

Les couverts d'interculture au service des sols, des cultures et de l'agriculteur



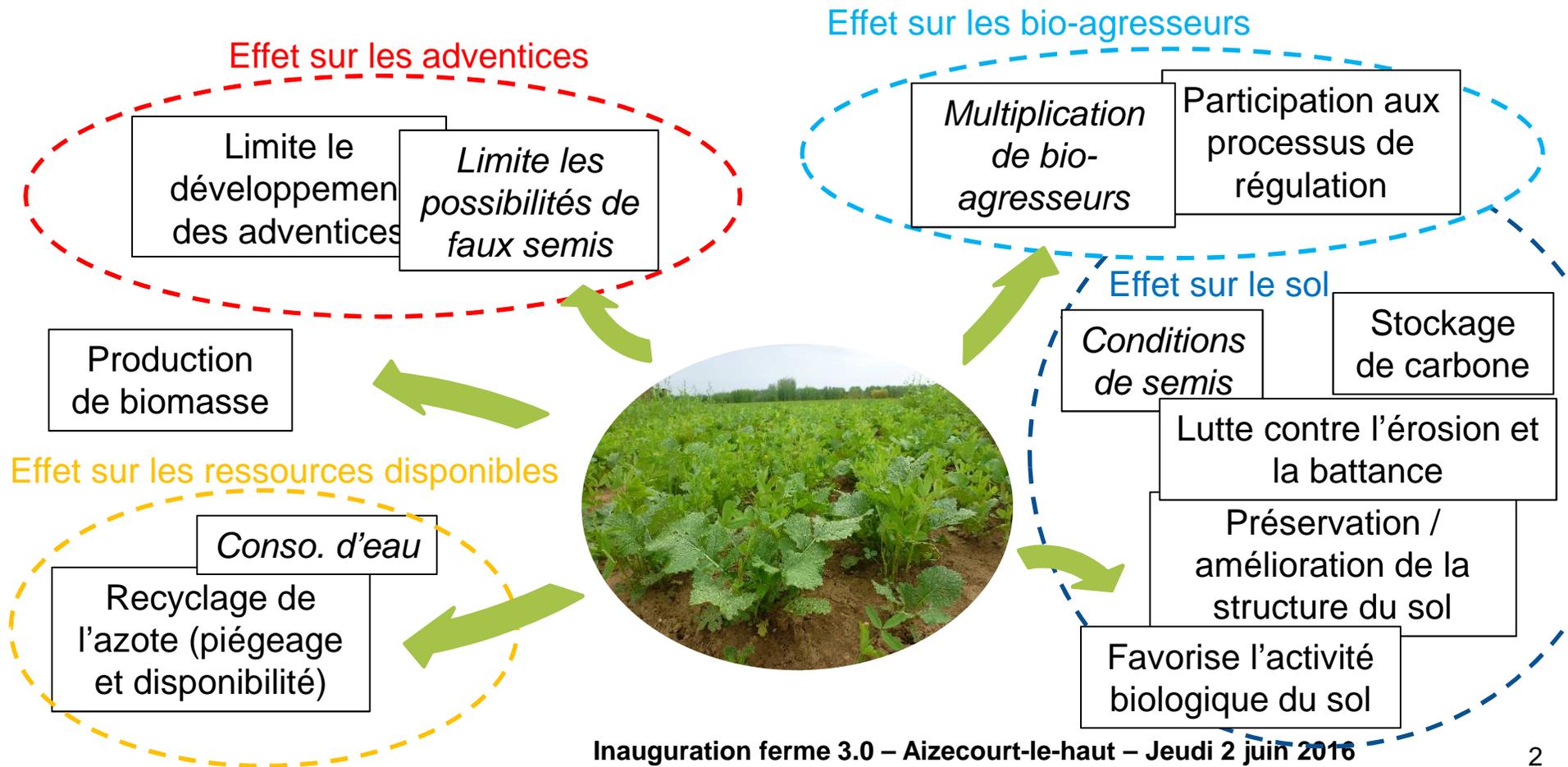
Crédit photo : Mother Earth News

Romain Crignon – r.crignon@agro-transfert-rt.org

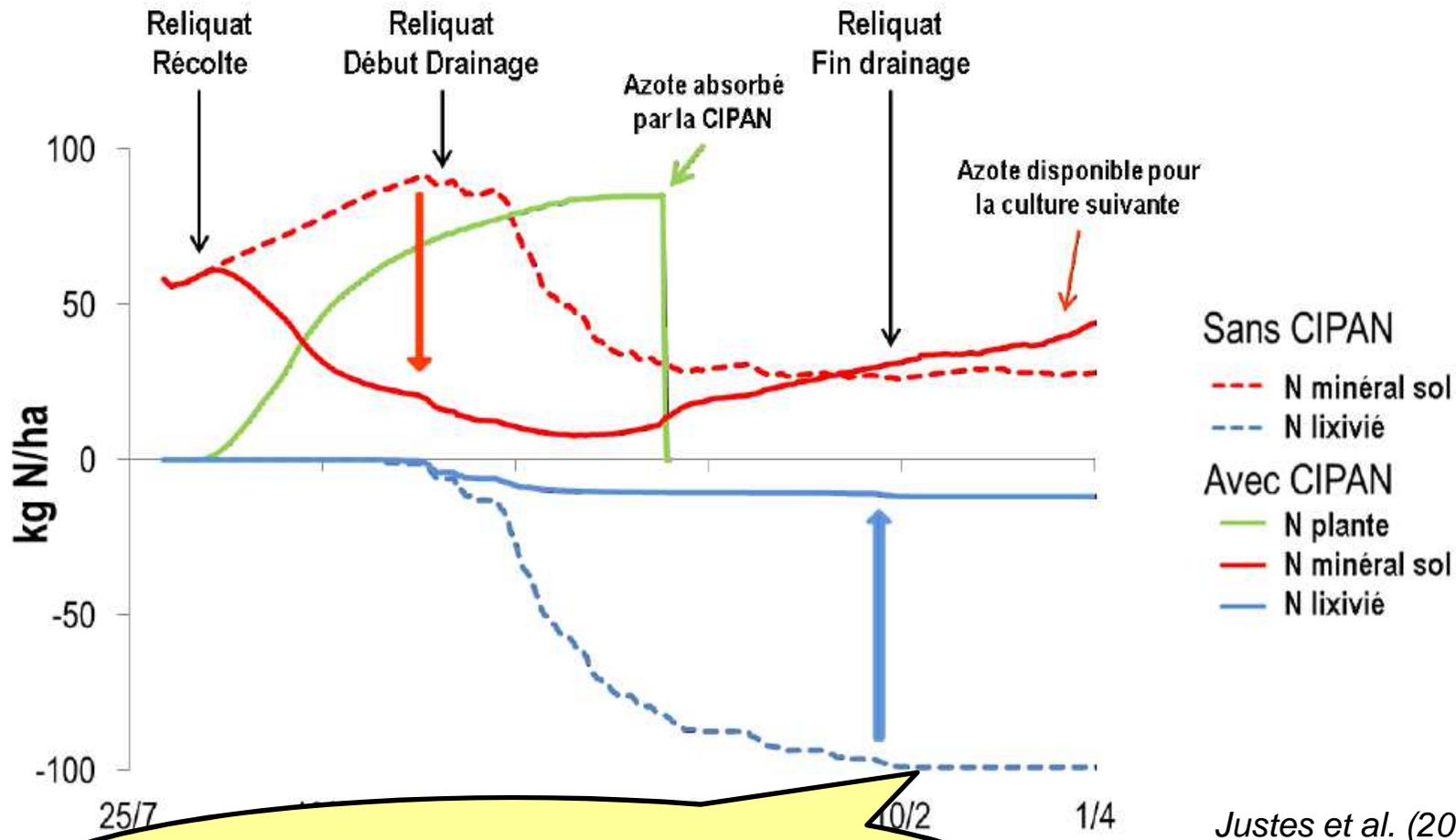
Introduction

Directive nitrate : obligation de couverture des sols en ZV
Paieement vert : couverts d'interculture bispécifiques éligibles SIE

Au-delà des bénéfices agronomiques dont il faut tirer parti et des *contraintes* à minimiser

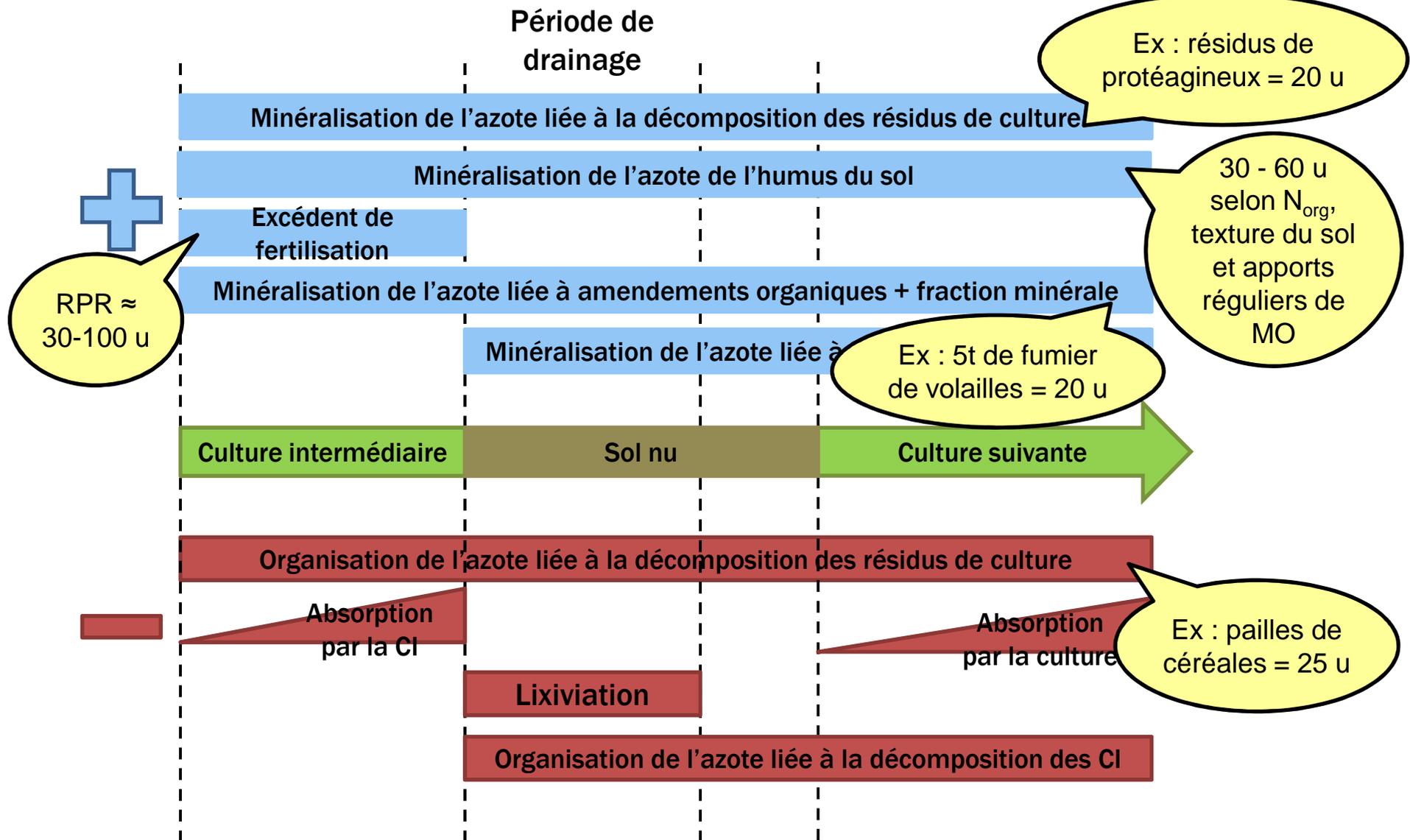


Cycle de l'azote en interculture

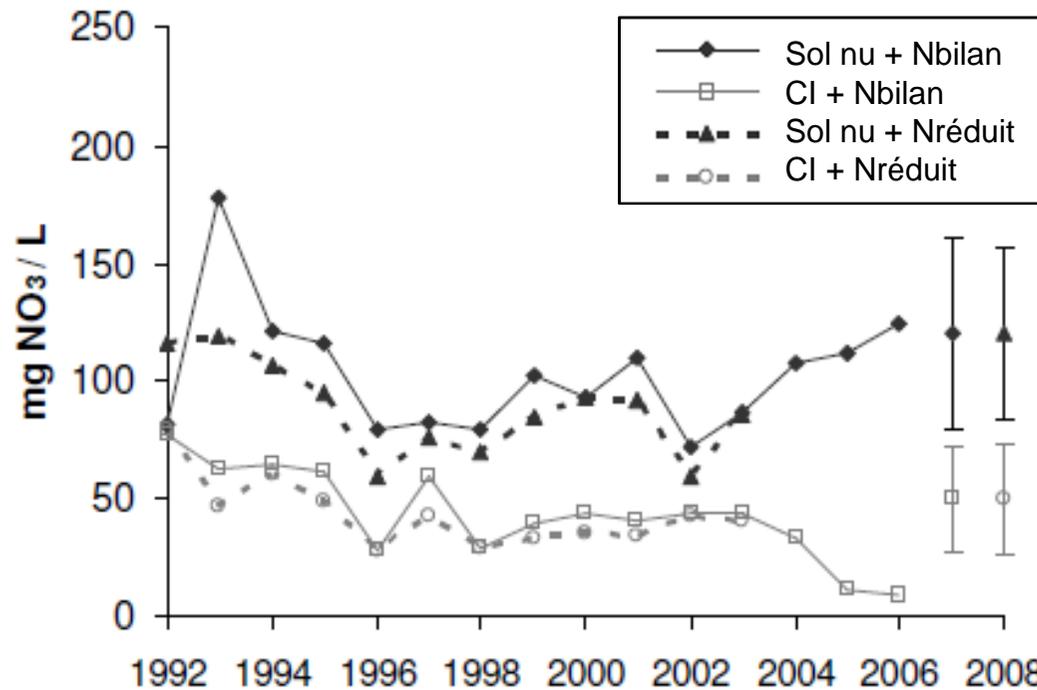


Pertes d'azote = Pertes d'engrais

Cycle de l'azote en interculture



Efficacité des CI pour limiter les pertes



Constantin et al. 2010

Couvert d'interculture = levier le plus efficace pour la réduction des pertes

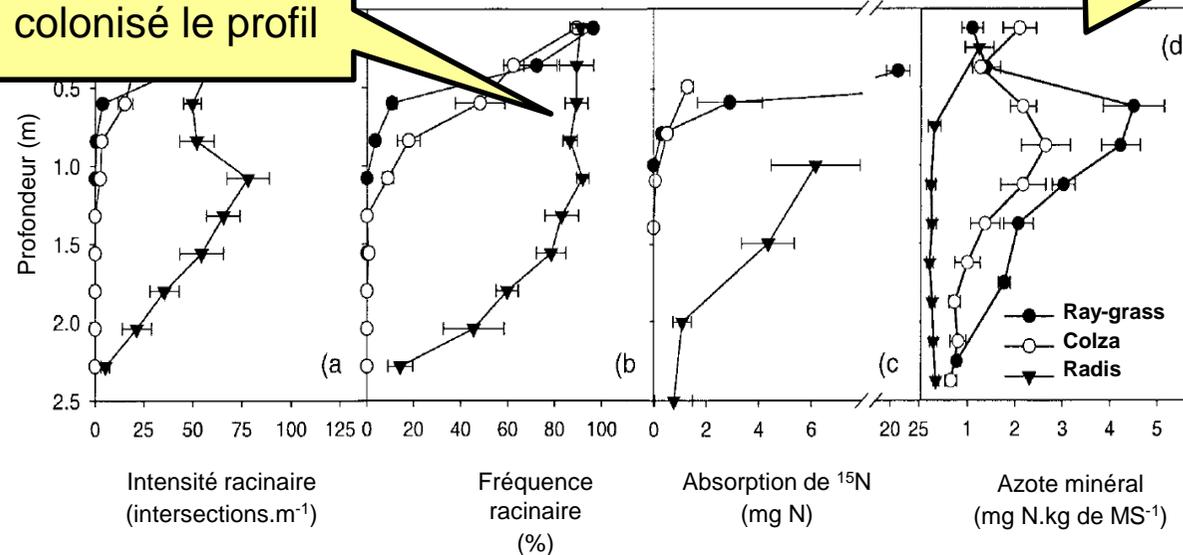
Pertes d'azote et écophysiole des cultures intermédiaires

Capacité des couverts à piéger les nitrates liée à :

- leur vitesse d'enracinement Thorup-Kristensen (2000)
- leur profondeur d'enracinement Kristensen et Thorup-Kristensen

Radis a plus colonisé le profil

Radis plus efficace que le colza ou le RG



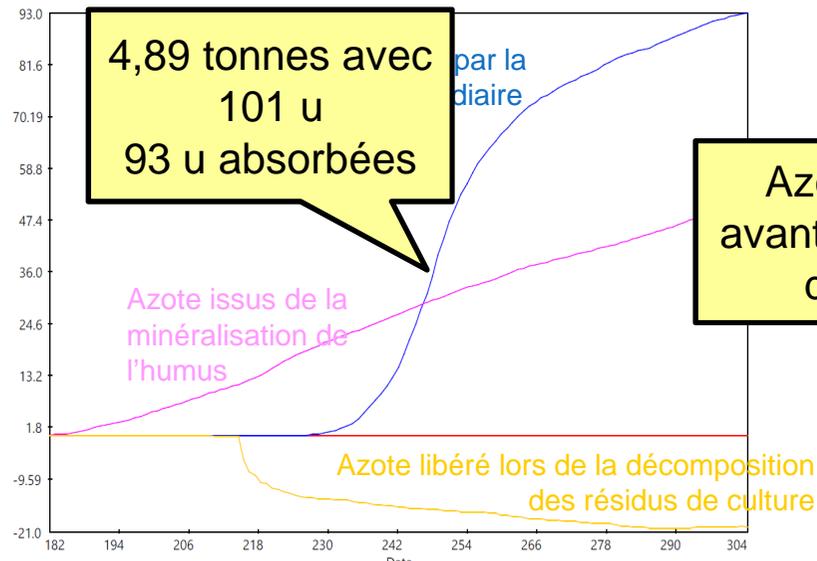
- leur capacité à fixer l'azote atmosphérique : légumineuses 50% moins efficaces que les non-légumineuses

Des performances liées aux conditions de croissance :

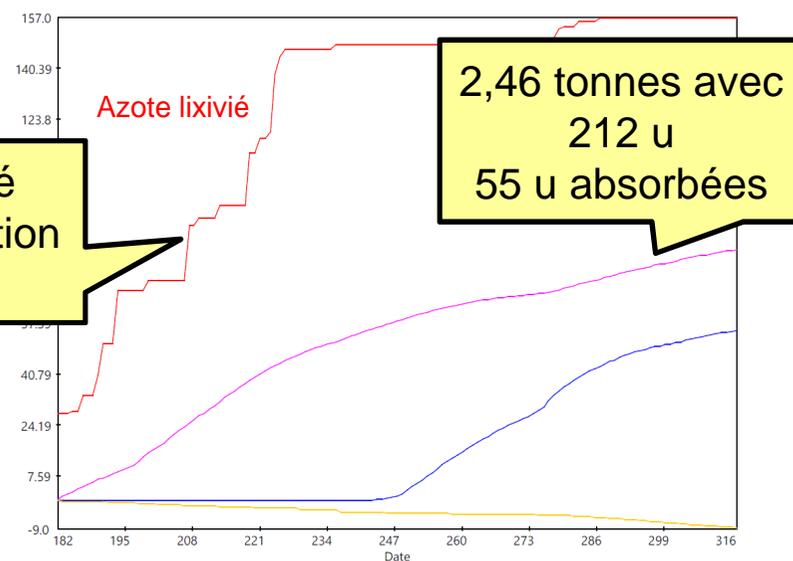
- Dans 85% des situations l'azote est limitant [Cohan et al. \(2011\)](#)
- En conditions non limitantes d'azote c'est le rayonnement global qui limite le développement des CI [Allison et al. \(1998\)](#)
- La capacité de piégeage décroît de 2 kgN.ha⁻¹ par jour de retard à la levée à partir du 1^{er} septembre [Destain et al. \(2010\)](#)

Cas de deux situations très contrastées (simulations)

Terres rouges à châtaigniers (forte RU) et levée précoce



Sables superficiels (faible RU) et levée tardive



Les quantités minéralisées dépendent de :

- La quantité d'azote contenue dans le couvert (productivité du couvert)
- Du C/N des résidus (9,5 à 34) **Justes al. (2009)**
- Et le temps de minéralisation (date de destruction)

	Légumineuse	Moutarde	Graminée
C/N	10-12	15-20	20-30
Taux de minéralisation	40 à 50 %	15 à 30 %	-15 à 15 %

Justes (2012)

L'effet fertilisant des cultures intermédiaires (par différence au sol nu) est décomposé en :

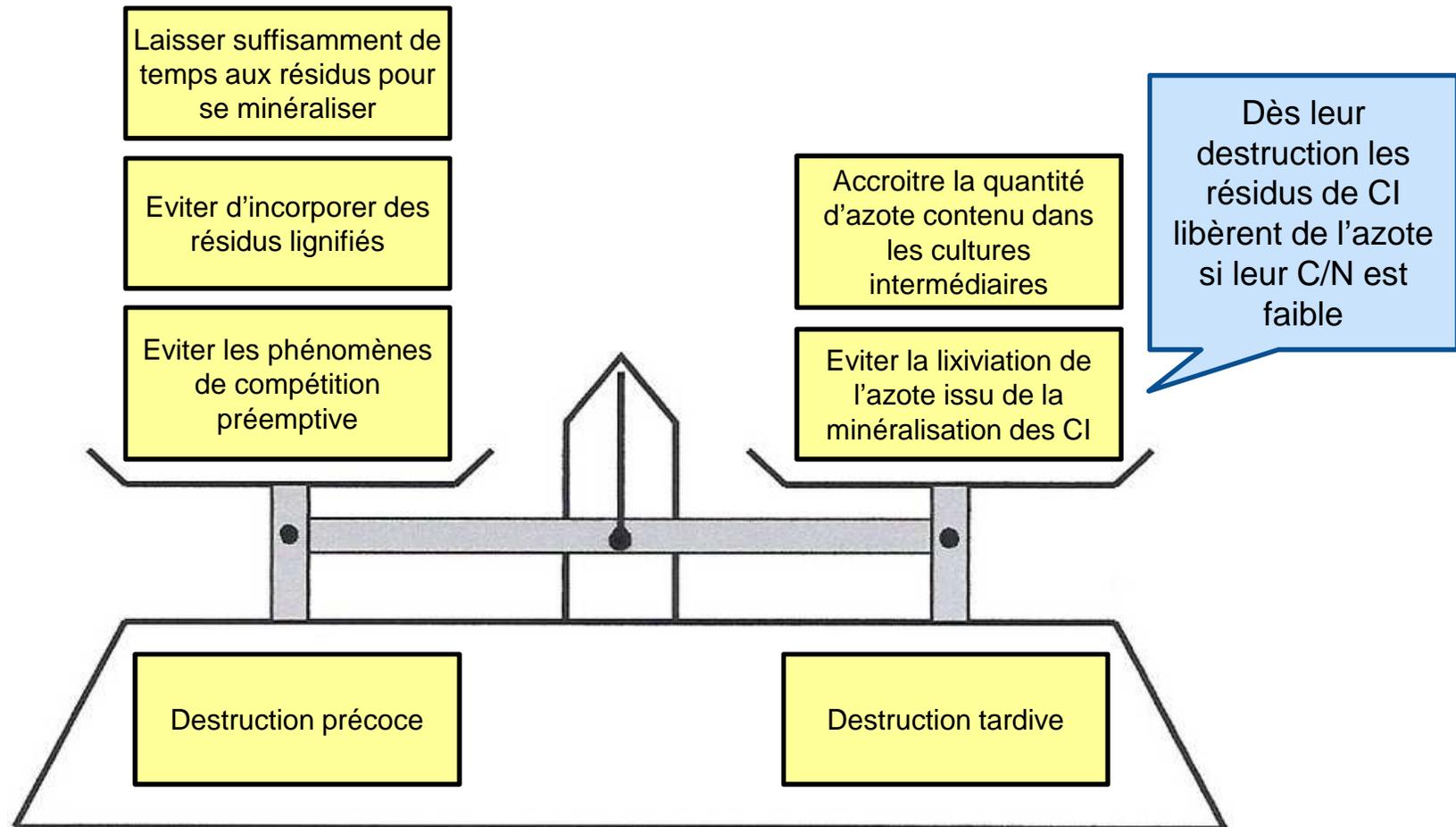
- l'effet sur le stock d'azote minéral à l'ouverture du bilan (RSH)
- la minéralisation des résidus de culture intermédiaire après l'ouverture du bilan (MrCl)

	Effet RSH	Effet MrCl	Valeur fertilisante
Non légumineuses	- - à neutre	+	neutre
Légumineuses	neutre à +	++	++

Valeur fertilisante d'autant plus forte que l'enracinement de la culture suivante est superficiel (effet relocalisation et horizon labouré lixivié en 1^{er}) et que le drainage est élevé

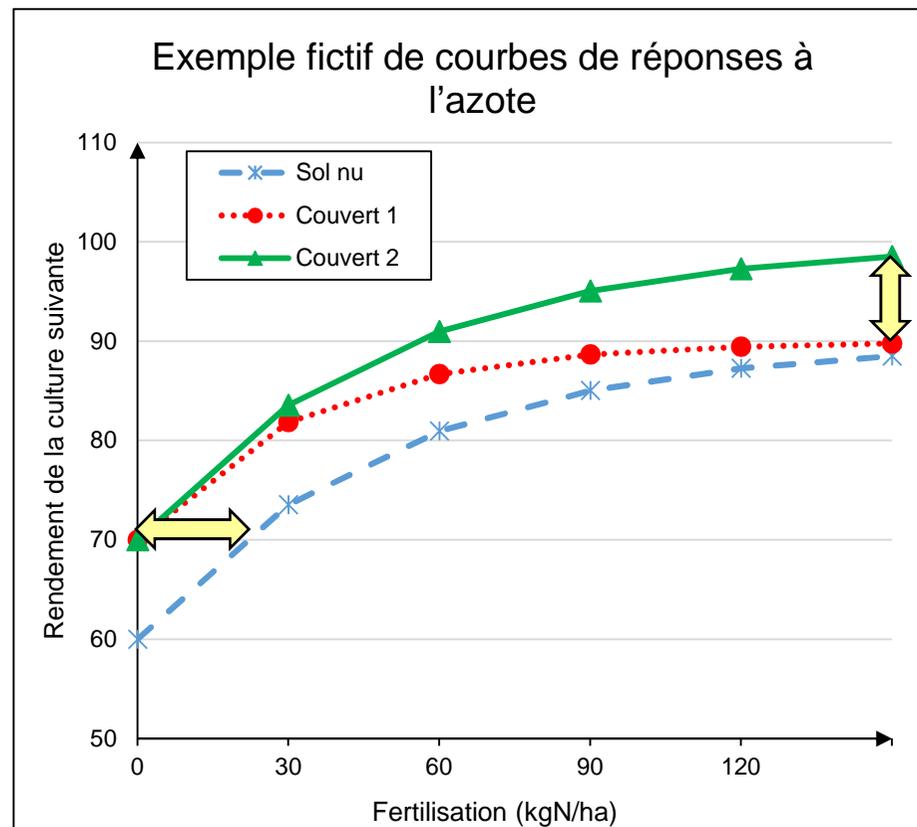
Disponibilité de l'azote à court terme

Importance de la date de destruction

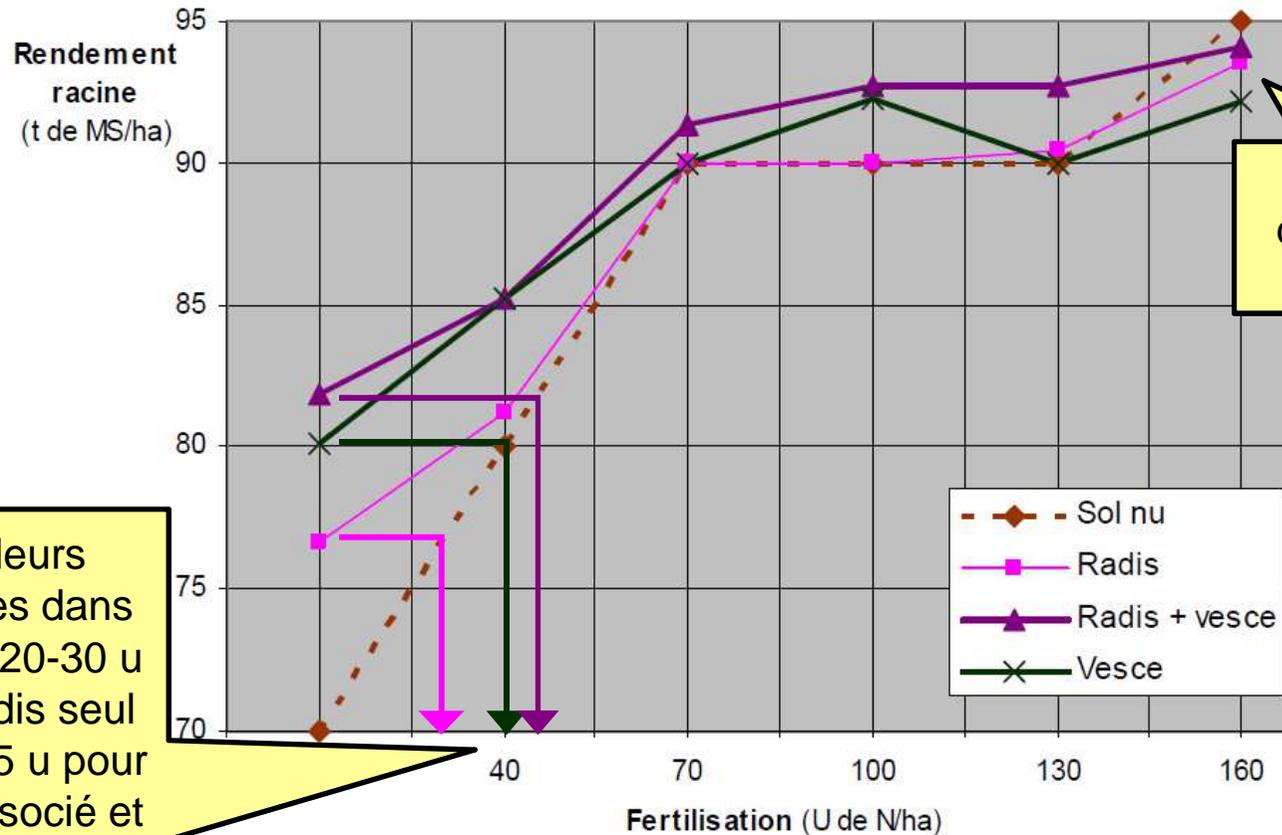


Ne pas confondre :

- **Effet fertilisant** visible à bas niveau d'intrants (niveau de fertilisation du témoin sol nu pour atteindre le rendement de la modalité couverte non fertilisée)
- **Effet déplaçonnement du rendement** correspondant à la levée (ou à l'application) d'un autre facteur limitant



In fine, quel effet sur le rendement à CT ?



Pas d'effet de déplaçonnement de rendement

Des valeurs fertilisantes dans ce cas de 20-30 u pour le radis seul et de 40-45 u pour le radis associé et la vesce

Source : CRA ALPC compilation d'essais menés par la FDGEDA Aube et l'ITB

Culture suivante	Couvert en interculture	Moyenne de I _{RDT}	Pourcentage de valeurs de I _{RDT}					Nombre de valeurs
			< 85% (effet--)	entre 85 et 95% (effet -)	entre 95 et 105% (effet 0)	entre 105 et 115% (effet +)	> 115% (effet++)	
Betterave sucrière	Associations	105	0	0	50	40	10	18
	Classiques	100	0	15	45	35	5	18
	Légumineuses	105	0	0	60	30	10	18

Intérêt des mélanges

% des
témoins non-
légumineuses

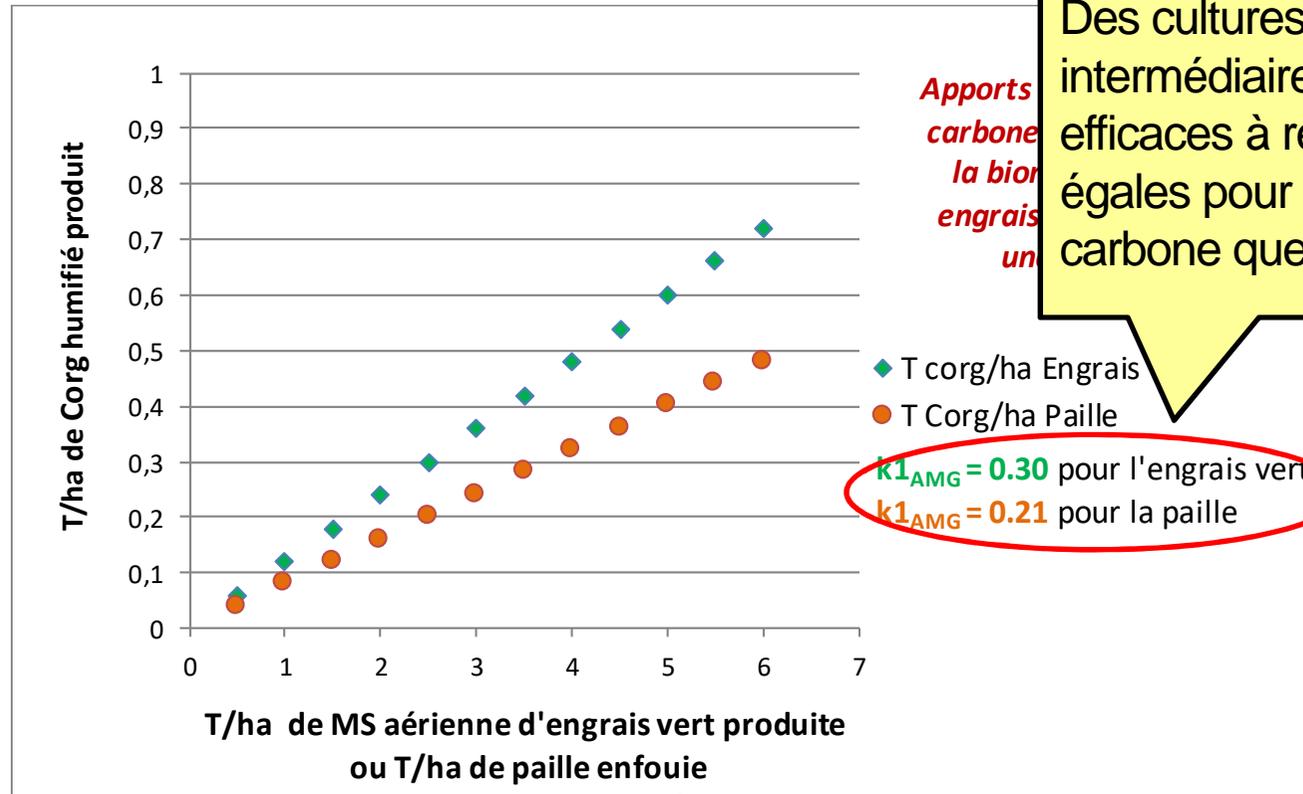
% des
témoins
légumineuses
pures

Mélange	Effet CIPAN	Effet engrais vert
Meilleure CIPAN		
navette fourragère x féverole	260%	33%
navette fourragère x trèfle incarnat	258%	9%
Meilleur engrais vert		
phacélie x pois	52%	104%
phacélie x vesce pourpre	74%	108%
Meilleur compromis		
avoine rude x lentille	93%	70%
RG x vesce pourpre	81%	87%

Des mélanges aussi efficaces que les non légumineuses pour piéger l'azote

D'après Tribouillois et al. 2015

Effet sur la fertilité à long terme Stock de matière organique du sol



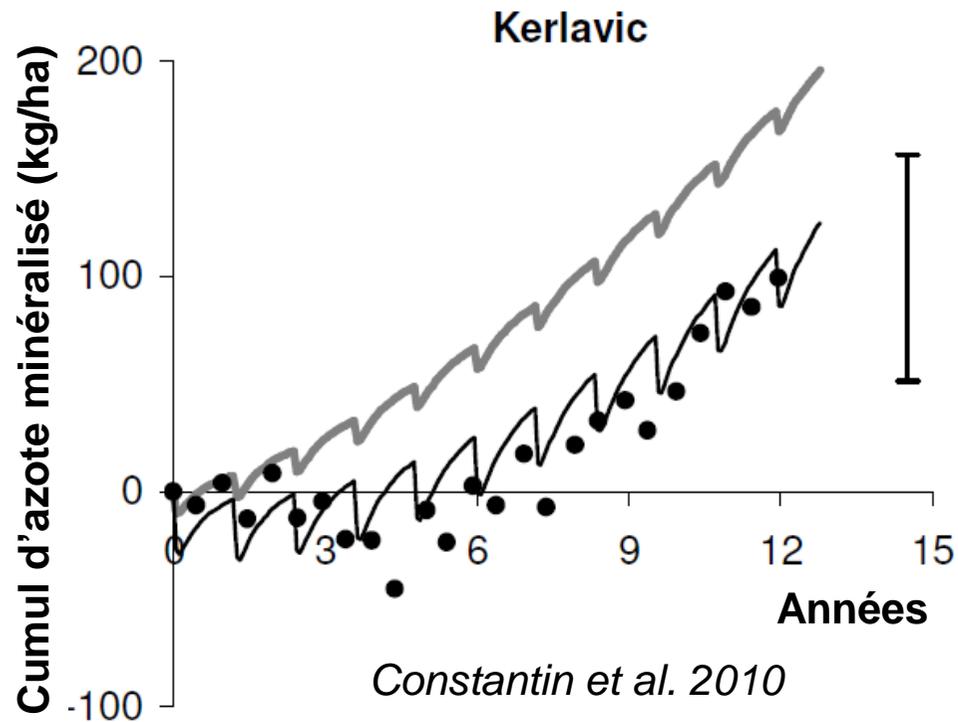
Source : Agro-Transfert Ressources et Territoires

Les cultures intermédiaires contribuent à augmenter le stock de carbone labile du sol dans un délai court (3-7 ans) Thorup-Kristensen (2003)

Minéralisation du carbone est robuste et rapide (entre 19 et 29 % à 7 jours et entre 58 et 68% à 168 jours) Justes et al. (2009)

Effet sur la fertilité à long terme

Effets cumulatifs



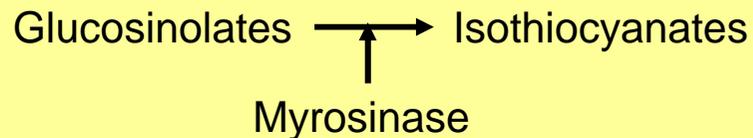
Constantin et al. (2010) effet cumulatif des cultures intermédiaires sur la minéralisation

- Couverts tous les ans
- Effet cumulatif de 9 à 26 kgN.ha⁻¹.an⁻¹
- 23 à 72 % de l'azote amené par les résidus

Régulation des ravageurs : exemple de la moutarde biofumigante

Conduite d'une culture intermédiaire destinée à être broyée et enfouie

- Capacité des brassicacées à produire des **glucosinolates** (précurseurs des isothiocyanates)



- Broyage de la culture intermédiaire permet la mise en contact des glucosinolates et de l'enzyme responsable de leur dégradation en isothiocyanates.

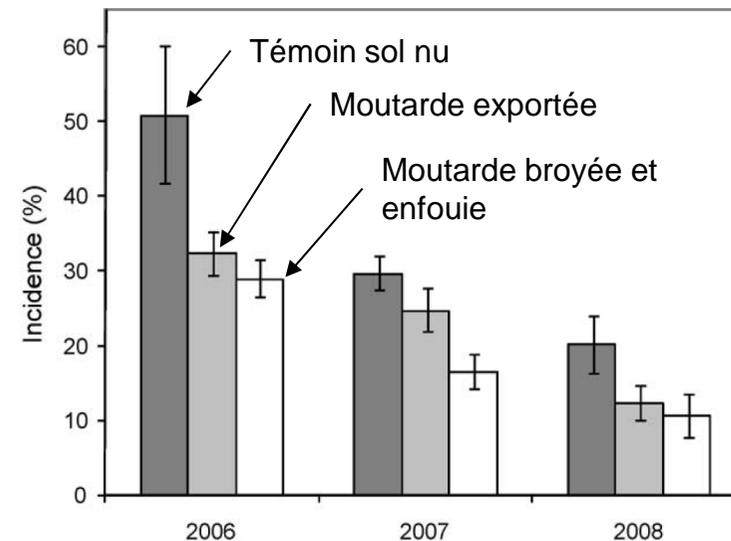
Limite :

Peu de résultats probants et réguliers en conditions réelles



Crédit photo : rinderhof.de

Incidence du rhizoctone brun sur BS
Moitisi et al. (2009)



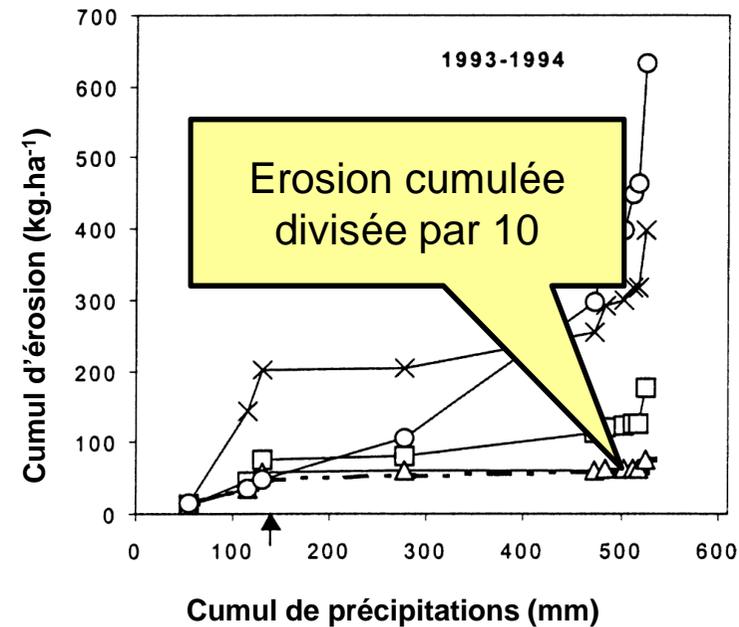
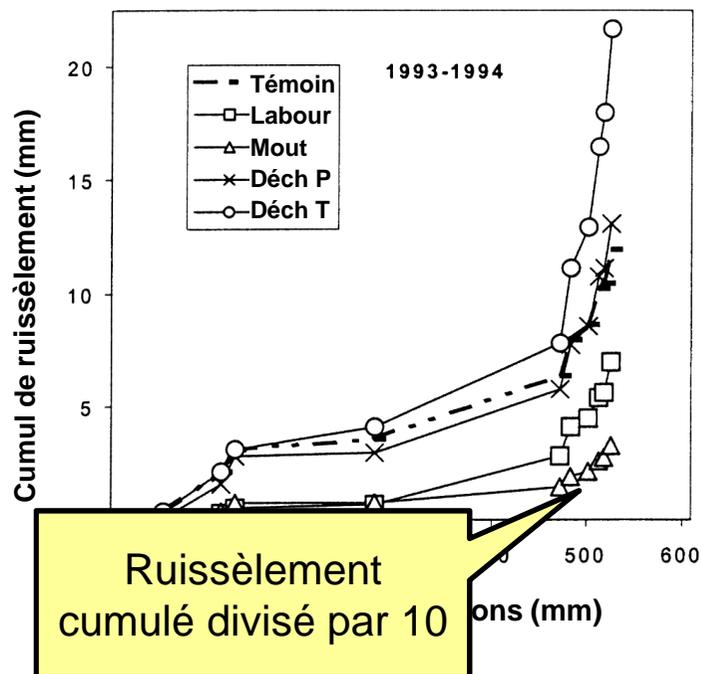
Protection des sols pendant la croissance de la CI

Limite l'impact destructurant des gouttes de pluies

- Effet « canopée » préserve la rugosité de surface

Diminue le ruissellement et l'érosivité

- Limite la quantité d'eau ruisselée par augmentation de l'infiltration
- Réduction de la vitesse d'écoulement par maintien de la rugosité de surface et présence d'obstacles



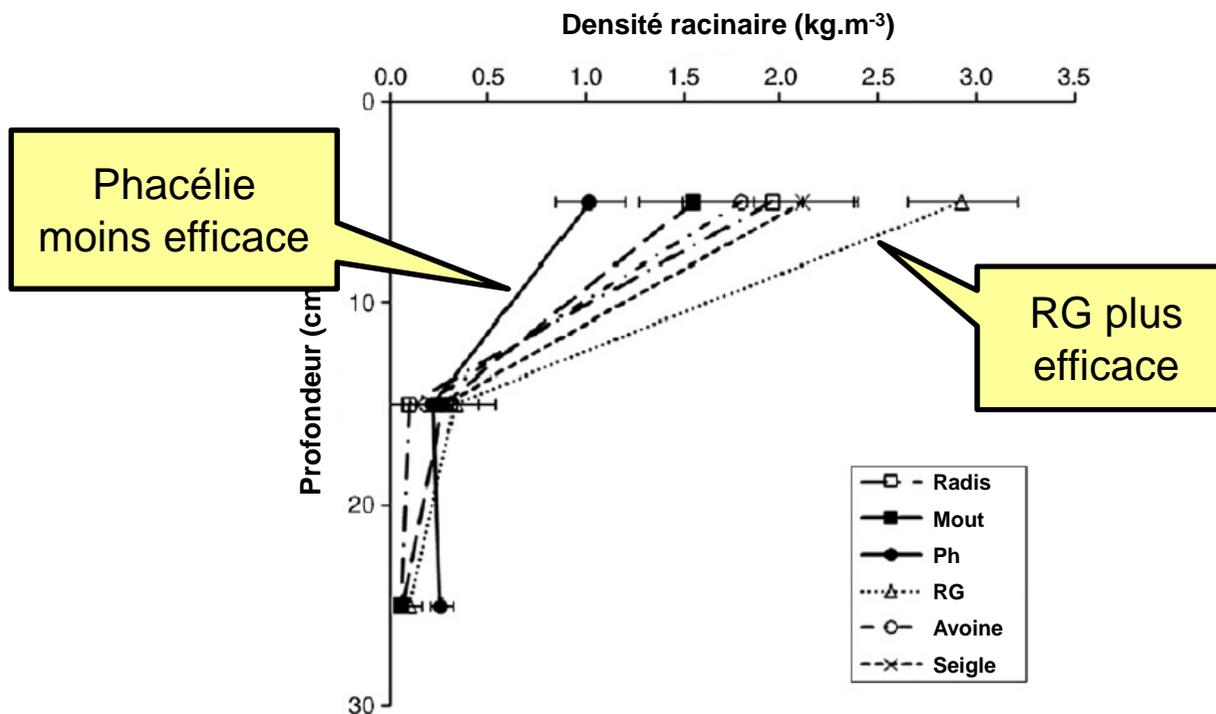
Martin (1999)

Protection des sols pendant la croissance de la CI

La lutte contre l'érosion par flux concentré (type ravine) dépend de : De Baets et al. (2011)

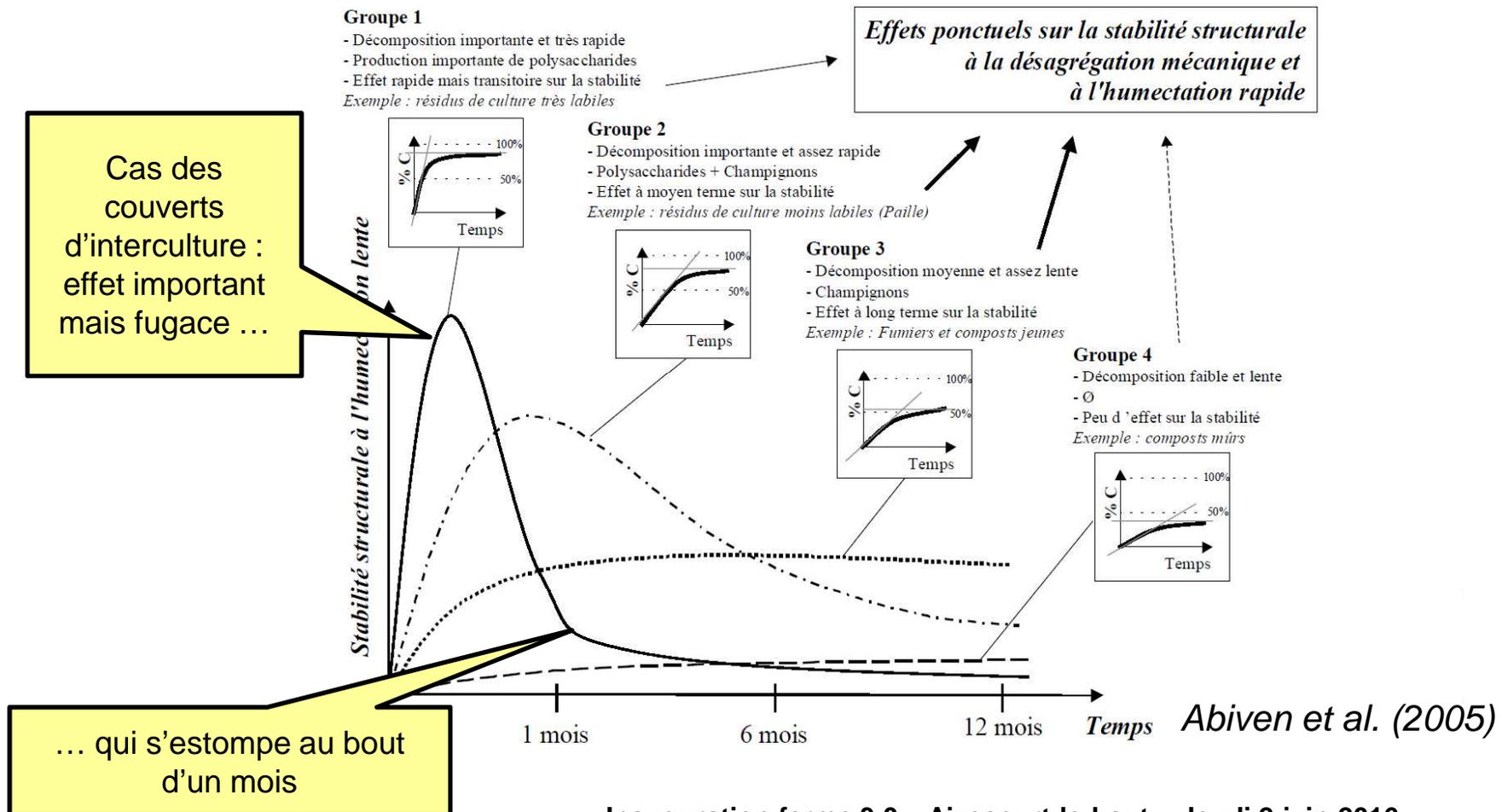
- Du nombre de pieds par m²
- Du pourcentage de couverture du sol
- Du potentiel des racines (densité de racines)

Distribution de la densité racinaire selon la profondeur et l'espèce
De Baets et al. (2011)

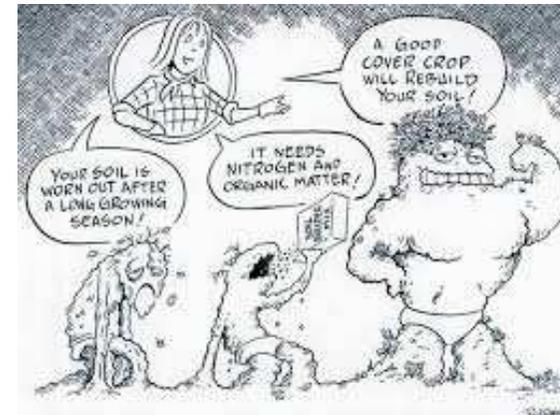


Protection des sols après la destruction

Amélioration de la stabilité structurale par l'apport de MO fraîche



Limite la « prise en masse » de l'horizon déchaumé mais phénomènes d'amélioration de la structure plus rarement observés
Peu de références scientifiques



Projet « Multifonctionnalité des couverts d'interculture »

Finalité

Aider les agriculteurs picards dans la gestion de l'interculture par la recherche d'un compromis entre services et dis-services des cultures intermédiaires

Sorties attendues

- Des références locales sur les services rendus par les CI
- Démarche de conseil permettant de produire une stratégie de gestion de l'interculture adaptée aux besoins, atouts et contraintes de l'exploitation agricole
- Des modes de gestion (itinéraires techniques et règles de décision) maximisant les services rendus par les cultures intermédiaires

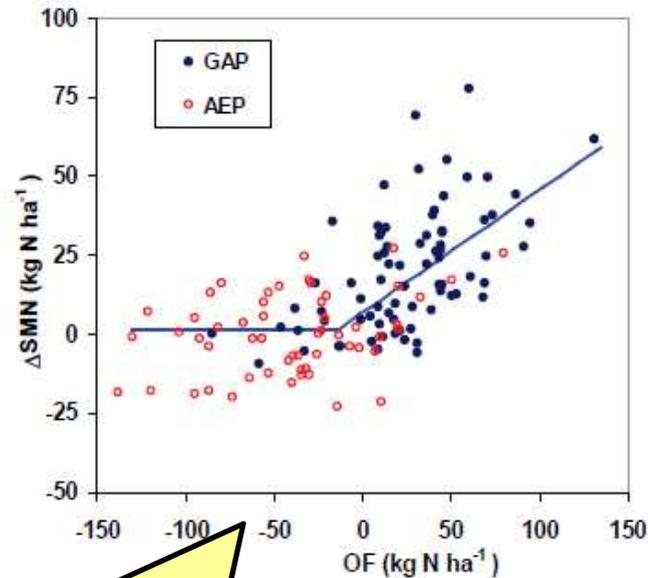
Moyens mobilisés

- Animation de groupes d'agriculteur sur le sujet des couverts d'interculture pour
 - Produire et tester des modes de gestion de l'interculture maximisant les services rendus par les cultures intermédiaires
- Expérimentation
- Modélisation
- Bibliographie

Merci de votre attention
Visite de la vitrine « couverts végétaux »

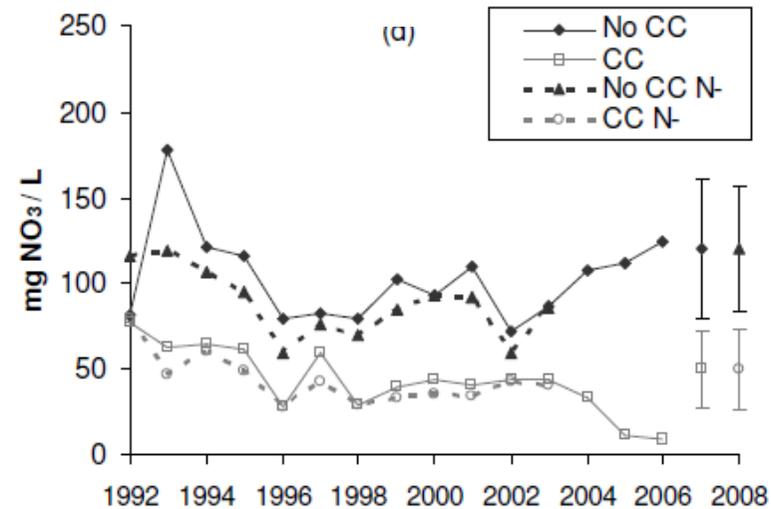
Origine de l'azote lixivié

Relation entre excès d'azote minéral à la récolte (Δ SMN) et la sur-fertilisation (OF)
Beaudoin et al. 2005



La maîtrise de la fertilisation une condition nécessaire ...

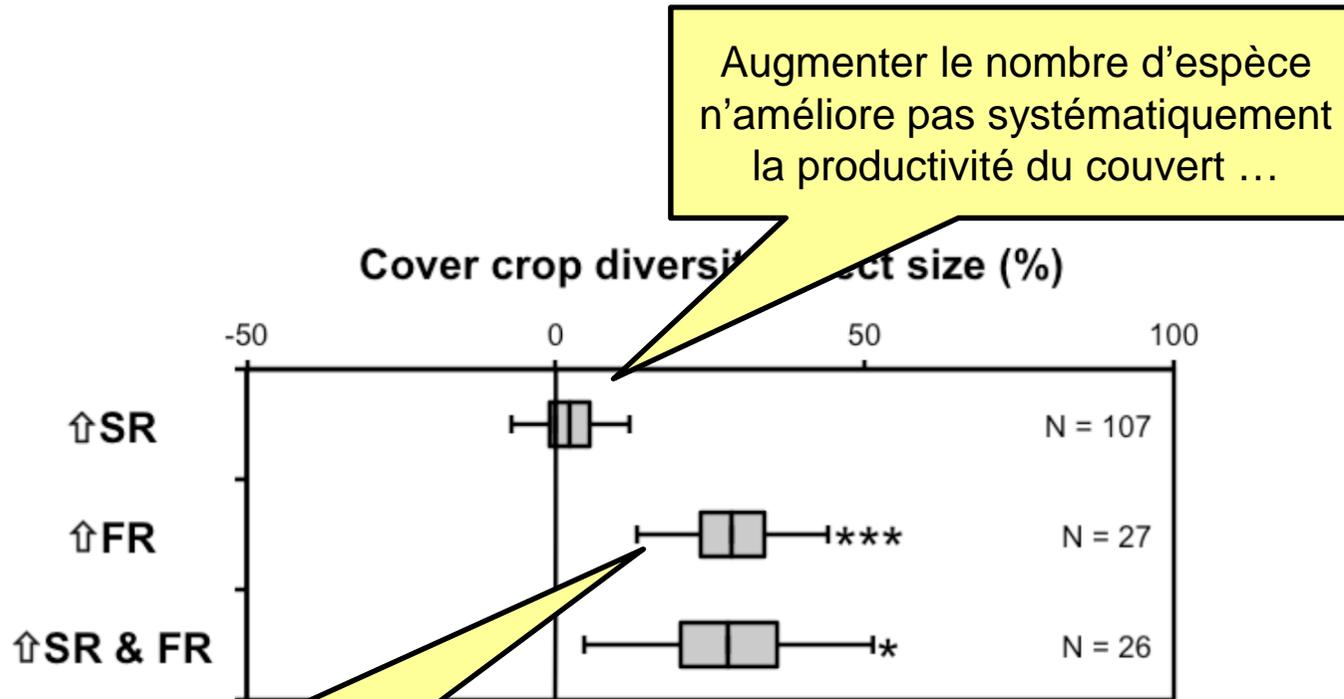
Evolution de la concentration dans les eaux de drainage à Thibie
Constantin et al. 2010



... mais pas suffisante !

La disponibilité en azote à l'entrée de la période de drainage dépend plus de la minéralisation automnale qu'au stock d'azote minéral à la récolte *Hansen et Djurhuus (1996)*

Lien entre diversité fonctionnelle et productivité



Augmenter le nombre d'espèce n'améliore pas systématiquement la productivité du couvert ...

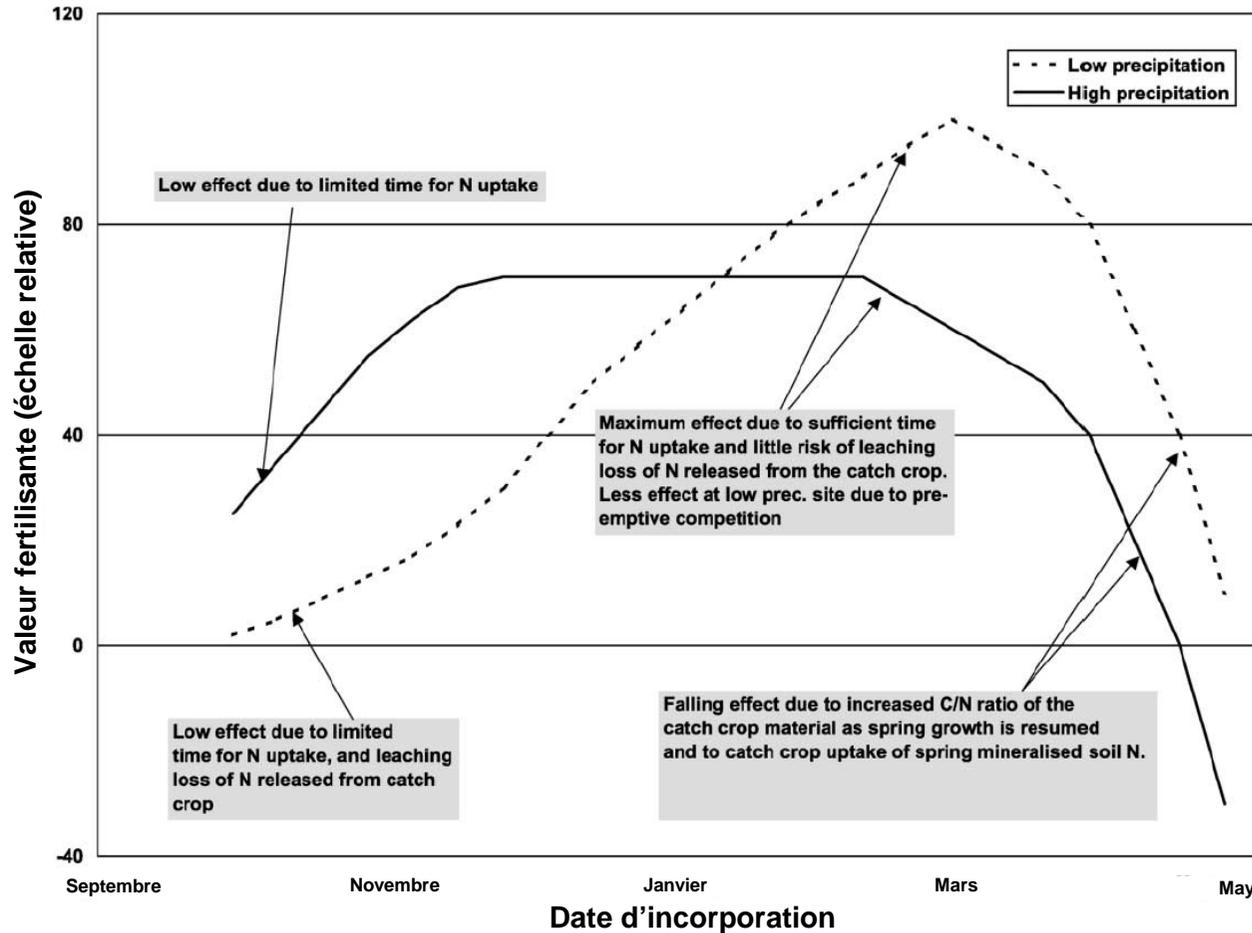
... mais la diversité fonctionnelle oui !

Moralité : le nombre d'espèce importe peu ! Ce qui compte c'est de combiner des espèces différentes !

Florence et al. (2016)

Disponibilité de l'azote à CT

➤ Importance de la date de destruction : un optimum à déterminer

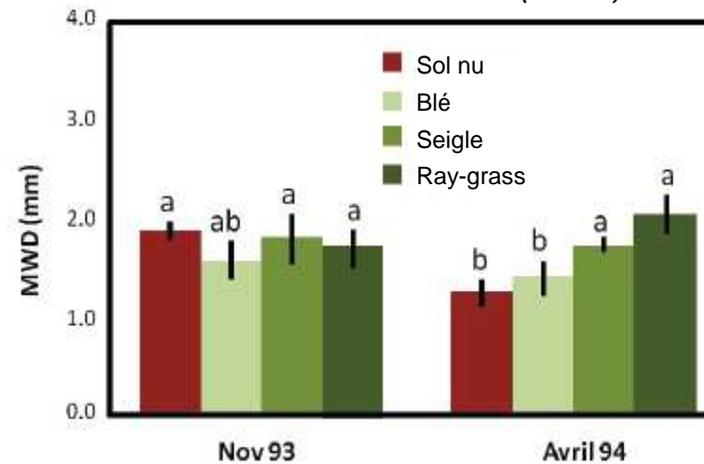


Thorup-Kristensen (2003)

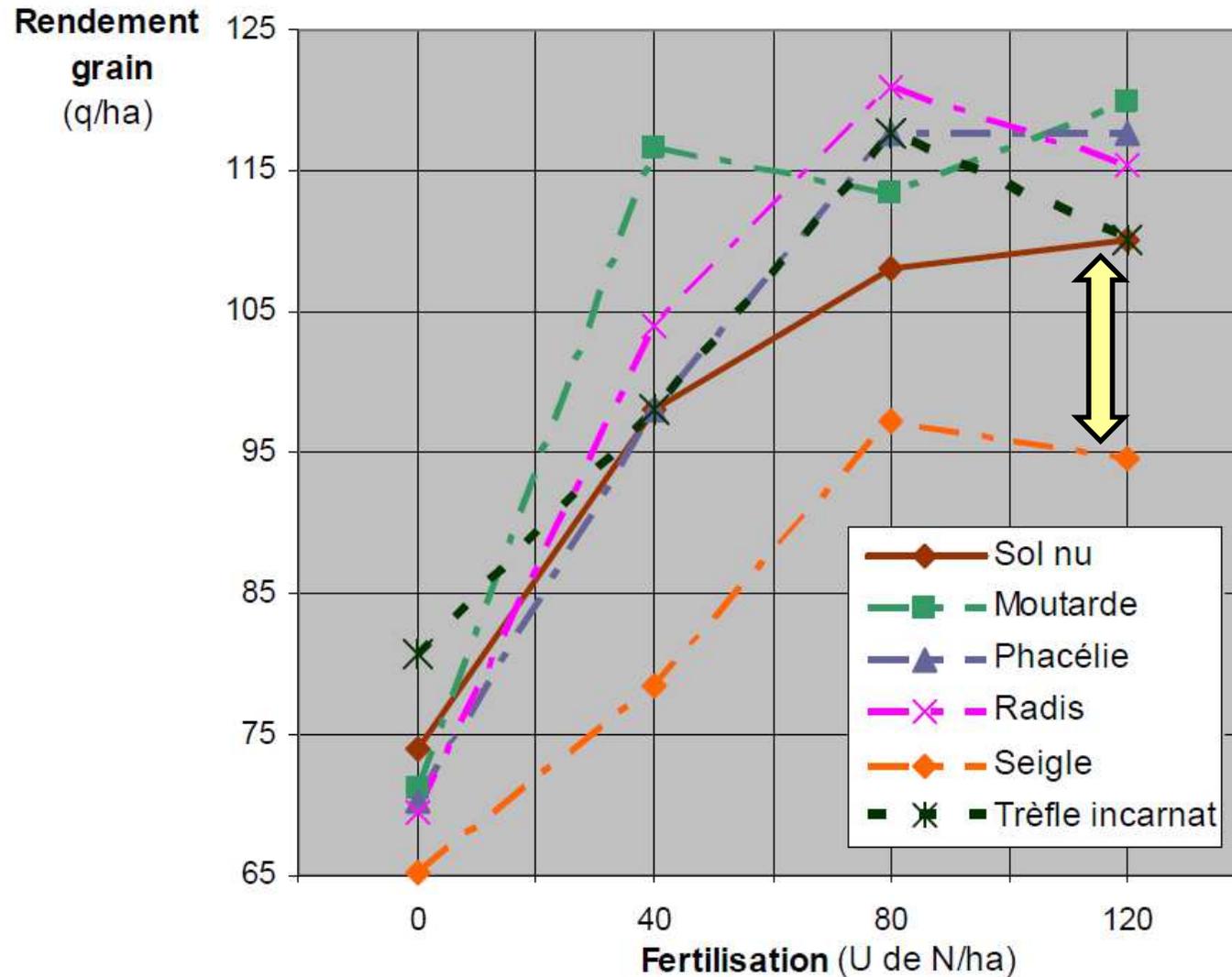
Effet des couverts sur la stabilité structurale

Effet de la culture intermédiaire à deux dates distinctes sur l'indicateur MWD de la stabilité structurale

Hermawan et Bomke (1997)

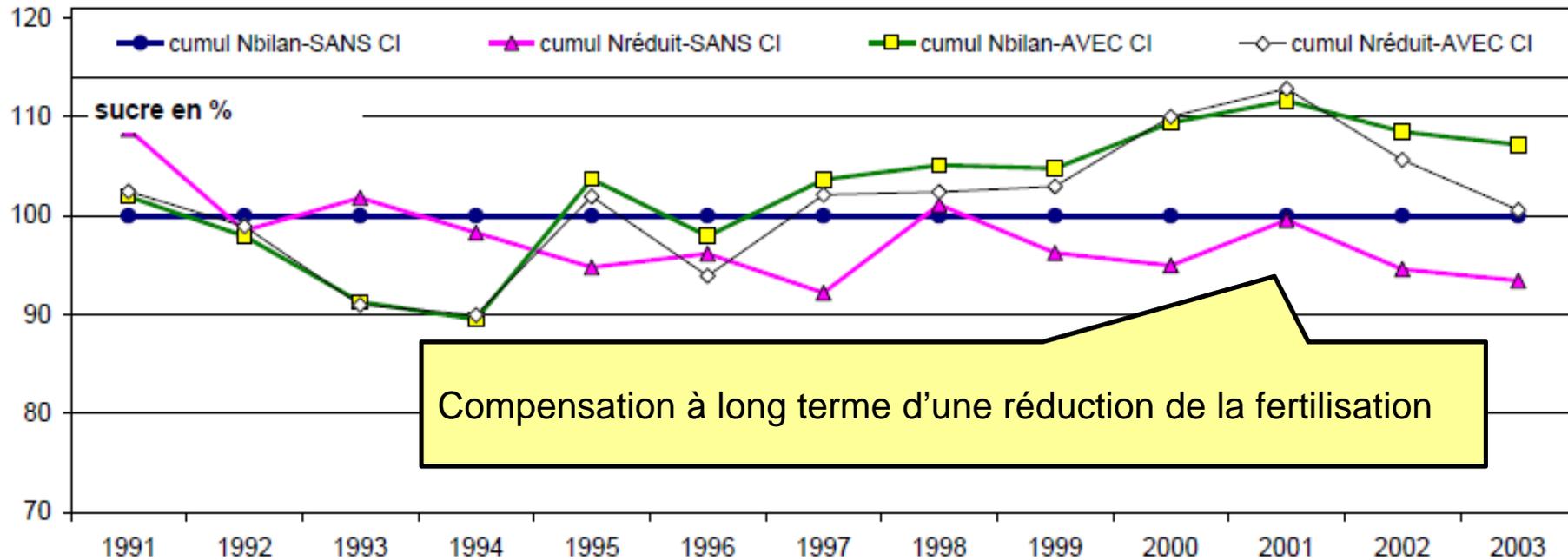


Autres exemples : rendements du maïs



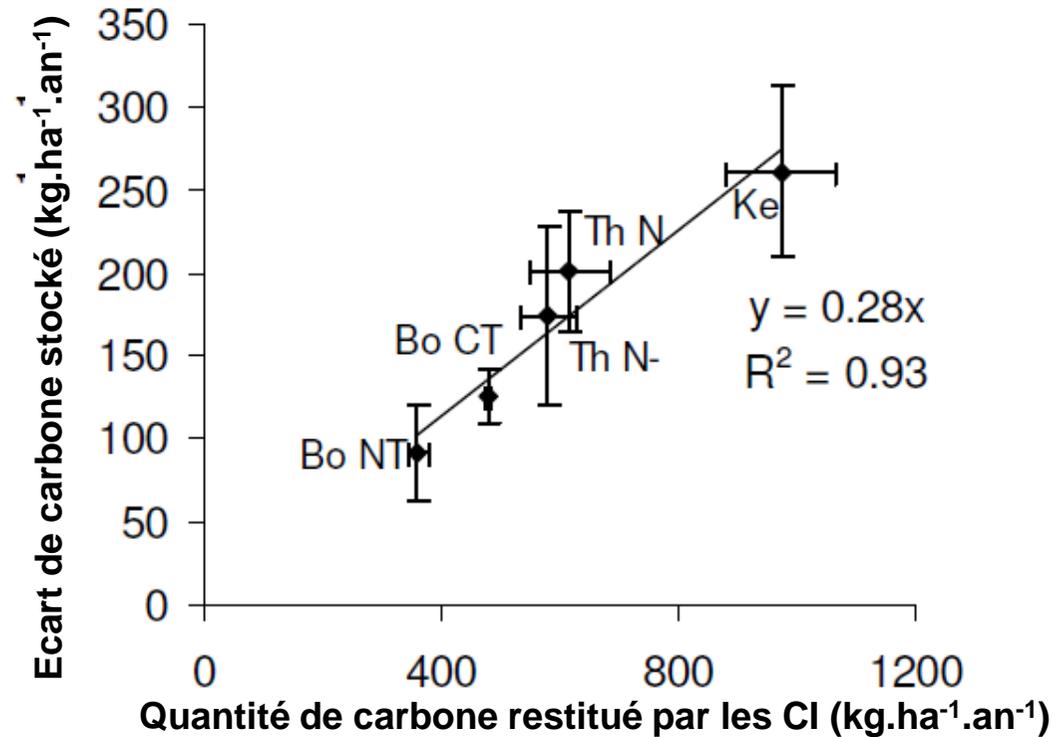
Source : CRA ALPC compilation de données recueillies par les Chambres d'agriculture d'Alsace

Rendement en sucre de la betterave



Source : AREP rapport final Thibie (51)

Effet sur la fertilité à long terme Stock de matière organique du sol



Constantin et al. 2010

Les cultures intermédiaires contribuent à augmenter le stock de carbone labile du sol dans un délai court (3-7 ans) Thorup-Kristensen (2003)

Minéralisation du carbone est robuste et rapide (entre 19 et 29 % à 7 jours et entre 58 et 68% à 168 jours) Justes et al. (2009)

Cas n°2

