

Quelle agriculture demain face au changement climatique : place des couverts végétaux et de l'agriculture de conservation des sols



Intervenants :

Fédéric THOMAS, Farming Communication

Mathieu MARGUERIE, ARVALIS

Conférence Gestion des sols

21 septembre 10h15 – 11h15

Quelle agriculture demain face au changement climatique ?



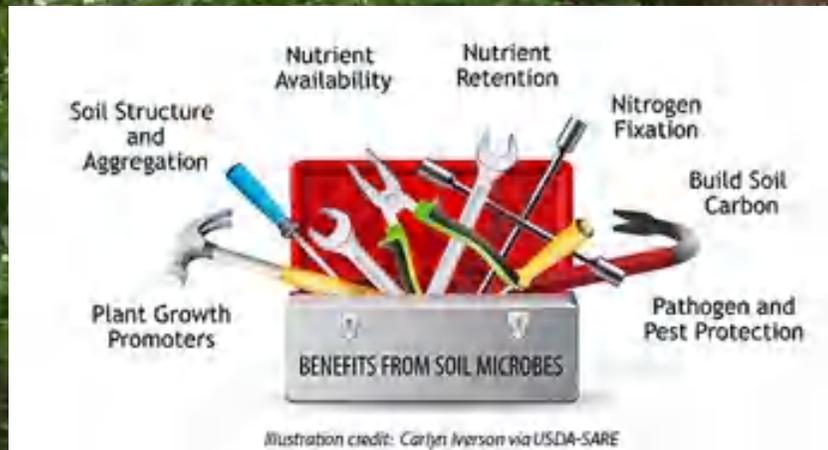
Place des couverts végétaux et de l'agriculture de conservation des sols

Frédéric Thomas

Agriculture-de-conservation.com

Couverts végétaux : cultiver des économies et bien plus !

Remplacer l'acier par des racines et le gasoil par de la photosynthèse, l'urée par des nodosités et une bonne partie des phytos par de la diversité



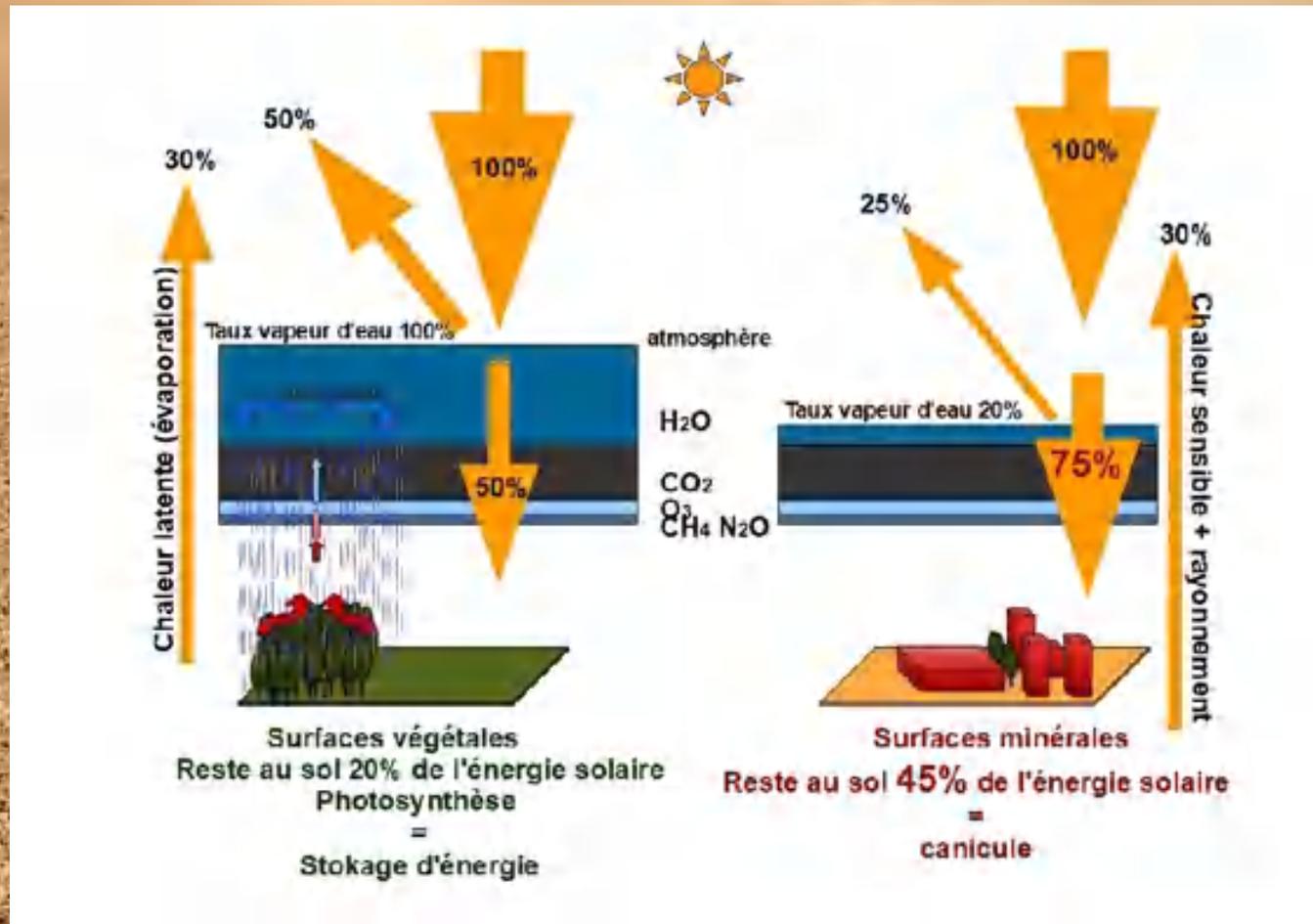
Laisser les champs nus en été est un stress important pour le sol





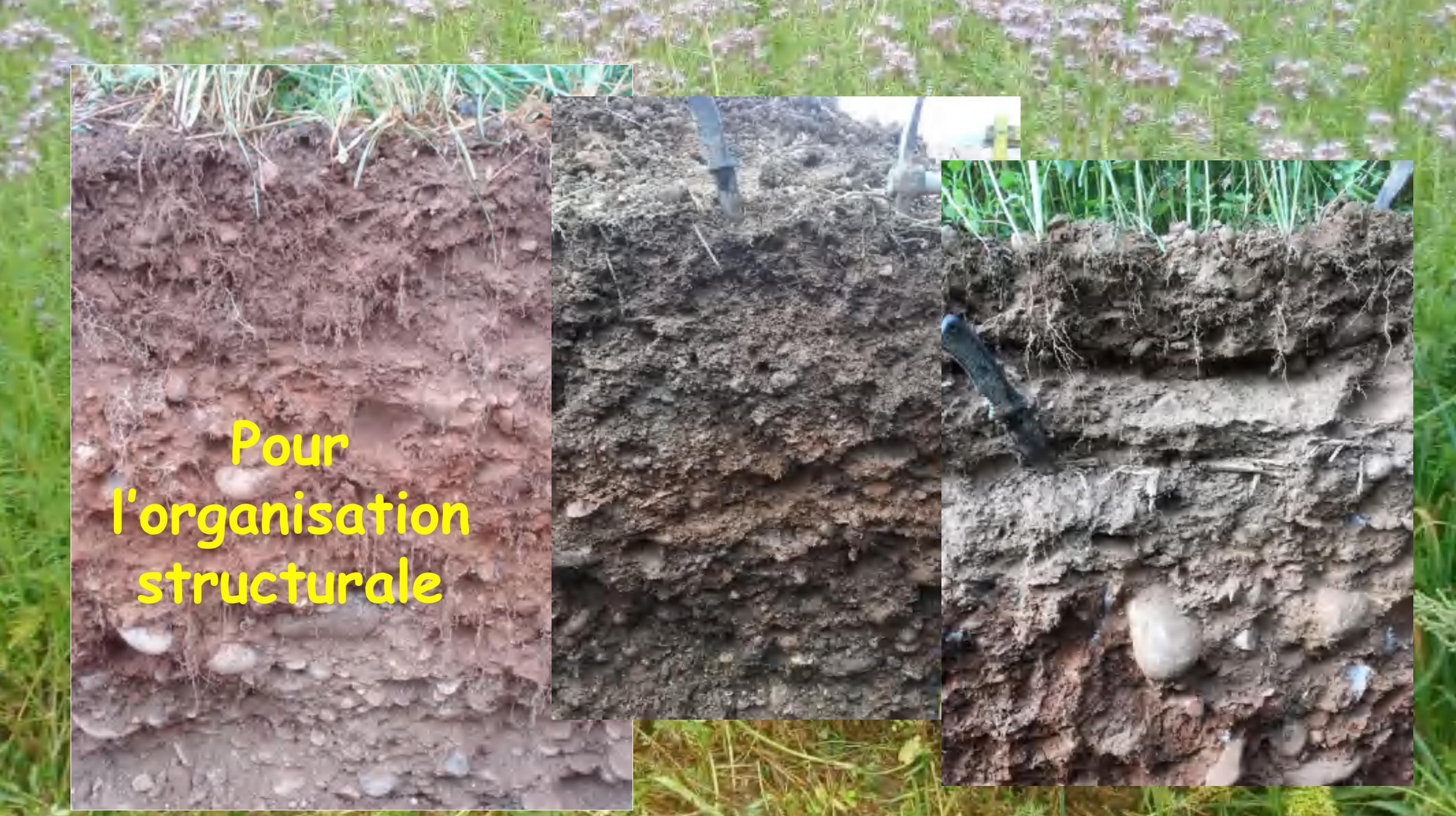
Plus le travail est profond
plus l'impact est fort

Assèchement mais aussi montée rapide en température

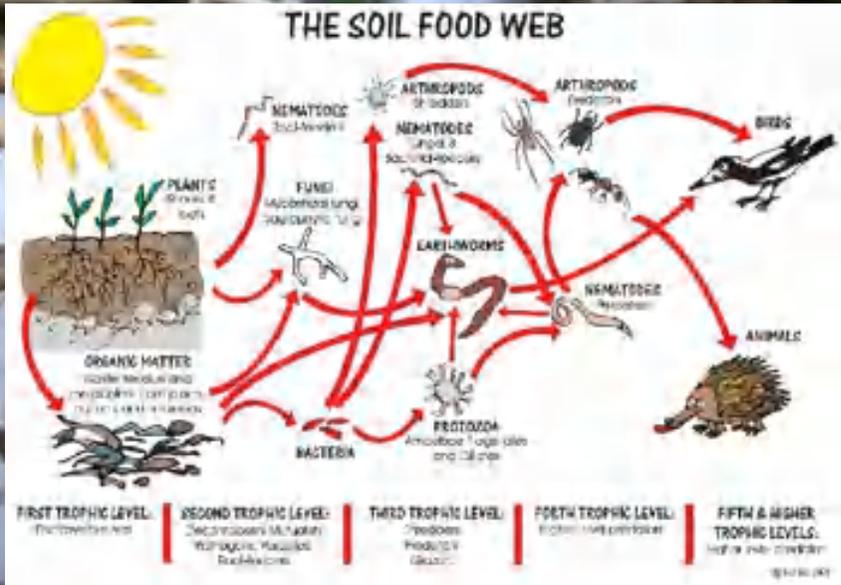


A photograph showing a large field of sunflowers in the foreground and middle ground. To the left of the sunflowers is a wide, dark brown plowed field. In the background, there is a dense line of trees under a pale sky. The sunflowers are in various stages of bloom, with bright yellow heads and green foliage. Some purple flowers are also visible among the sunflowers.

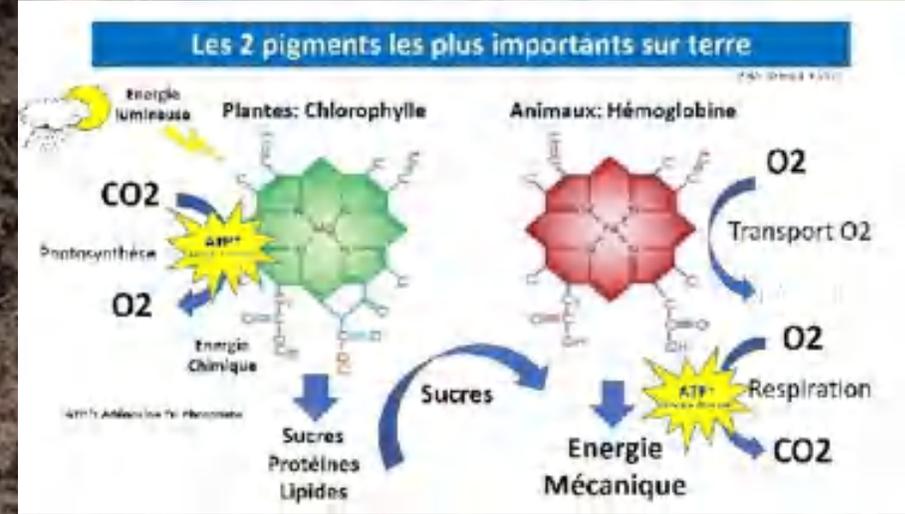
Couvrir n'est pas
seulement
souhaitable mais
indispensable



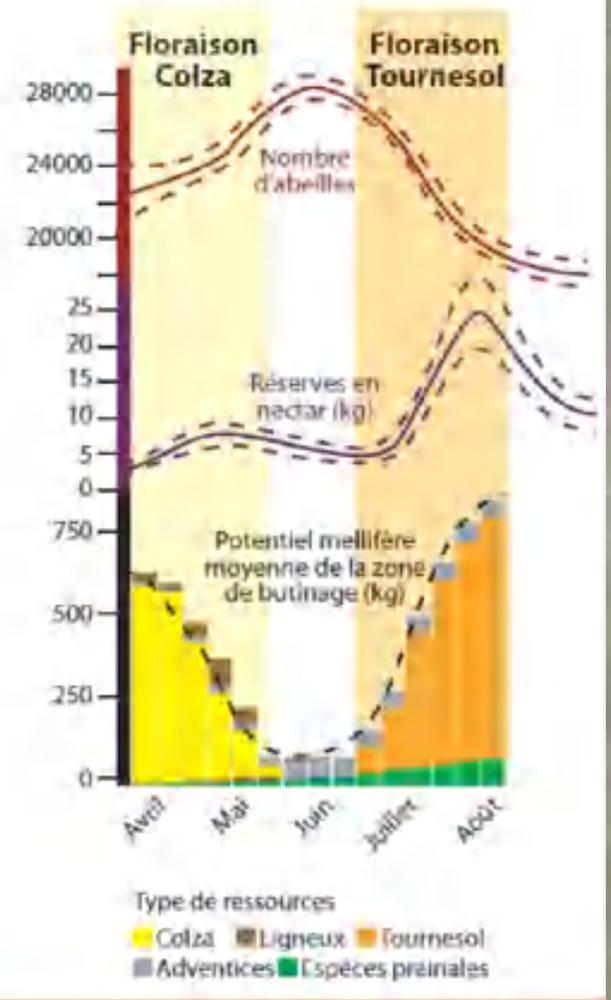
Pour
l'organisation
structurale



Pour alimenter
l'activité biologique
du sol

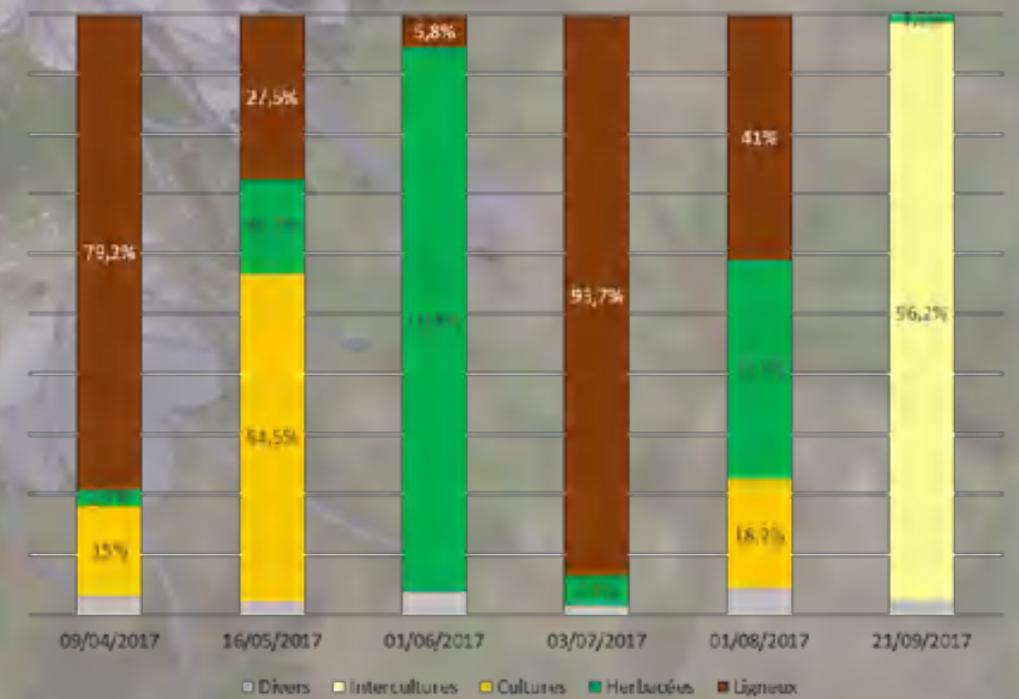


Dynamique d'une colonie et de son environnement proche au cours du temps en plaine agricole de Niort (79)



Pour alimenter les écosystèmes aériens

Type de végétation



Pour conserver et/ou remonter la fertilité en surface

Renforcer l'aspect équilibré et qualitatif de l'horizon de surface dans le quel germe et lève les cultures/couverts par l'effet de collecte, remontage et concentration de la majorité de la fertilité de l'ensemble de l'épaisseur du sol

Teneurs en éléments recyclés dans les couvertures mortes sur sols ferrallitiques oxydés, Brésil

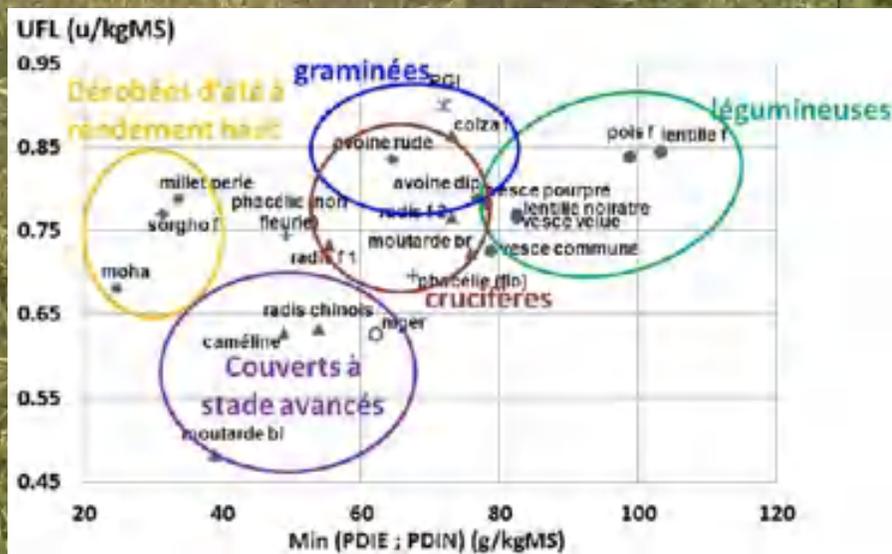
	N	P	K	Ca	Mg	S	C	C/N	Zn	Cu	Fe	Mn	B
Partie aérienne	104	4	120	29	15	5	3830	37	132	63	1912	293	51
Racines	52	2,4	24,8	12,8	4	2,8	2000	38	104	46	7532	114	57

d'après Séguy et Bouzinac, 1998

Pour fixer et
rentrer beaucoup
d'azote



Le système «Broute-Crottes» et «Broute-Bouses»



Pour alimenter des animaux en période difficile

Pour gérer le
sailissement
pendant
l'interculture



Tableau 3: Fréquence des performances jugées « élevées », « moyennes » ou « faibles » des couverts végétaux étudiés dans la Vallée du Rhône (n=372)

Performances		
ELEVEES	MOYENNES	FAIBLES
<i>Efficacité du couvert</i>	<i>efficacité réduite</i>	<i>échec du couvert</i>
couvert > 8 t/ha de MS	6 t/ha < couvert < 8 t/ha de MS	couvert < 6 t/ha de MS
16%	22%	62%

MS : Matière Sèche

Laura Vincent-Caboud, Joséphine Peigné, ISARA, Lyon, lavincent.caboud@gmail.com

**Pour gérer le
sailissement dans
la culture**



Tableau 2 : Performances des ITK innovants comparées

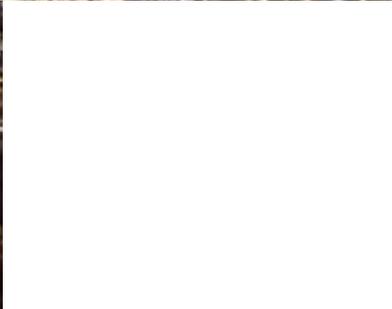
Combinaisons techniques	Temps de travail (h/ha)	Consommation de carburant (l/ha)	Nombre de passages	Marges brutes (€/ha)
Essais semis direct	2,3	48,7	5	1487,8
Pratiques des agriculteurs – expérimentateurs (AB) (2016-18)	6,8	99,7	13	802,6

Pour devenir très opportuniste





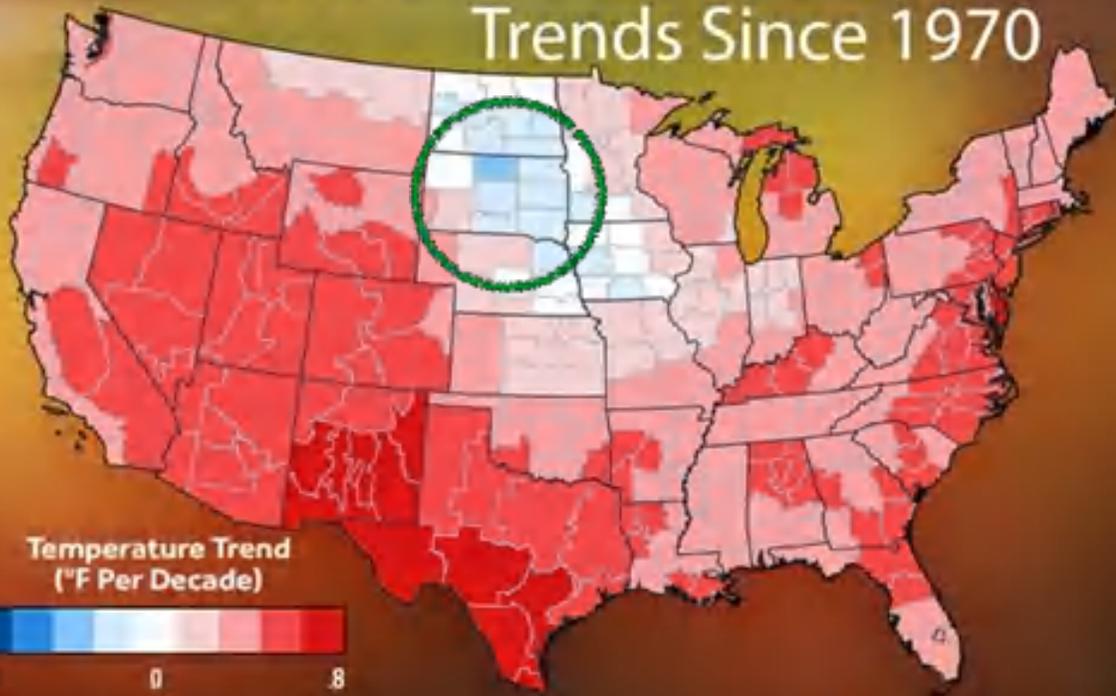
Refroidir le sol pour limiter le réchauffement climatique : c'est facile et rapide
Il faut simplement végétaliser les parcelles !



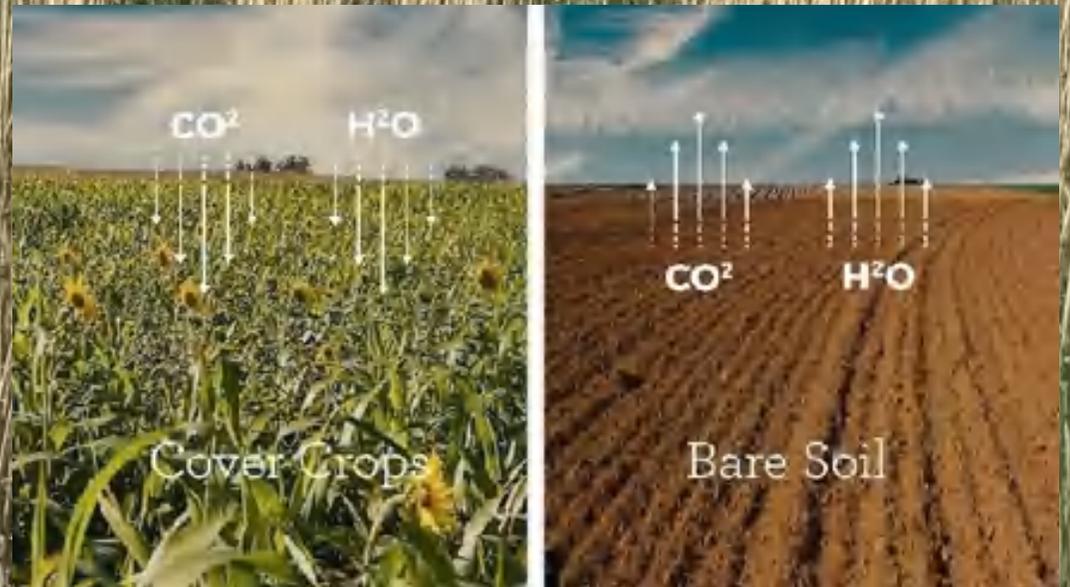
Sologne 25 juillet 2020

SUMMER HEAT

Trends Since 1970



Certains sont même arrivé a renverser la tendance

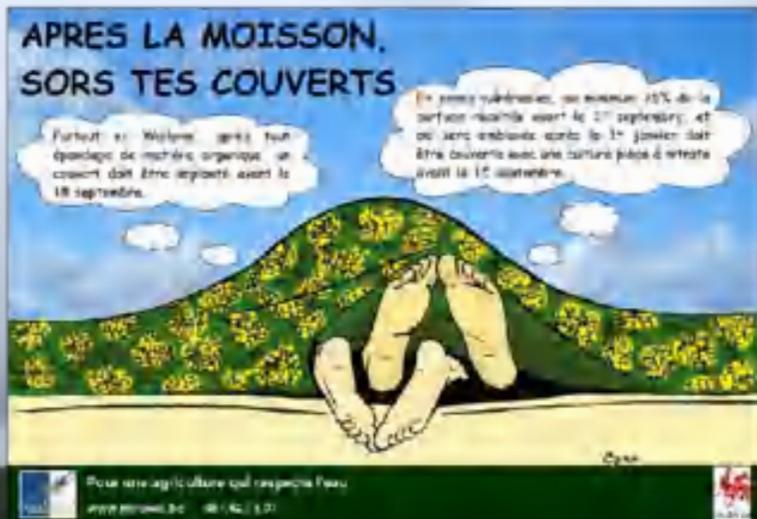




**Simple comme le bon sens paysan !
« Récolter le soleil pour cultiver la pluie »**

**Pour atteindre cet objectif : il faut déjà
réussir le couvert**





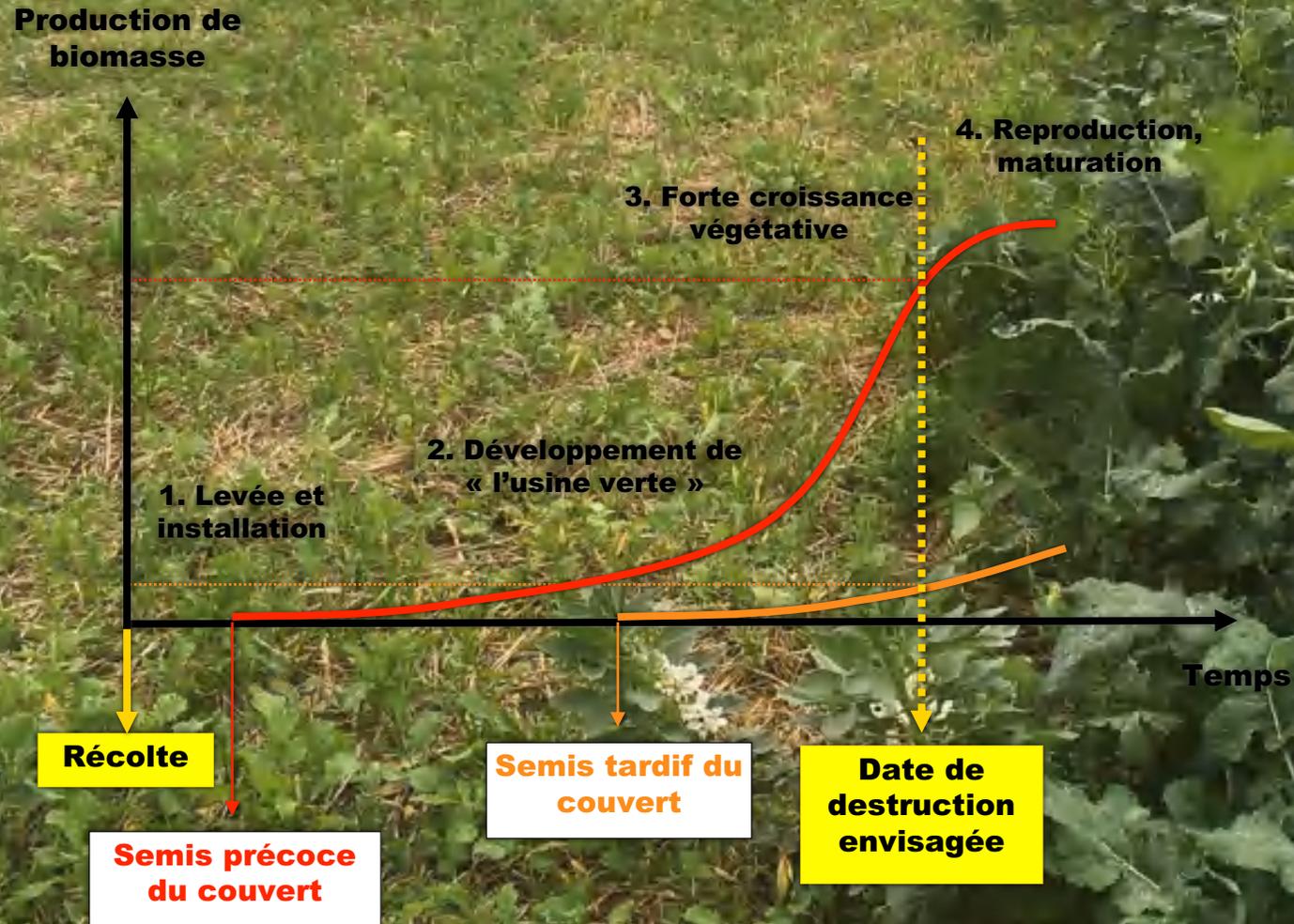
1) arrêter de penser CIPAN

22 septembre 2009

12 octobre 2009

2) avoir envie de réussir

3) semer tôt pour faire de la biomasse à l'automne

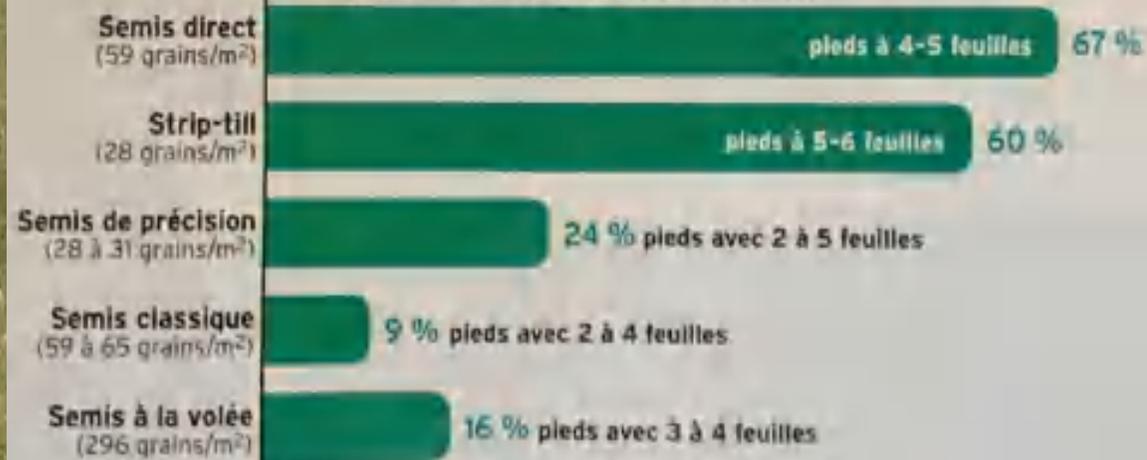


On dit qu'1 jour en juillet est équivalent à 4 jours en octobre (développement végétatif)

TECHNIQUES COMPARÉES D'IMPLANTATION DU COLZA EN 2012

Semis direct et strip-till en tête en période de sécheresse

Taux de pieds levés sur le nombre de graines semées



Semis du colza du 1 au 3 août 2012 à Joux-la-Ville, notation le 10 septembre.

Source : chambre d'agriculture de l'Yonne.

4) sitôt moisson pour ne pas perdre d'eau précieuse



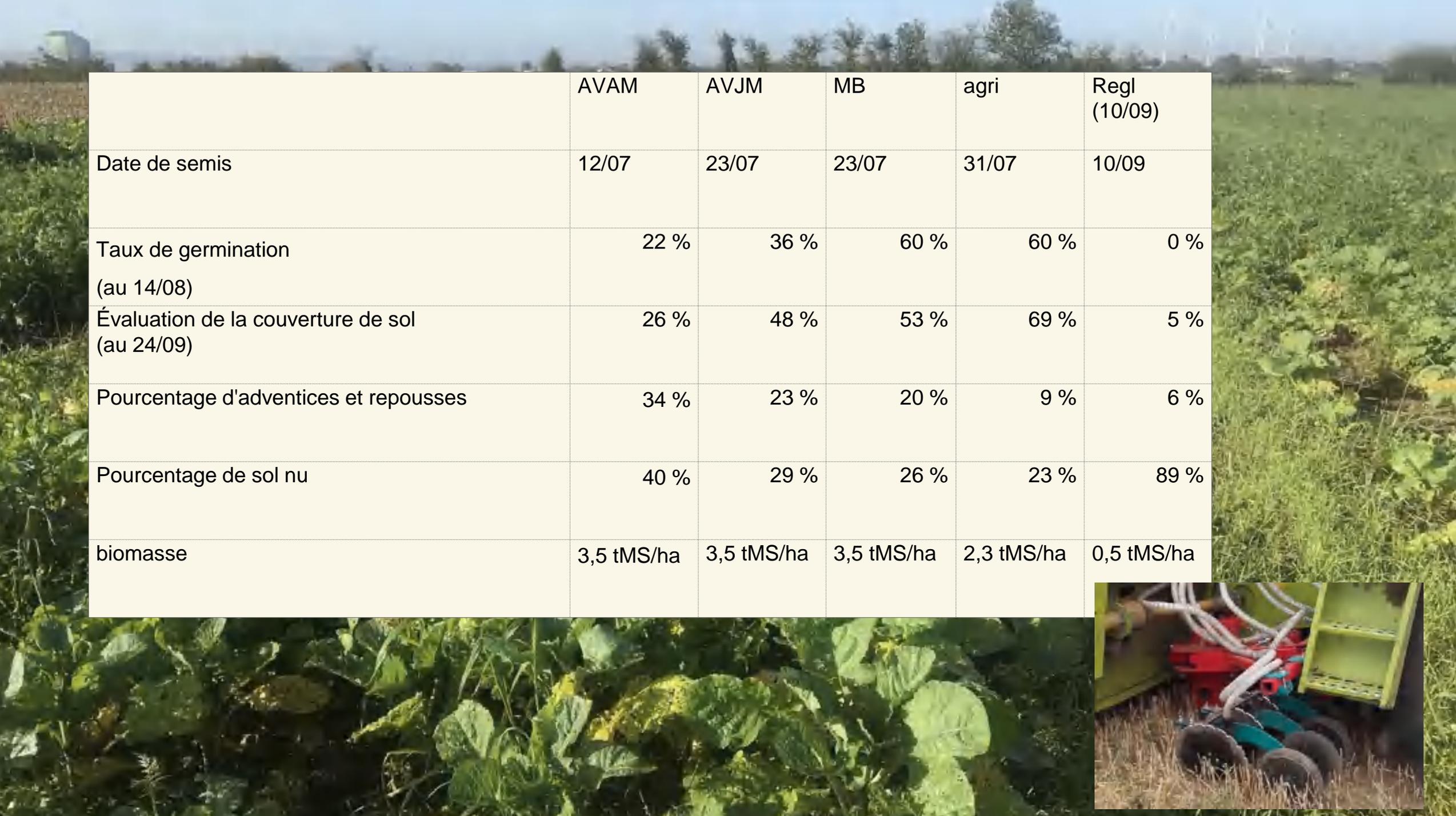
1er septembre 2020

**Lycée Agricole de Flamarens (81)
Juillet 2020**



**Semer les couverts autrement :
en même temps que la moisson**

	AVAM	AVJM	MB	agri	Regl (10/09)
Date de semis	12/07	23/07	23/07	31/07	10/09
Taux de germination (au 14/08)	22 %	36 %	60 %	60 %	0 %
Évaluation de la couverture de sol (au 24/09)	26 %	48 %	53 %	69 %	5 %
Pourcentage d'adventices et repousses	34 %	23 %	20 %	9 %	6 %
Pourcentage de sol nu	40 %	29 %	26 %	23 %	89 %
biomasse	3,5 tMS/ha	3,5 tMS/ha	3,5 tMS/ha	2,3 tMS/ha	0,5 tMS/ha





5) qualifier le semis





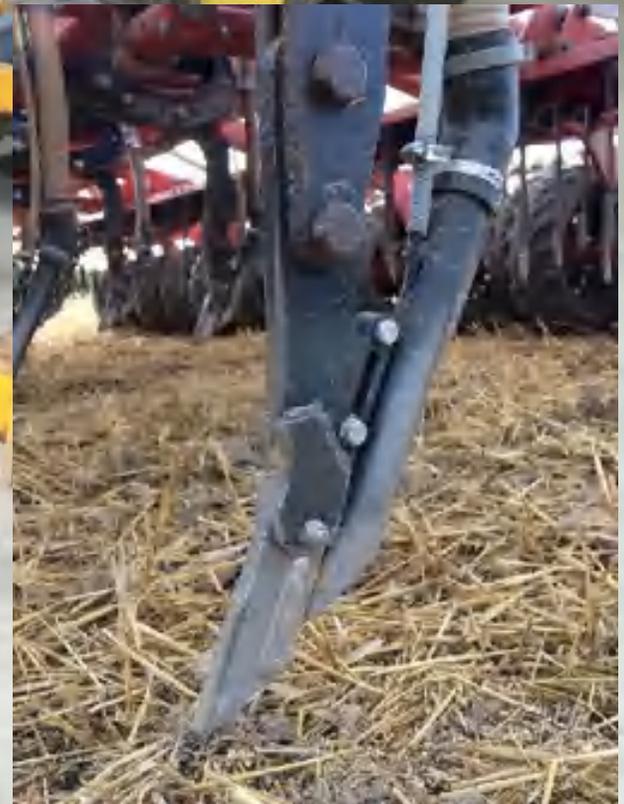
Semer le plus possible en direct



Sur un sol organisé le couvert est capable d'attendre la pluie

Avec des semis à dents de
préférence





6) attention a la gestion des pailles

Radis

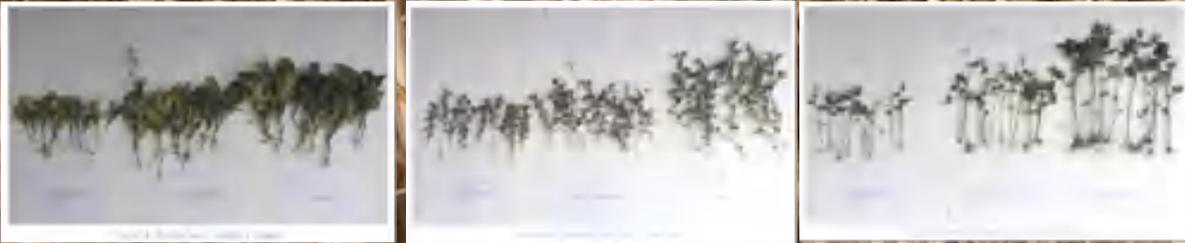
Pois

Sarrasin

2/08



16/08



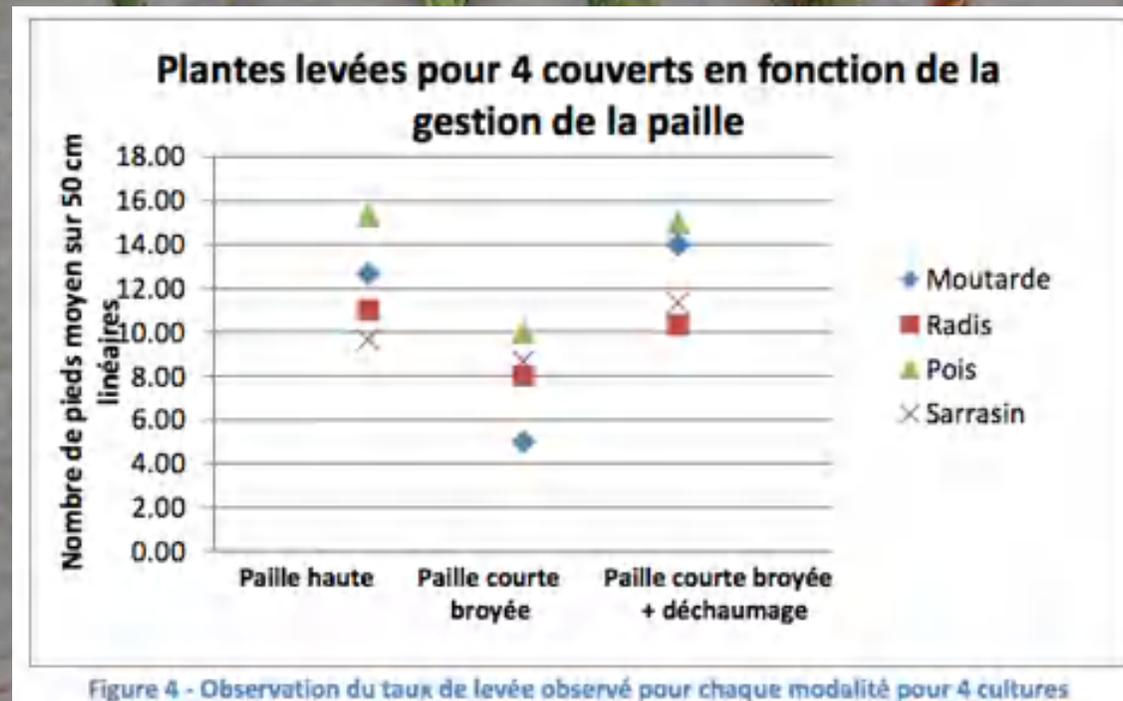
28/08



Influence de la hauteur des chaumes sur l'implantation et installation des couverts

30/08/2017 TEST La Courtoise SKY
PAILLES HAUTES
(40cm)

30/08/2017 TEST La Courtoise SKY
PAILLES BROYÉES + DECHAUMÉES



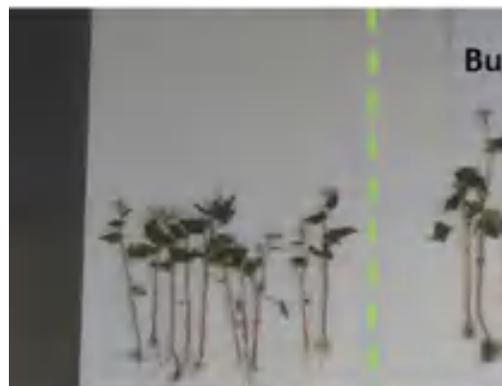
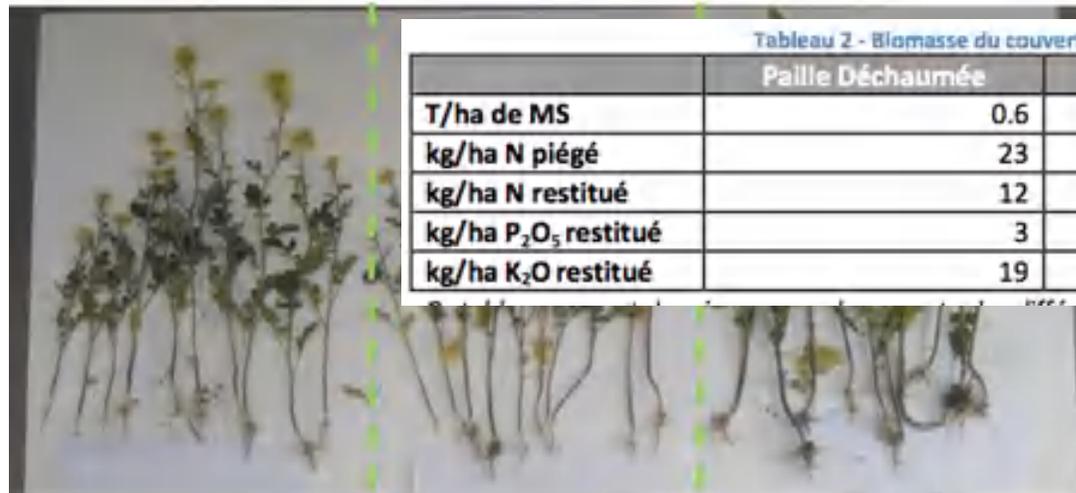
tillage

short straw (8 cm)

Long straw (40 cm)

Tableau 2 - Biomasse du couvert de moutarde au 28 août

	Paille Déchaumée	Paille Broyée	Paille En place
T/ha de MS	0.6	0.7	1,1
kg/ha N piégé	23	29	35
kg/ha N restitué	12	15	17
kg/ha P ₂ O ₅ restitué	3	4	6
kg/ha K ₂ O restitué	19	24	37



Impacts Altises dans le couvert de moutarde en fonction de la gestion de la paille

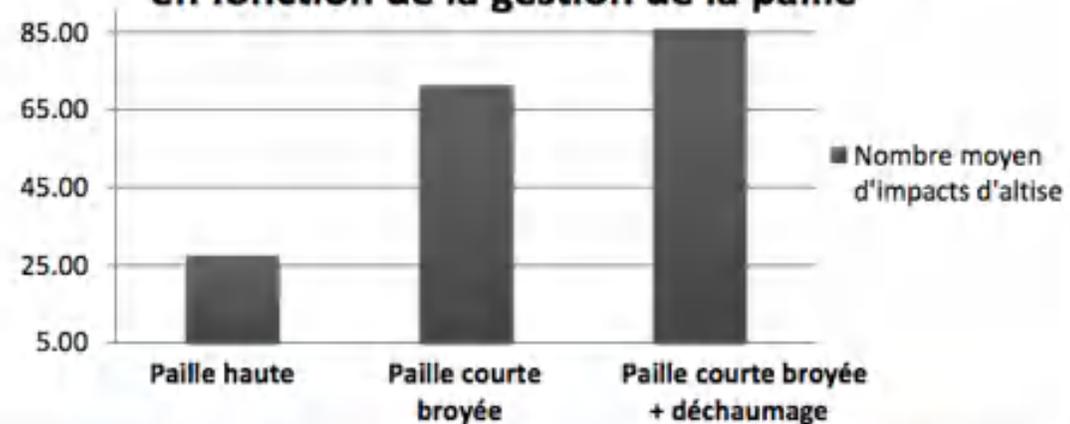


Figure 5 - Observation du nombre d'impacts d'Altises pour les trois modalités

tillage

short straw (8 cm)

Long straw (40 cm)

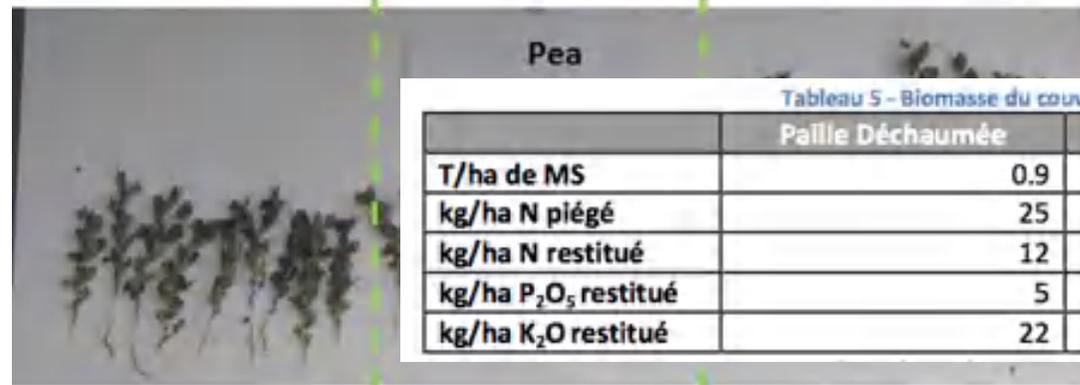
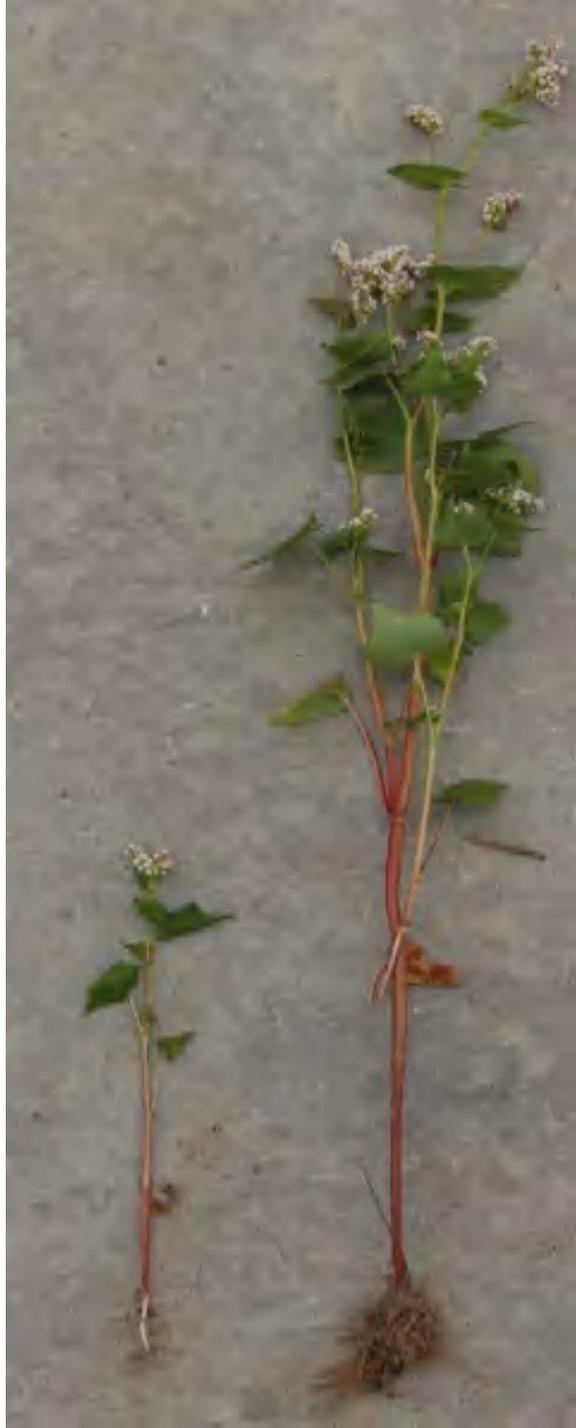
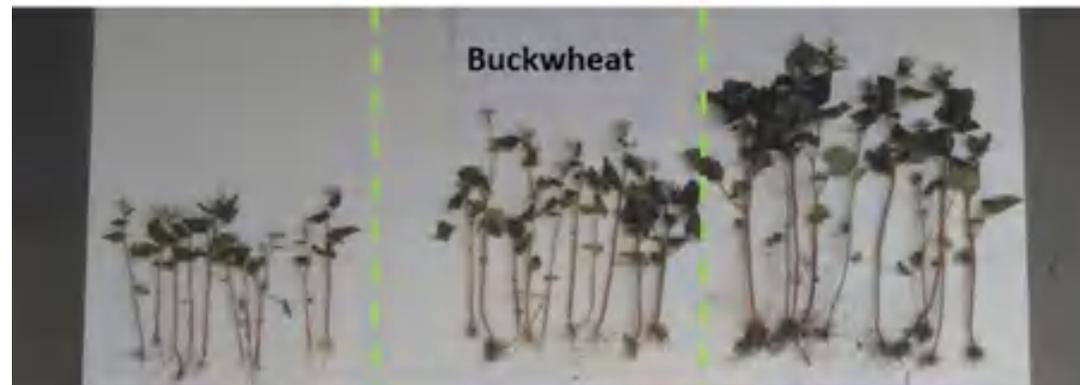


Tableau 5 - Biomasse du couvert de sarrasin au 28 août

	Paille Déchaumée	Paille Broyée	Paille En place
T/ha de MS	0.9	1.3	2.6
kg/ha N piégé	25	32	57
kg/ha N restitué	12	13	22
kg/ha P ₂ O ₅ restitué	5	8	16
kg/ha K ₂ O restitué	22	33	65





7) la fertilité et qualité de la structuration du sol





**Manque trop souvent de fertilité
avant de manquer d'eau**

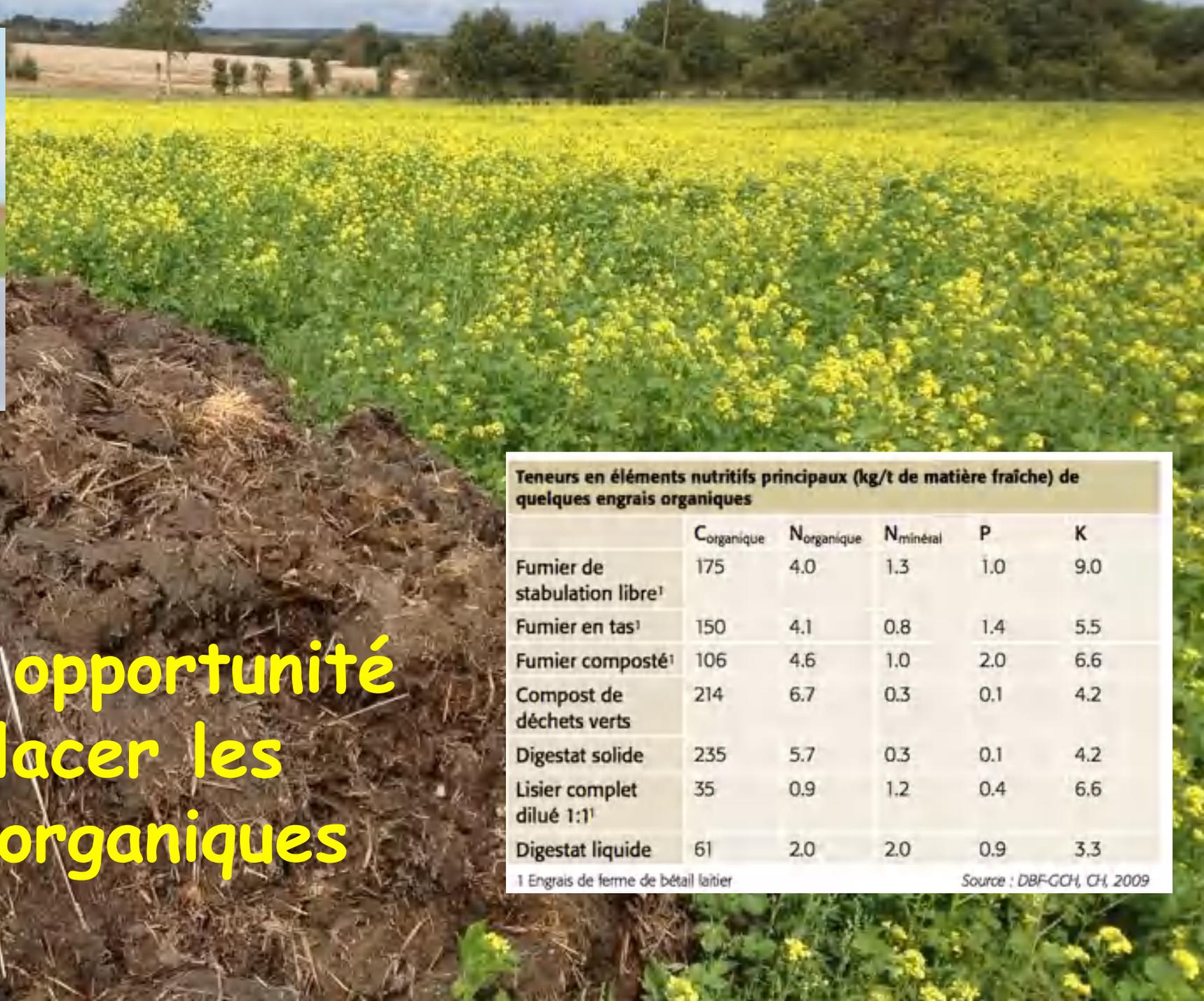


Résultats analyses biomasse couverts végétaux Tech et Bio

semis des couverts 23-24 juillet 2019
pesées des couverts 26-29 août 2019

Couvert	sur matière verte en g /kg (ou kg /T)						Biomasse verte en g/m ²	Biomasse sèche en g/m ²	T MS /ha	3,2
	MS	C	N	C/N	P	K				
amarantes	0,1214	49,5	3,8	12,9	0,63	6,4	560	68,0	0,68	3,2
chénopodes	0,1158	44,1	4,9	9,1	0,63	9,18	1150	133,2	1,33	
pourpier	0,0905	35,7	3,1	11,7	0,56	5,69	1350	122,2	1,22	
moha	0,1543	65,1	4,3	15,2	0,59	7,47	3470	535,4	5,35	
millet perlé	0,1426	62,4	4,3	14,6	0,52	6,75	4335	618,2	6,18	
sorgho (GS Estival)	0,1256	51,9	4,6	11,4	0,56	6,34	4510	566,5	5,66	
sorgho (Sorgomix)	0,1255	53,7	3,8	14,3	0,6	6,22	4960	622,5	6,22	
chl. Méta+*	0,1755	75,4	5,3	14,2	0,68	7,38	4120	723,1	7,23	

* sorgho+moha+tournesol



Une belle opportunité
pour placer les
apports organiques

Teneurs en éléments nutritifs principaux (kg/t de matière fraîche) de quelques engrais organiques

	C _{organique}	N _{organique}	N _{minéral}	P	K
Fumier de stabulation libre ¹	175	4.0	1.3	1.0	9.0
Fumier en tas ¹	150	4.1	0.8	1.4	5.5
Fumier composté ¹	106	4.6	1.0	2.0	6.6
Compost de déchets verts	214	6.7	0.3	0.1	4.2
Digestat solide	235	5.7	0.3	0.1	4.2
Lisier complet dilué 1:1 ¹	35	0.9	1.2	0.4	6.6
Digestat liquide	61	2.0	2.0	0.9	3.3

¹ Engrais de ferme de bétail laitier

Source : DBF-GCH, CH, 2009



8) le choix du végétal

Contraintes

Période et longueur de l'interculture :
Date de semis et de destruction, climat, longueur de végétation

Culture suivante (rotation):
Casser les cycles (adventices et ravageurs), préparer le terrain (effet précédent : légumineuse/mais, sarrasin/blé, ...)

Facilité de destruction

Mécanisation pour reprendre et semer

Choix d'un couvert :
compromis entre objectifs et contraintes

Recycler l'azote

Structuration du sol

Gestion de l'eau

Production de biomasse

Objectifs



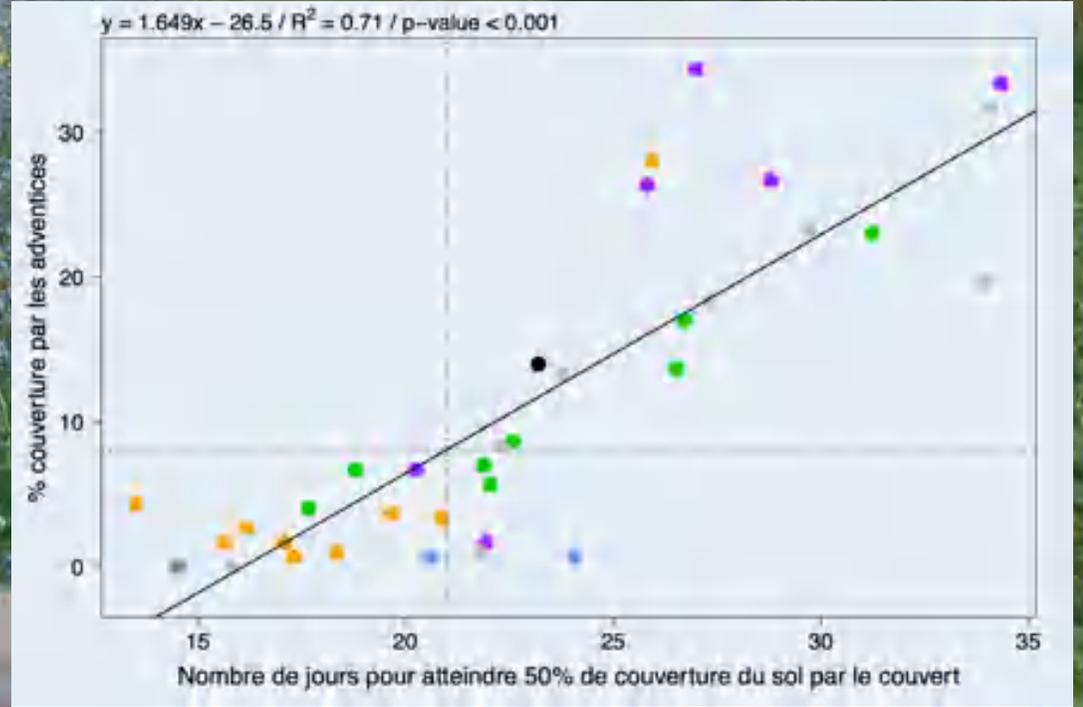
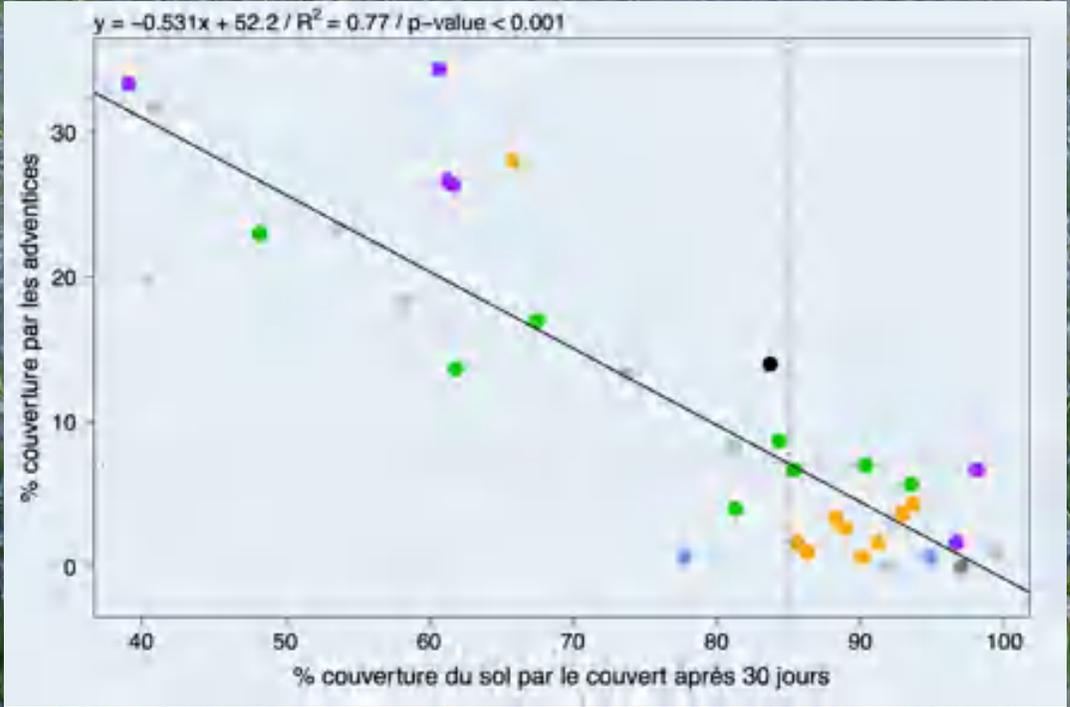
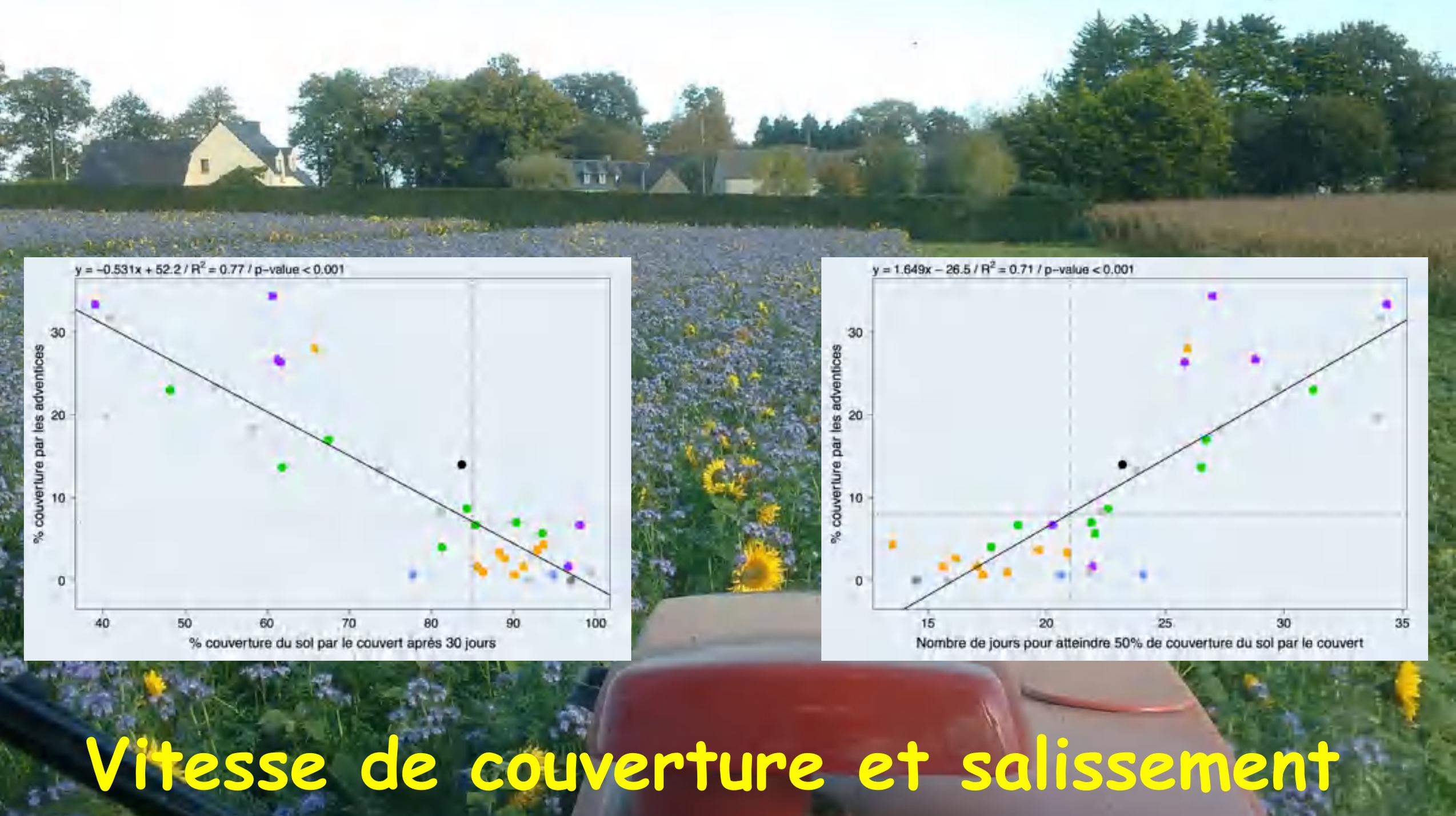
Des plantes adaptées à
la saison et aux sols



Les sorghos ont beaucoup
d'avantages pour l'été



Semental

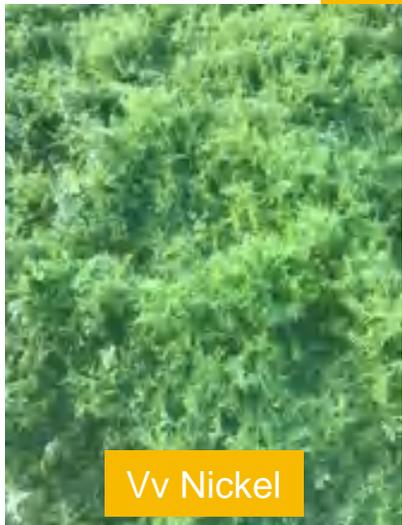


Vitesse de couverture et salissement

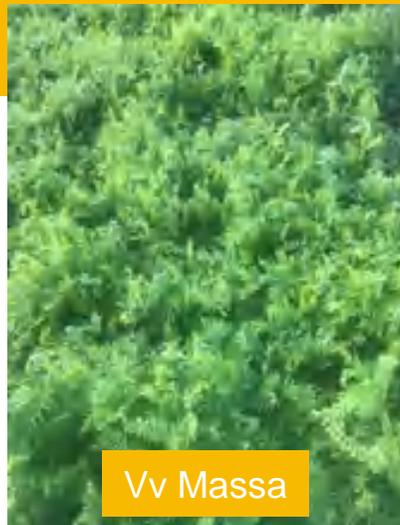


**Des légumineuses pour
leur agressivité dans des
sols pauvres en azote**

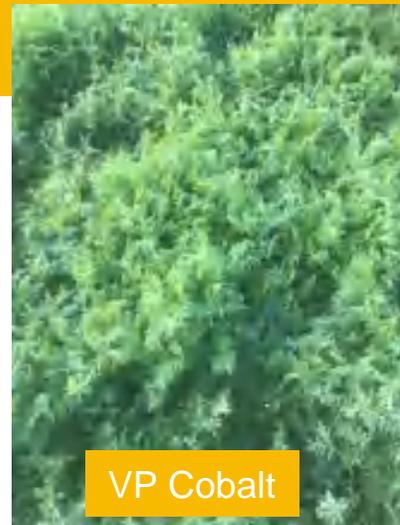
Types et variétés de Vesces



Vv Nickel



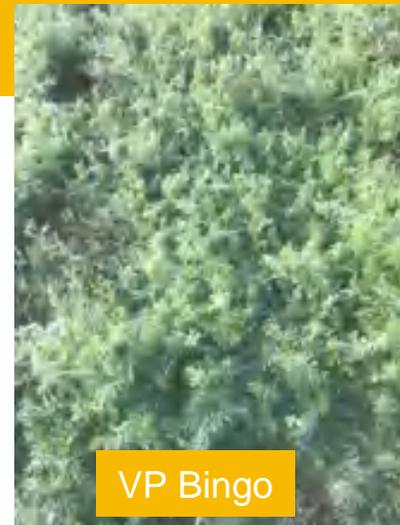
Vv Massa



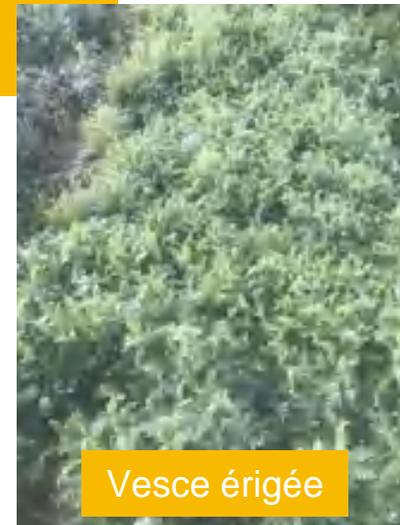
VP Cobalt



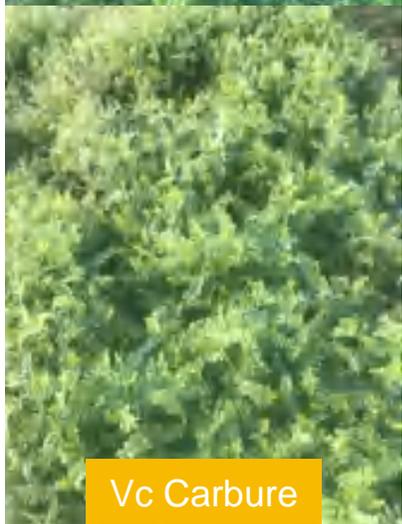
VP Titane



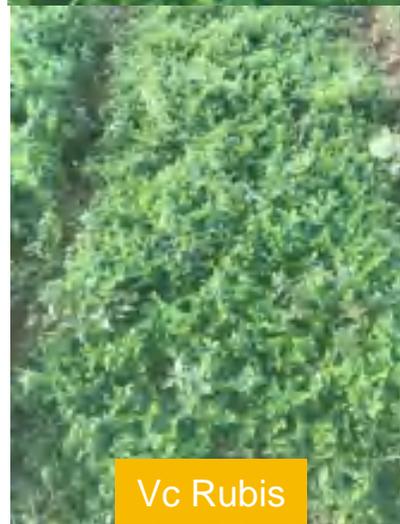
VP Bingo



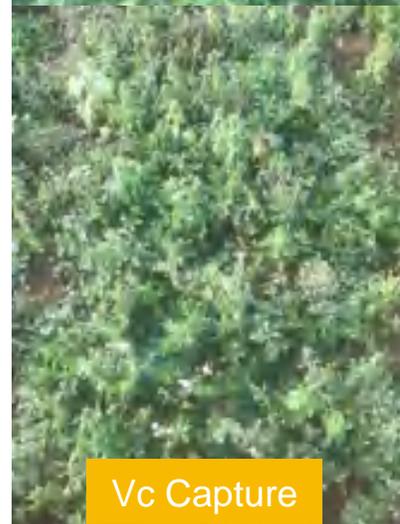
Vesce érigée



Vc Carbure



Vc Rubis



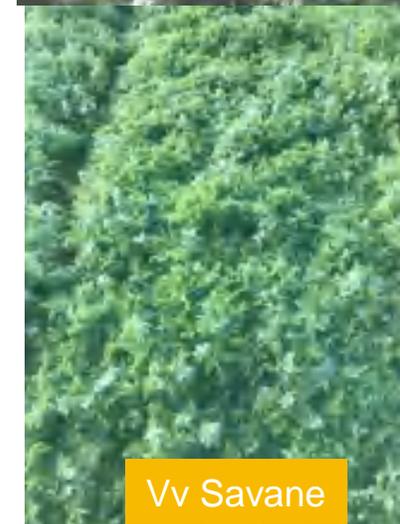
Vc Capture



Vc Spido



Vc Nacre



Vv Savane



Des légumineuses en
couverts : plus
performant pour rentrer
de l'azote

9) développer une combinaison gagnante et sécurisante



Concept « biomax »
Biomasse et biodiversité maximale

Photo du 15/09



Plate-forme Couverts Tech et Bio 23-24 septembre 2015

Chlorofiltre ELITE

• Jouffray-Drillaud

34 % Moutarde
d'Abyssinie (Carbon)

6 % Vesce commune
de printemps (Nacre)

60 % Trèfle
d'Alexandrie (Tabor)

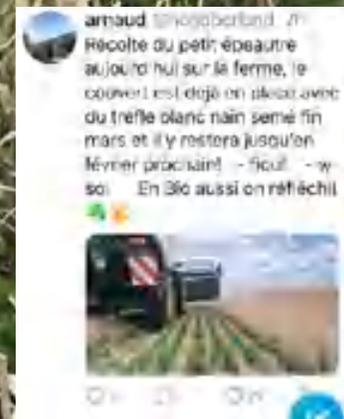
en % de graines



Photo du 25/09

Plate-forme Couverts Tech et Bio 23-24 septembre 2015

10) autres approches pour couvrir les intercultures : le relais



Petit épeautre sur trèfle (AB)

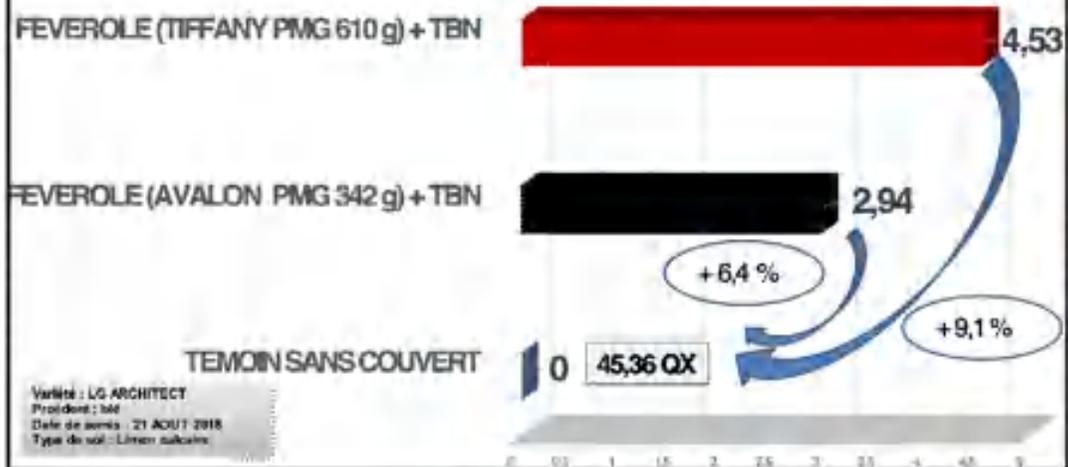


Le colza associé



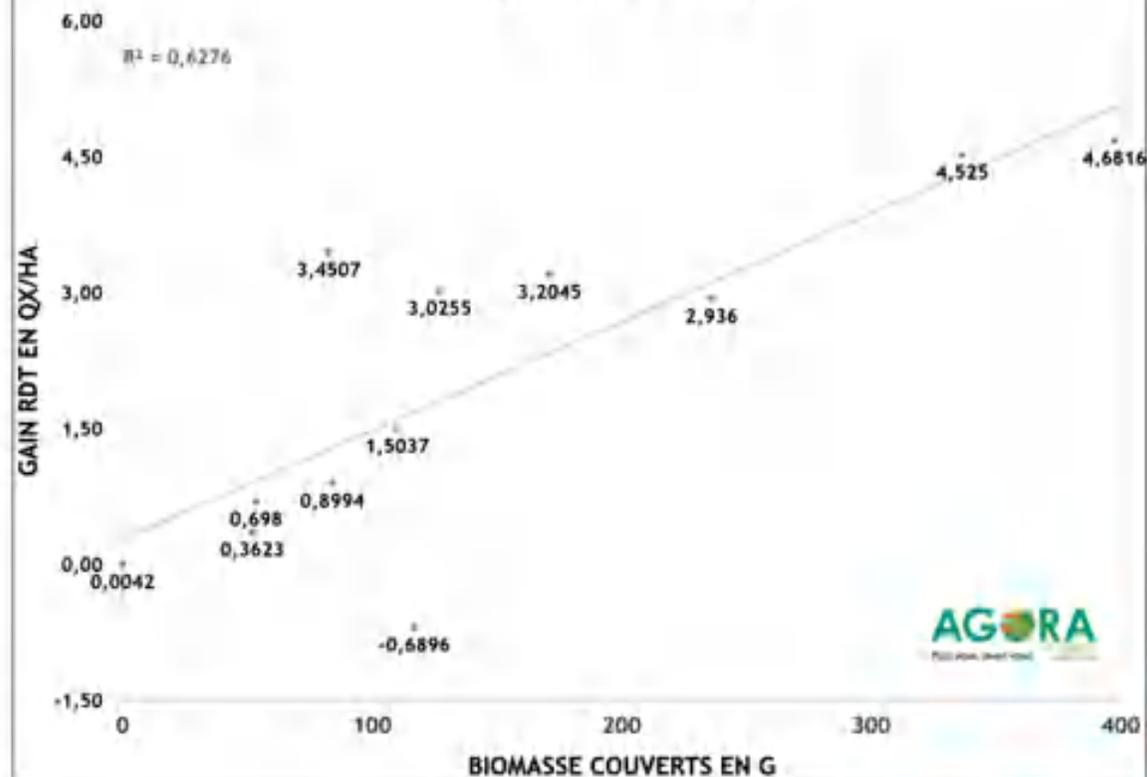
COMPARAISON PLANTES COMPAGNES - 2019

GAIN DE RDT EN QX / TEMOIN SANS COUVERT



■ (GAIN RDT EN QX / TRV)

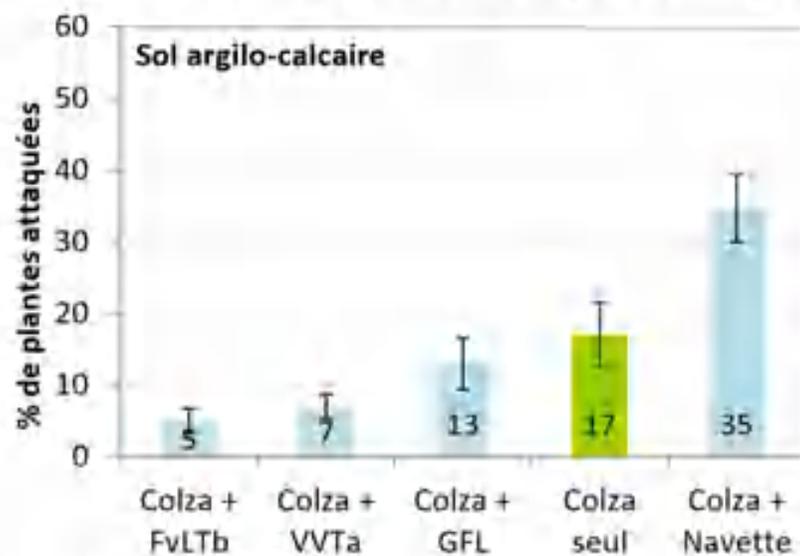
gain de rdt en qx



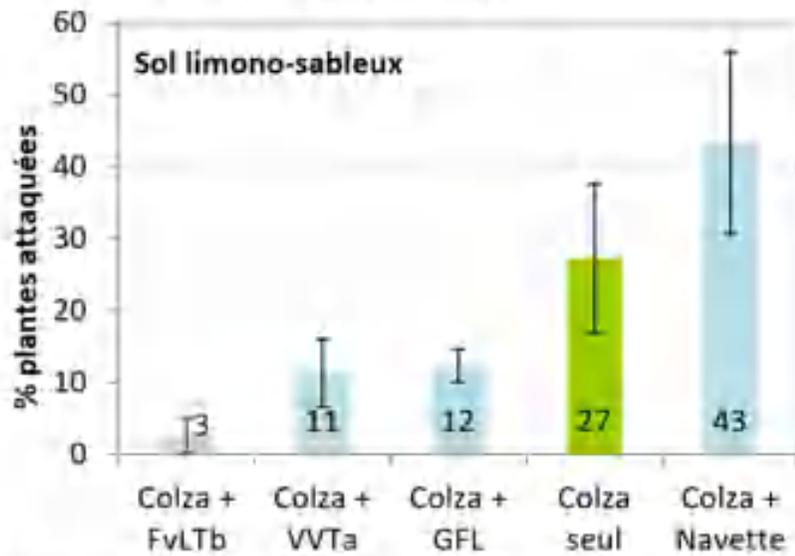
impossible

Le mélange plus fort que la chimie !

Plantes avec du charançon du bourgeon terminal en absence de traitement



Berry - automne 2011



Berry - automne 2011

Soja
20/07/2018

Une autre forme de relais

Semis du 9/05/2018

Semis du 29/06/2018



Culture principale

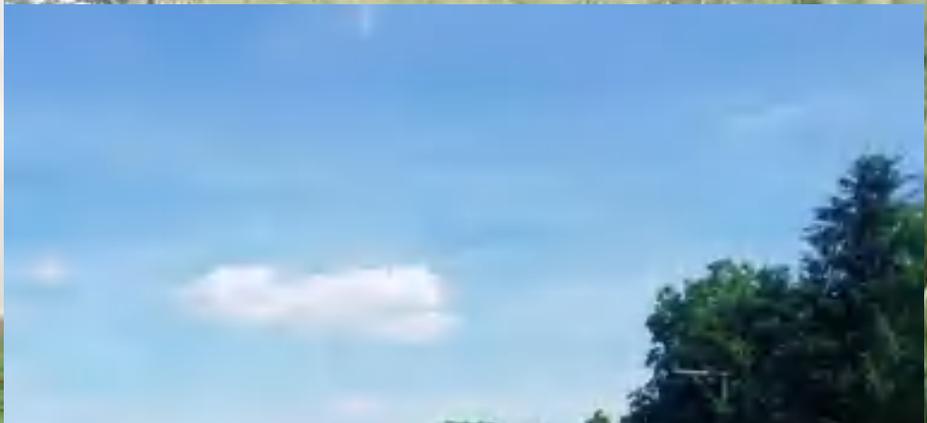
Récolte + 23 jours



Relay-cropping



Double culture



Jason Mauck (Gaston IN)

11) la couverture permanente : le Graal !





Déjà compliqué en
conventionnelle mais des
ouvertures en AB

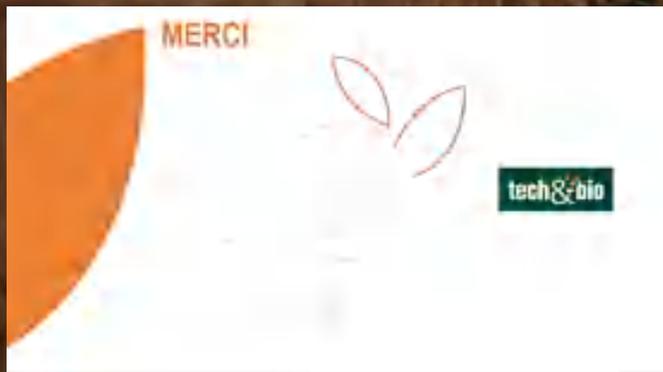




Il existe encore beaucoup d'inter-cultures à
agriculture-couvreur.conservations.com



Il existe encore beaucoup d'inter-cultures à couvrir



Agriculture-de-conservation.com

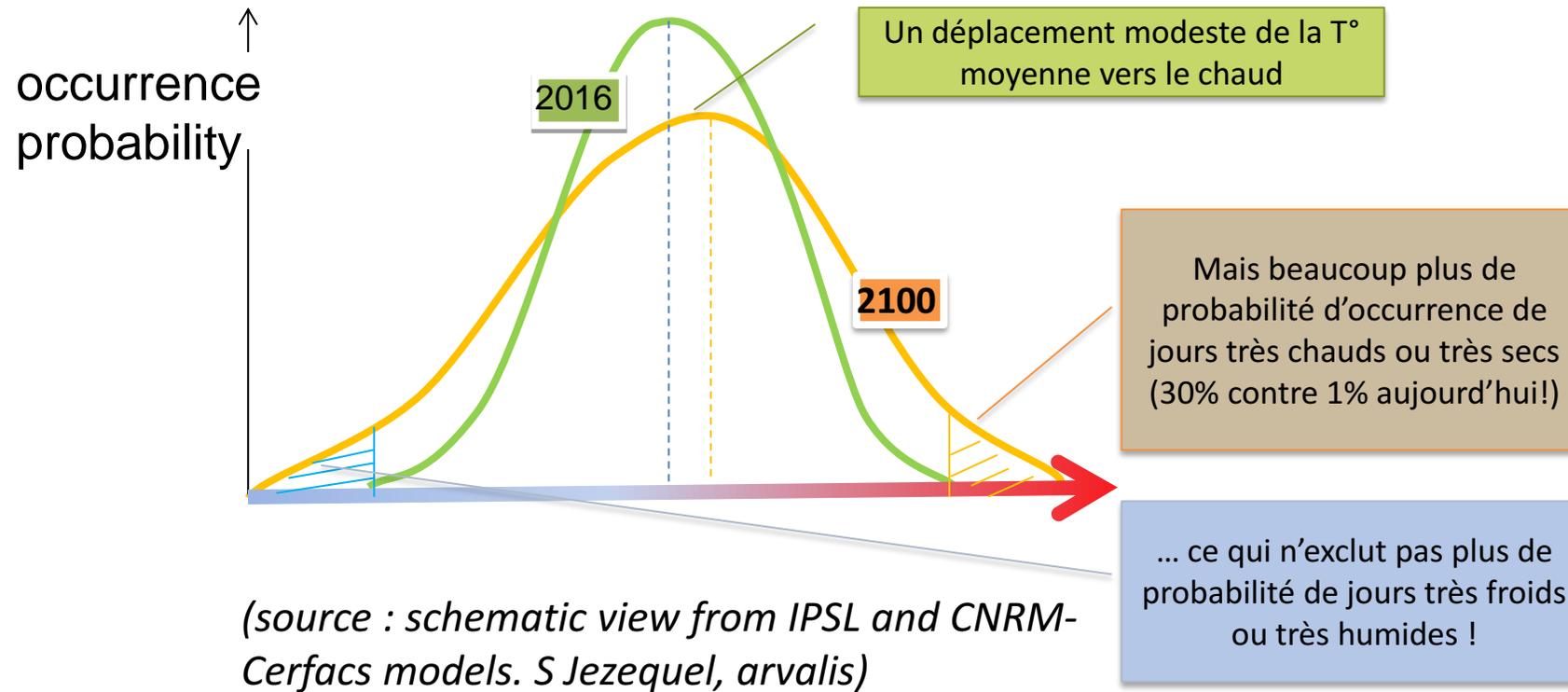
Essen'sol (04)

Changement climatique : place des couverts végétaux et de l'agriculture de conservation des sols

Mathieu MARGUERIE

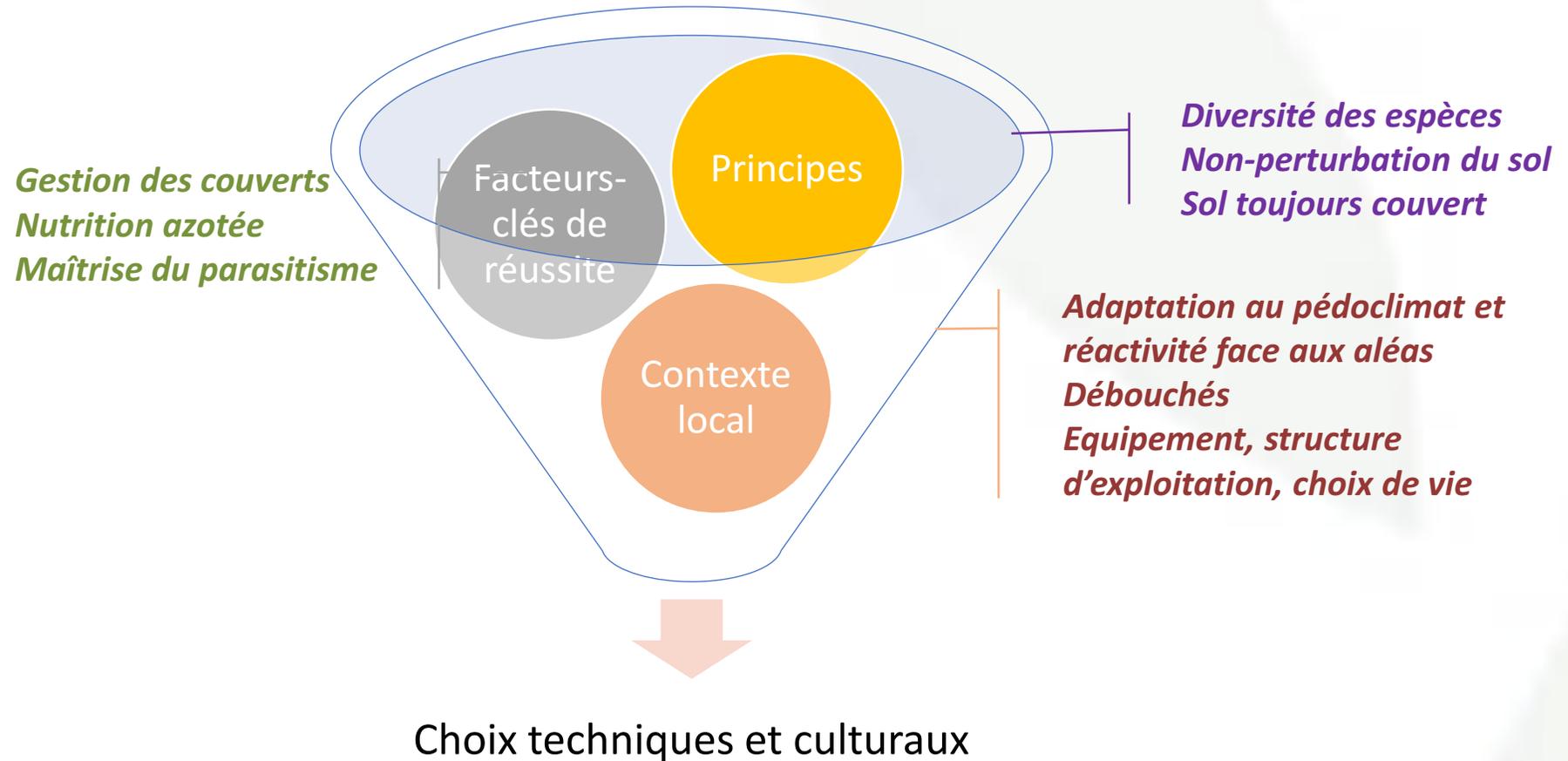


Distribution actuelle (2016) des jours de l'année (du plus froid ou plus humide à gauche, au plus chaud ou plus sec à droite), courbe verte, et distribution prévue dans le Sud-Est en 2100 (courbe orange) selon les sorties de 2 modèles régionaux utilisés en France (GIEC).





Principes de base de l'ACS





Les services attendus par l'agriculture de conservation

- ✓ Une agriculture multi-service :
 - ✓ Activation de la vie biologique des sols.
 - ✓ Augmentation de la MO (et des services qui vont avec).
 - ✓ Stockage de Carbone.
 - ✓ Lutte contre l'érosion.
 - ✓ Éviter la lixiviation.
 - ✓ Fixation d'azote via les légumineuses.
 - ✓ Biodiversité.



Plate-forme Semis direct sous couverts végétaux (Oraison – 04)

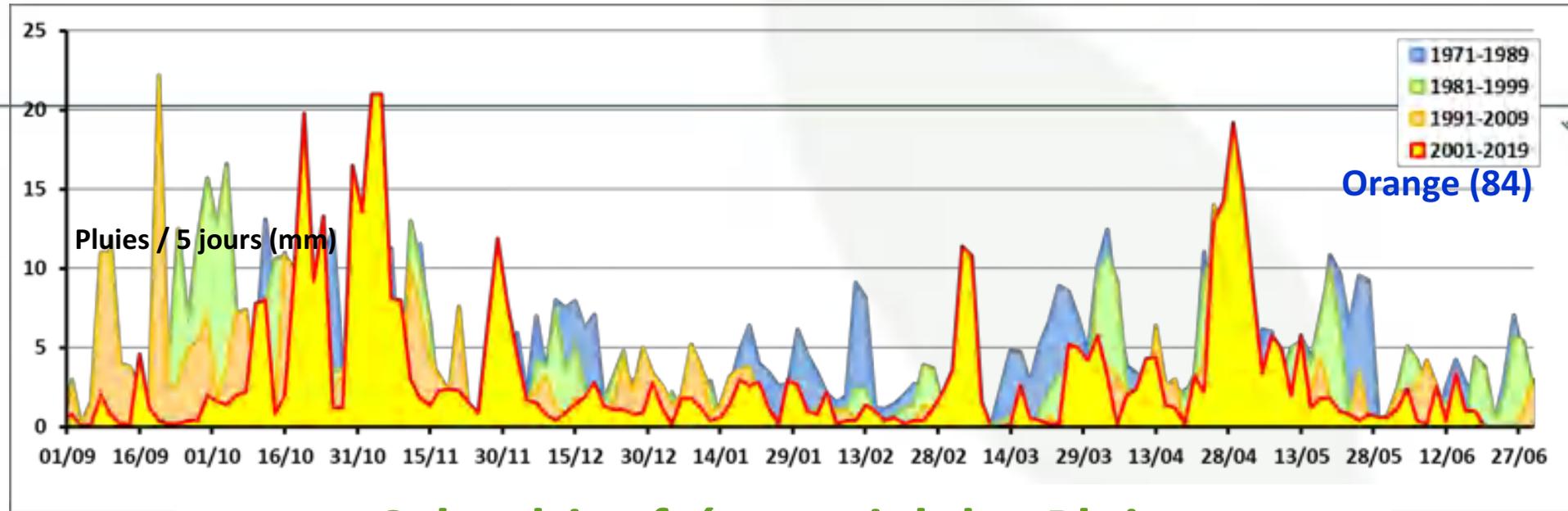
Novembre 2016
140mm en 5 j



... Le Champ en face







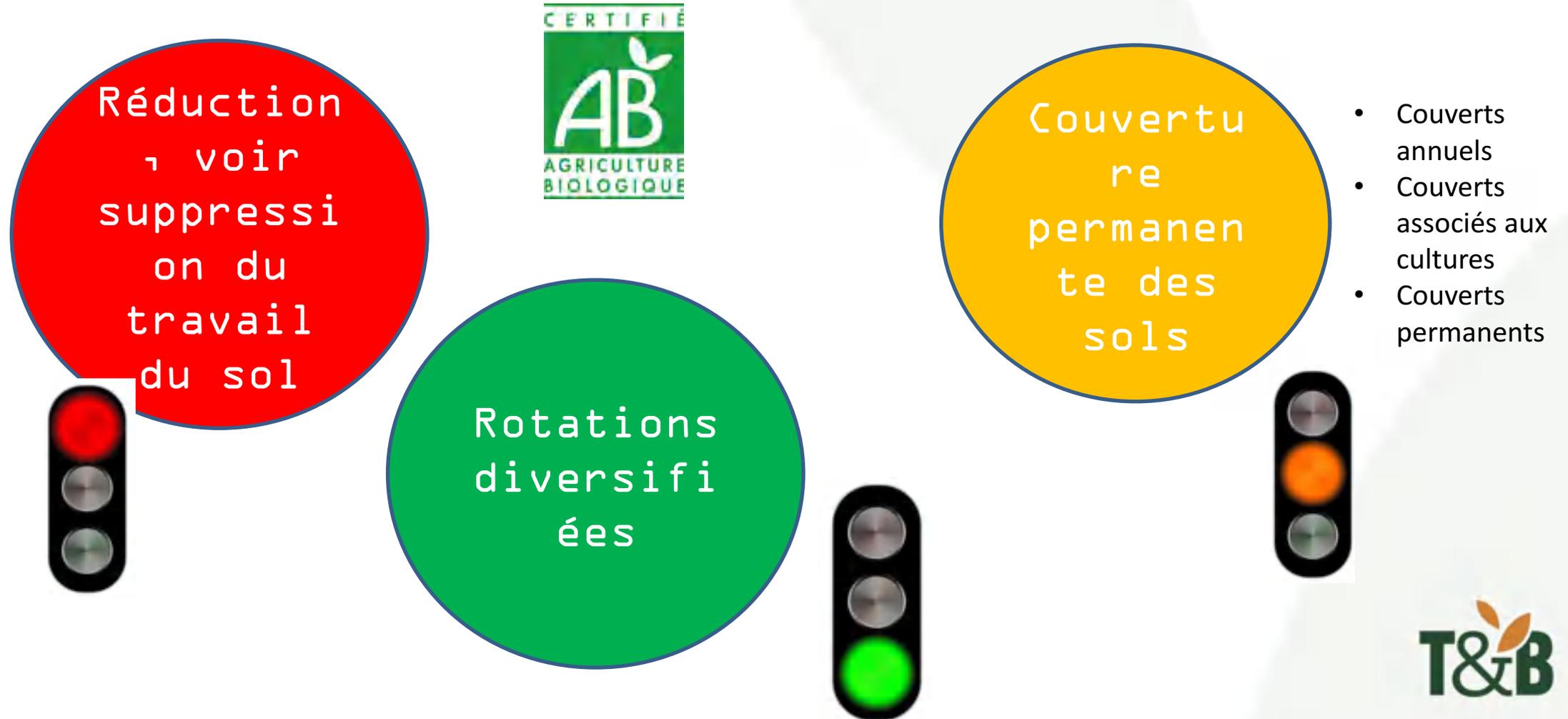
Calendrier fréquentiel des Pluies

septembre	octobre	novembre	décembre	janvier	février	mars	avril	mai	Juin
-----------	---------	----------	----------	---------	---------	------	-------	-----	------

Eté prolongé	Pluies de mi octobre à fin novembre (dont épisodes médit.)	Plus sec ≈ 80 jours Episodes pluvieux peu nombreux.	2 chances de pluies en moyenne	→ Petite saison des pluies	Chaleur plus précoce
Pas de repousses. Travail du sol et semis impossibles Difficultés implantation couverts	Travail du sol incertain. ↗ Risque semis tardif. Levée massive des adventices d'automne (ray-grass, véroniques...) Entrée dans les parcelles délicates	Valorisation des engrais incertaine. ↘ risque Septoriose.	Valorisation des engrais si réactif	Efficacité engrais. Risque maladies	Maturité + précoce et + rapide



Conservation des sols et bio ?





De multiples moyens d'implantation des couverts



**CIPAN,
couvert
d'interculture**



**Dérobée fourragère
ou CIVE**



Plantes compagnes



Couvert/culture relai

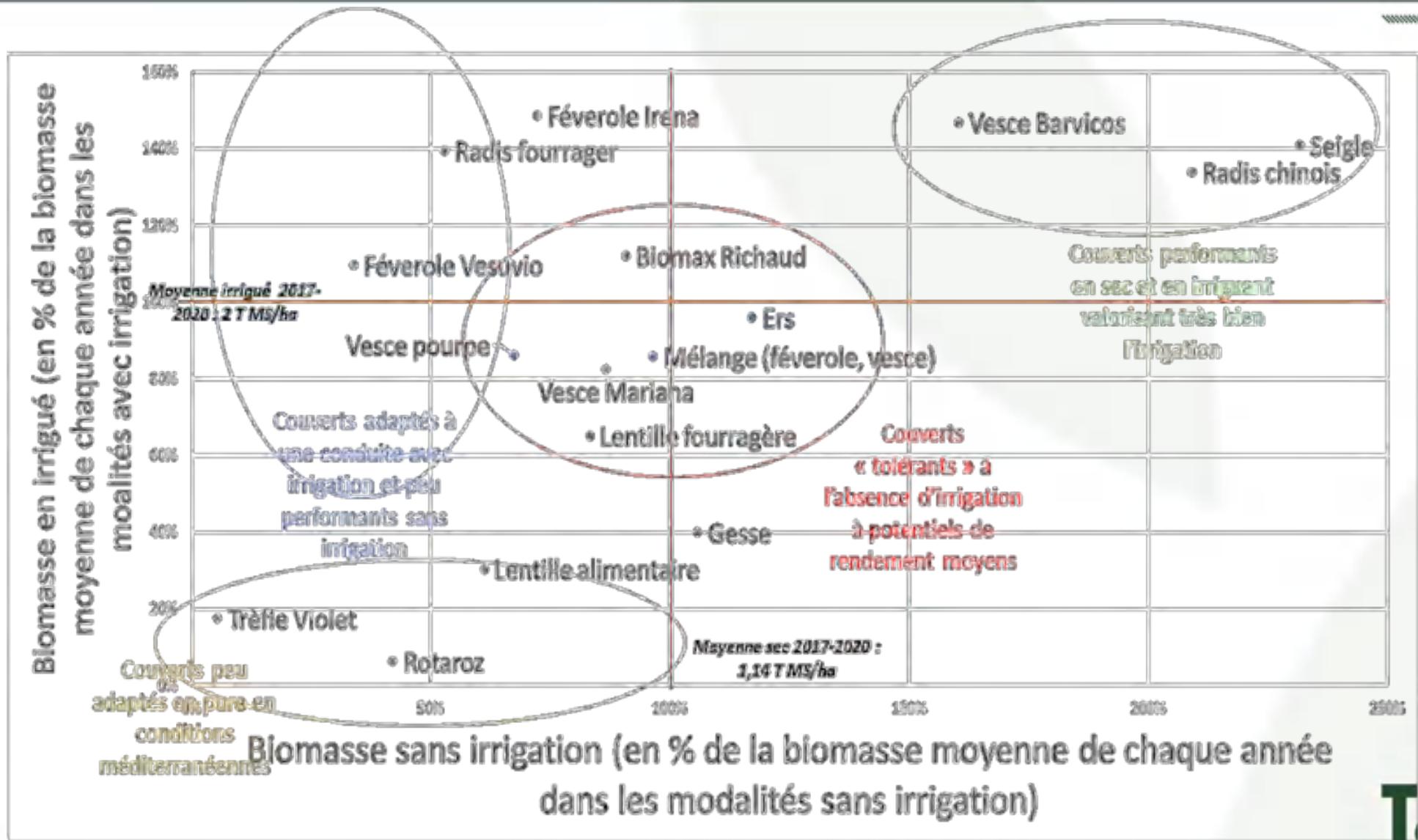


Couvert « permanent »





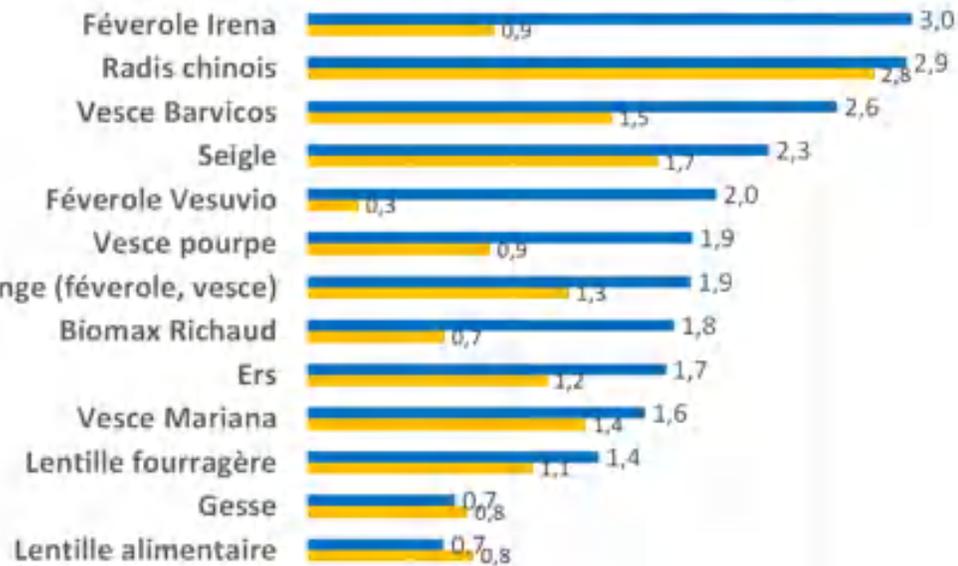
Les couverts annuels (réussite parfois incertaine)



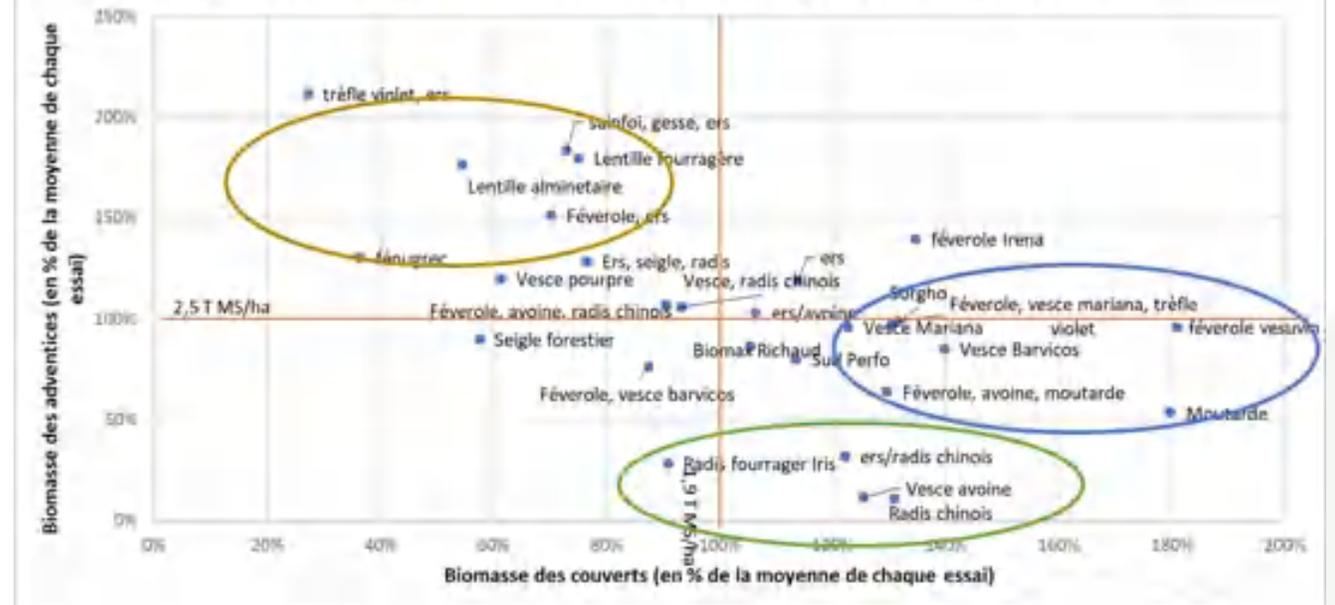


Les couverts annuels (réussite parfois incertaine)

Biomasse (T MS/ha) avec et sans irrigation



Régulation des adventices par les couverts (PEI couverts 2017-2020)

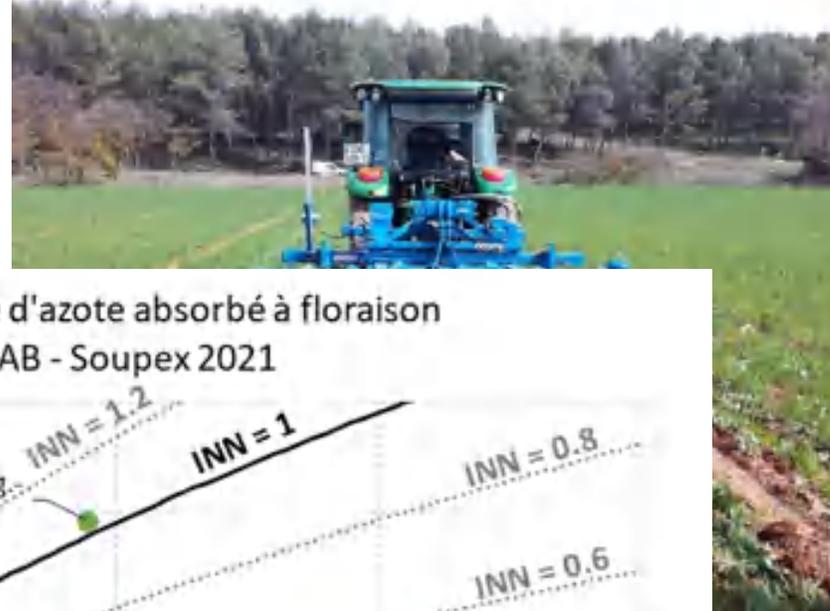


- Sans irrigation : décalage de la date de semis (sinon risque que la graine ou la plantule n'ait pas assez de réserve).
- Sans irrigation, choisir préférentiellement des couverts non gélifs, à haut potentiel de biomasse et en mélange (vesce, avoine...).
- La première pluie significative (10 mm) va déterminer la date de levée (Dorsainvill et al., 2005).
- Faux-semis, préparation du sol.
- Les mélanges, s'ils sont bien choisis, sont plus robustes.
- Irriguer-gratter-semer plutôt que gratter-semer-irriguer



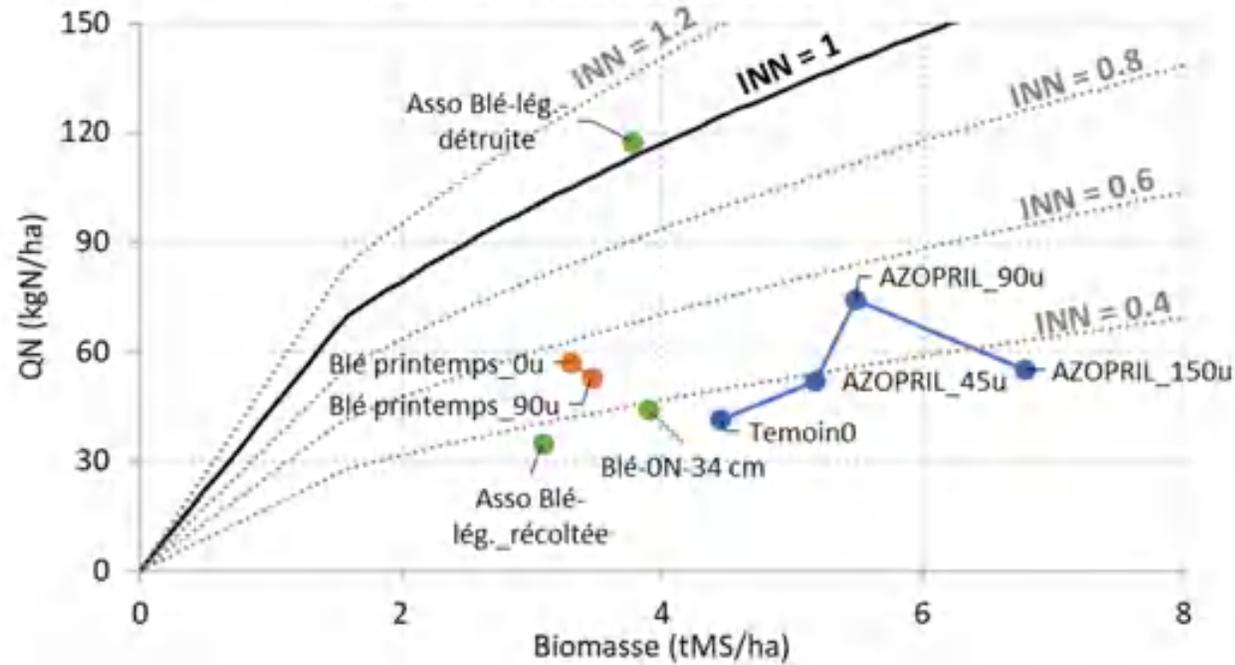
Les couverts annuels dans la culture

LYCÉE DE VALABRE

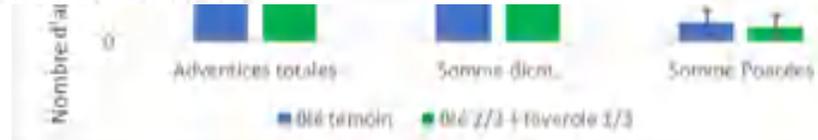


PEI Couverts végétaux 2017-2020
Blé et féverole en association

Biomasse et quantité d'azote absorbé à floraison blé dur en AB - Soupex 2021



Succès dans 6 cas sur 8	sur		
	2 ca		
Déception	2 cas : moins de rendement et plus de protéines	102%	98%
	84%		103%

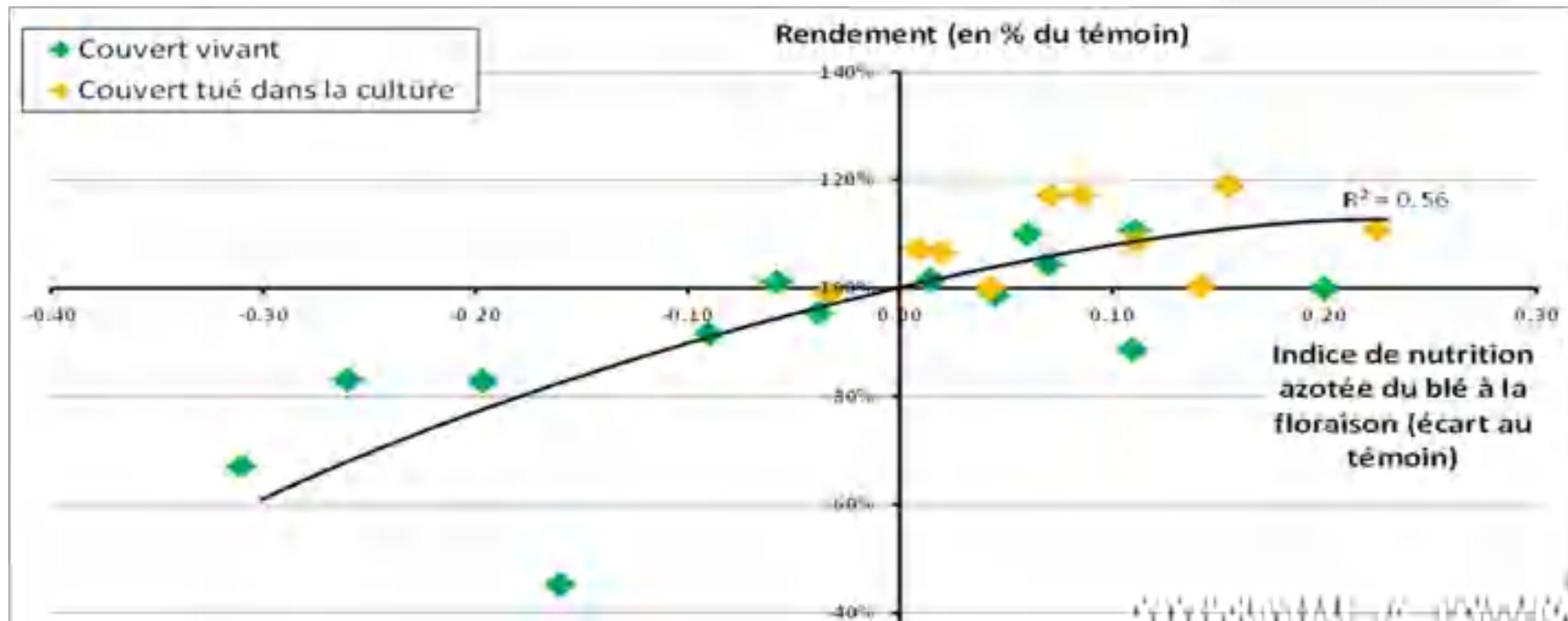




La voie des couverts permanents

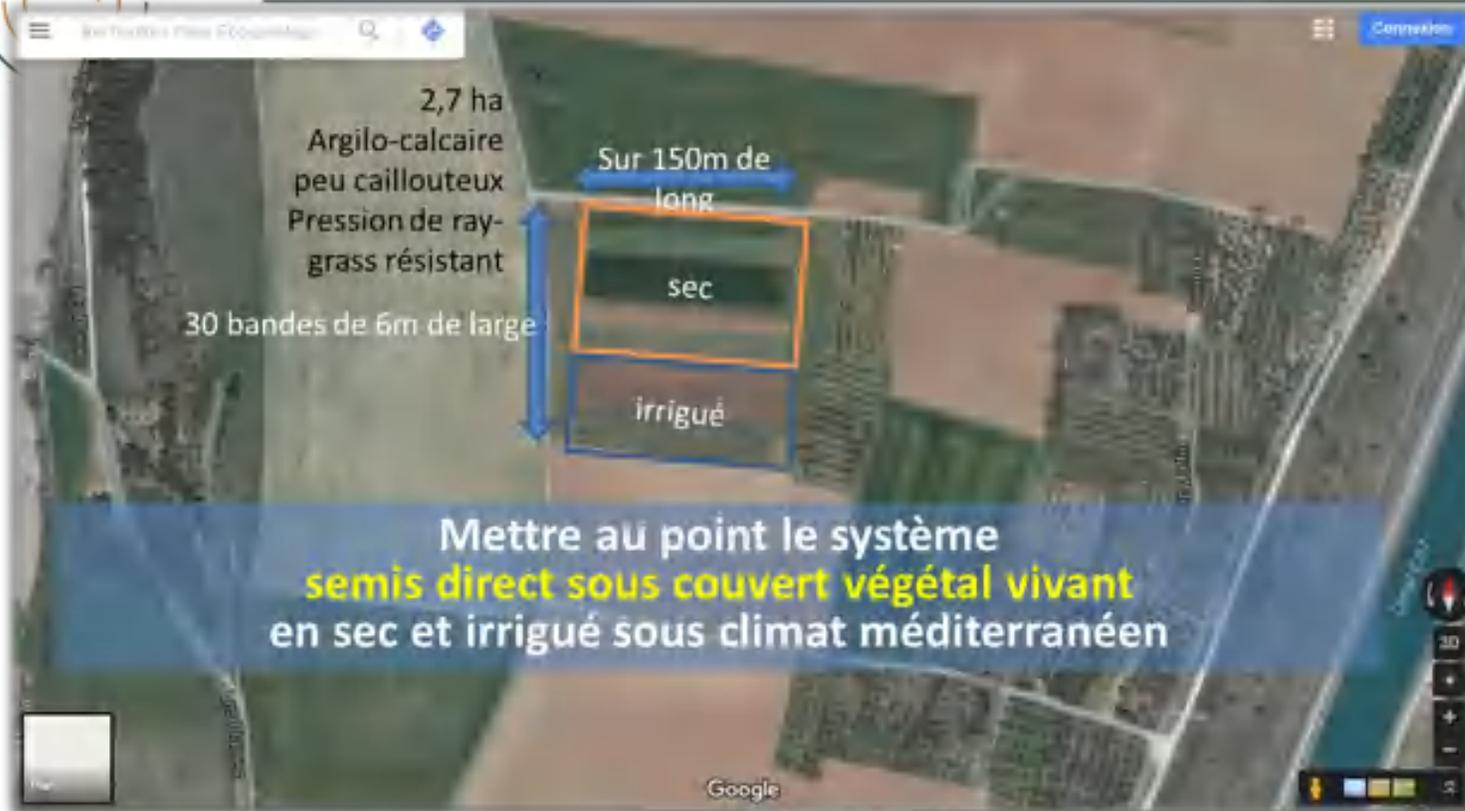


- Pour réussir au maximum :
 - Les couverts annuels : **ça ne marche pas à tous les coups.**
 - **Couverts semi-permanents** à base de fourrages pluriannuels.
 - Succès de la pratique : qualité de la régulation du couvert dans la culture





Des références « systèmes » : essai SCV Oraison



- Installer des couverts **dès que les conditions s'y prêtent.**
- Mixer couverts permanents et annuels **pour maximiser la couverture**



Essai Oraison Arvalis-D.Bremond





16/09/2021



14 juin 2018



18 Juillet 2018



16/09/2023

Broyage de la luzerne le 19 aout



16/09/2021

Sec (bande 10)



CARACTÉRISATION DES MATIÈRES ORGANIQUES DU SOL



Etat d'humification des différentes fractions de MO

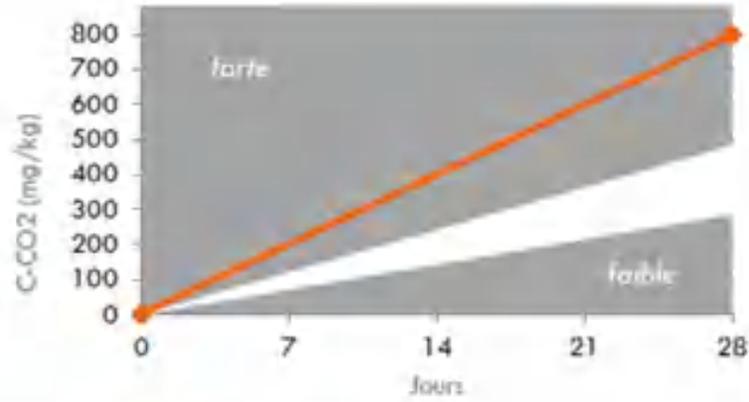


	teneur en % de sol	teneur en % de MO	azote (g/kg)	C/N
MO totale	3,4		2,16	9,2
MO liée	2,6	76	1,74	8,7
MO libre	0,8	24	0,42	11,3

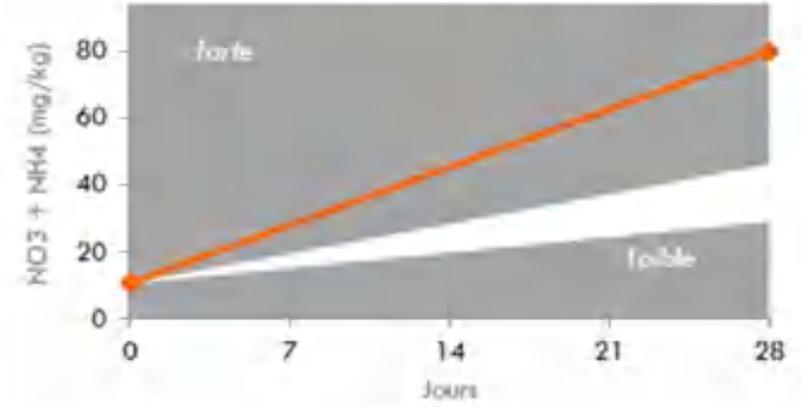
✓ ACTIVITÉS MICROBIOLOGIQUES MINÉRALISATRICES DE C et N : dégradabilité de la MO



Minéralisation du carbone



Minéralisation de l'azote



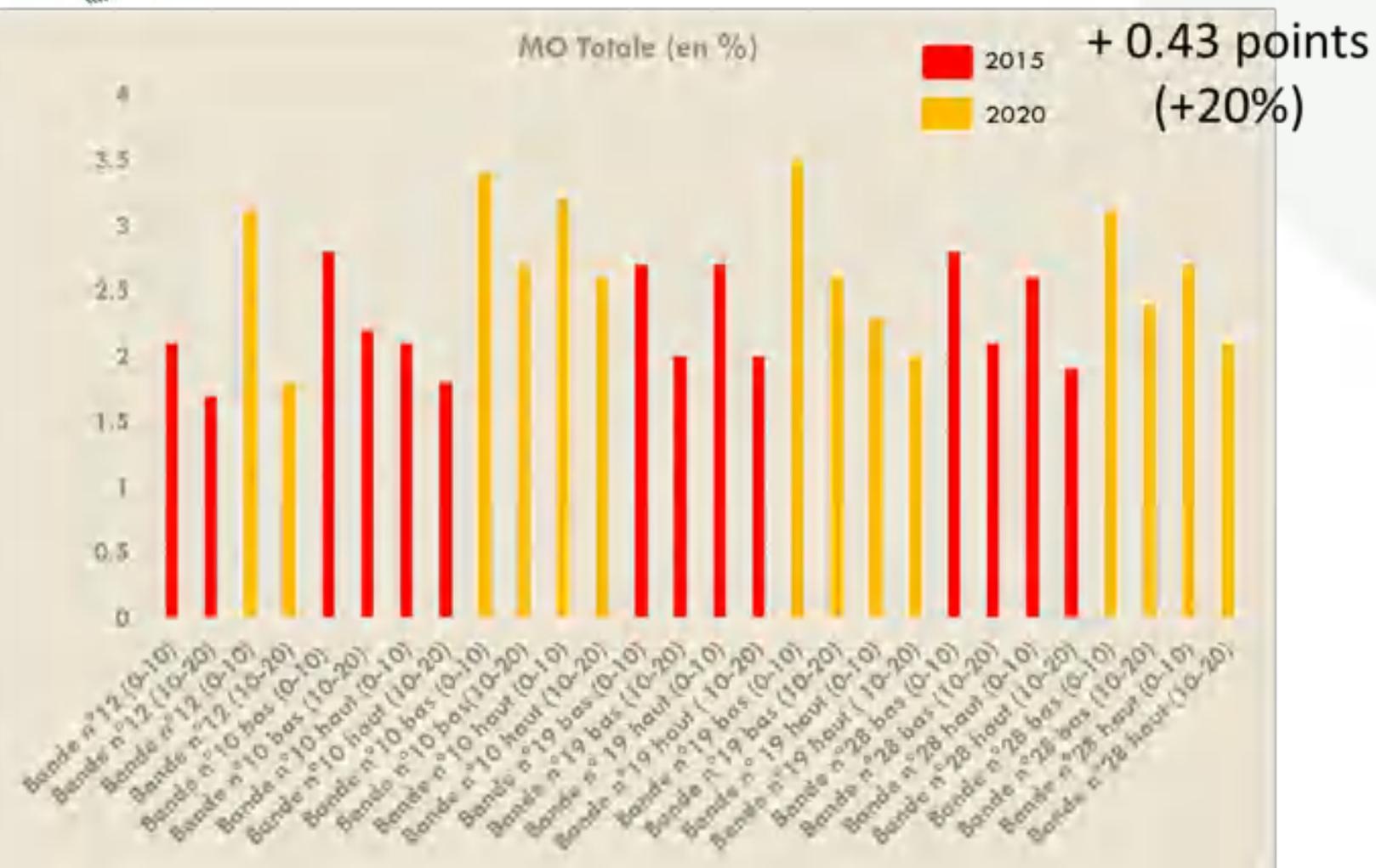
BILAN DES ÉLÉMENTS MINÉRALISÉS

CARBONE			
C organique (g/kg TS)	C minéralisé (mg/kg/28j)	Indice de minéralisation (%)	Cm/BM
19,8	796,9	4,0	36,2
fort	très fort	très fort	

AZOTE				
N total (g/kg)	N minéralisé (mg/kg/28j)	Indice de minéralisation (%Ntotal)	Fourniture annuelle N (U)	Reliquat (U)
2,2	69,1	3,2	137,9	14,0
	très fort	très fort		



Des références « systèmes »: essai SCV Oraison





La voie des couverts permanents... risquée sans maîtrise du couvert

Récolte cadre 1m ²	témoin	Zérozéro	En % du témoin
Épis/m ²	334	290	87%
Grains/épi	39	13	33%
Grains/m ²	12960	3650	28%
PMG (g)	45	39	87%
Poids de grain/épi (g)	1.7	0.5	29%
Biomasse totale produite (g/m ²)	1240	1125	91%
Biomasse blé (g/m ²)	1240	319	26%
Biomasse sainfoin (g/m ²)	négligeable	505	
Biomasse coquelicots (g/m ²)	négligeable	301	
Rendement biologique grain blé (q/ha)	58	14	24%



Les couverts permanents dans la culture (en bio)



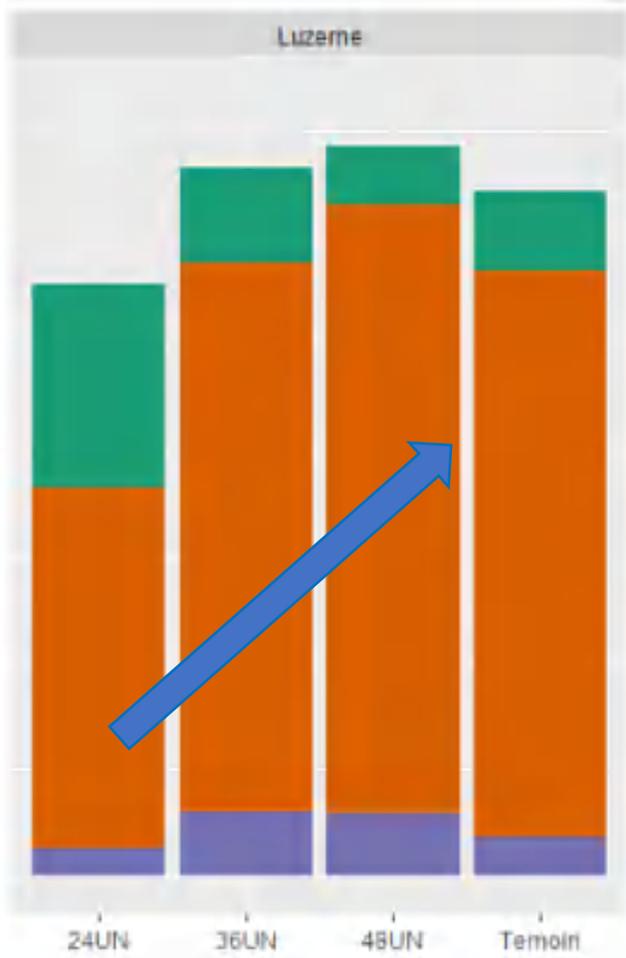
D.Orciere (Gap)

Les repousses de luzerne : meilleur allié pour couvrir les sols l'été (mais un allié dangereux)

- **Scalper** (si possible deux fois) la luzerne avant semis de la céréale d'hiver (plutôt que disquer).
- **Anticiper la date de semis du blé** pour favoriser sa vigueur au démarrage.
- Choisir des **blés à paille haute** (variétés anciennes ou modernes).
- **Le fertiliser un peu précocement** (et un peu plus que d'habitude?) pour favoriser sa croissance et sa compétitivité sur la luzerne.
- **Ne pas déchaumer après moisson** pour laisser la luzerne repartir.
- Ou si elle est déjà présente sous le blé, la **broyer pour lui redonner un peu de vigueur**.
- Si elle est claire, **sur-semer un couvert dedans en direct** (en fonction bien sûr de la culture suivante).



Les couverts permanents dans la culture (en bio)



Flo
Flo_adv
Flo_ble
Flo_cou



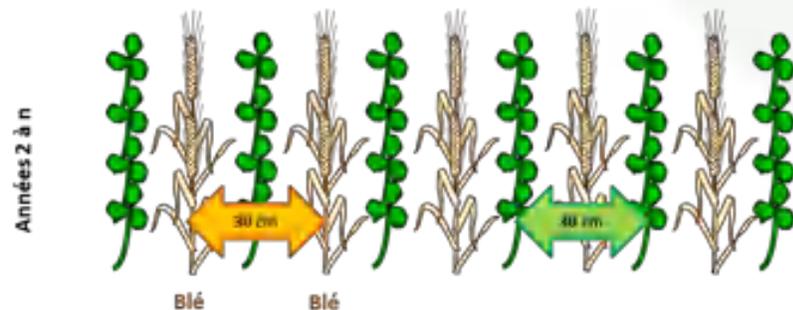
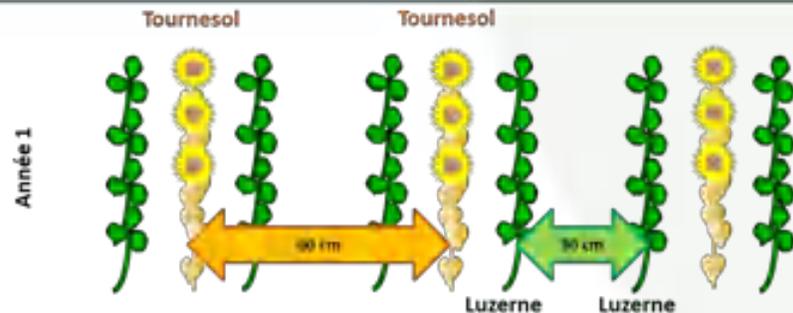
Les repousses de luzerne : meilleur allié pour couvrir les sols l'été (mais un allié dangereux)

- **Scalper** (si possible deux fois) la luzerne avant semis de la céréale d'hiver (plutôt que disquer).
- **Anticiper la date de semis du blé** pour favoriser sa vigueur au démarrage.
- Choisir des **blés à paille haute** (variétés anciennes ou modernes).
- **Le fertiliser un peu précocement** (et un peu plus que d'habitude?) pour favoriser sa croissance et sa compétitivité sur la luzerne.
- **Ne pas déchaumer après moisson** pour laisser la luzerne repartir.
- Ou si elle est déjà présente sous le blé, la **broyer pour lui redonner un peu de vigueur**.
- Si elle est claire, **sur-semer un couvert dedans en direct** (en fonction bien sûr de la culture suivante).





Les couverts permanents dans la culture



Blé dur

31 q/ha
13.3% prot.

2 broyages

3 broyages

2 broyages



12 q/ha



14 q/ha
12% prot.



27 q/ha
14% prot.



40 q/ha
11.2% prot.

Blé tendre

2016

2017

2018

2019





Les réflexions et pistes de travail en bio

Couverts permanents

- La génétique : un levier pour éviter la concurrence entre le blé et la luzerne ? (et limiter la régulation chimique ou mécanique ?)
- Covariétés de blé et de luzerne.
- Luzernes :
 - Sélectionnée pour la production fourragère
 - Autres paradigmes ?
 - Variétés les plus dormantes en France : indice 3,5 → variétés plus nordiques : indices 1 (démarrage de végétation déterminé par l'allongement de la durée du jour).
- Blé : pratiquer le couvert-semi-permanent avec des variétés plus modernes (et donc plus courtes en paille) ?

Complémentarités élevage/couverts végétaux

Cultures associées