



Carrefours de l'innovation  
agronomique



Acquisition des ressources et production de services écosystémiques  
par les mélanges bi-spécifiques de cultures intermédiaires

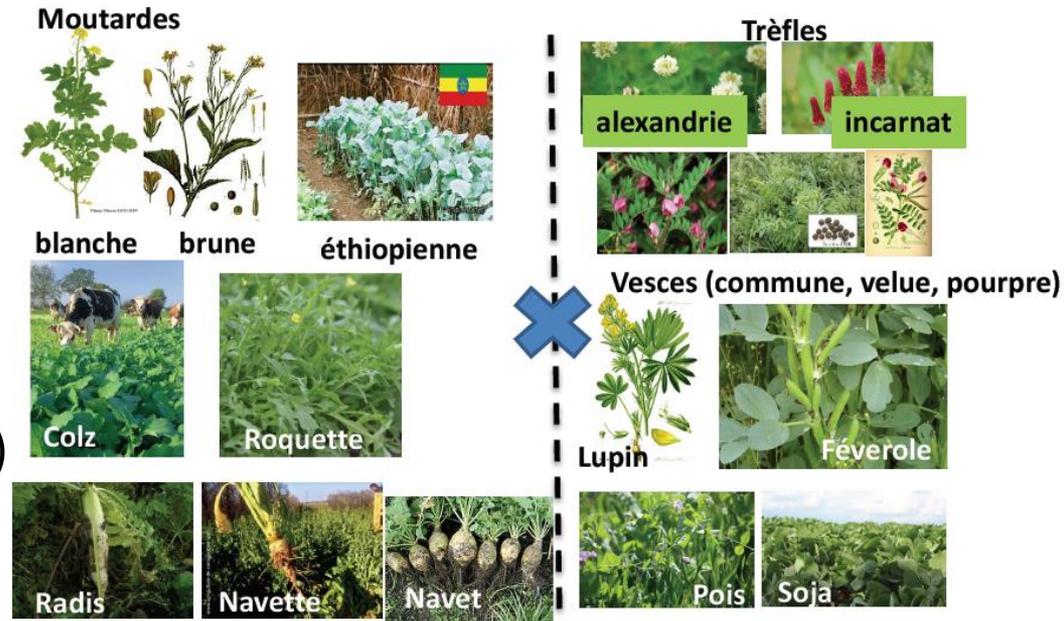
H. Tribouillois, L. Bedoussac, A. Couëdel, E. Justes

**4 octobre 2017** | INP-ENSAT Auzeville | Toulouse

# Les associations végétales : définition et principes

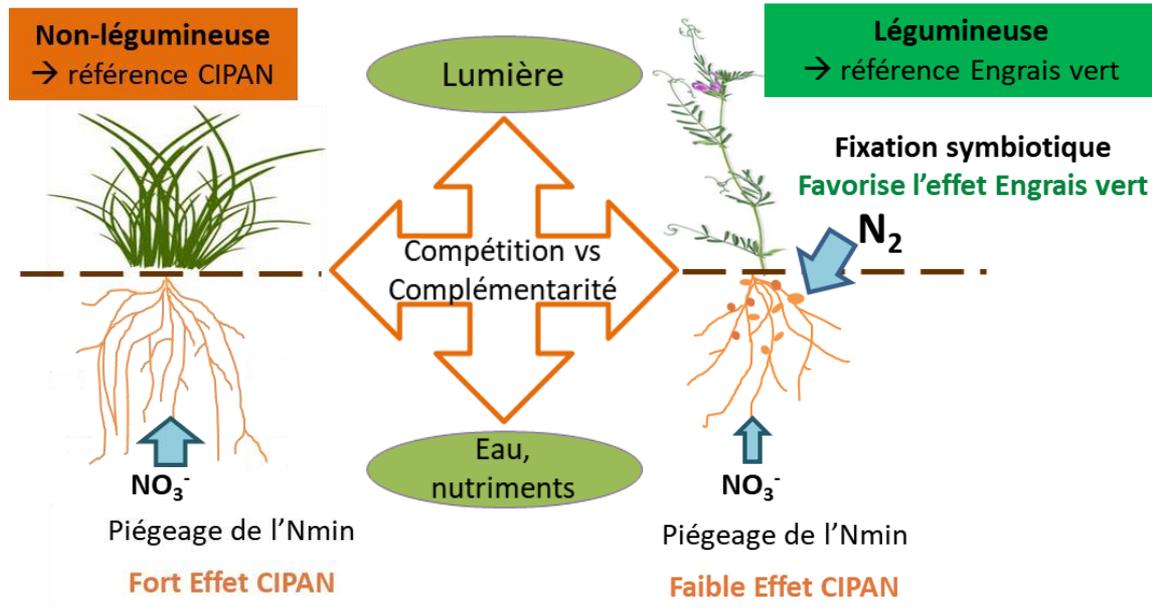
Une diversité de mélanges d'espèces 1 à 1 (substitutifs : 50%-50%)

- Culture simultanée d'au moins deux espèces sur la même surface pendant une période significative (Willey, 1979)
- Principes de l'écologie et des écosystèmes (ex: interactions, diversité, services écosystémiques)
- Une diversité de mélanges d'espèces possible en CIMS



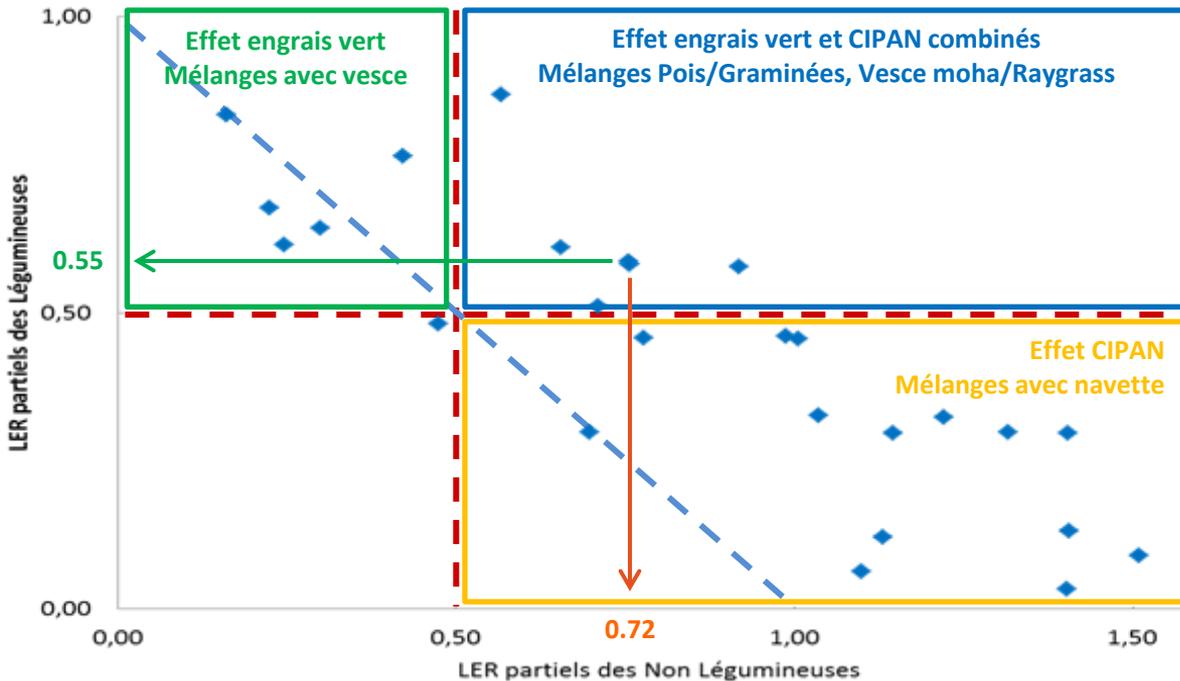
# Pourquoi associer des espèces en tant que CIMS ?

- Produire simultanément plusieurs services écosystémiques
- Cumuler les effets des espèces en les associant
  - Piège à nitrate
  - Engrais vert

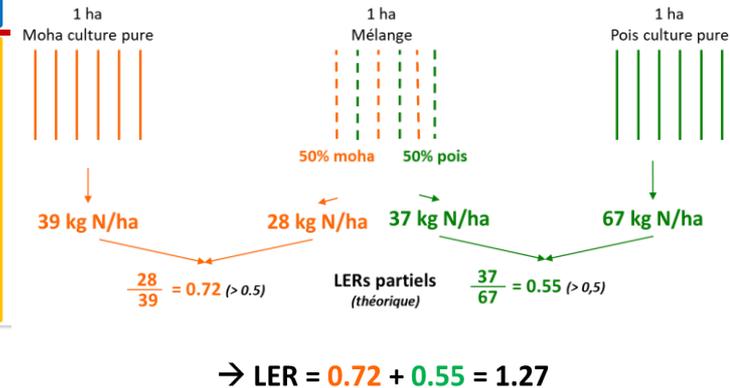


# Complémentarité entre les espèces pour l'acquisition de l'azote

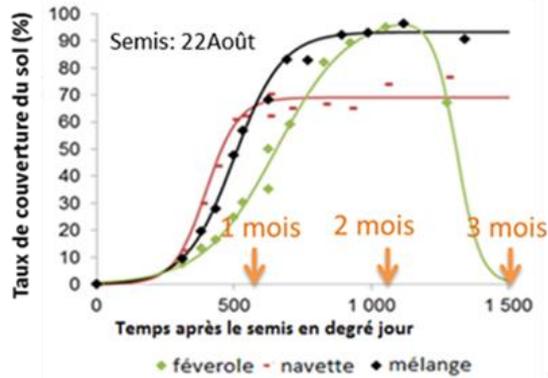
LER calculés pour l'azote acquis - Auzeville (31)



- LER = Land Equivalent Ratio
- LER = surface nécessaire en cultures pures pour produire la même chose qu'en association (Willey, 1979)
- Un indicateur de la performance des associations



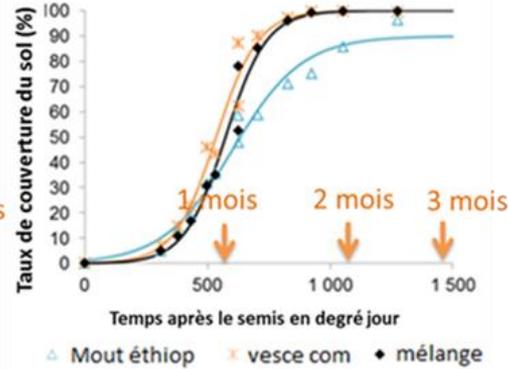
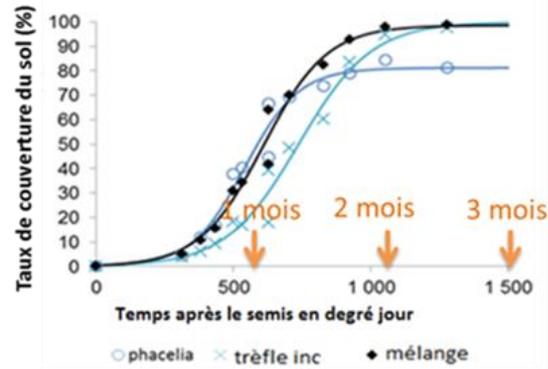
# Complémentarité aérienne entre les espèces



CIMS navette/ féverole



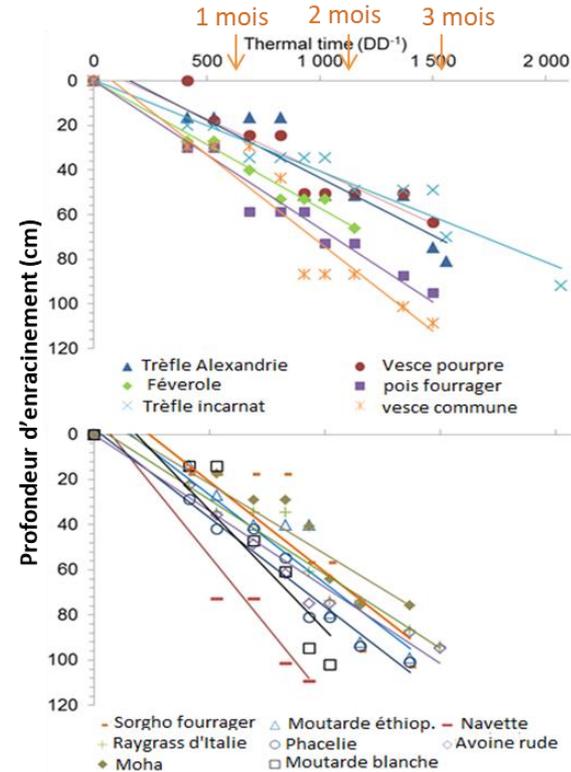
- Meilleure couverture du sol par les associations (ou autant que l'espèce la plus couvrante)
  - Complémentarité d'architecture
  - Complémentarité de dynamique



- Protection du sol érosion
- Lutte contre adventices



# Complémentarité souterraine entre les espèces



- Des différences entre familles et entre espèces

- Précoces et profondes :

- Pois / Vesce commune
- Crucifères / Phacélie

- Intermédiaires :

- Fèverole / Vesce pourpre

- Superficielles

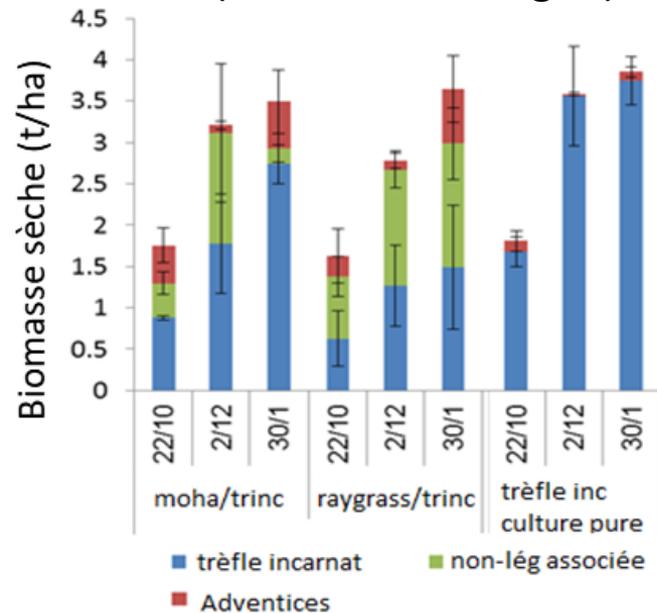
- Trèfles
- Graminées C4

→ Explorations racinaires différentes à valoriser pour une complémentarité de niche pour l'accès aux ressources du sol



# Complémentarité temporelle pour des services en "relais"

Cas d'une destruction en sortie d'hiver (interculture longue)



Evolution d'un mélange moha/trèfle incarnat



- Développement rapide des non-légumineuses
    - Détruites par les 1ères gelées (-1°C)
    - Effet CIPAN précoce
    - Moha, sarrasin, sorgho et nyger
  - Développement de la légumineuse pendant l'hiver
    - Résistante au froid
    - Maintient de la couverture du sol
    - Effet engrais vert
      - Effet CIPAN précoce
- puis Effet engrais vert en « relais »



Carrefours de l'innovation  
agronomique

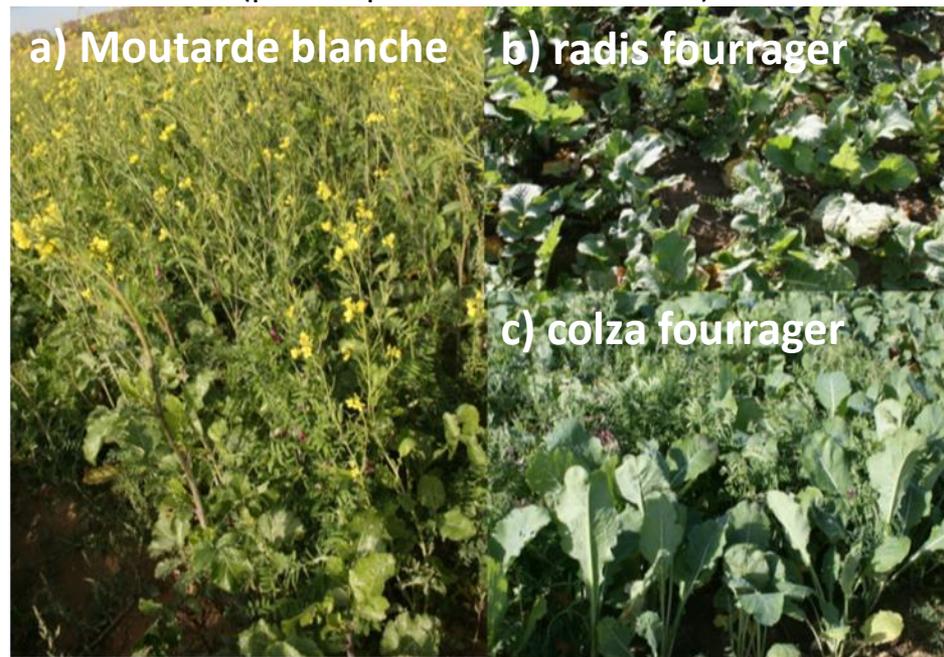


4 octobre 2017

INP-ENSAT Auzeville | Toulouse

# Mélanges avec une crucifère : attention à l'allélopathie!

Vesce pourpre avec différentes crucifères  
(photos prises à la même date)



- Allélopathie = Effet négatif d'une plante sur une autre en raison d'une émission de molécules chimiques
  - Effet allélopathique des crucifères sur les légumineuses par l'émission de glucosinolates
- Limiter ces phénomènes en choisissant les crucifères les moins riches en glucosinolates

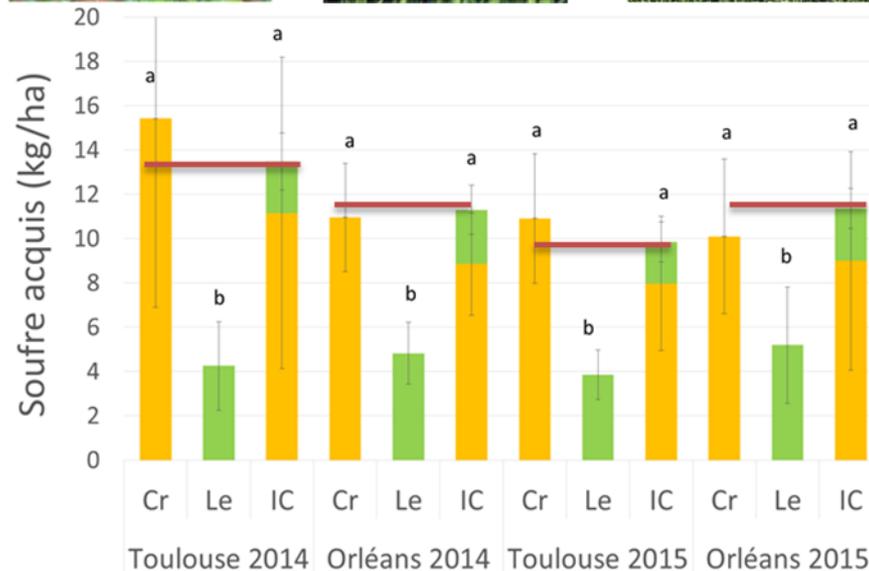
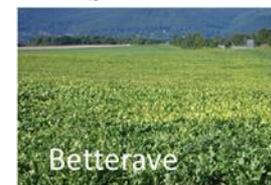


# Les crucifères : fonctions piège à sulfate et effet engrais vert à "soufre"

- Symptômes de déficience en soufre apparus en Europe dans les années 1980-90
- Nécessité d'optimiser la minéralisation du soufre et **d'éviter les pertes par lixiviation de sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ )**
- Les crucifères sont les plus efficaces pour :
  - Piège à sulfate
  - Engrais vert à « soufre »

→ Les mélanges permettent d'atteindre des services de gestion du soufre identiques aux cultures pures de crucifères

Ex. de cultures présentant des déficiences en soufre (jaunissement)



# Mutualiser les services de gestion de l'azote grâce aux mélanges

- Globalement, les mélanges bispécifiques CIMS produisent :
  - Effet CIPAN  $\approx$  non-légumineuses
  - Effet Engrais vert intermédiaire entre légumineuses et non-légumineuses
- Dans certaines conditions les mélanges peuvent produire simultanément ces 2 services
- Le choix du mélange est à raisonner en fonction :
  - Du risque de lixiviation
  - Du risque de compétition pré-emptive

Cas n°1 Nmin faible et faible drainage	Cas n°2 Nmin élevé et sol perméable
→ Faible risque de lixiviation	→ Risque de lixiviation fort
→ Risque de compétition pré-emptive élevé	→ Risque de compétition pré-emptive faible
Mélange favorisant l'effet engrais vert avec une destruction mi automne	Mélange favorisant l'effet CIPAN pendant l'hiver avec destruction en sortie d'hiver
<b>Les mélanges les plus performants ne sont pas les mêmes en fonction du contexte pédoclimatique</b>	



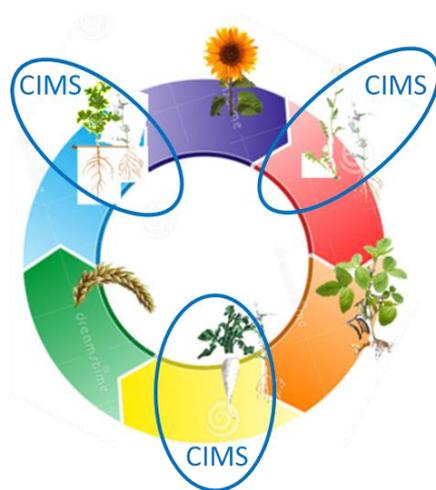
# Conclusions et perspectives

Contrôle des bioagresseurs?

Effets  
allélopathiques

Recyclage des autres éléments  
(P,K...)?

Semis sous-couvert de la  
culture de vente (ex: maïs)?



## Merci aux financeurs

- CTPS - CASDAR CRUCIAL
- CTPS - Critères de sélection Plantes de Service (coordonné par Denis Leclercq)
- CiCC - ADEME
- MicMac - ANR
- Valérie - EU FP7

- Une conception des mélanges à raisonner selon
  - Objectifs de services visés
  - Conditions pédo-climatiques
- Augmenter le nombre d'espèce n'augmente pas les services rendus mais limite les risques
- Quels effets sur les bioagresseurs et autres élément (P, K...) ?
- Les couverts mixtes sont des leviers pour la conception de systèmes agroécologiques :
  - Favorisant la complémentarité pour l'accès aux ressources
  - Substituant des intrants de synthèse par des services écosystémiques

