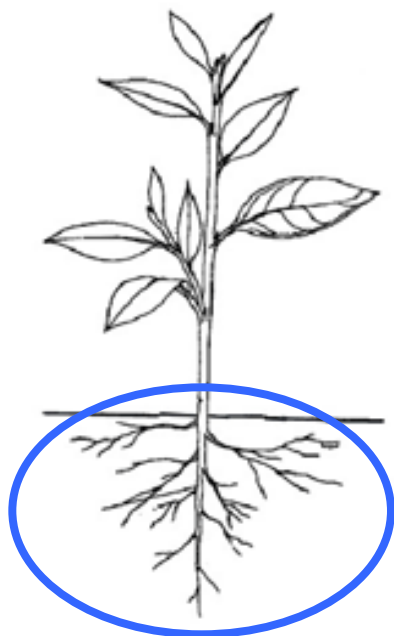


Importance des parties souterraines des plantes sur les cycles couplés du Carbone et de l'Azote

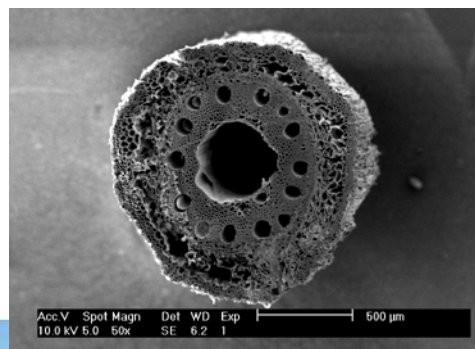
Isabelle BERTRAND, Gwenaëlle LASHERMES et Sylvie RECOUS
INRA, UMR FARE, Reims



Résidus végétaux: principales sources de matières organiques des sols



Racines



Parties aériennes

Alimentation
humaine et
animale

Utilisation
non
alimentaire

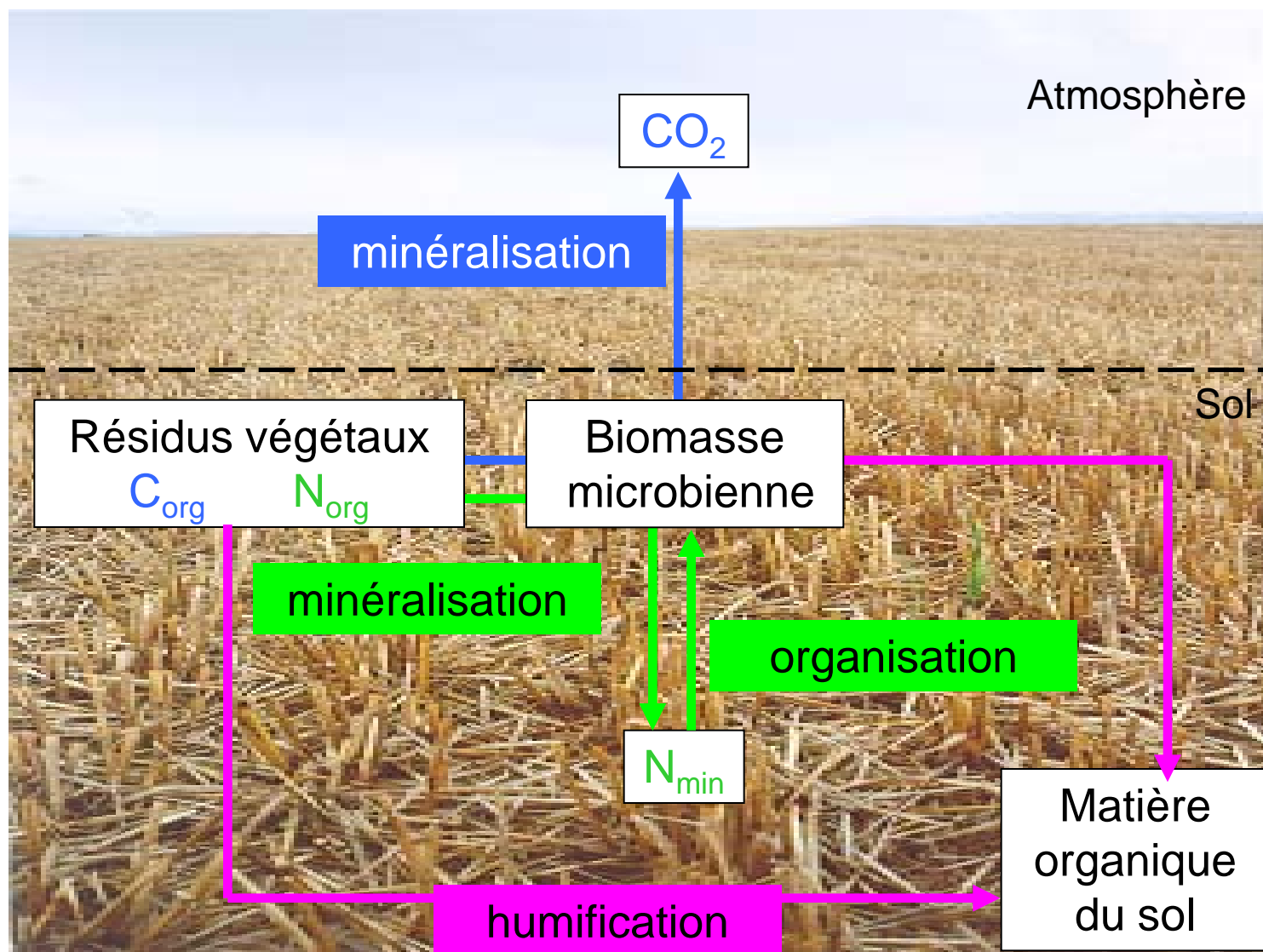
Une fraction
retourne
au sol

Très peu d'études quantifient la biomasse racinaire et ses teneurs en C et N



La décomposition des racines et les flux de C et N associés ont été moins étudiés que pour les parties aériennes

Dynamiques du C et N des résidus dans les sols



Quels sont les enjeux liés à l'étude des parties souterraines des plantes?

Contexte actuel: Changement climatique et stockage de C dans les sols



- ✓ ↗ Pression sur la production de biomasse (alimentaire, non alimentaire)
- ✓ ↗ Exportations des parties aériennes
- ✓ Apparition de cultures pérennes sur terre agricole (Miscanthus, TCR, TTCR)
- ✓ Changement de pratiques culturales (semis direct, biologique...)



Modification de la quantité, nature et localisation des résidus végétaux et mise en évidence de l'importance des parties souterraines des plantes sur la dynamique des MOS

Les enjeux relatifs à l'étude des parties souterraines des plantes:

- Un calcul plus juste de l'évolution des taux de MOS
- Une modélisation mieux paramétrée des flux de C et N

Importance des parties racinaires / aux parties aériennes des plantes et impact sur la MOS

Maïs

(Balesdent et al., 1996;
Normand et al., 1997)

15-24 t MS/ha

Racines
3.4 t MS/ha

Retour au sol
parties aériennes
6.9 t MS/ha

Rapport A/R varie de 1.9 à 14
(Bolinder et al., 1999)

↓
Accumulation
57 g C/m²/an
dans MOS

↓
Accumulation
36 g C/m²/an
dans MOS

Blé

(Recous et al., 1988; Recous et
Machet, 1999; Fang et al., 2011)

20-25 t MS/ha

Racines
0.4-1 t MS/ha

Retour au sol
parties aériennes
8-10 t MS/ha

Rapport A/R varie de 8 à 25

Miscanthus

(Amougou et al. 2011)

14-20 t MS/ha

Rhizomes
10-17 t MS/ha
sur 20 ans

Racines
1.7-1.9 t MS/ha

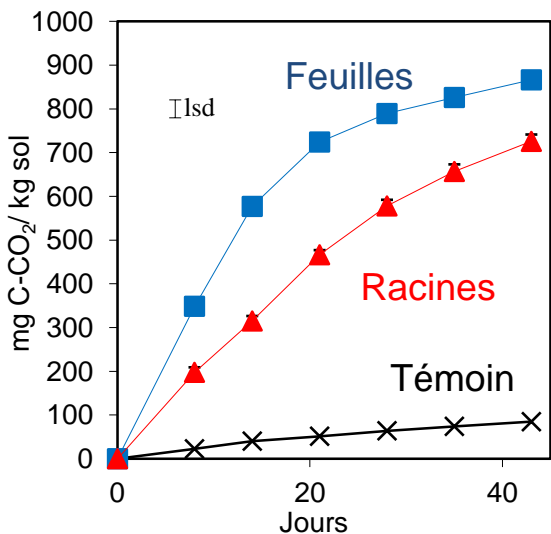
Retour au sol
feuilles
3 t MS/ha

Rapport A/R varie de 7 à 12

Peu d'études équivalentes de la contribution des parties souterraines aux MOS

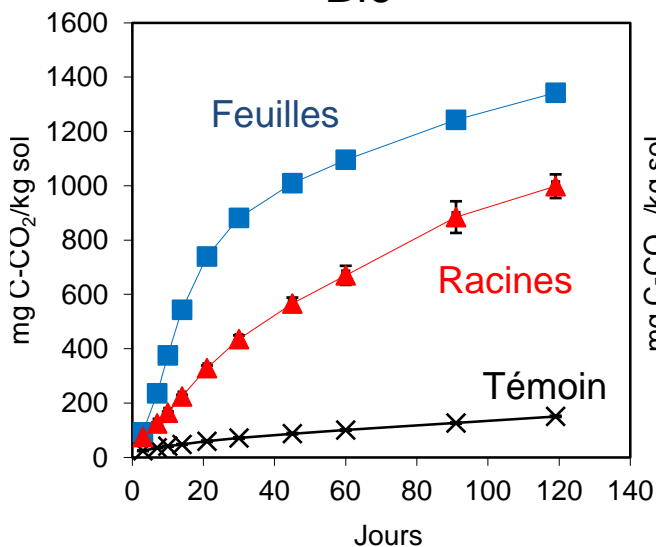
Décomposition des parties souterraines / parties aériennes des plantes

Maïs



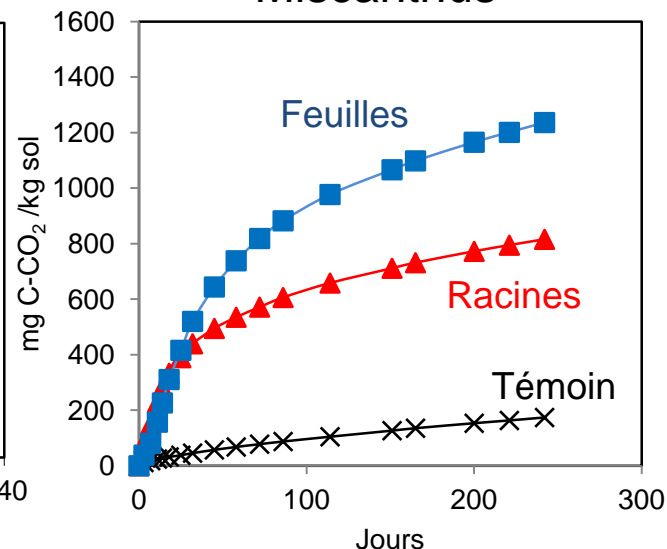
(Amin et al. 2011)

Blé



(Bertrand et al. 2006)

Miscanthus



(Amougou et al. 2011)

N% MS	Feuilles	Racines
Maïs	1.9	0.5-1.0
Blé	0.65	0.52
Miscanthus	0.3-0.6	0.6-0.9

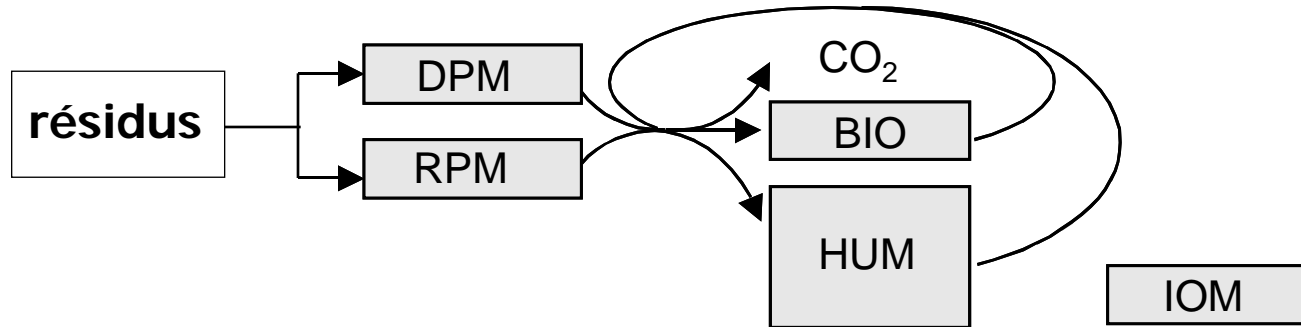


Les modèles C-N peuvent-ils simuler la décomposition des racines des plantes ?

Exemples avec:

- ✓ Roth C (*Jenkinson & Rayner, 1977*)
- ✓ STICS, module décomposition (*Nicolardot et al., 2001*)
- ✓ Azofert® (*Machet et al., 2003*)

RothC : modèle de dynamique du C dans les sols à long terme



Paramètres standards :

Compartiments	Constantes de décomposition (k)	Temps moyen de résidence
DPM (labile)	10 an⁻¹	1,2 mois
RPM (résistant)	0.3 an⁻¹	3.3 ans
BIO (biomasse microbienne)	0.66 an⁻¹	1.5 ans
HUM (humifié)	0.02 an⁻¹	50 ans
IOM (MO inerte)		Infini

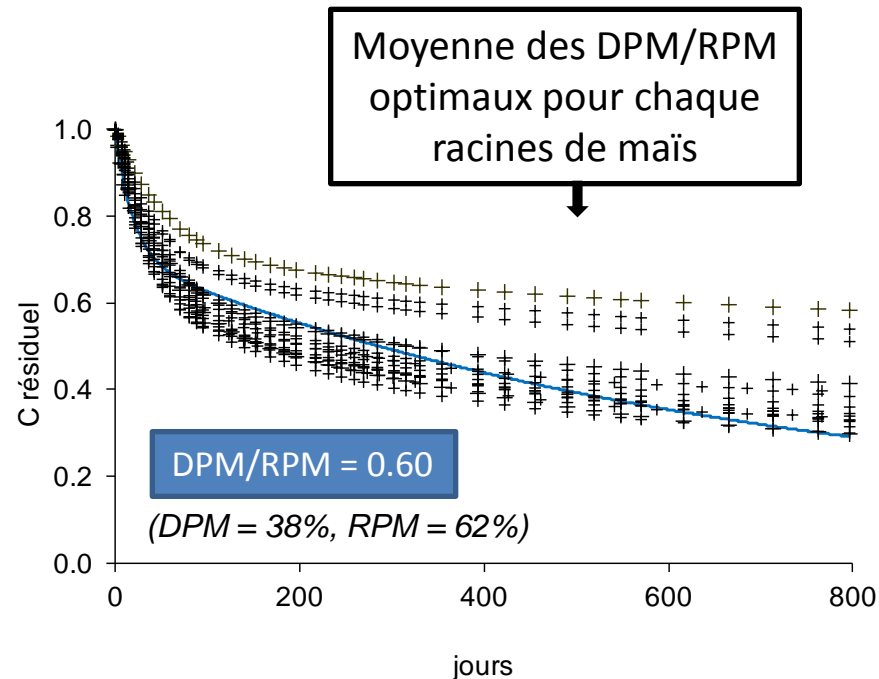
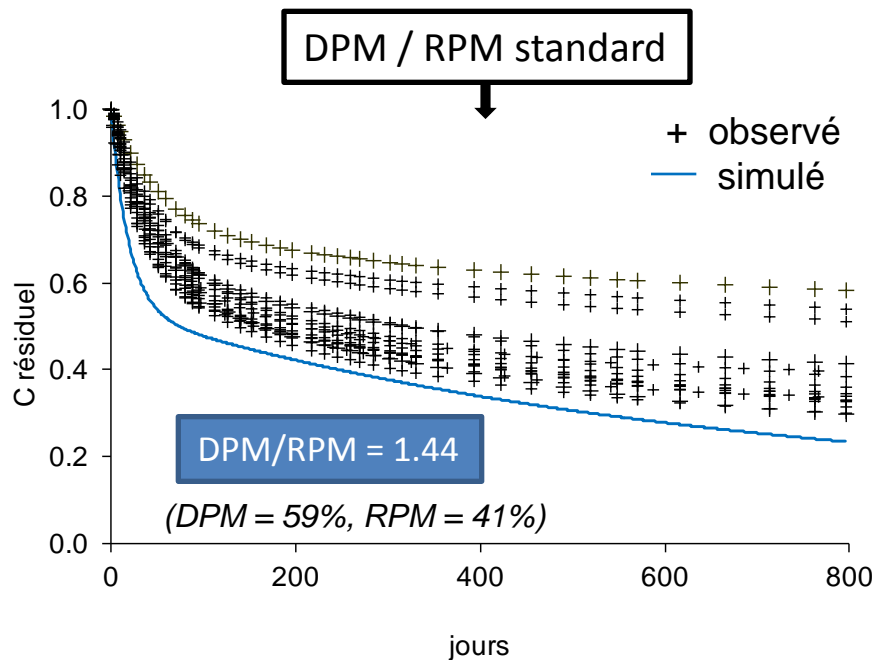
$$\text{DPM/RPM} = 1.44$$

DPM = 59% du résidu

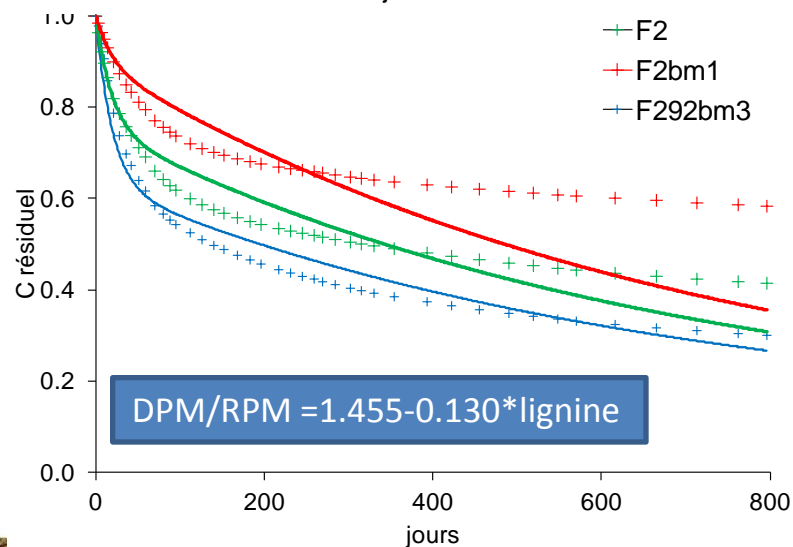
RPM = 41% du résidu

(Jenkinson & Rayner, 1977)

Décomposition de racines de maïs (16 géotypes)

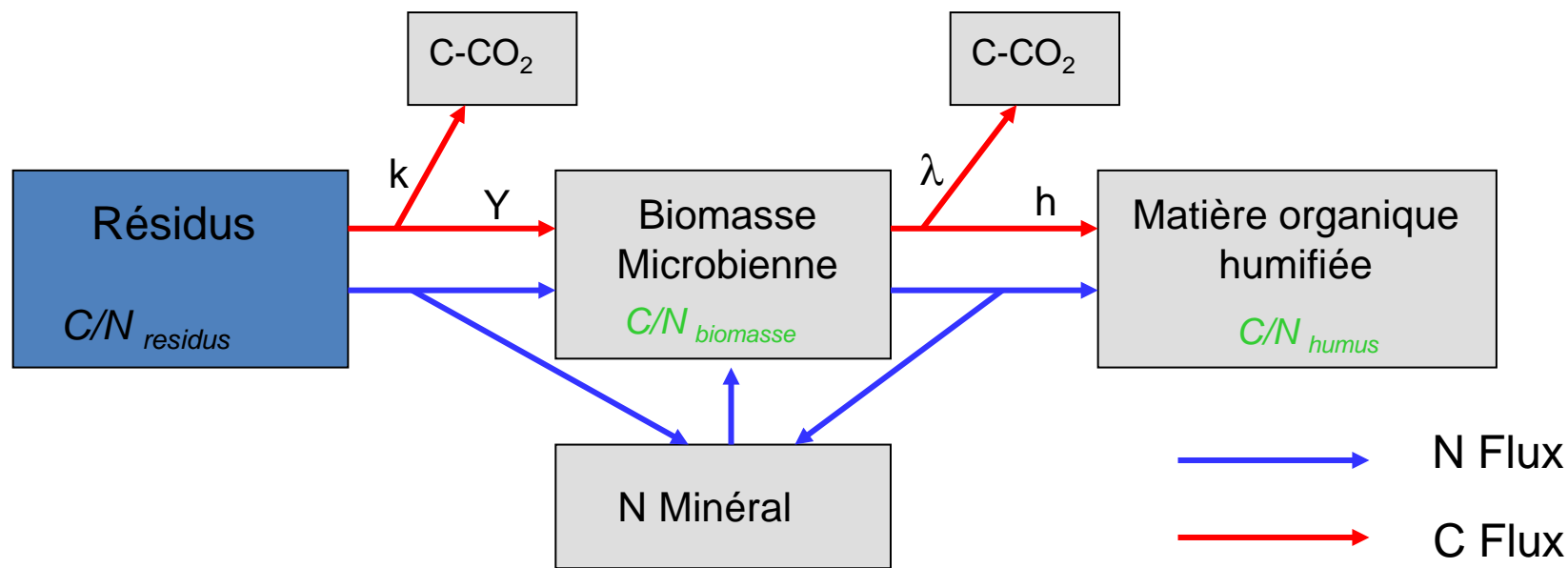


DPM/RPM déterminés en fonction de la teneur en lignine (Ex. pour 3 géotypes) →



(Thèse Machinet, 2009)

STICS: Dynamiques du C et N associées à la décomposition de résidus



k = vitesse de décomposition du résidus

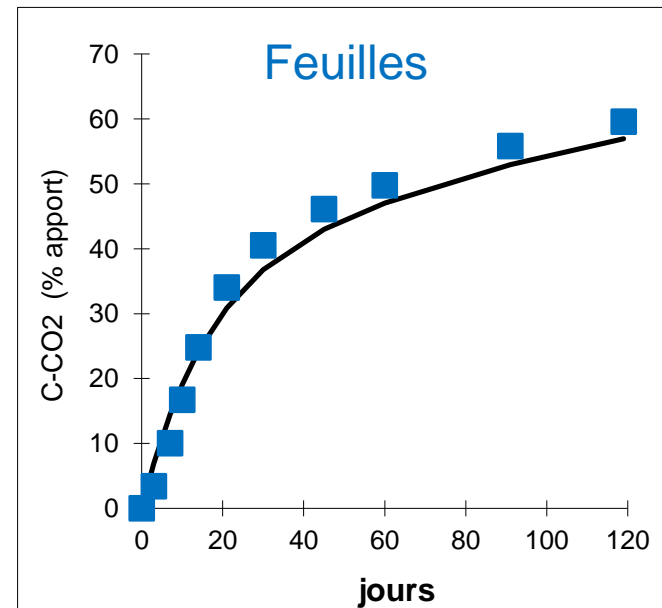
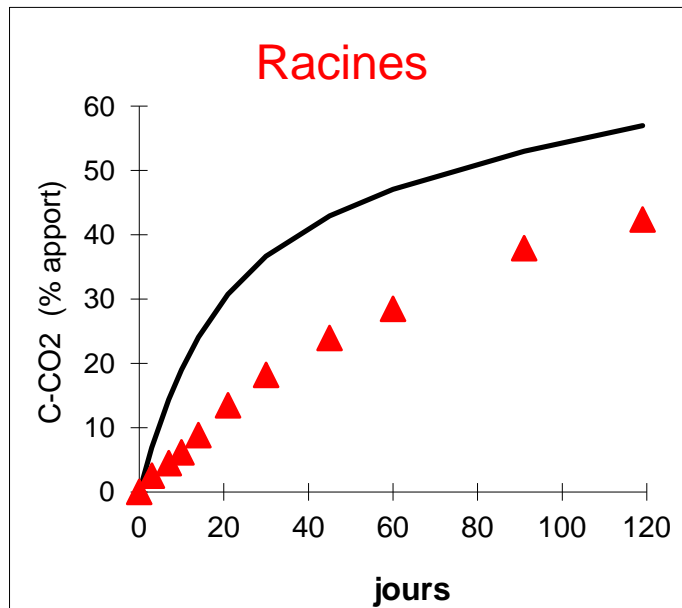
λ = vitesse de dégradation de la biomasse

Y = rendement d'assimilation du C

h = rendement d'humification

(Nicolardot et al., 2001)

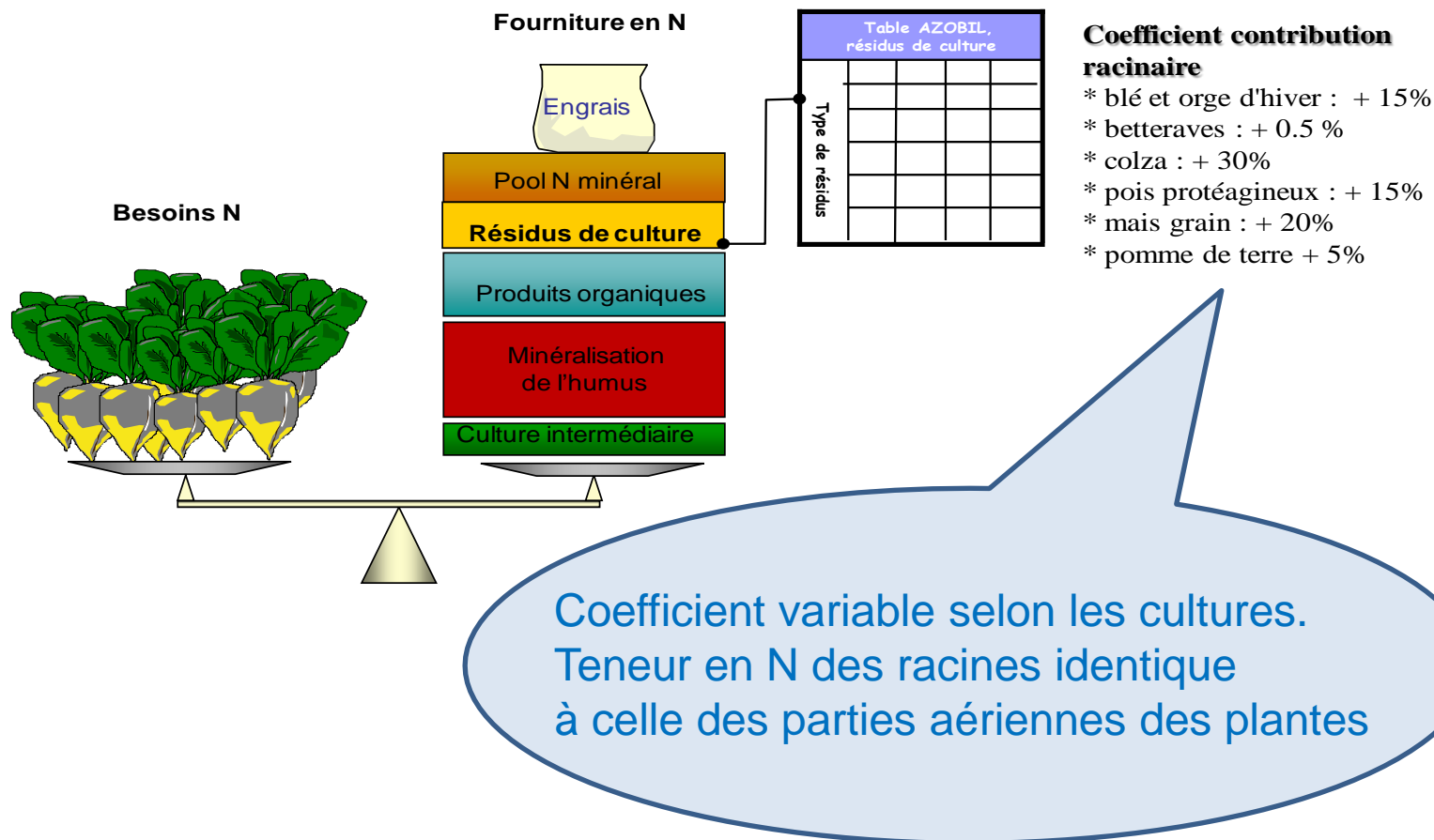
Décomposition de racines et feuilles de blé avec le module décomposition de STICS




Les paramètres actuels du modèle STICS ne permettent pas de simuler correctement la minéralisation du C des racines de différentes espèces de plantes.

(Bertrand et al., 2006)

AZOFERT®: Outil d'aide à la décision pour la fertilization N des cultures



(Machet et al., 2003)

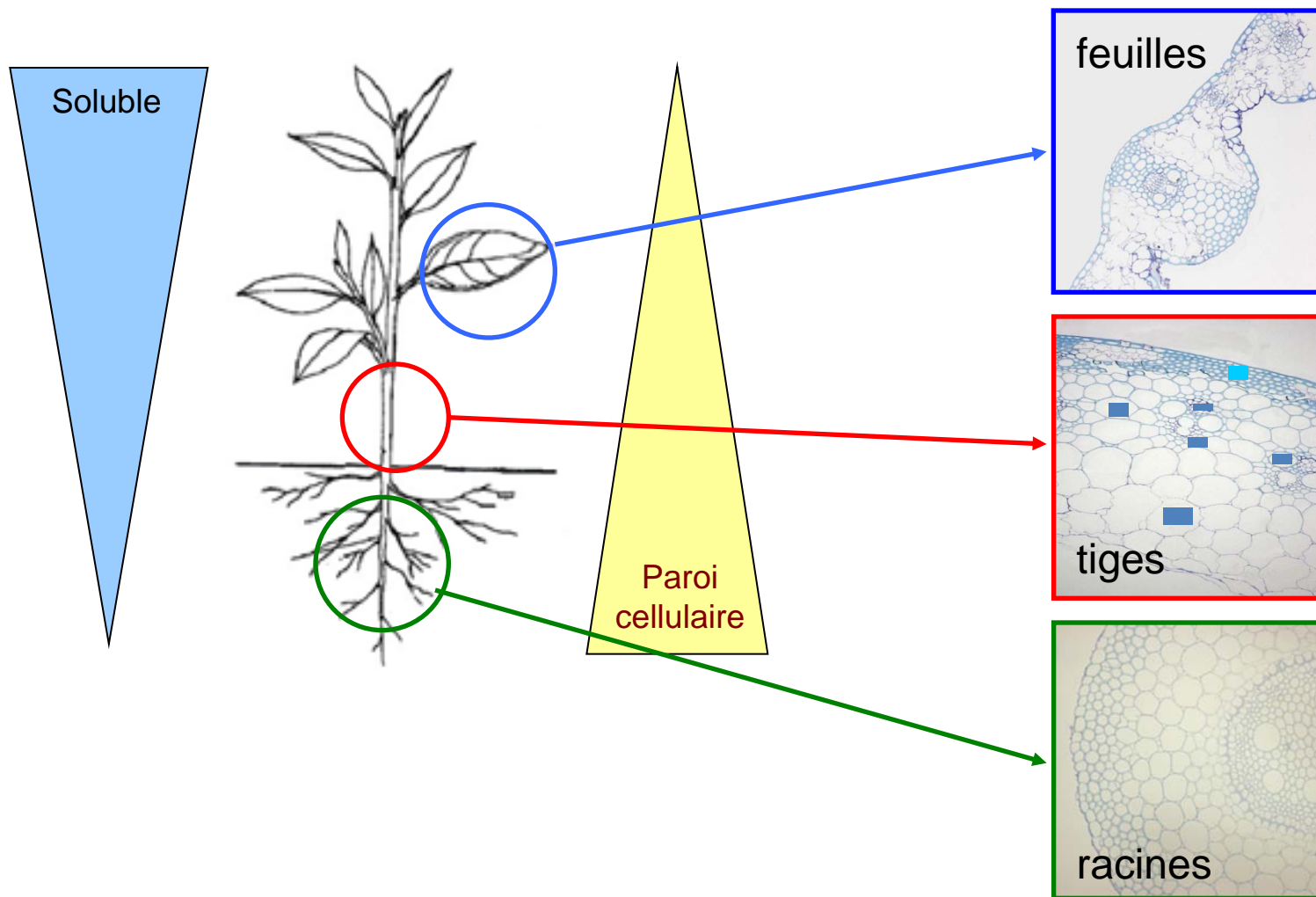


Pourquoi les racines des plantes se décomposent-elles moins que les parties aériennes?

- ✓ Qualité biochimique
- ✓ Quelles pistes pour la modélisation?

Nature des résidus

Architecture tissulaire

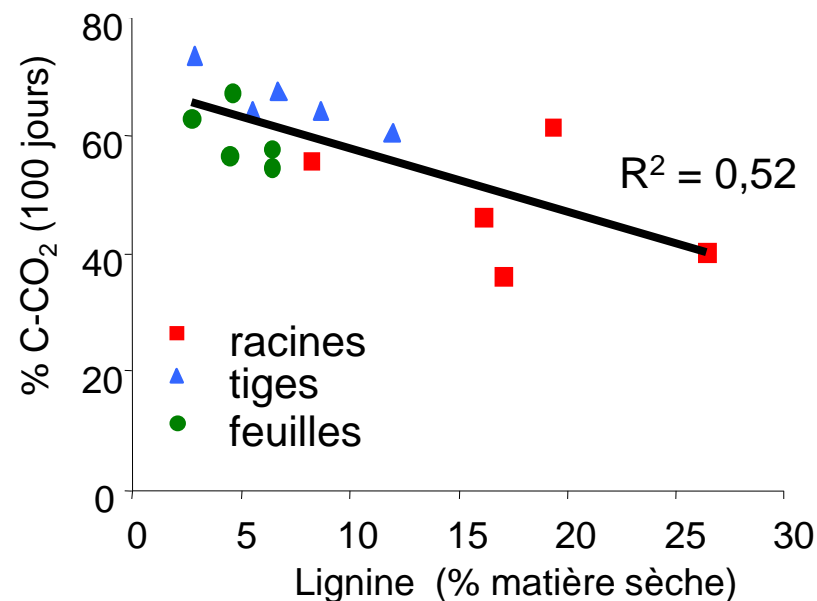
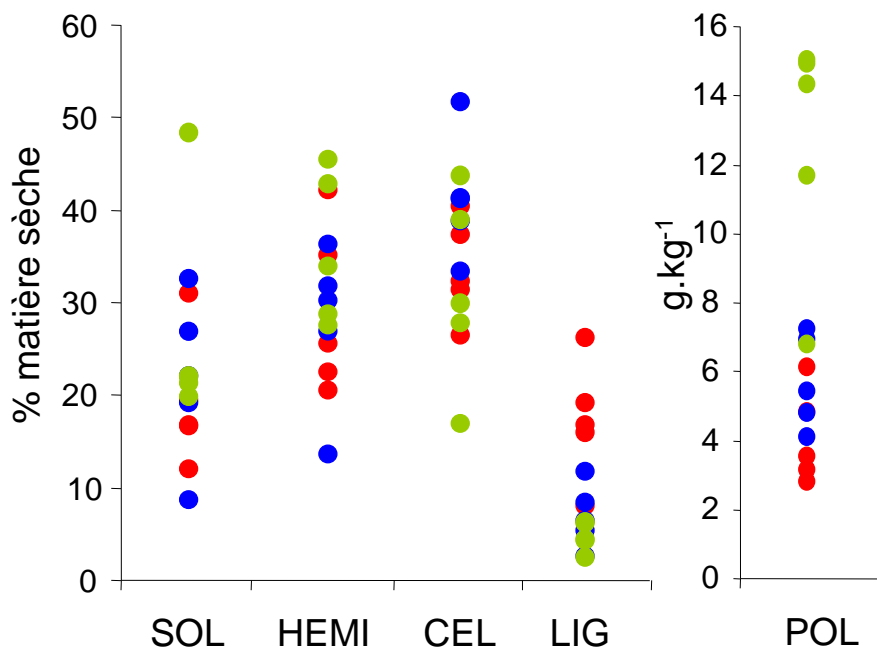


Qualité des racines et décomposition

Ex: 5 espèces végétales: Fractions Van Soest et Polyphénols

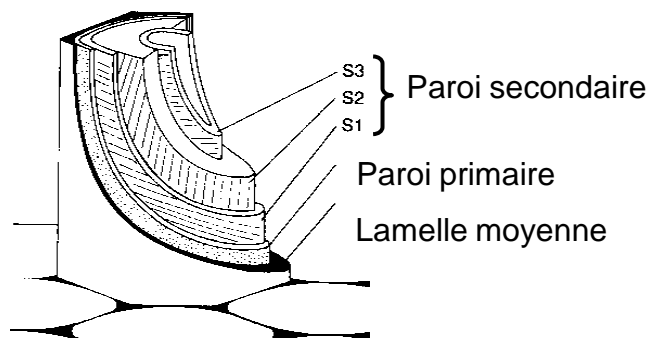
(Abiven et al., 2005)

● racines ● tiges ● feuilles

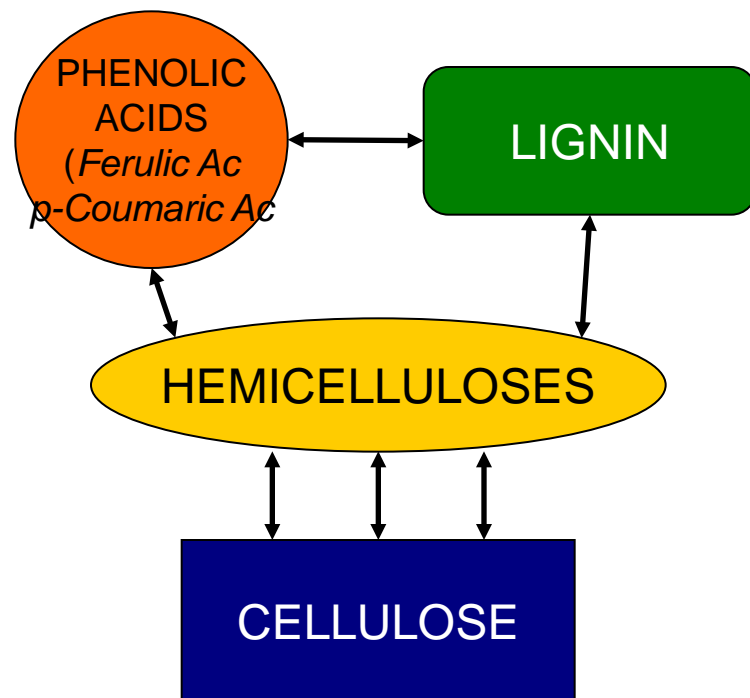


Les racines sont plus lignifiées, contiennent moins de polyphénols mais la teneur en lignine seule n'explique pas la minéralisation du C des racines

Les interactions entre composés au sein de la parois végétale



PAROIS VEGETALE
= Un réseau complexe où il est nécessaire de prendre en compte les interactions



Les racines se décomposent peu :

- Elles sont riches en parois végétales et en lignines
- Contiennent des faisceaux vasculaires conducteurs
- Présentent de fortes interactions entre composés hémicellulolytiques et lignolytiques

Equation de prediction de la décomposition de racines de 16 génotypes de maïs

$$C_{\min} = 2001 - 2981 * \left[\frac{LIG}{CEL} \right] + (95.1 * \text{Ester PCA}) - 15.1 \text{ HEM}$$

800 jours

(Machinet et al., 2011)

Conclusions et Perspectives

- Les racines représentent des quantités de biomasses importantes
- Elles se décomposent plus lentement que les parties aériennes:
 - ✓ Fonction stockage de C importante
- Peu de données existent sur les flux C et N lors de la décomposition des racines
- Les modèles C et/ou N, ne sont pas paramétrés pour simuler la décomposition des parties souterraines des plantes



Mesurer plus fréquemment les biomasses racinaires et leurs teneurs en N
Paramétrer les modèles existants avec ces données
Renouveler les formalismes de certains modèles