



# Agriculture de Conservation des Sols

## Eclairages techniques sur l'ACS en France en situation de dérèglement climatique



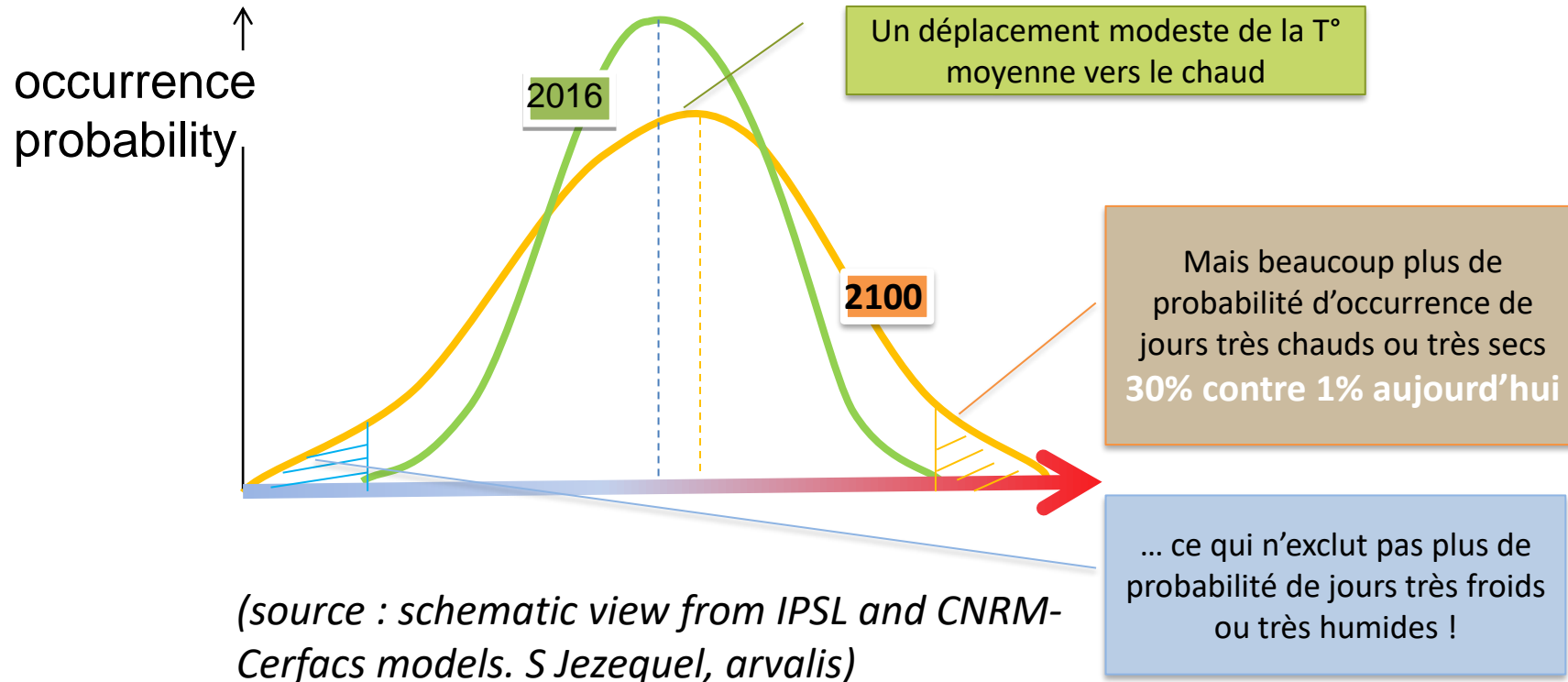
# Plan de l'intervention

- **Contexte: L'urgence climatique**
- **Acquisition de références en réseaux d'agriculteurs:  
3 exemples**
- **Quels effets observables en rythme de croisière ?**
- **Bilan: variants et invariants**

# L'urgence climatique

Distribution ( base 2016) des jours de l'année (du plus froid ou plus humide à gauche, au plus chaud ou plus sec à droite), **courbe verte**, et distribution prévue dans le Sud-Est de la France en 2100 (**courbe orange**) selon les sorties de 2 modèles régionaux utilisés en France (GIEC).

## Contexte climatique





« Haying-off »  
(variété Relief au Portugal  
Elvas le 30 mai 2019)

42,9 °C à Biarritz le samedi 18 juin 2022

RECORD NATIONAL  
DE CHALEUR BATTU

VÉRARGUES (34)  
**46,0°C**

LE 28 JUIN 2019

C'est la température la plus  
chaude jamais mesurée en  
France, tous mois confondus.

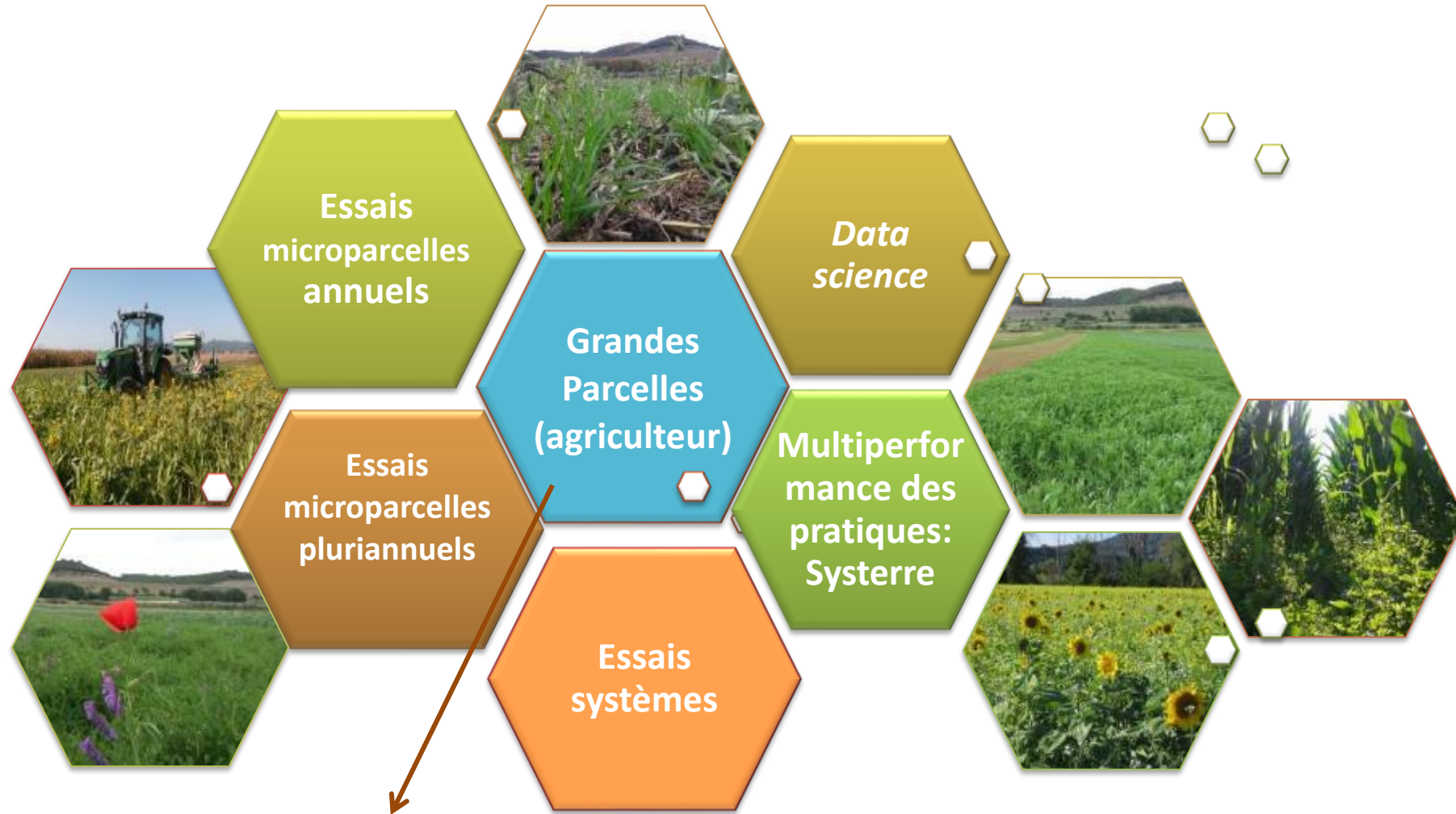
ANCIEN RECORD ABSOLU

**44,1°C**

CONQUEYRAC (30)  
LE 12 AOÛT 2003

METEO FRANCE

# Acquisition de références: Mixer les approches



- **Diagchamp: Une méthodologie adaptée conçue pour cet objet**



# Acquisition de références en réseaux d'agriculteurs: réseaux Dephy

# ➤ Analyse de données produites par des réseaux d'agriculteurs

Réseau de fermes DEPHY

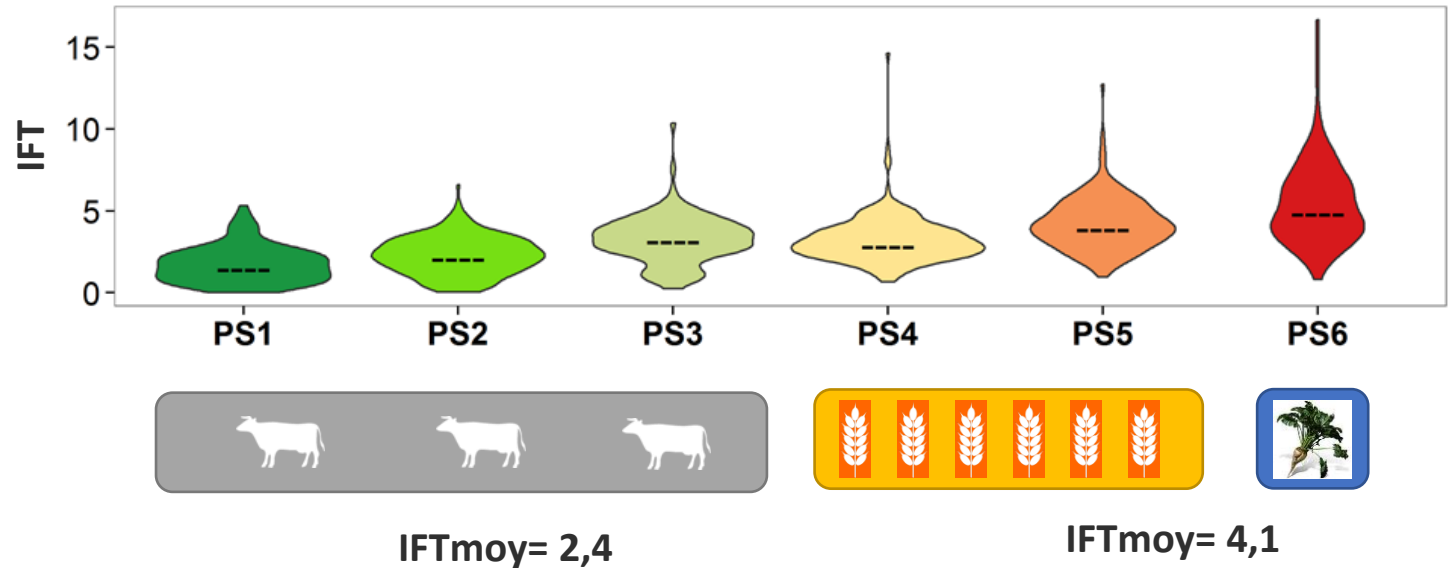
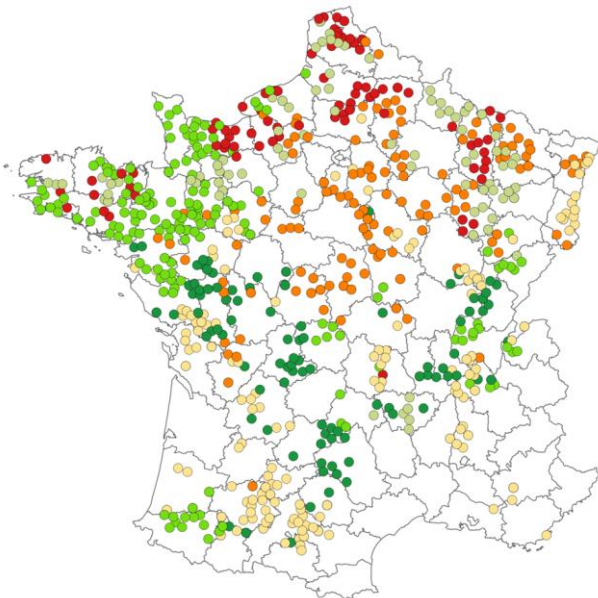


Thèse de Martin Lechenet (2017)



## Impact du contexte

*Sol, climat, association à l'élevage, accès à l'irrigation, cultures industrielles...*



INRAE

Conseil Scientifique ARVALIS

21 Avril 2021 – Nicolas Munier-Jolain

# ➤ Analyse de données produites par des réseaux d'agriculteurs

Réseau de fermes DEPHY

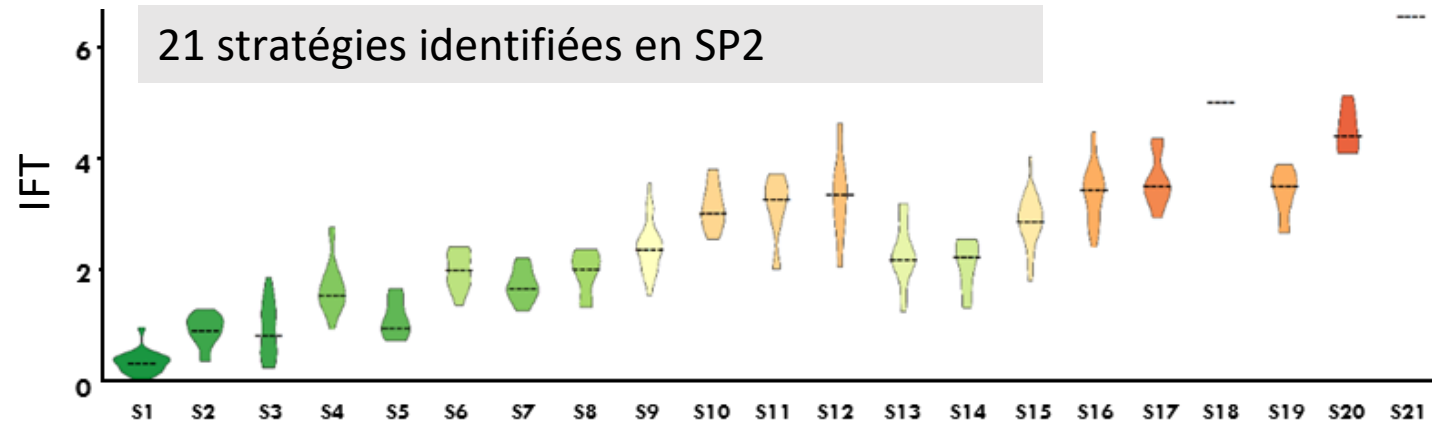


Thèse de Martin Lechenet (2017)



## Profils de systèmes économes en pesticides

Résultats



- Les stratégies à faible IFT combinent toujours plusieurs leviers techniques

- Principaux leviers identifiés

- ✓ Prairies temporaires
- ✓ Diversification : Cultures rustiques, diversité des périodes de semis
- ✓ Diversité des variétés
- ✓ Retard de date de semis des céréales
- ✓ Réduction de doses
- ✓ Travail du sol
- ✓ Niveaux de fertilisation

*73 % de la variabilité d'usage de pesticide est expliquée par la mise en œuvre de combinaison de leviers alternatifs*





# ➤ Analyse de données produites par des réseaux d'agriculteurs

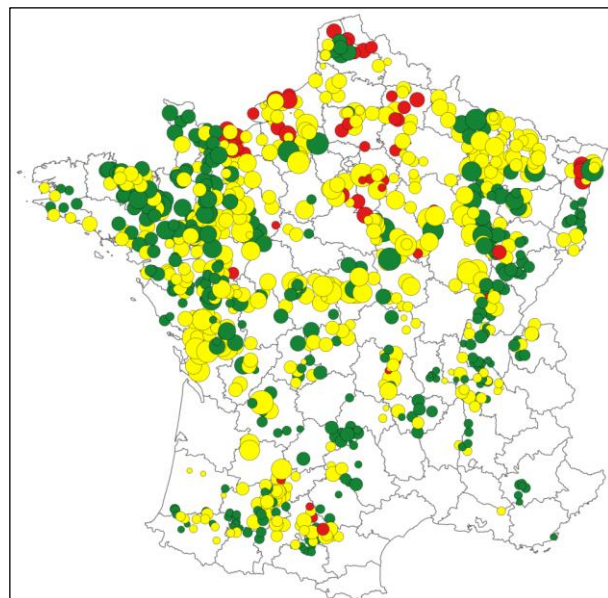


Réseau de fermes DEPHY



Thèse de Martin Lechenet (2017)

## IFT x Productivité



6%



*céréaliers  
forts potentiels  
betterave-pdt*

39%

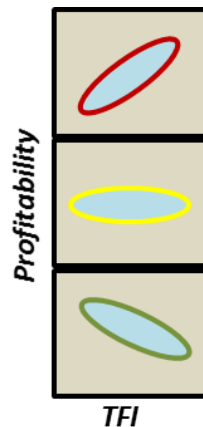


*éleveurs  
potentiels moyens  
prairies + maïs*

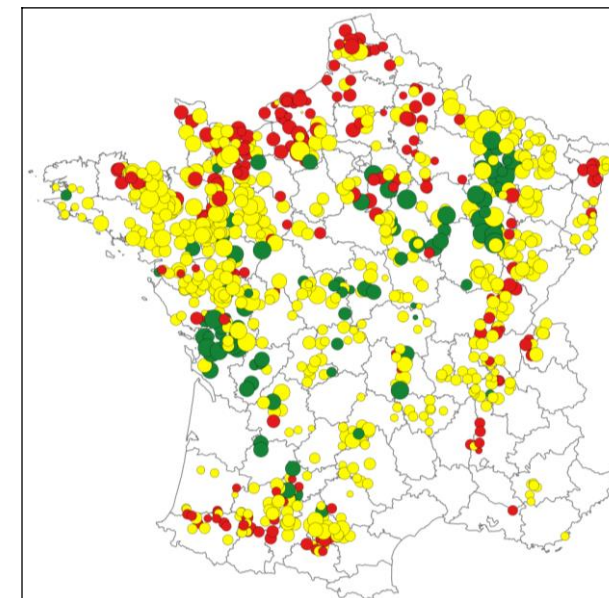
**Pas d'antagonisme dans 94 % des cas**

## Echelle système de culture

- Positive slope : antagonism
- Nil slope : no antagonism
- Negative slope : no antagonism



## IFT x Rentabilité



22%



*forts potentiels  
betterave  
pdt  
maïs semence*

11%

*céréaliers  
potentiels moyens  
colza blé orge  
faibles marges*

**Pas d'antagonisme dans 78 % des cas**



# Acquisition de références en réseaux d'agriculteurs: réseau BAG'AGES (Sud-Ouest)

# Réseau de fermes Sud-Ouest Bag'AGES



- Pédoclimat :**
- Boulbènes
  - Ctx argilo-calcaires
  - Champagnes
  - Groies
  - Sables

## Exploitations agricoles :

59 exploitations agricoles au départ du projet, suivies sur 3 campagnes

- 56 analysées en 2017
- 55 analysées en 2018
- 50 analysées en 2019

## GT3 – Performances technico-économiques des systèmes de culture agroécologiques

Marc Berrodier - Arvalis



Irrigation	Type d'agriculture	Pédoclimat					Total
		Boulbènes	Coteaux argilo-calcaires	Champagnes	Groies	Sables	
Sec	Conventionnelle	0	16 → 12	1	5	0	22 → 18
	AB	1	4 → 5	1	0	0	6 → 7
Irriguée	Conventionnelle	5	10 → 8	2	0	7 → 6	24 → 21
	AB	1	2	0	0	1	4
Total		7	32 → 27	4	5	8 → 7	56 → 50

Analyse séparée des exploitations conventionnelles et des exploitations bio



# Critères de classification des exploitations

Couvert		Niveau	Allongement et diversification		Niveau	Travail du sol		Niveau
Sans couvert		C1	Nombre de culture de la rotation dessous de la situation de référence		A0	Labour		W0
0 < % de parcelles avec Couvert ≤ 50%		C2	Nombre de culture de la rotation égale à la situation de référence		A1	Non-labour profond		W1
% de parcelles avec Couvert > 50%		C3	Nombre de culture de la rotation égale à la situation de référence + 2 cultures		A2	Non-labour superficiel+ strip-till		W2
			Nombre de culture de la rotation égale à la situation de référence+ 4 cultures		A3	Semis direct		W3

Situation de référence	Irrigation	Boulbènes	Champagnes	Ctx argilo-calcaires	Groies	Sables
	Sec	Pas de référence	TRN/BLE/ BLE ou ORG	BLE/TRN	CZH/BLE/ ORG	/
	Irriguée	MIS	Pas de référence	MIS	/	MIS

**Cx-Ay-Wz = S(x+y+z)**  
 ex : C1-A3-W2 = S6

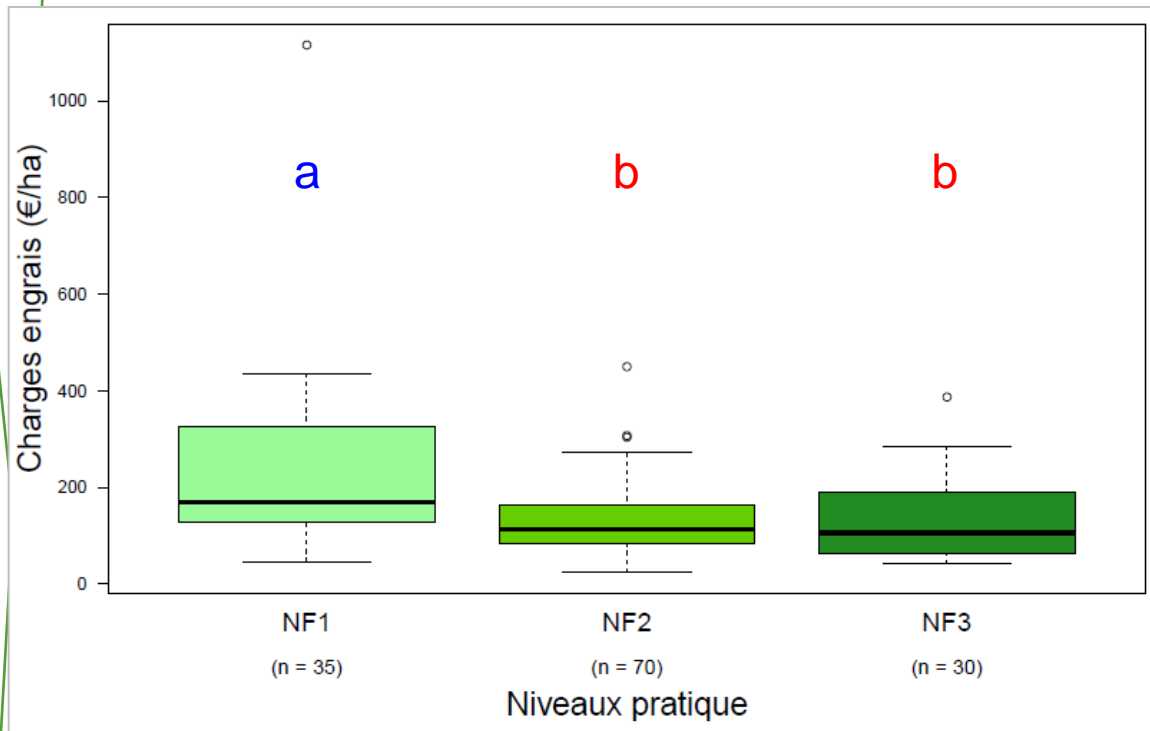


Score	Niveau
S2 - S4	N1
S5 - S6	N2
S7 - S9	N3

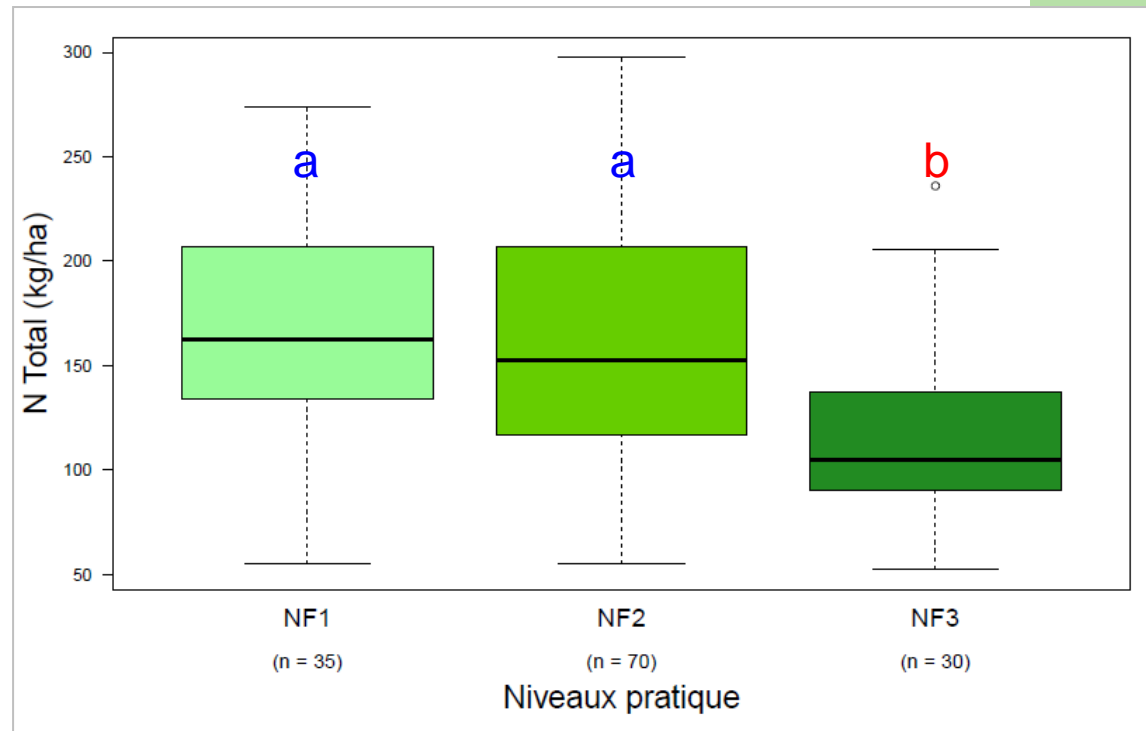


# Analyse postes de charges

## ► Charges engrais



## ► Dose azote



Niveau PAE →  charges engrais

Niveau PAE →  apport azote

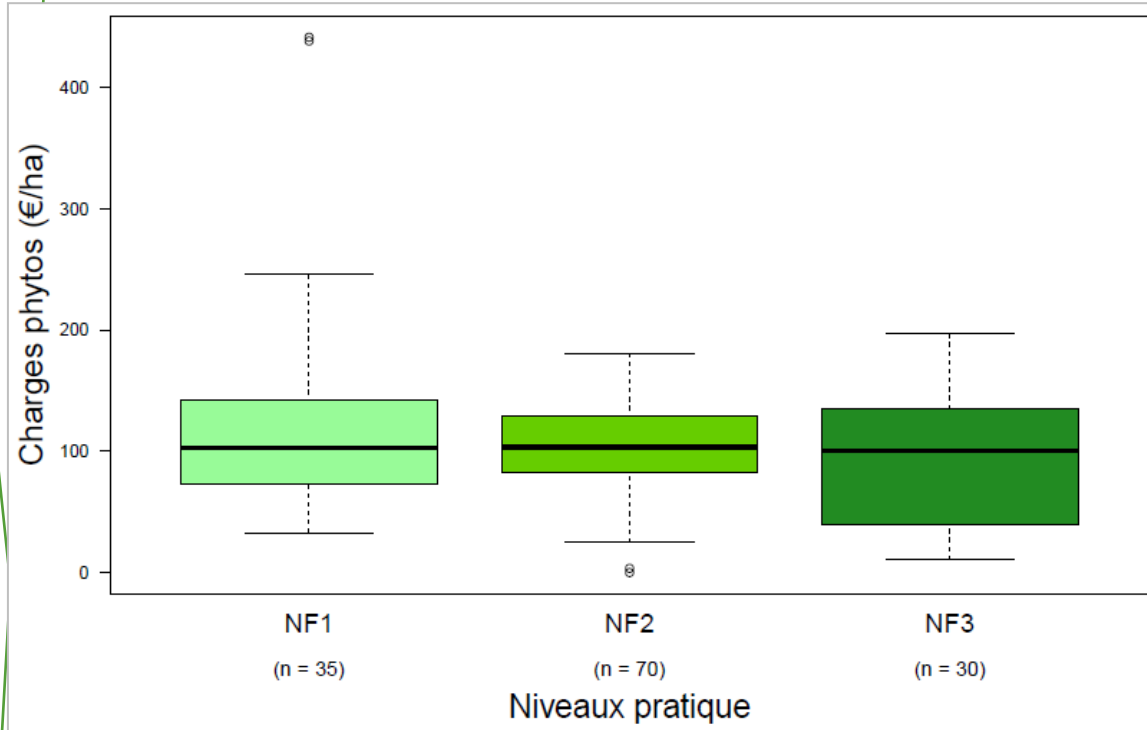
Moy €/ha	ChEng
NF1	240
NF2	135
NF3	132

Moy U/ha	UN
NF1	168
NF2	159
NF3	118

- ➔ Effet significatif
- ⊞ Effet peu significatif
- ⊞ Pas d'effet significatif

# Analyse postes de charges

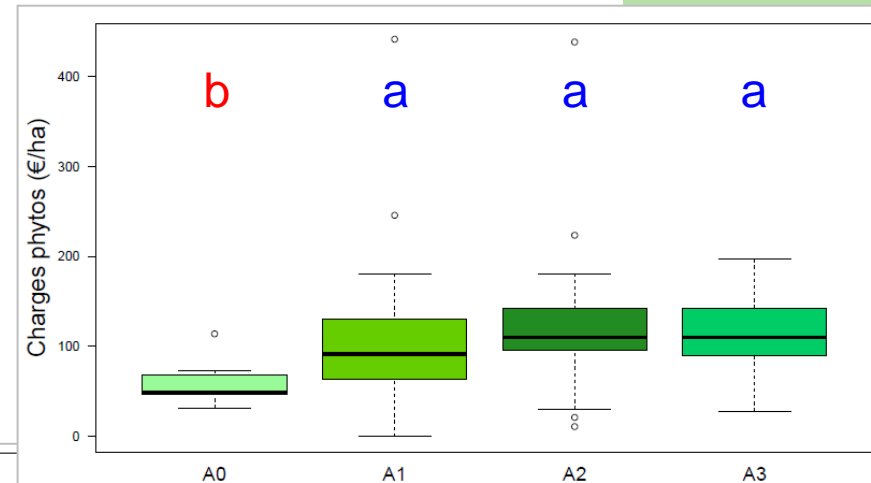
## ► Charges phyto



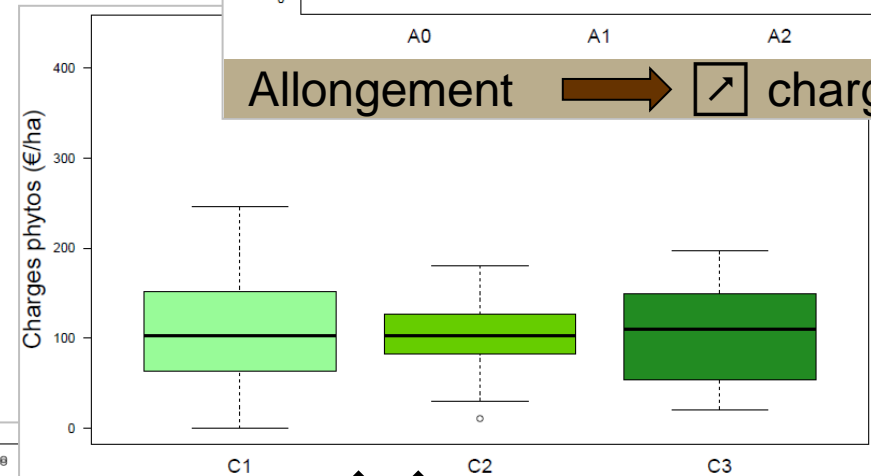
Niveau PAE ~~→~~ charges phyto

- Effet de groupe : impact d'une seule exploitation sur un groupe trop petit
- Même conclusion pour charges herbicides

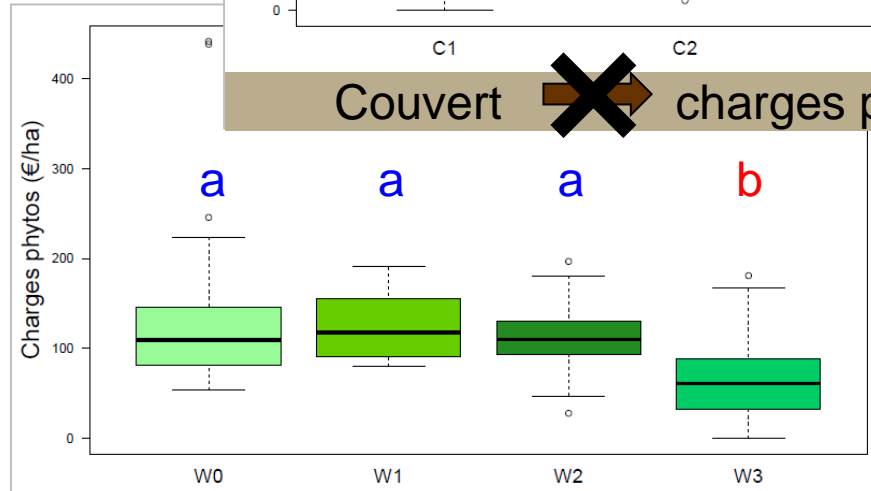
- Effet significatif
- Effet peu significatif
- Pas d'effet significatif



Allongement → charges phyto

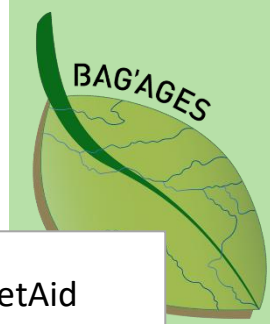


Couvert ~~→~~ charges phyto

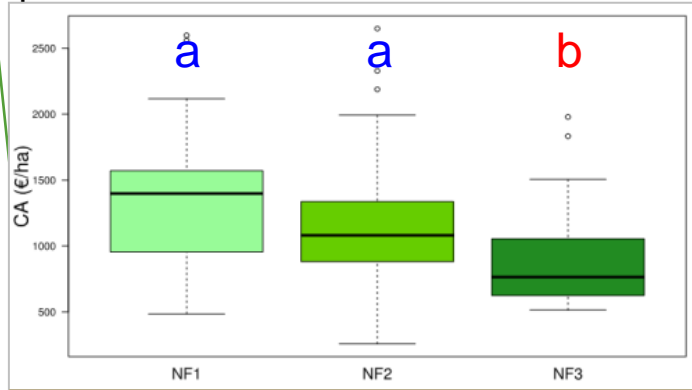


W sol → charges phyto

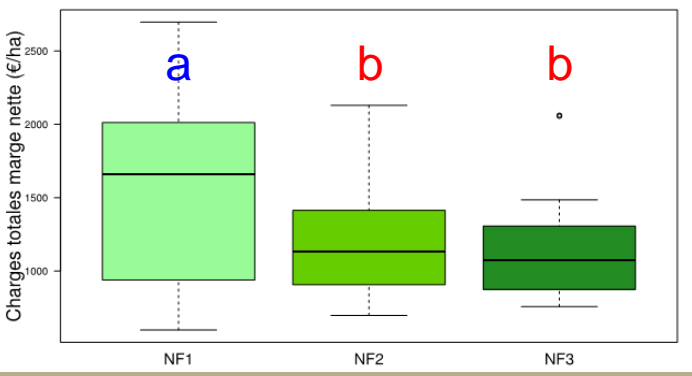
W0 = labour  
W1 = NLP  
W2 = NLS  
W3 = SD



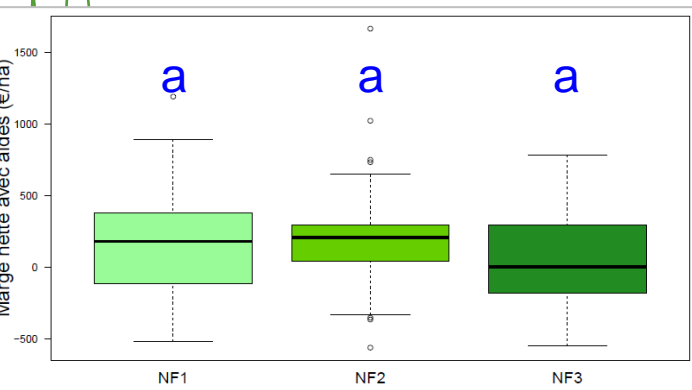
# Analyse marges



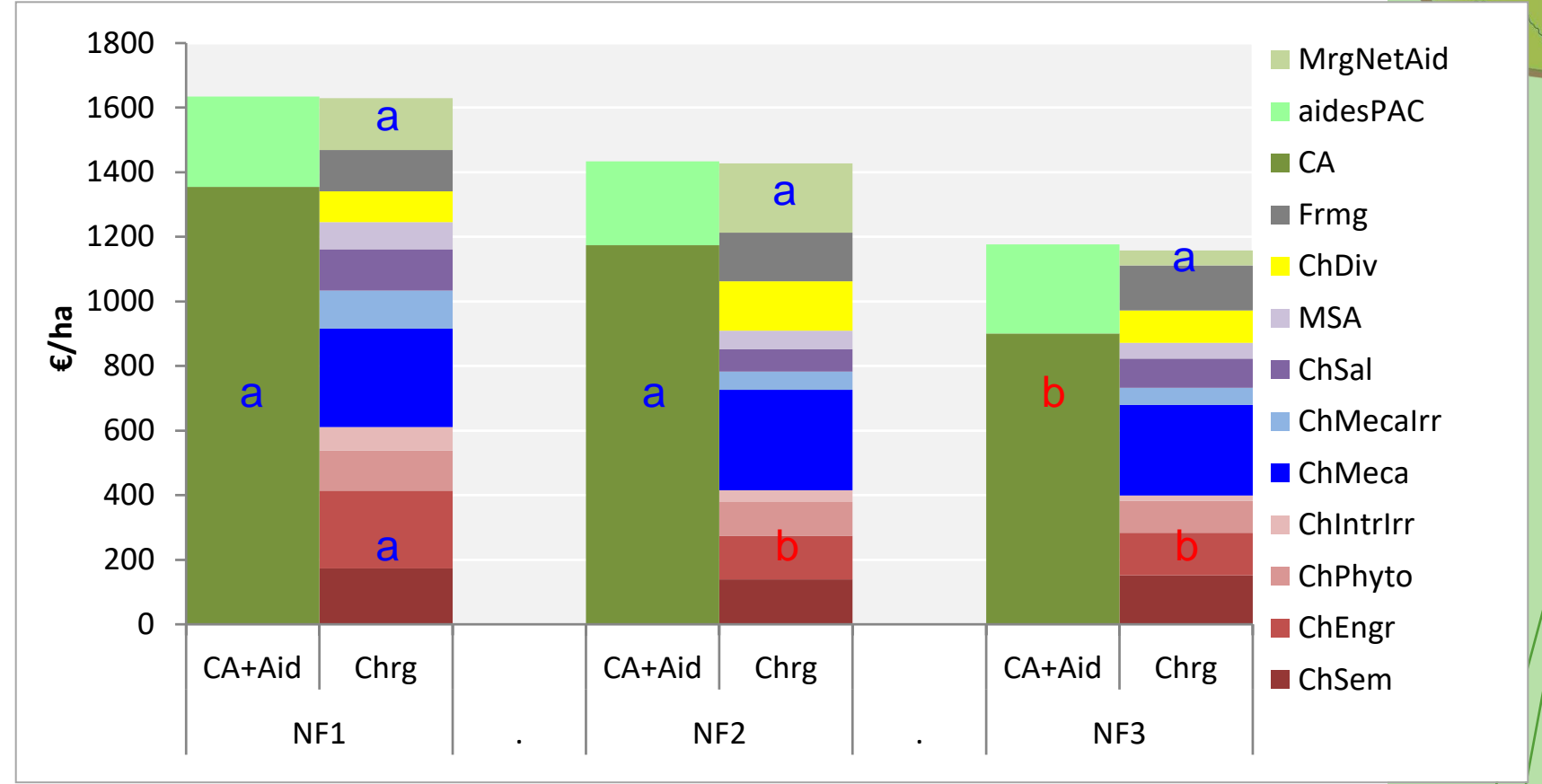
Niveau PAE → chiffre d'affaire



Niveau PAE → charges totales



Niveau PAE ~~→~~ marge nette



→ Des marges nettes similaires mais différentes par leur construction

# Synthèse des résultats

	Réduction Travail du sol (W)		Introduction Couverts (C)		Allongement Rotation (A)		Niveau de Pratique (NF)	Remarques
	attendu	obtenu	attendu	obtenu	attendu	obtenu	obtenu	
Ch. semences			↗	0			0	
Ch. sem couvert			↗	↗			↗	
Ch. engrais			↘	↗	↘	0	↘	Effet aslt et pédoclim
Ch. phyto	↗	↘	↗ ↘	0	↘	↗	0	Effet groupe
Ch. herbicides	↗	↘	↗ ↘	0	↘	0	0	Effet groupe
Ch. herbi couvert			↗	↗			↗	
Ch. eau irrig			↗		↘			Effet aslt et pédoclim
Ch. méca	↘	↘	↗	0	↗ ↘	↗	0	
Ch. méca W sol	↘	↘					↘	
Ch. méca semis	↗ ↘	0					0	
Ch. méca irrig			↗		↘			Effet aslt et pédoclim
Ch. salariales		0		0		0	0	
MSA		0		0		0	↘	
Ch. diverses		0		0		0	0	
Fermage		0		0		0	0	
Chiffre d'affaire		0		0		0	↘	Effet aslt et pédoclim
Charges totales		0		0		↗	↘	Effet aslt et pédoclim
Marges		0		0		0	0	
Rendement (BT, MG)		0		0		0	0	
Coût de production (BT, MG)		0		0		0	0	





# Conclusion

- ▶ **Peu d'impact du niveau de pratiques agroécologiques sur les charges :**
  - ▶ Masqué par des effets pédoclimats et/ou rotations
  - ▶ Niveau de charge trop faible pour avoir un impact au global
- ▶ **Pas d'impact du niveau de pratiques agroécologiques sur les marges nettes et directes :**
  - ▶ Construction différente : des chiffres d'affaire et des niveaux de charges plus faibles en NF3 qu'en NF1
  - ▶ Effet pédoclimat important
- ▶ **Pas d'impact des niveaux de pratiques agroécologiques sur l'analyse des cultures principales**
- ▶ **Pour les exploitations bio, trop peu d'exploitations et très forte dispersion des résultats  
→ pas d'impact mis en évidence des pratiques agroécologiques**
- ▶ **Limites**
  - ▶ Trop peu d'exploitations et inégalement réparties sur le BAG
  - ▶ Des exploitations en mouvement rendant difficile l'analyse uniquement du système de culture principal
  - ▶ Technicité et sensibilité aux pratiques culturales variables

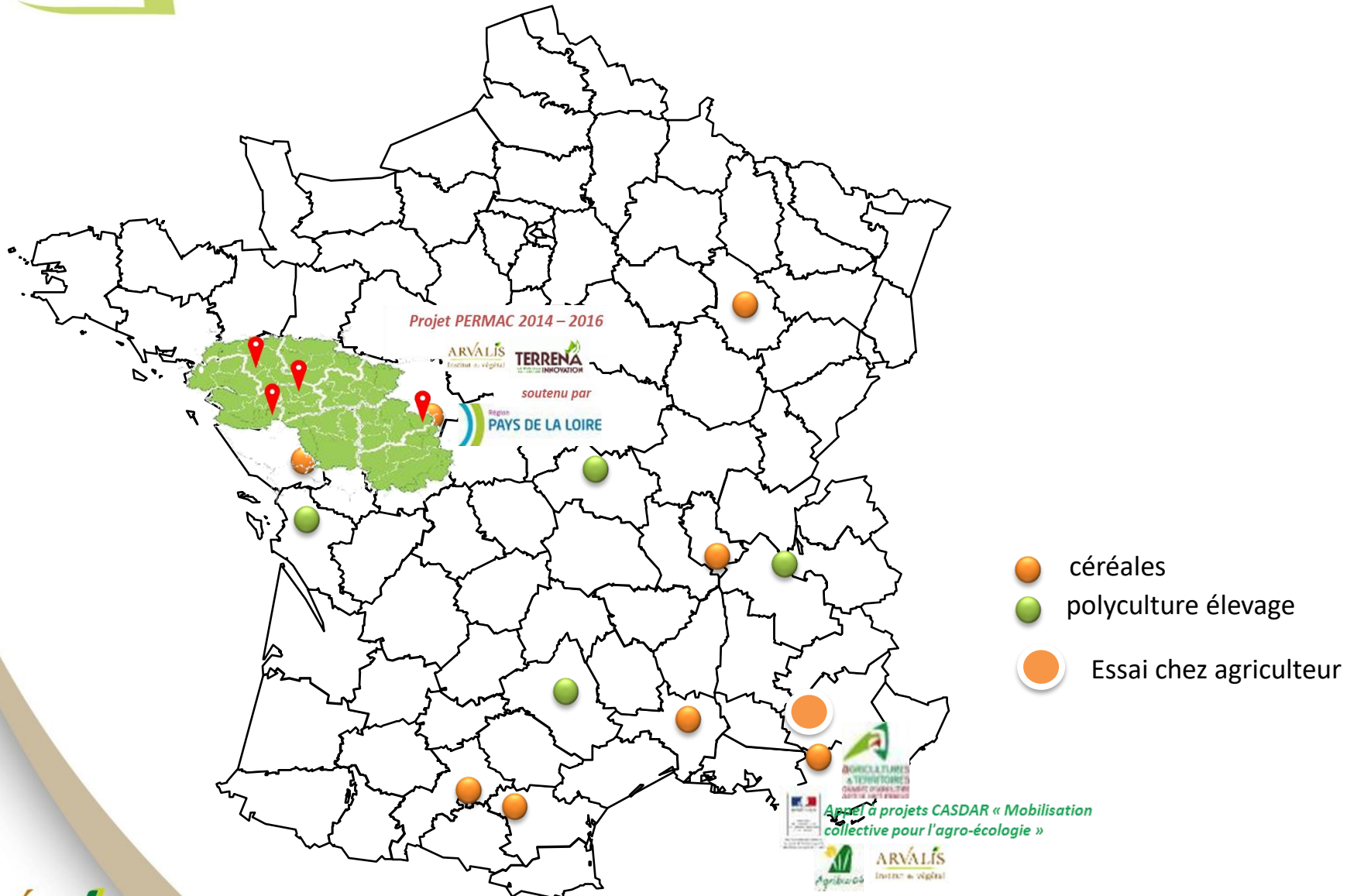




# Acquisition de références en réseaux d'agriculteurs: réseau ACS ARVALIS



# Réseau ACS ARVALIS: agriculteurs experts en ACS



21/06/2022

### Les réseaux en 2021

**Limons profonds de  
Picardie (N Latraye)**

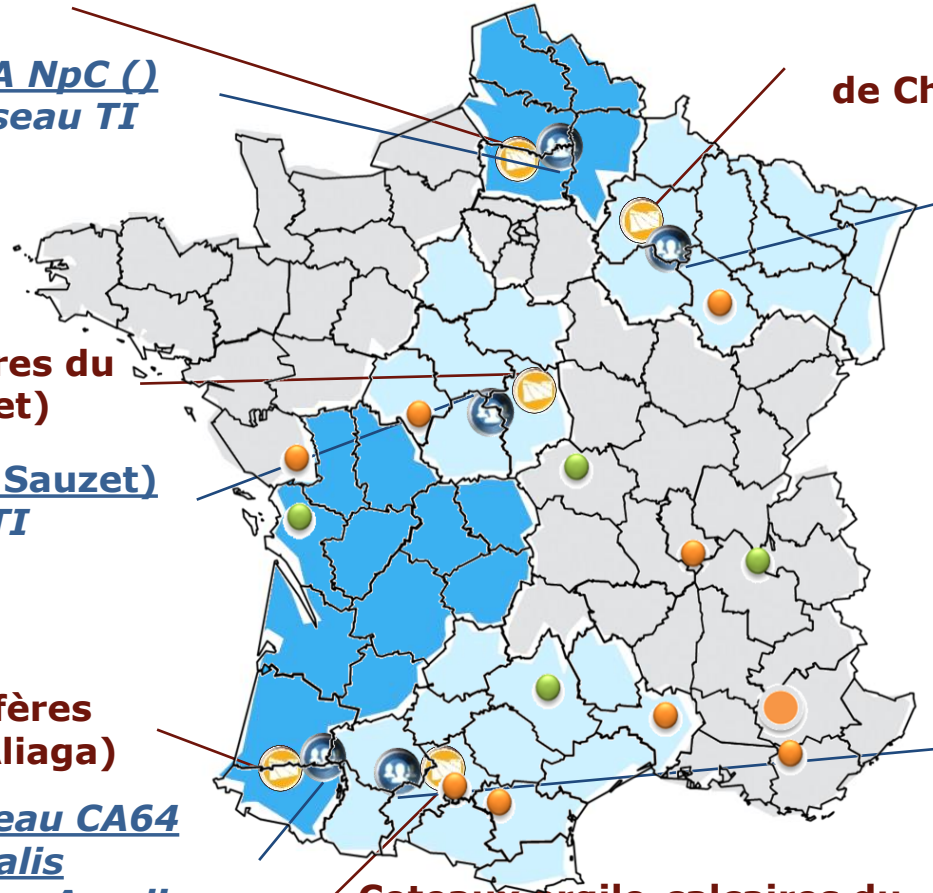
GIEE TCS CA NpC ()  
*Tête de réseau TI*



CASDAR OUTILLAGE

**Terres de craies  
de Champagne (G Malatesta)**

Agrosol Vivescia (JL Forrler)  
Terrasolis-SCEA 112  
*Tête réseau ITB (G Malatesta)*



**Sols argilo-calcaires du  
Berry (G Sauzet)**

Réseau Berry TI (G Sauzet)  
*Tête réseau TI*



CASDAR  
OUTILLAGE



**Terres humifères  
du Béarn (C Aliaga)**

Agro Réseau CA64  
Euralis  
*Tête réseau Arvalis*

**Coteaux argilo-calcaires du  
Lauragais (JL Verdier)**

- céréales
- polyculture élevage

● Essai chez agriculteur

GIRA-SOL Agro d'Oc (MJ Blazian)  
Réseau TI (M Abella)  
*Tête réseau TI (M Abella)*



07/02/2021

1

CASDAR OUTILLAGE

Construire ensemble les systèmes de culture de demain





# Quelques principes à partager

- Les agriculteurs : co-producteurs de références scientifiques



## Atouts et limites des systèmes de semis direct sous couvert végétal

Stéphane Jézéquel, A.-M. Bodilis, J. Labreuche et coll.  Institut du végétal

Remerciements à tous les agriculteurs du réseau SCV Arvalis et qui accueillent des essais : MM. Abadie, Appert, Benoît, Beranger, Boissinot, Bouvin, Brémond, Chambe, Charpentier, Charpin, Déon, Destouches, Epoudry, Gaborieau, Giraud, Guillot, Jacob, Joly, Joubert, Lemey, Leroux, Lhermey, Marchioni, Masucco, Paul, Pellestor, Quillet, Richaud, Roy, Rudelle, Sauvat, Thieblemont, Vernet, Vincent.



Organisé par :



Avec l'appui scientifique de :



Sous le haut patronage de :



Soutenu par :



Partenaires média





# A l'international...

Projet européen CAMA  
Lever les freins à l'adoption de  
l'agriculture de conservation des  
sols autour du bassin  
méditerranéen



<http://www.camamed.eu/>



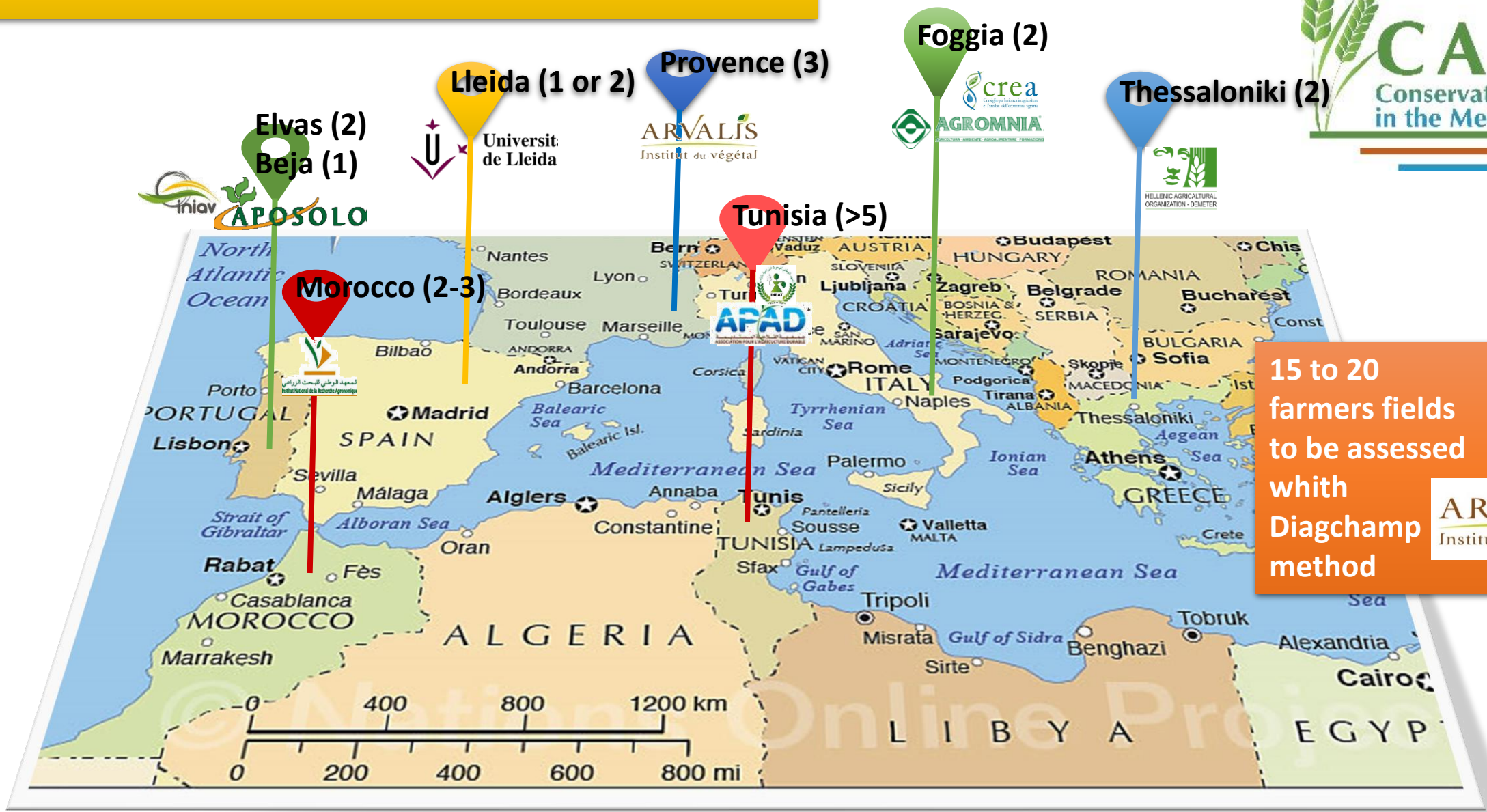
["Diagchamp" method - YouTube](#)



<https://www.solace-eu.net/>

[Diagchamp: a methodology for on-farm diagnostic assessment | Zenodo](#)

# Ouverture internationale



15 to 20 farmers fields to be assessed with Diagchamp method



This Project is part of the PRIMA programme supported by the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme, under GA no. 1912

<https://doi.org/10.3390/agronomy12051112>





# Economie

- Effet > sur rendt du blé qui suit colza + TB
- Baisse coût désherbage

- Mauvais régulation du couvert : baisse rendement blé 35%

## IMPACT ÉCONOMIQUE : très dépendant de la culture, des espèces et de la conduite du couvert

Lieu - Année	Succession*	Trèfle blanc		Trèfles annuels		Luzerne		Lotier corn.	
		Détruit	Vivant	Détruit	Vivant	Détruit	Vivant	Détruit	Vivant
Boigneville - 2011/2013	Co-BTH-OP-BTH	-48 à +100							
Boigneville Simulation	Co-BTH-OP-BTH	+64	-396 à +76**			+32	+24		
Dosnon - 2014/2016	Co-BTH	+52	+116			-54	+30	-162	-186
La Jaillière Simulation	MF-BTH			-158 à -162					
B. Destouches - 2015 et 2016	LUZ-LUZ-BTH-BTH						+114		
GAEC St Armel - 2015 et 2016	Interculture-MF-BTH		+37						

(\*) Co=Colza, BTH = Blé tendre d'hiver, OP= Orge de printemps, MF = Mais fourrage, LUZ = Luzernière porte-graine.

(\*\*) Trèfle insuffisamment à correctement régulé.

Écart au témoin pour la rotation < -75 €/ha < -75 à -26 €/ha < -25 à +25 €/ha +25 à +75 €/ha > +75 €/ha

Tableau 1 : Écart de marge nette (en €/ha) par rapport au témoin pour la succession culturale entière.

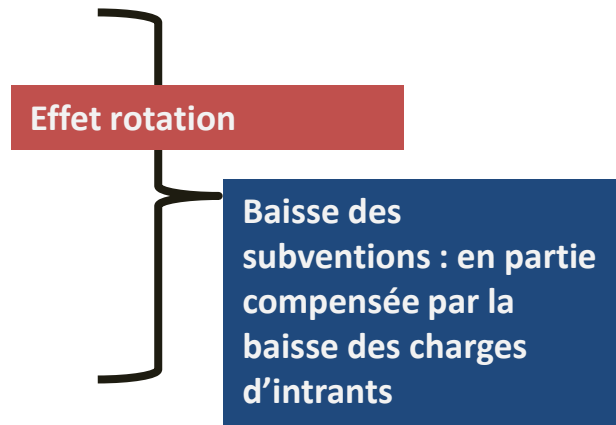
- Charges semences
- Charges désherbage maïs
- Charge méca maïs (binage)

- Coût semences
- Coût herbicide
- Baisse rendement blé

# Evaluation économique



Système global			
	2012-2014	2018-2020	Evolution
<b>Produits (€/ha)</b>	<b>1293</b>	<b>1481</b>	<b>15%</b>
<b>Subventions (€/ha)</b>	<b>413</b>	<b>272</b>	<b>-34%</b>
<b>Total intrants (€/ha)</b>	<b>355</b>	<b>290</b>	<b>-19%</b>
<i>semences (€/ha)</i>	101	147	46%
<i>Fertilisation (€/ha)</i>	165	68	-59%
<i>Fongicides (€/ha)</i>	10	1	-90%
<i>Herbicides (€/ha)</i>	52	56	8%
<i>Insecticides (€/ha)</i>	9	2	-74%
<i>Eau irrigation (€/ha)</i>	1	15	1059%
<b>Marge brute avec subventions (€/ha)</b>	<b>1350</b>	<b>1192</b>	<b>-12%</b>
<b>Charges de mécanisation sans irrigation (€/h)</b>	<b>239</b>	<b>243</b>	<b>1%</b>
<i>Fuel (€/ha)</i>	43	42	-3%
<b>Charges irrigations (€/ha)</b>	<b>92</b>	<b>154</b>	<b>68%</b>
<b>Divers (€/ha)</b>	<b>60</b>	<b>60</b>	<b>0%</b>
<b>Cotisations sociales €/ha)</b>	<b>75</b>	<b>182</b>	<b>142%</b>
<b>Marge directe avec subventions(€/ha)</b>	<b>944</b>	<b>612</b>	<b>-35%</b>



Résultats très dépendants de l'exploitation

- Atouts économiques de l'exploitation dans un contexte difficile (augmentation des coûts de matériel, baisse des subventions...)
- Ferme prête à affronter les crises économiques
- Mais encore non suffisant : trouver de nouvelles cultures avec de nouveaux débouchés. Rémunération Carbone?

# Evaluation environnementale



## GLOBAL SYSTEM

	2012-2014	2018-2020	Evolution
<b>Production brute d'énergie (MJ/ha)</b>	<b>101237</b>	<b>64470</b>	<b>-36%</b>
<b>Consommation totale d'énergie primaire (MJ/ha)</b>	<b>29910</b>	<b>36668</b>	<b>23%</b>
<b>Consommation d'énergie utile pour l'irrigation (MJ/ha)</b>	<b>4742</b>	<b>8200</b>	<b>73%</b>
<b>Consommation d'énergie utile carburant (MJ/ha)</b>	<b>2017</b>	<b>2182</b>	<b>8%</b>
<b>Emission GES (eqCO2/ha)</b>	<b>1128</b>	<b>745</b>	<b>-34%</b>
<b>Total matières actives (g/ha)</b>	<b>1143</b>	<b>733</b>	<b>-36%</b>
<i>Insecticide</i>	26	6	-76%
<i>Fongicide</i>	33	4	-87%
<i>Herbicide</i>	976	723	-26%
<i>Herbicide culture</i>	614	329	-46%
<i>Herbicide interculture</i>	362	394	9%

Effet rotation

Effet irrigation

Résultats très dépendants de l'exploitation



**Point d'étape:  
Pour dégager les invariants et les  
variants du système, 2 niveaux  
d'analyse sont nécessaires:  
individuel et collectif**

# 1- Niveau de valorisation individuel

Exemple d'analyse de l'ITK issue de ce diagnostic champ (qui éclairera utilement une évaluation Systemre par exemple !)

nombre d'épis/m <sup>2</sup>	nombre de grains/m <sup>2</sup>	nombre de grains/épi	PMG (g)	rendement (q/ha)	réalisation du potentiel de rendement (%)	taux de protéines (%)
318	6000	19	53	32	49	15.5
Correct	Assez faible	Très faible	Bon	Faible	Faible	Bon

Itinéraire technique			Impact sur le rendement	Impact sur la qualité	Gestion du stress azoté	Gestion du stress hydrique	Gestion des stress parasites
date	opération	produit					
?	Désherbage du sainfoin	Glyphosate 1.8l/ha + Chardex 0.6l/ha + Silwett 0.1l/ha					
16/10	Semis	Variété Claudio					
16/10	Engrais organique	Guanito 170 kg/ha localisé					
17/10	Désherbage et anti-pucerons	Athlet 2.9 l/ha + Corano 125 g/ha					
01/02	Fertilisation azotée	Ammonitrate 33.5 150 kg/ha					
03/03	Fertilisation azotée et soufrée	50 U N et 56 U S					
	Fertilisation tardive	Non					
	Irrigation	Non disponible					
21/04	Régulation du sainfoin	Chardex 1l/ha					



## Quels invariants ? >

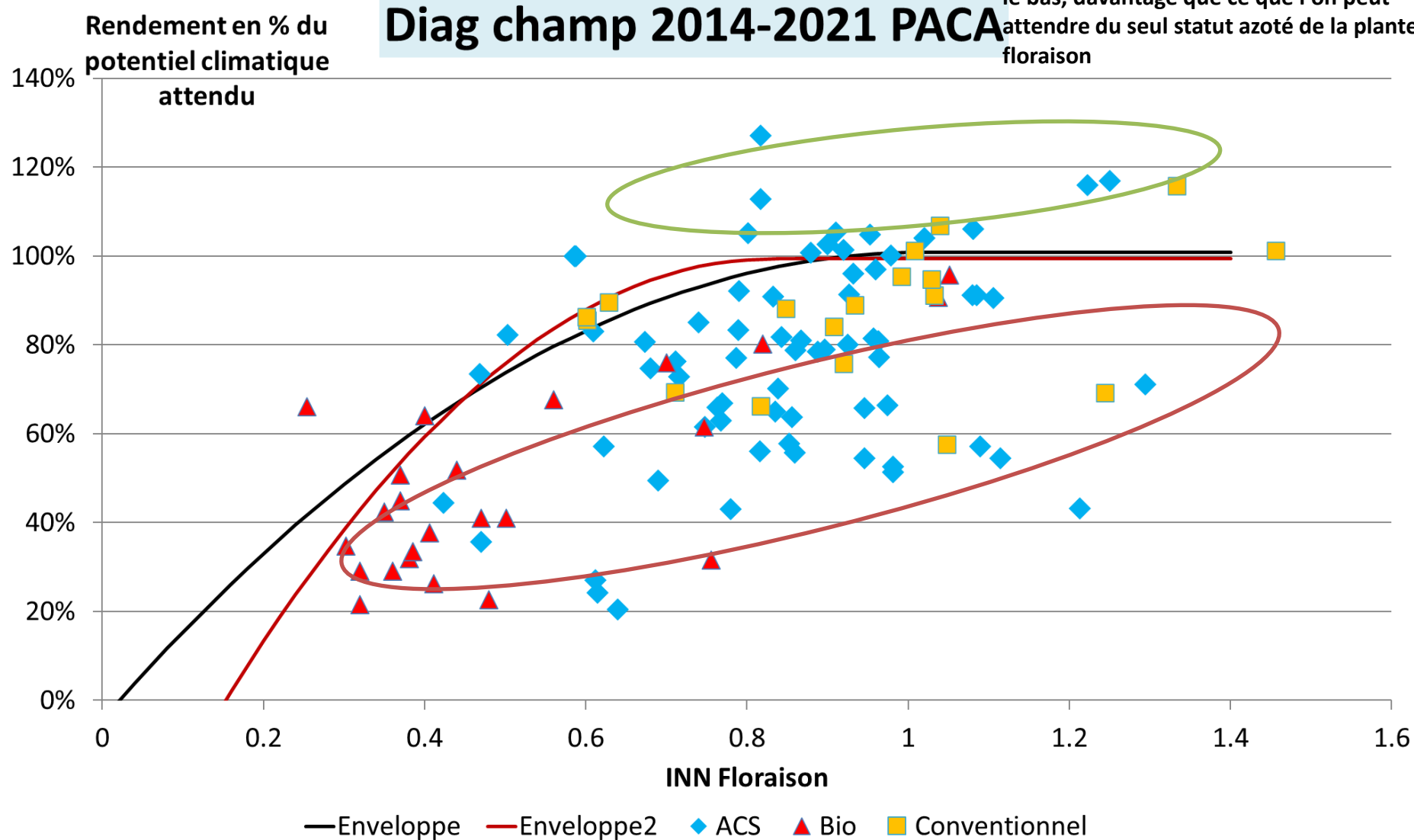
2- Niveau de valorisation collectif

### Méthode DiagChamp

Analyse de groupe sur nuage de points, construit sur:  
ordonnée = atteinte du potentiel attendu;  
abscisse = mesure du facteur limitant principal  
attendu (qui permet de parcourir toute la gamme  
des parcelles)



Par rapport au statut azoté (qui conditionne largement le rendement du blé), dépistage de fonctionnalités positives: on dépasse le rendement attendu ou négatives: des facteurs limitants autres que la nutrition azotée tirent le rendement vers le bas, davantage que ce que l'on peut attendre du seul statut azoté de la plante à floraison



## FACTEURS LIMITANTS : des facteurs plus ou moins spécifiques au système SCV

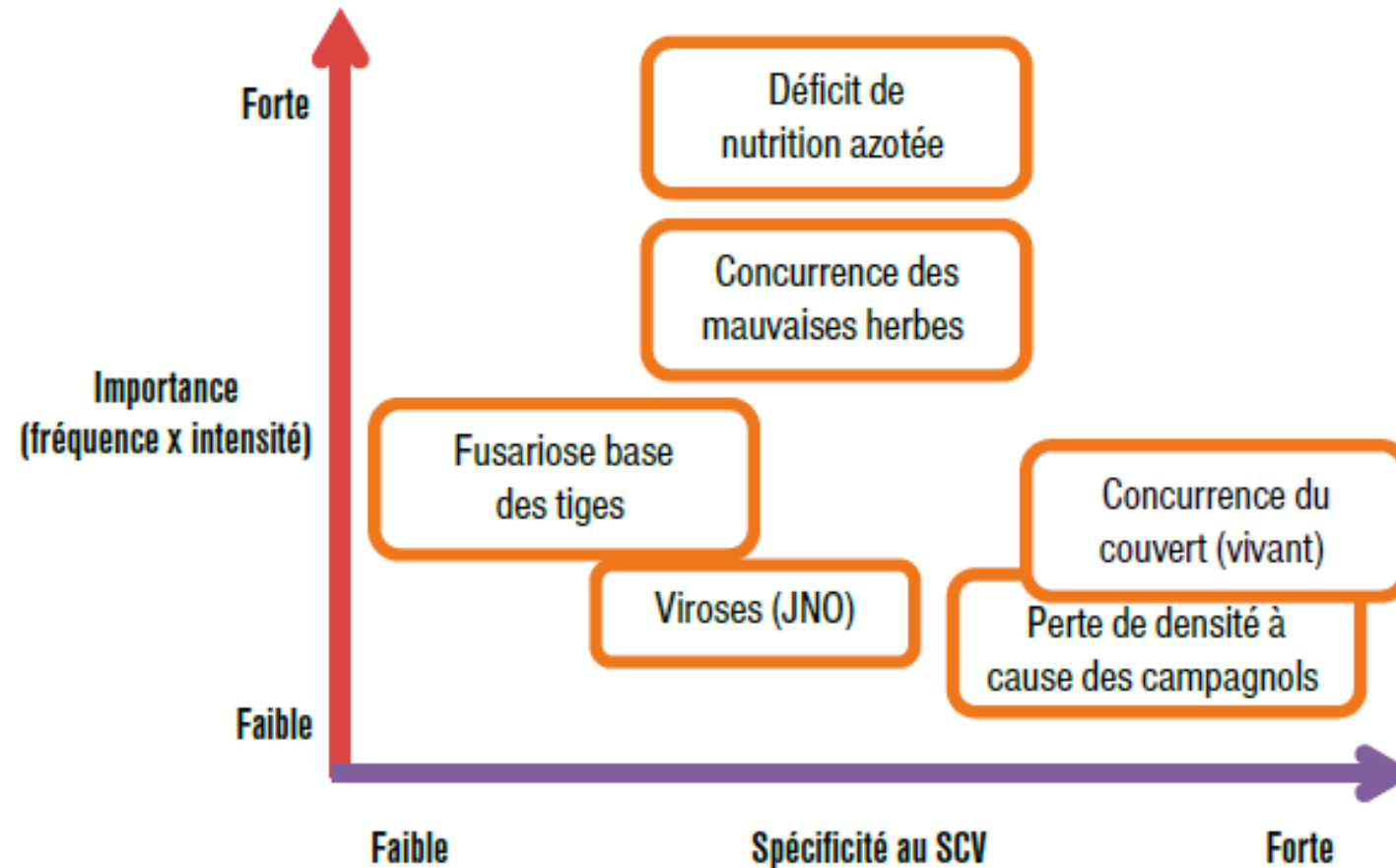


Figure 2: Hiérarchie des facteurs limitants de la réussite du blé en semis direct sous couvert.

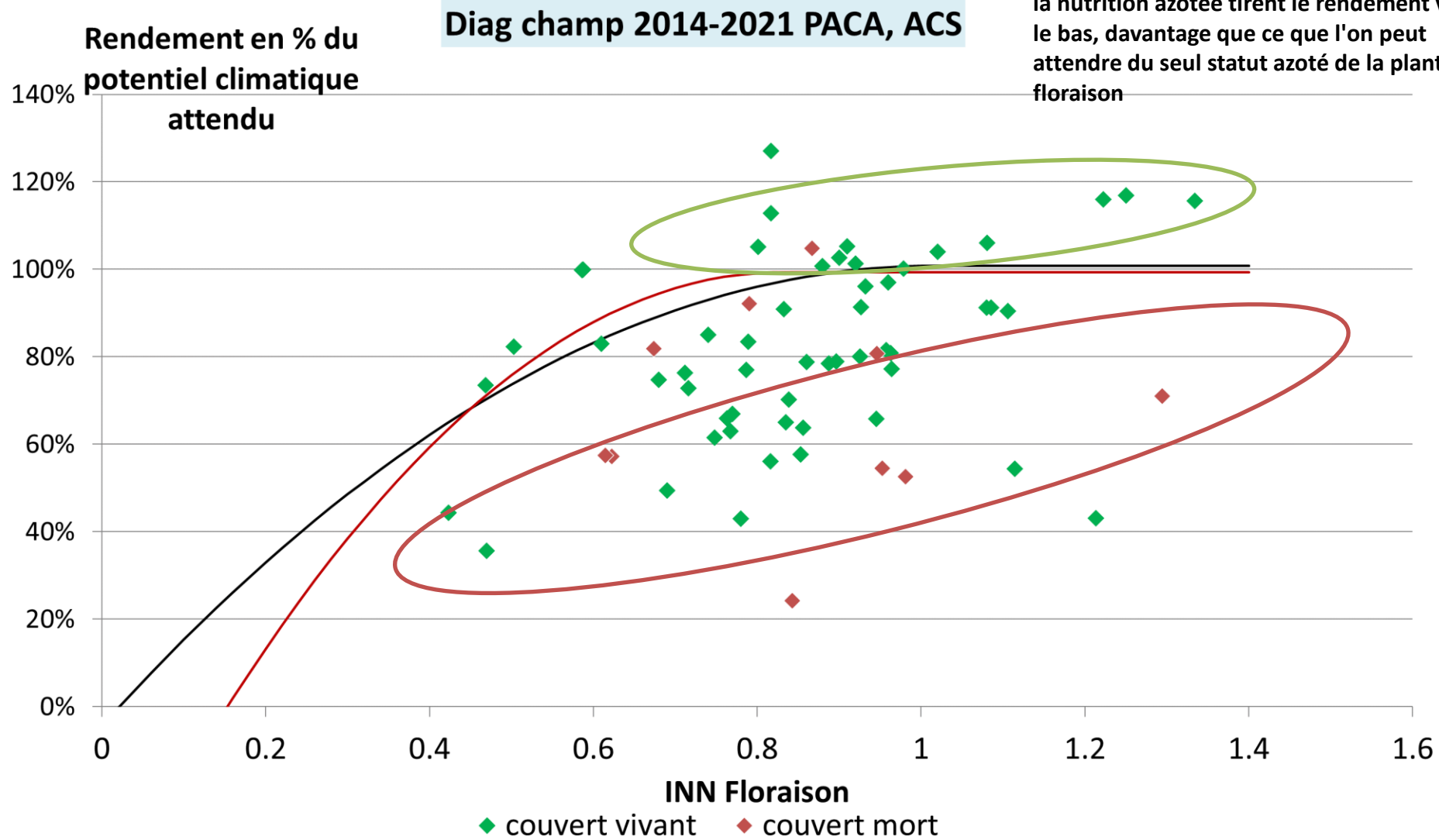
Source: diagnostics parcelles réseau agriculteurs SCV sud-est



# Effet des couverts vivants sur le rendement

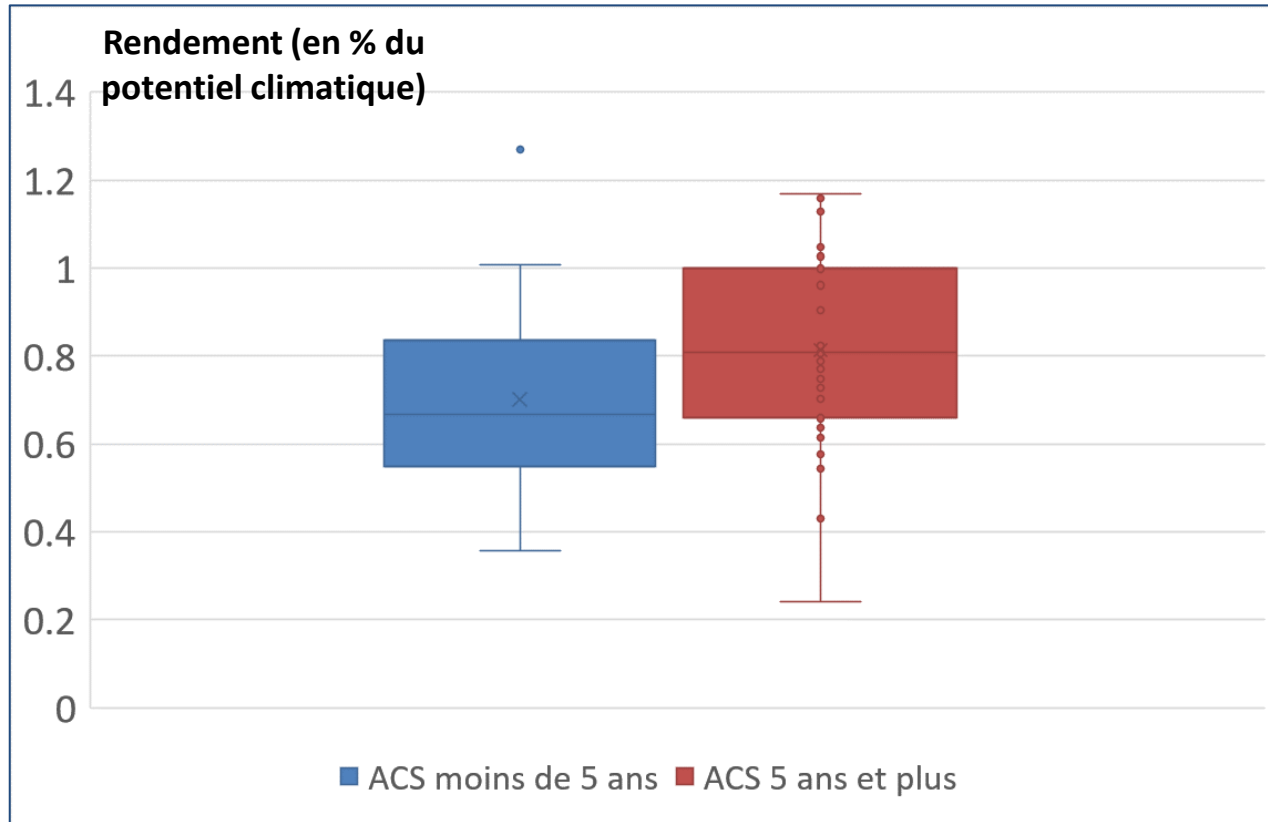
○ Par rapport au statut azoté (qui conditionne largement le rendement du blé), dépistage de fonctionnalités **positives**: on dépasse le rendement attendu ou

○ **négatives**: des facteurs limitants autres que la nutrition azotée tirent le rendement vers le bas, davantage que ce que l'on peut attendre du seul statut azoté de la plante à floraison





# La productivité du système s'améliore progressivement



	INN	% rendement	
ACS jeune	✓	0.83	0.70
ACS routine	✓	0.87	0.82
wilcoxon p value		0.33	<b>0.02</b>

- Meilleure maîtrise du système par l'agriculteur (adventices, fertilisation...)
- Système qui produit ses effets (sol, minéralisation, matière organique, souplesse date de semis...)
- Observation de déplafonnement du rendement dans certaines situations.
- Être vigilant pour ne pas « trop faire confiance » au système (azote, risques viroses).



# Quels effets en rythme de croisière ?

# Amélioration de la structure du sol



- **Stabilité structurale (lutte contre l'érosion) Slake test note 3 > 5** (34 parcelles PACA, 2022)

- **Infiltrabilité de l'eau (x3)** (15 parcelles PACA)

- **Diminution par 2 des flux d'azote lixivié** (modélisation CHN projet Sedisc'eau

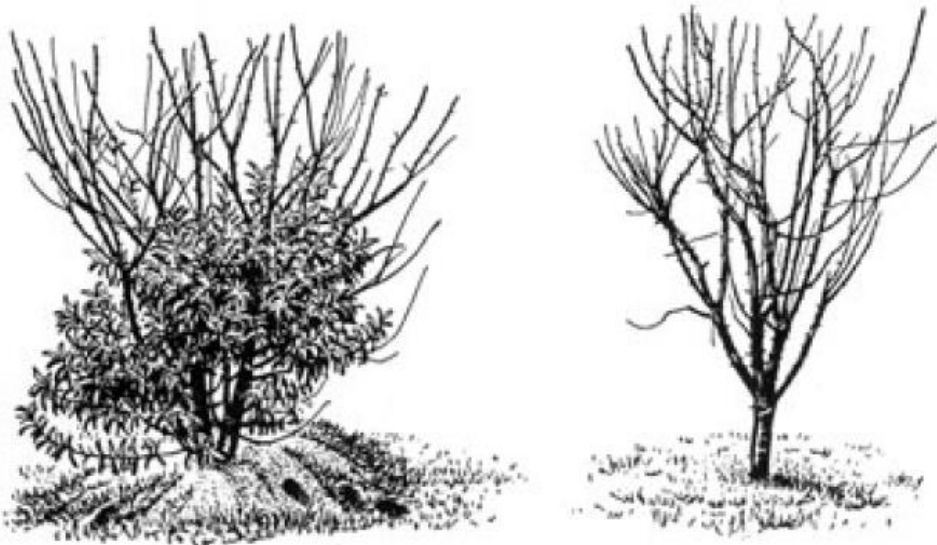
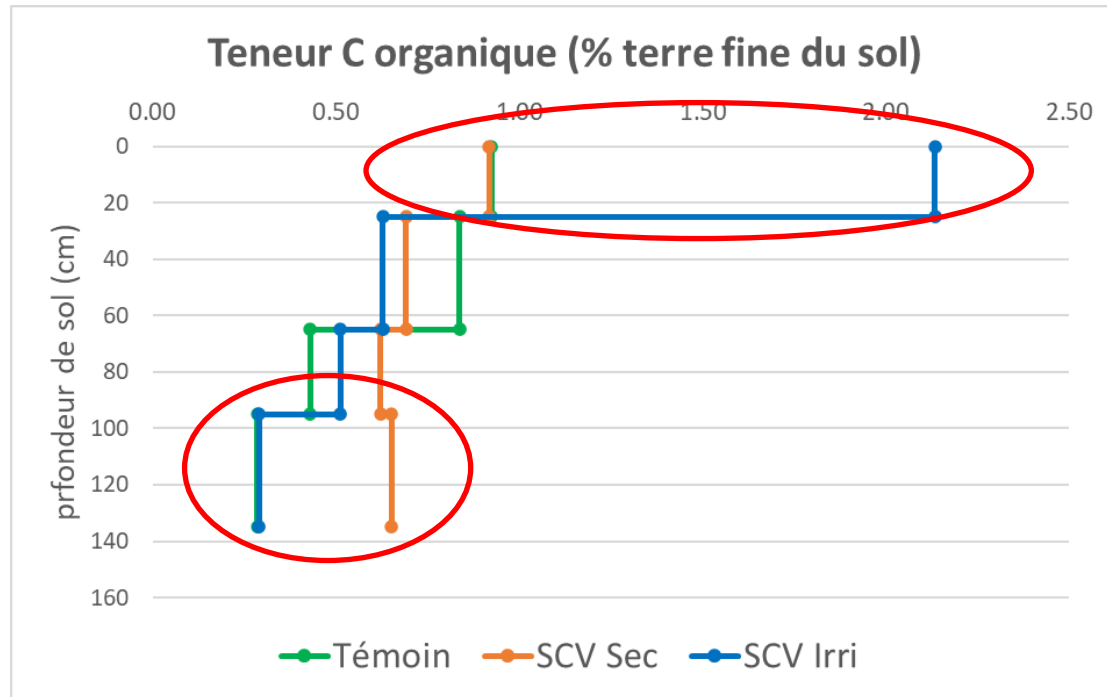


FIG. 4. The effect of burrowing rats on the growth of the plum under grass (June 21st, 1923)

*Sir Albert Howard – An Agricultural Testament  
Oxford University Press, 1943*



# Carbone



- Effet irrigation très marqué : forte concentration en surface en SCV.
- Stratification moins marquée en SCV sans irrigation: d'avantage de stock en profondeur que dans les autres modalités.

- Stockage SCV irrigué > SCV sec et témoin
- Quelques formules :
  - $\text{Stock C (T/ha)} = \%C \times da \times \text{épaisseur} \times (100 - \%cailloux) / 100$
- Stockage SCV irrigué > SCV sec et témoin
- SCV sec et témoin comparables :
  - Proches en surface
  - En profondeur SCV sec > témoin

Profondeur	Stock C (T/ha)		
	Témoin	SCV Sec	SCV Irri
0-25	31.5	28.6	64.5
25-50	31.7	35.0	25.8
50-90	36.0	27.8	34.9
90-120	18.7	26.3	12.5
<b>Total à 120</b>	<b>118.0</b>	<b>117.6</b>	<b>137.6</b>

+ 20 tC/ 120 en 10 ans  
= 25 pour mille/an

## Bilan caractéristiques systèmes de l'ACS: stables ou variables ?

### ■ Souvent pas assez de données pour conclure



■ Données en masse (y compris statistiques): pas assez d'ACS

■ Données individuelles bien qualifiées (pédoclimat, historique ACS...) : difficultés à extrapoler

■ Mixer les approches d'acquisition de références et introduire de la simulation

### ■ Caractéristiques plutôt stables:

■ Baisse des charges > degrés de liberté

■ Caractère plus aléatoire des rendements et diversification > baisse du chiffre d'affaires

■ Enrichissement en MO de la couche superficielle avec tous les effets afférents: pas d'érosion, infiltrabilité, réduction de l'hétérogénéité entre parcelles ...

■ Fonction de maîtrise des adventices et des couverts dépendante du glyphosate (et autres herbicides)... ou du travail du sol

### ■ L'ACS est par essence un système en mouvement

■ Rotations, choix des couverts et itinéraires techniques sont en constante évolution



**ARVALIS**  
Institut du végétal

**Merci de votre attention**