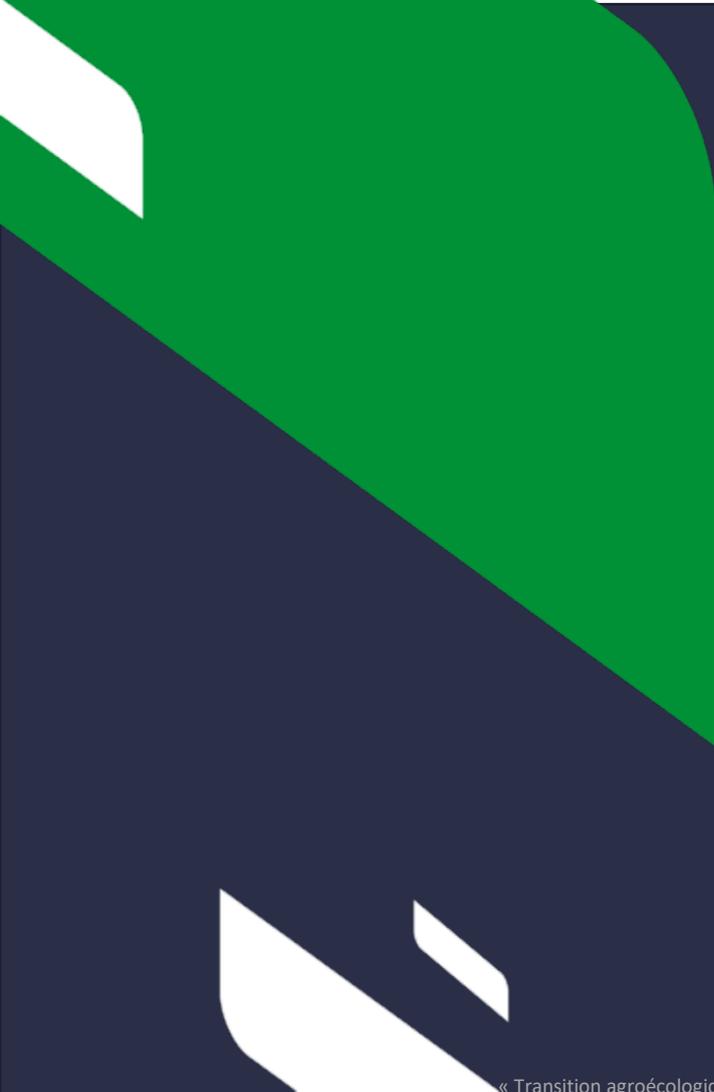


TRANSITION AGROÉCOLOGIQUE

DES IMPASSES DU MODÈLE AGRO-
INDUSTRIEL AUX PERFORMANCES
DES MODÈLES AGROÉCOLOGIQUES

Jean-Pierre SARTHOU – Prof. Agronomie-Agroécologie





DE L'IMPORTANCE MAJEURE DE CONTEXTUALISER LA TRANSITION AGROÉCOLOGIQUE

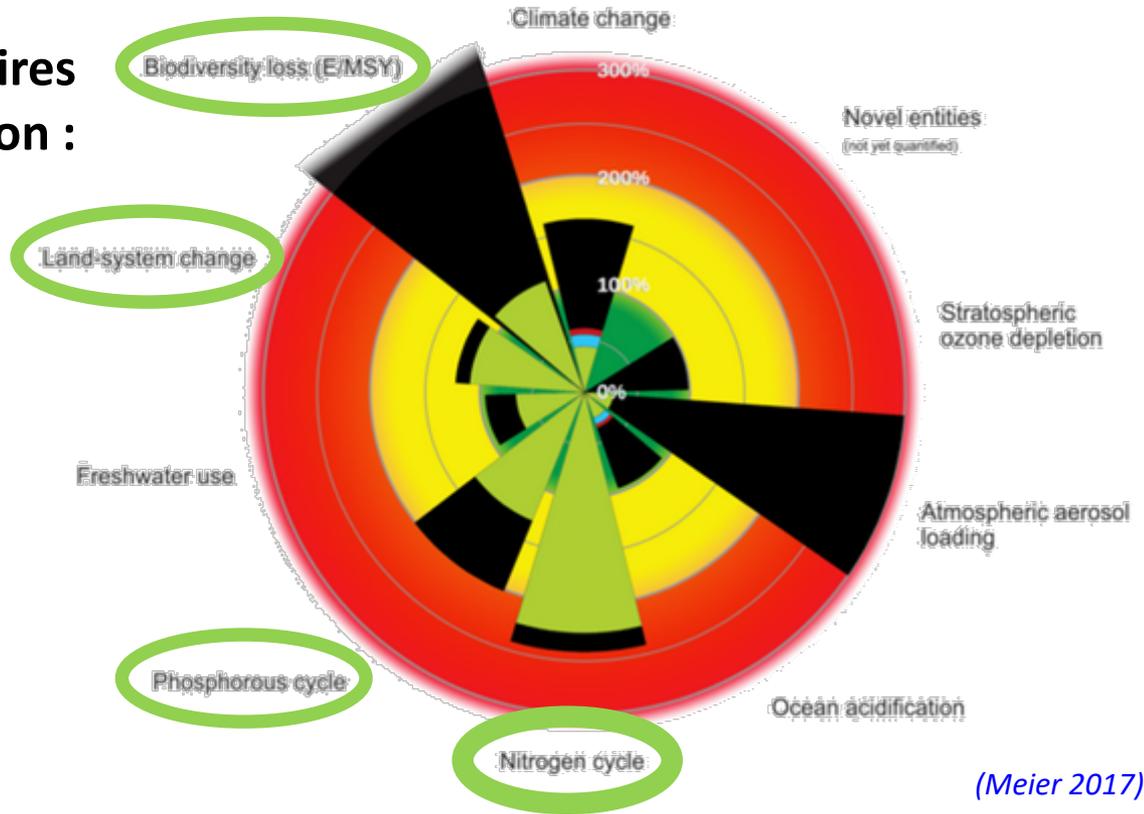
Impasses du modèle agro-industriel dominant

Visualisation des limites planétaires liées à agriculture et alimentation :

→ Agriculture

= 1^{ère} activité économique responsable du dépassement des limites planétaires

+ impacts directs sur Humains



(Meier 2017)



Beyond zone of uncertainty, >200% (high risk)

In zone of uncertainty, 100% - 200% (increasing risk)

Below boundary, <100% (safe)

■ Agriculture

■ Food processing and food trade

■ Food consumption

■ Other sectors

Objectif 2050: augmenter production mondiale de 70% minimum

En 50 ans (**2000 à 2050**),
Homo sapiens sapiens aura produit et consommé **autant de nourriture** que ce que *Homo sp.* a récolté puis consommé, depuis son apparition (**1^{ers} Hominidés** il y a **3 millions d'années**) jusqu'à l'an 2000



Focus sur la disponibilité alimentaire mondiale

Production alimentaire mondiale (~2700 kcal/pers/j) est globalement **suffisante (en énergie)** pour satisfaire les besoins physiologiques de population mondiale (1800 – 2200 kcal/pers/j) ; mais très mal équilibrée en ≠ produits

~50% production alimentaire mondiale :

<= **petites fermes familiales** : agriculture à faibles intrants voire 'Bio' par défaut

<= n'occupent que **~20% de surface agricole mondiale** et souvent sur sols les – fertiles (meilleurs sols accaparés par structures agricoles tournées vers **marchés mondiaux**)



Tanzanie (Morogoro), cultures vivrières en agroécologie



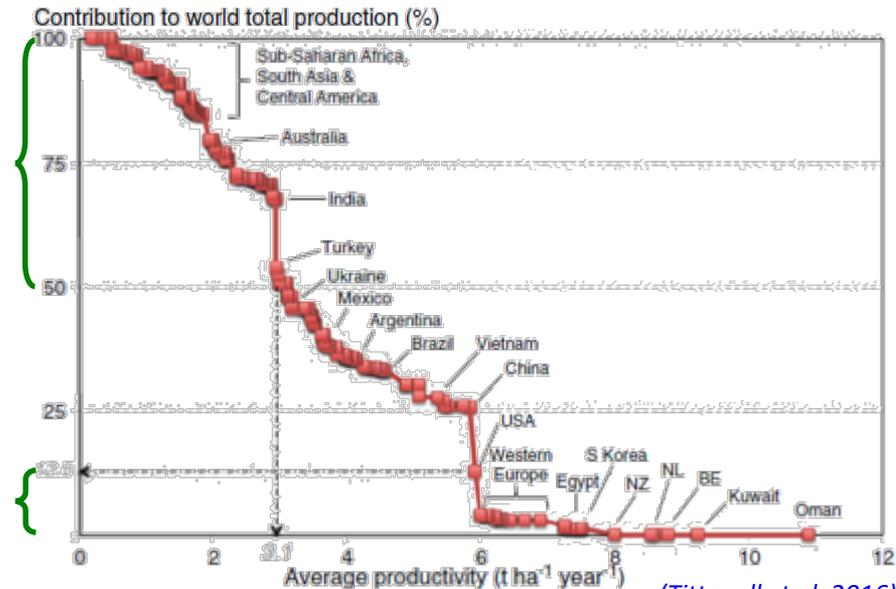
Cambodge (Battambang), marché paysan

Focus sur la répartition de la production alimentaire mondiale

Production alimentaire des régions
les plus productives du monde =
petite fraction de production
alimentaire mondiale

Ex Céréales :

- ✓ **12,5% production céréal. mondiale** <= pays dont **rdts moyens >6 t/ha** (essentiel^{mt} Europe Ouest, Am. Nord) ; ~1/4 seule^t de énergie des 12,5% => alimentation humaine
- ✓ **50% production céréal. mondiale** <= pays où **rdts moyens <3,1 t/ha** (pays les plus pauvres : ~1 t/ha) ; ~2/3 de énergie des 50% => alimentation humaine



Focus sur l'accessibilité à l'alimentation

Vouloir **augmenter encore** les rdts céréales des pays développés (avec rdts les + élevés) **n'est pas justifié** car :

(i) ne satisferait qu'une **très faible part** de la demande alimentaire mondiale, car 70-80% énergie des Cér. des pays riches => transformation en **viande**, en **bioénergie** et autres **produits industriels** *(Cassidy et al. 2013)*

(ii) **gagner 1t Cér./ha** sur un rdt à 6t/ha **coûte bcp plus cher** en énergie et à environnement, que de la gagner sur un rdt **plus bas** (1-3 t/ha par ex)

(iii) « *les derniers quintaux étant les plus chers* » => **↗** prix mondiaux des **intrants**, au détriment des **petits paysans** *(Tittonell et al. 2016)*

(iv) **USA, Brésil, Argentine, Europe...** fournissent plus facilement leurs Cér. aux **usines** aliments élevage, chimie verte et de transfo biomasse --> énergie, qu'aux **comm^{tés} rurales des PVD**, où faim se concentre et où agriculture non subventionnée car représente **70% PIB (vs 3% dans pays riches)** *(Koning 2013, OMS 2013)*

Il faut continuer d'intensifier

la production agricole...



...mais **intensifier autrement...**

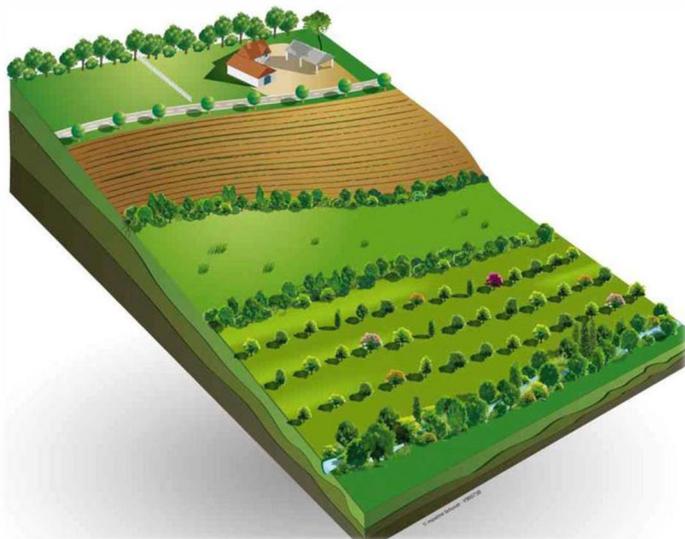


...grâce à **l'agroécologie**



G^{de} diversité d'approches AE, qui ont en commun

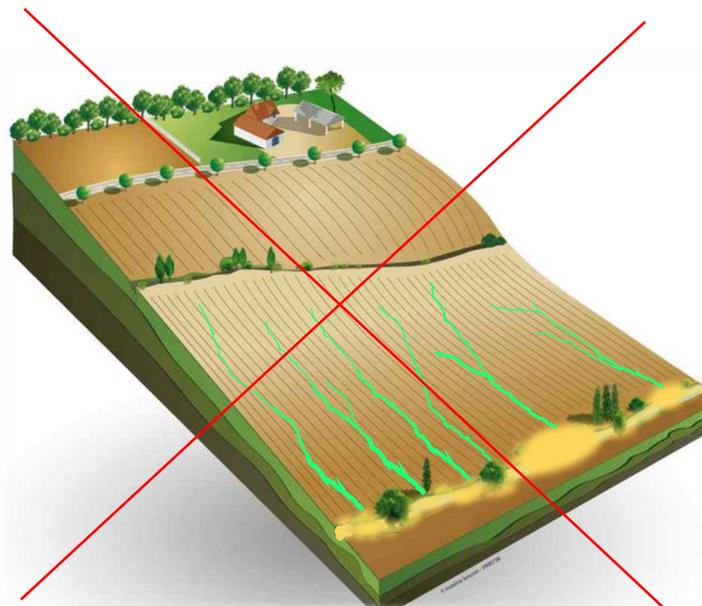
- d'adapter les pratiques à l'environnement



Pratiques agroécologiques à forts services écosystémiques

=> économies de charges & externalités positives

- plutôt que de faire l'inverse



Pratiques conventionnelles avec forts intrants (dont énergie -> travail sol)

=> charges économiques & externalités négatives

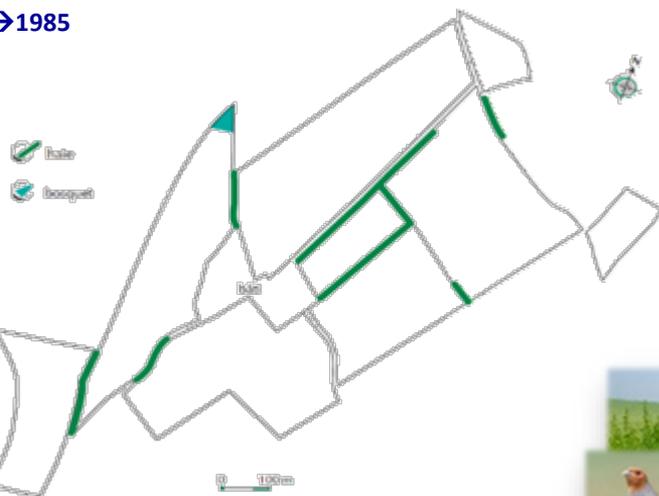
2

EXEMPLES D'INTENSIFICATION AGROÉCOLOGIQUE DE PAR LE MONDE

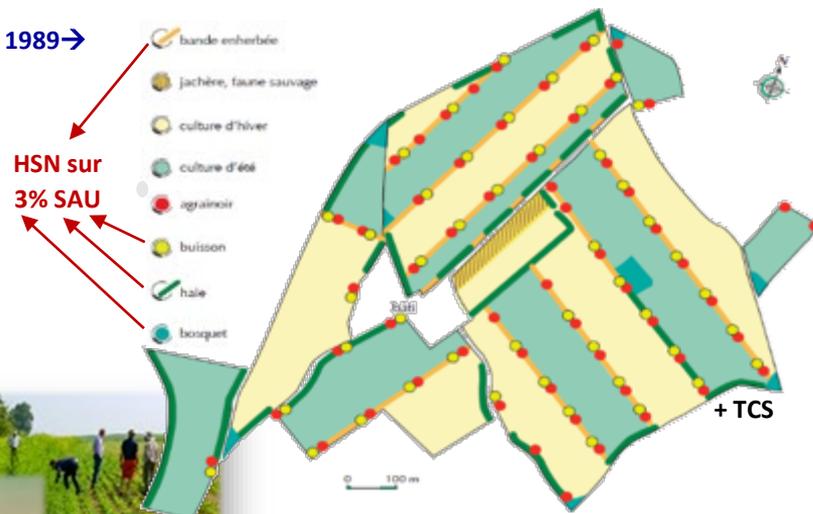
Concevoir des paysages régulateurs de ravageurs des cultures - France

Jacques Hicter : céréalier dans Aisne, 320 ha (172 ha + 148 ha)

→1985



1989→



HSN sur
3% SAU

+ TCS

- ✓ Perdrix grises : 10-15 couples/100 ha + faisans, cailles...
- ✓ Granulés anti-limaces systématiques
- ✓ Traitements anti-pucerons systématiques



Perdrix grises : 80-100 couples/100 ha
+ faisans, cailles...

↗ diversité auxiliaires zoophages

↘ pression ravageurs => 0 granulé anti-limaces, traitements anti-pucerons 1 an/5

=> économies : 15 000€/an
(J. Hicter, comm. pers.)

Produire des bovins viande sur prairies naturelles - Amérique du Sud

'Pampa' et 'Campos' sur 500 000 km²
(Argentine, sud Brésil, Uruguay) :

Ovins et bovins viande,
faisant vivre ~500 000 exploitations



- ✓ '**Hotspot**' de biodiversité : 450 spp de graminées dont bcp de 'C4', et 150 spp de légumineuses
- ✓ Mais prairies naturelles (PN) de **faible productivité moyenne** : 60-80 kg viande/ha/an
- ✓ Nbx agris se **convertissent** => **culture soja** sur grandes surfaces (rythme de + 440 000 ha/an)
↳ ↓ BD, ↓ pluies, ↑ pollut° phytos, ↓ COS, $\overline{\text{CO}_2}$, érosion sols, ↑ stress hydrique....)
(Nabinger et al. 2000, DuPont et al. 2010, Marengo et al. 2012)
- ✓ Mais **surpâturage** = cause principale **faible productivité PN**, surtout sur EA familiales (posséder bcp animaux = culturel)
(Rossing et al. 2014)

Produire des bovins viande sur prairies naturelles - Amérique du Sud

- ✓ Recherches sur technique de pâturage modéré : « **pâturage tournant dynamique - PTD** » (Carvalho et al. 2011)
 - **Productivité** (sans apport intrants) : 60 kg viande/ha/an => **170 kg/ha/an**
 - ✓ en respectant prélèvement quotidien herbe = **8-12% poids vif** animaux
 - ✓ en laissant **assez biomasse** (feuilles vertes, **gaine entière**) pour ∅ période sans interception rayons soleil => plantes **repoussent + vite** que si sont surpâturées
 - ✓ en évitant pâturage pdt période de floraison-grenaison
 - ✓ plantes C3 (++ en hiver) et pl. C4 (++ en été) s'équilibrent mieux
 - nouvelle ➤ productivité (tj sans apport intrants) : 170 kg viande/ha/an => **230 kg/ha/an**
 - ✓ en limitant dominance des graminées peu appétibles (forment à MT 'monticules')



- ✓ cette technique PTD exportée en Uruguay
 - => ➤ **revenu net des éleveurs : 58 => 97 US\$/ha/an**
 - => ↘ **érosion sol, ➤ COS, ➤ résilience /climat, ➤ BD**

Créer des synergies par l'association de plantes annuelles et pérennes – Afrique sub-saharienne

- ✓ Arbres **modifient** leur environnement, ce qui affecte spp voisines, +^t ou –^t selon spp. (Bruno et al. 2002)
- ✓ Dans plusieurs pays, **Faidherbia albida** (Lég.) dispersé dans zones de cultures :



- ✓ Arbre à **phénologie inverse** :
 - développe son feuillage pdt **saison sèche** (autres plantes à arrêt)
 - le perd au début **saison humide** (autres plantes démarrent cycle)
- ✓ Quand associé à culture de blé, sous-canopée :
 - ↘ **T° 5°C** à mi-journée => anthèse améliorée (Shiferaw et al. 2014)
 - ↗ **H° sol** en début et fin cycle (remplissage grains)
 - ↪ ↘ **évapotranspiration** et '**ascenseur hydraulique**' (Burgess et al. 1998)
 - ↗ **NDVI** (= mesure de densité de végétation) (Burgess et al. 1998)

- ↘ **fusariose** sur épis (Burgess et al. 1998)



- ↘ **charbon nu** sur épis (Burgess et al. 1998)



- **Bilan** : ↗ **23% rdt**
↗ **24% Qté paille** (Burgess et al. 1998)

Restaurer des sols (très) dégradés – Ethiopie

❖ Vallée du Rift, fin 1980s : **exclusion** pdt 8 ans des ruminants de fermes au sol très dégradé par **surpâturage**, afin de **conserver sol** et **infiltrer eau**, pour accroître rdt cultures

✓ **EF = exclosed farms**

✗ **Vaches** <= fourrage des **arbres** des fermes et herbes récoltées sur **parcours communaux**

✗ **Cuisine** <= **bois** des arbres des fermes et des parcours communaux

✗ **Sols** <= **forte biomasse** (résidus cultures, bouses, compost)



Sols : ↗ fertilité (2,7% MO)

Teff : ↗ rdt
(2,2t/ha)



✓ **OF = open-grazing farms**

✗ **Vaches** <= fourrage = végétation dans champs après récolte

✗ **Cuisine** <= **résidus** cultures et **bouses** séchées

✗ **Sols** <= **faible biomasse** (racines cultures)



Sols : fertilité inchangée (1,5% MO)

Teff : rdt inchangé
(1,3t/ha)

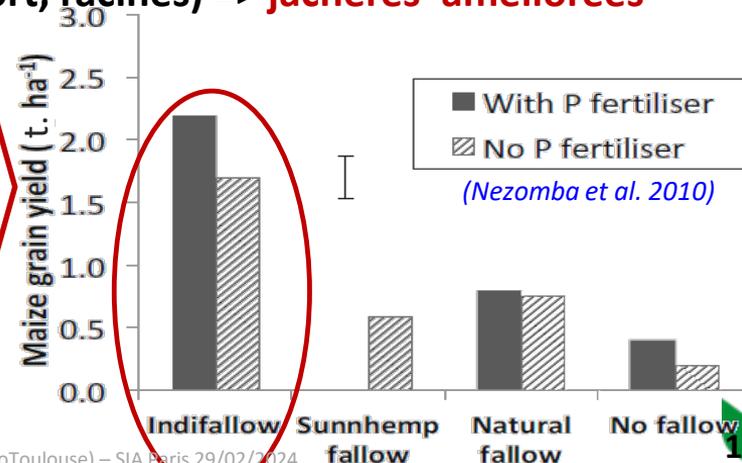
(Baudron et al. 2015)

Restaurer des sols (très) dégradés – Zimbabwe

- ✓ **sols très peu fertiles** (RM granitique – sud Afrique), **déficients P-S**, 10% argiles, >80% sables
- ✓ 2/3 paysans Zimbabwe sur **petites fermes 3-5ha**
- ✓ depuis longtemps : **monoculture maïs** avec engrais et pesticides pour filières industrielles
- ✓ => aujdh : sols **très dégradés**, rdt maïs ↘↘, terres abandonnées => **défrichage forêts natives**
- ✓ 2000s : *Soil Fertility Consortium for Southern Africa* (Univ. Zimb., FAO, ONGs & autres part.)
- ✓ => **rech. participative** : identification/sélect° **Lég. sauvages** annu./pérennes, à forte biomasse
- ✓ => spp. les + productives, traits complémentaires (port, racines) => **jachères ‘améliorées’**

Technique **Indifallow** (*indigenous legume fallow*)

- * semis *indifallow* pour couvert végétal avant maïs
- * => 6 tMS/ha sans apport P, jq 10 tMS/ha avec apport P
- * semis du maïs, après léger travail sol avec paire zébus



Restaurer des sols (très) dégradés – France

❖ Grandes cultures en **agriculture de conservation/régénérat°** des sols

Capacité d'**infiltration** des fortes pluies : très liée au **mode de gestion du sol**

Limagne (63), 15 min après un orage de 32 mm (juin 2021)



Restaurer des sols (très) dégradés – France

❖ Grandes cultures en agriculture de conservation/régénérat^o des sols

Capacité à éviter pollution sédimentaire : très liée au mode de gestion du sol

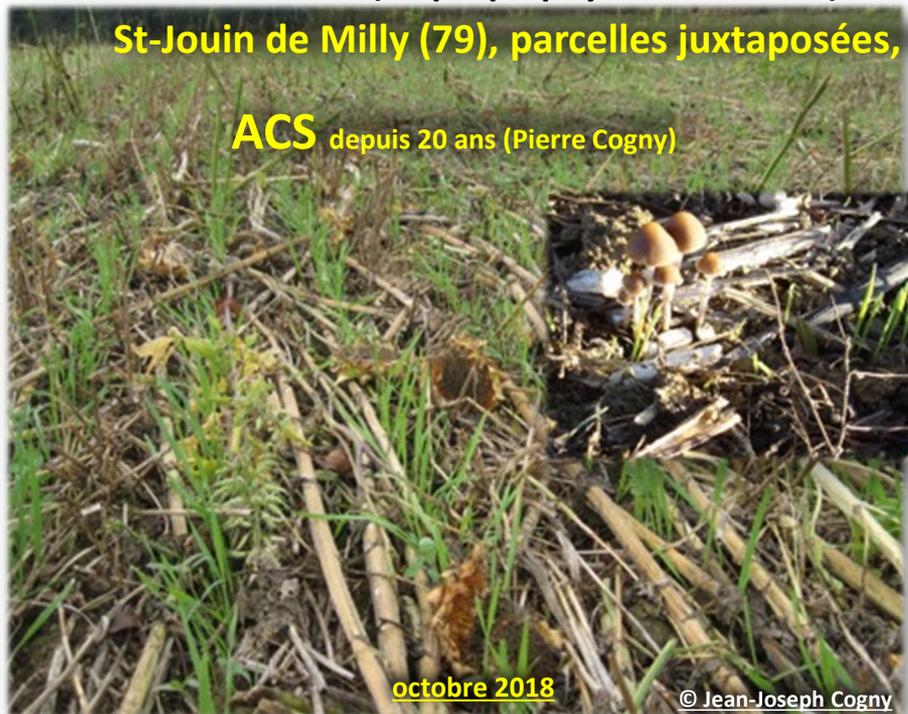


Restaurer des sols (très) dégradés – France

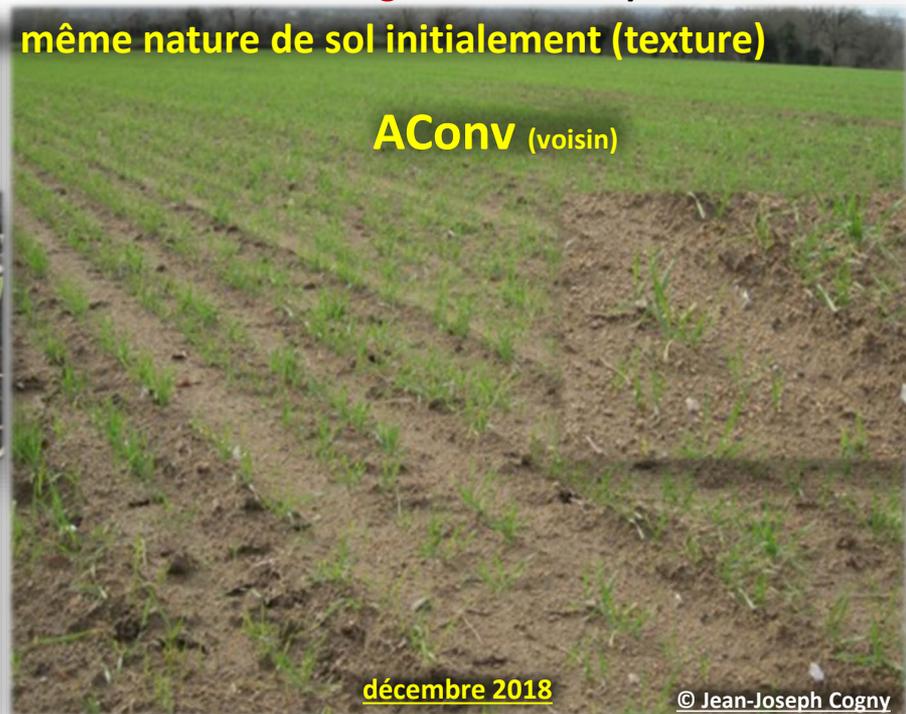
❖ Grandes cultures en **agriculture de conservation/régénérat°** des sols

La **santé du sol** (<= propr. phys.x chim.x bio) détermine sa **fertilité endogène**, et ses implications

St-Jouin de Milly (79), parcelles juxtaposées, même nature de sol initialement (texture)



Blé tendre hiver



Blé tendre hiver

Restaurer des sols (très) dégradés – France

❖ Grandes cultures en **agriculture de conservation/régénérat° des sols**

La **santé du sol** (<= propr. phys.x chim.x bio) détermine la **santé de culture** lors d'excès climatiques

Les deux mêmes parcelles, le 22/02/2024...



...après >100 mm sur 30 derniers jours, >800 mm sur 4 derniers mois (mi-oct 2023 -->)

3

CONCEPTUALISATION & NIVEAU DE GÉNÉRICITÉ DE L'INTENSIFICATION AGROÉCOLOGIQUE

Visualisation de **services écosystémiques** selon les niveaux d'**anthropisation** des écosystèmes

Culture céréalière intensive



Culture avec services restaurés

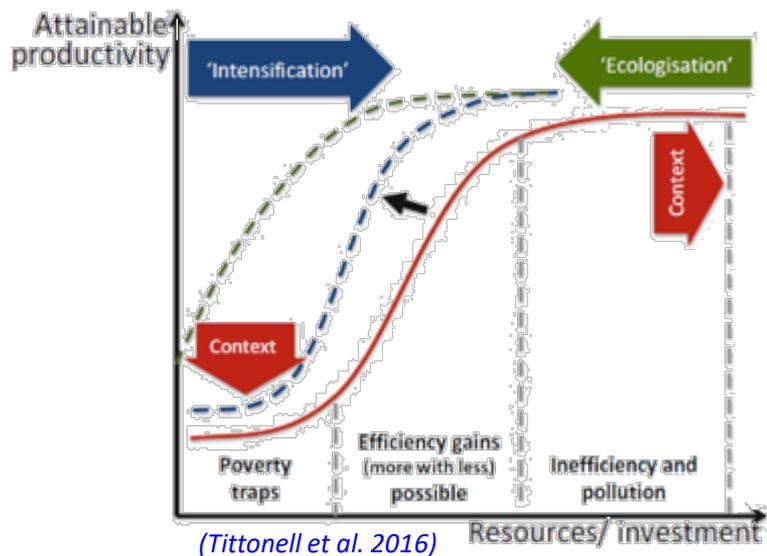


Ecosystème naturel



Maintenir voire augmenter **durablement** la production agricole* grâce aux **services écosystémiques**

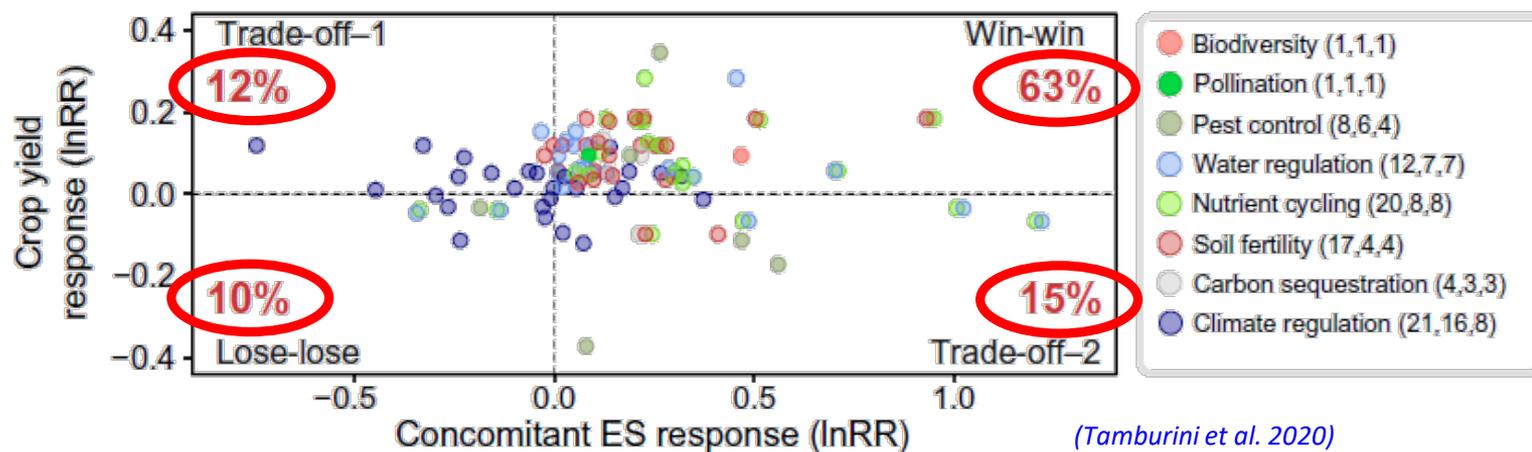
- *essentiel^{mt} (i) des petites exploitations agricoles du Sud pour raisons **sociales** (limiter faim dans monde)
- (ii) des grosses EA du Nord pour raison **environn.** (limiter $\overline{\text{GES}}$ et restaurer ressources naturelles)



Courbe rouge : situation actuelle : contextes institutionnels et politiques créent des 'pièges de pauvreté' et des situations d'inefficacité des systèmes production agricoles et des situations de pollution

Quel niveau de généricité possible ?

Plus grande synthèse publiée (méta-analyse de 2nd ordre : 98 méta-an., 6167 études) sur **effets** de quelques pratiques **agroécologiques** / pratiques **conventionnelles**



➔ Pratiques agroécologiques promeuvent dans **63% des cas** des situations **'gagnant-gagnant'** i.e. avec à la fois **amélioration du rdt** et **amélioration du service écosystémique** étudié alors que **antagonisme** entre rdt et SE (= **trade-off 1** et **trade-off 2**) est **fort et immanent à agriculture conventionnelle** (Viglizzo et Roberto 1998)

4

TROIS BRÈVES CONSIDÉRATIONS EN GUISE DE CONCLUSION

En matière de lutte contre le **changement climatique**, considérant ce que nous disent :

GIEC (2022)

« Nous vivons une rupture par rapport à la variabilité climatique passée ; nous entrons dans l'inédit pour l'espèce humaine. »

« Nous ne sommes pas prêts pour ce qui nous attend. »

Prof. Rattan LAL, Ohio State University (2018)

« Si l'on généralisait au niveau mondial, dès maintenant, l'**agriculture de conservation des sols** et l'**agroforesterie**, ce sont **178 Gt C** qui seraient stockées dans les sols et **153 Gt C** qui le seraient dans la végétation ligneuse.

Cela aboutirait à une concentration atmosphérique en **CO₂ inférieure** à ce qu'elle était à l'aube de la révolution industrielle, soit **270 ppm**, alors qu'elle est de **415 ppm** de nos jours.

N'atteindre que la **moitié** de cet objectif permettrait de redescendre au niveau des années **1980.** »

En matière de lutte contre l'érosion des sols, considérant ce que nous disent :

FAO (2019)

« L'érosion des sols est un problème planétaire aussi préoccupant que le changement climatique »

Kaiser (2004)

« 26 milliards de tonnes de sol perdues en mer chaque année (essentiel^{mt} sol agricole) »

Evans *et al.* (2020)

« Espérance de vie* d'un tiers des sols mondiaux est de 200 ans »

* = temps pour perdre la couche arable (30 cm)

En matière de lutte contre les **dépenses non vertueuses**, considérant ce que nous dit

GLOBAL POLICY REPORT *(Food System Economics Commission, 2024)*

coûts réels cachés du modèle agro-industriel à l'échelle mondiale
15 000 milliards US\$/an soit **12% du PIB mondial**

bénéfices estimés d'un modèle agroécologique à l'échelle mondiale
10 000 milliards US\$/an

coût estimé de la transition agroécologique à l'échelle mondiale
0,2 - 0,4% du PIB mondial

Qu'est-ce qu'on attend ?



Merci pour votre attention

L'EFFET DUNNING-KRUGER

