



Séquence 3 :
La culture de canne-à-sucre

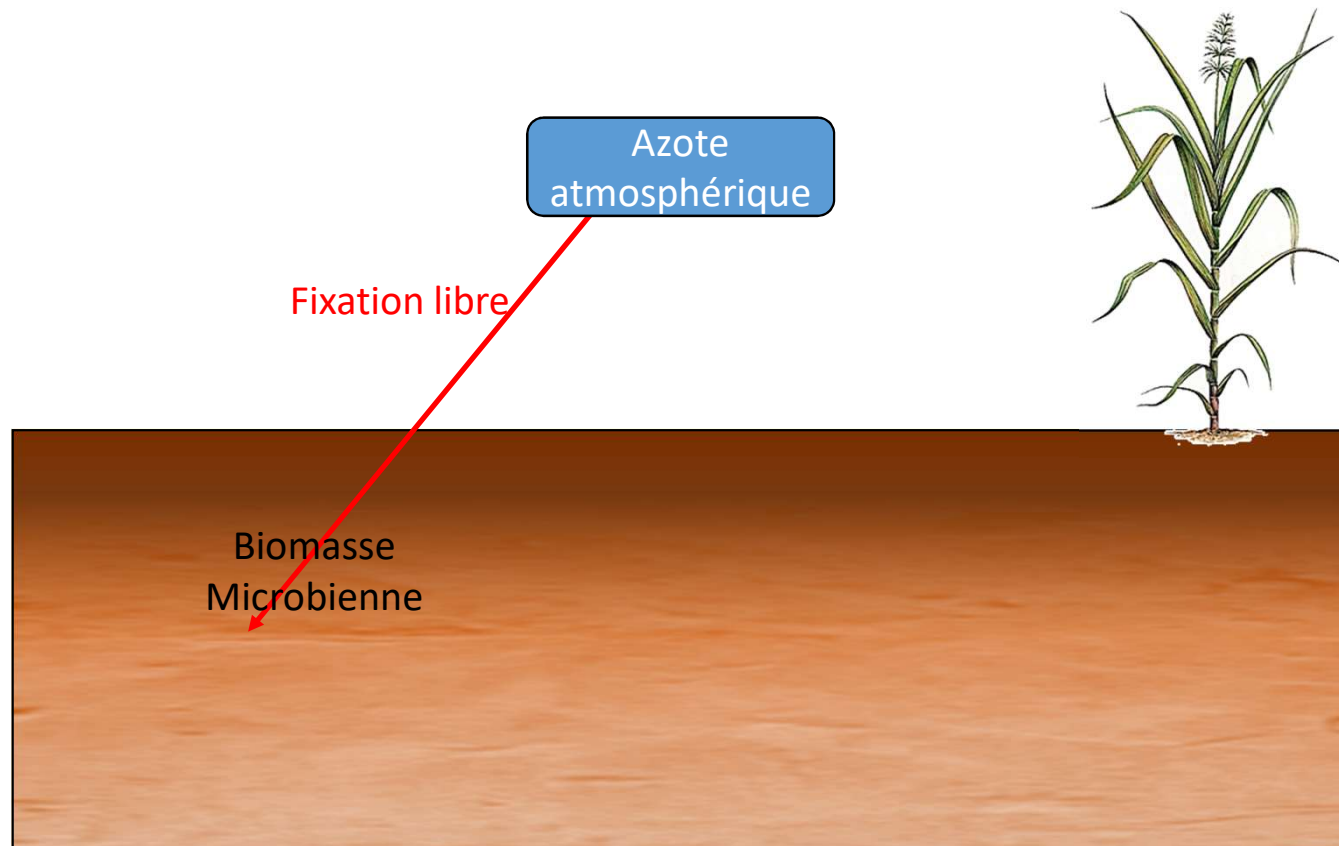
Amélie Février, Mathias Christina et Antoine Versini

Cycle simplifié de N dans un sol cultivé

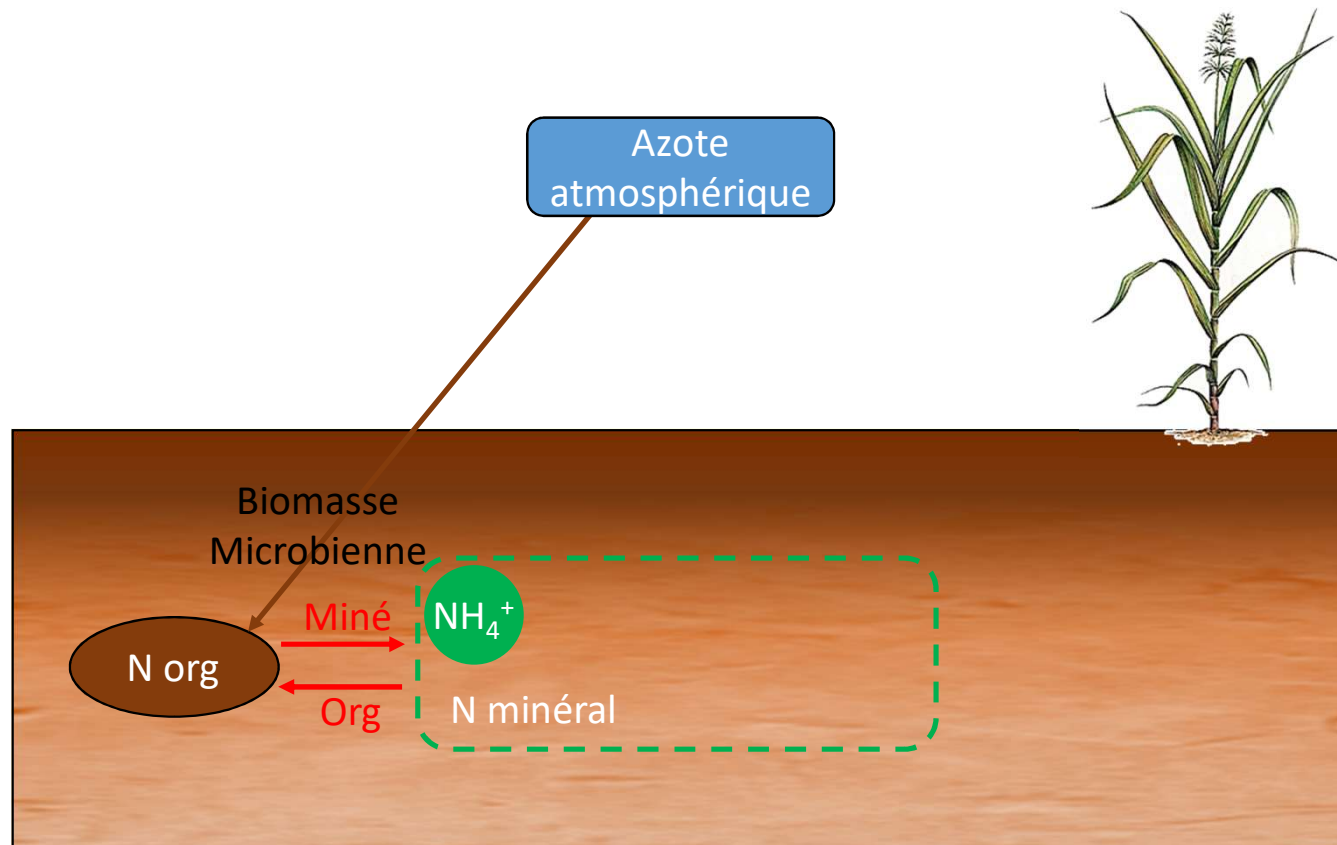
Azote
atmosphérique



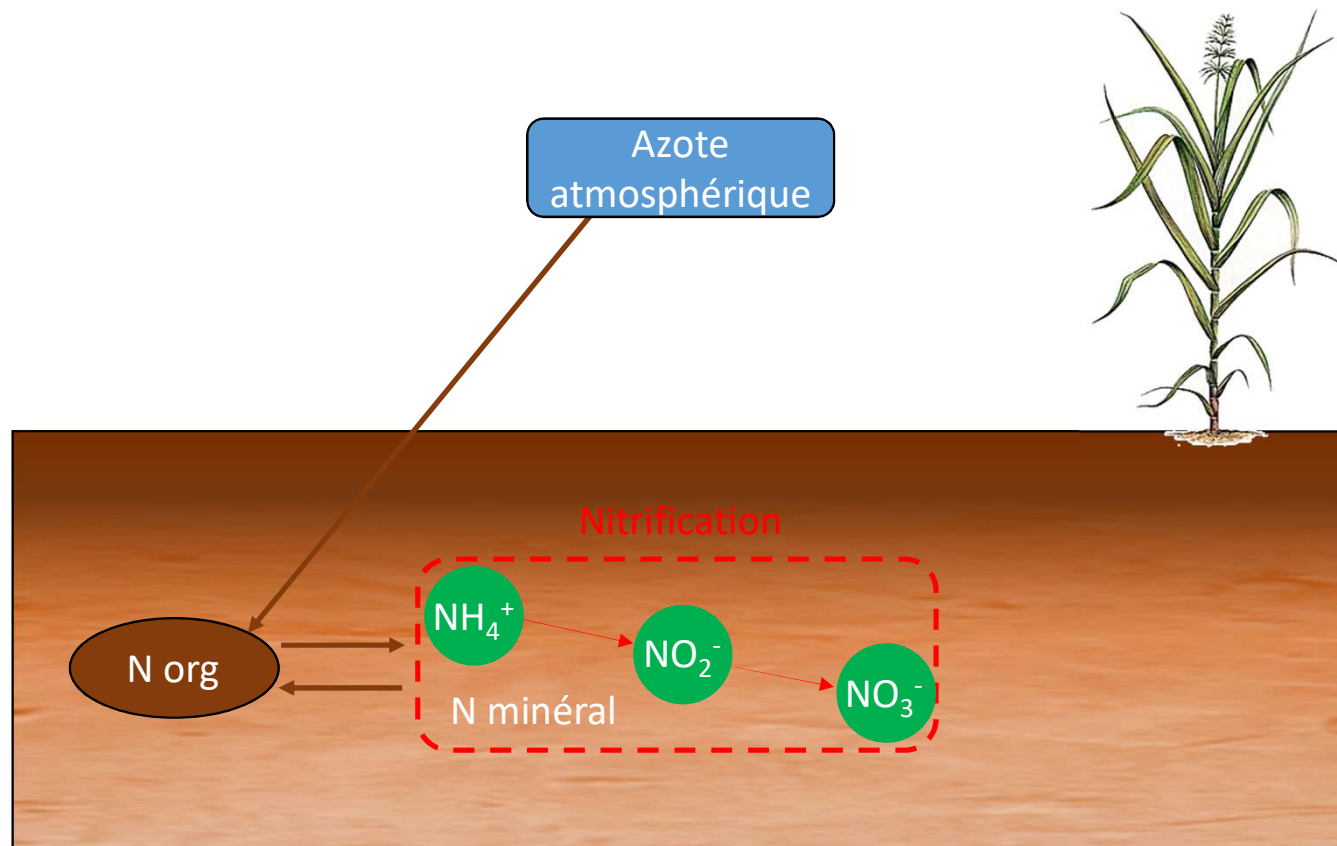
Cycle simplifié de N dans un sol cultivé



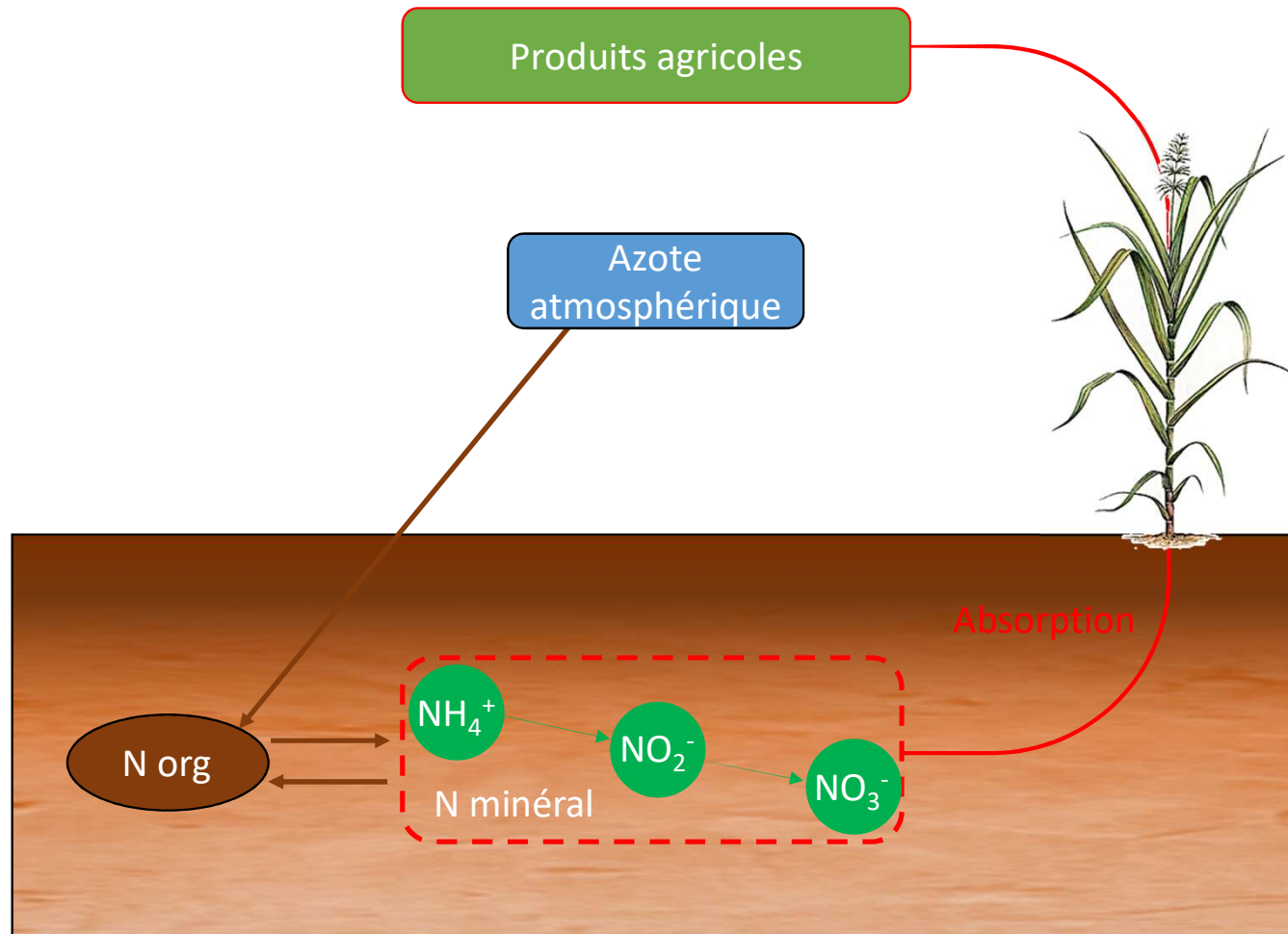
Cycle simplifié de N dans un sol cultivé



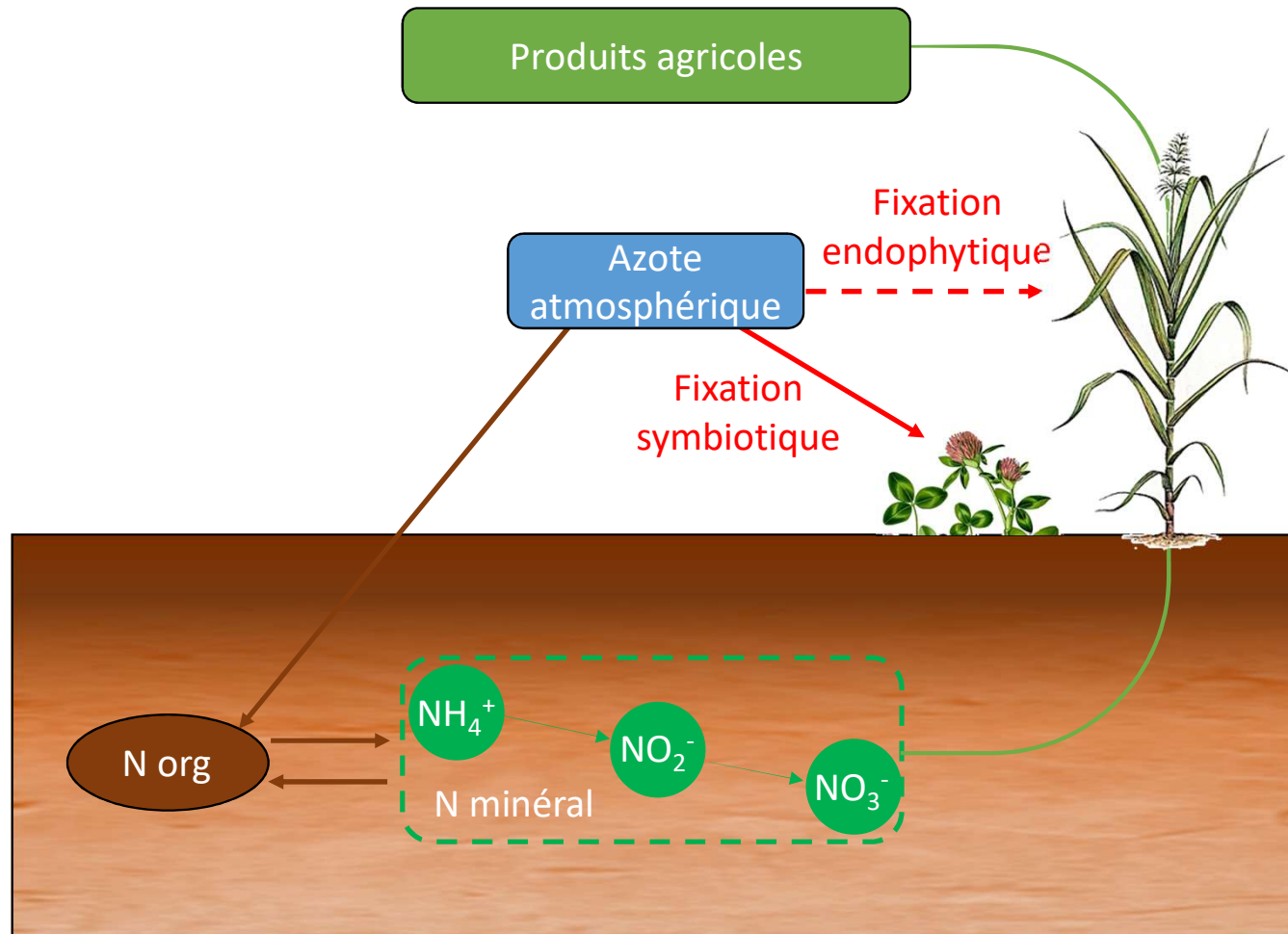
Cycle simplifié de N dans un sol cultivé



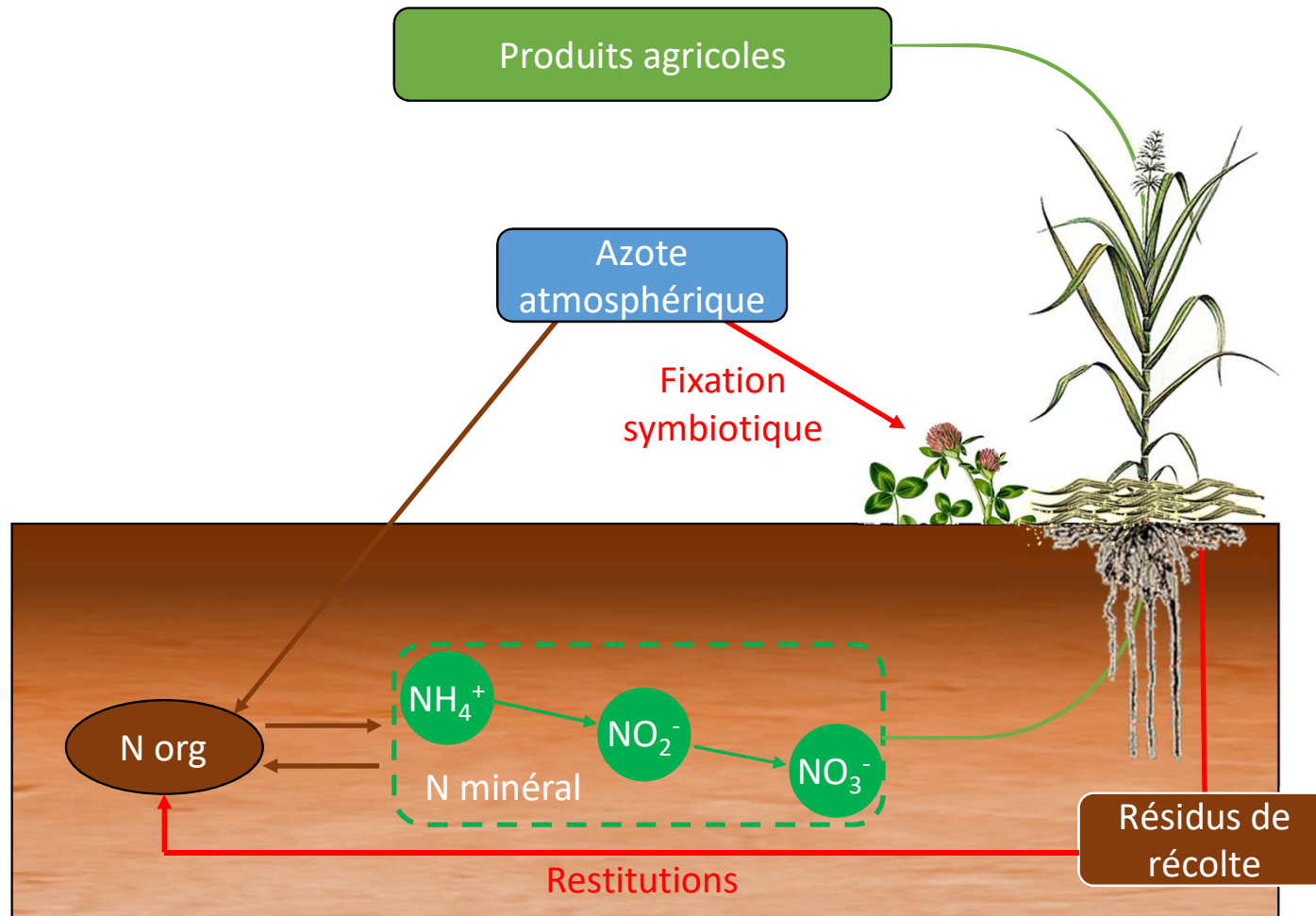
Cycle simplifié de N dans un sol cultivé



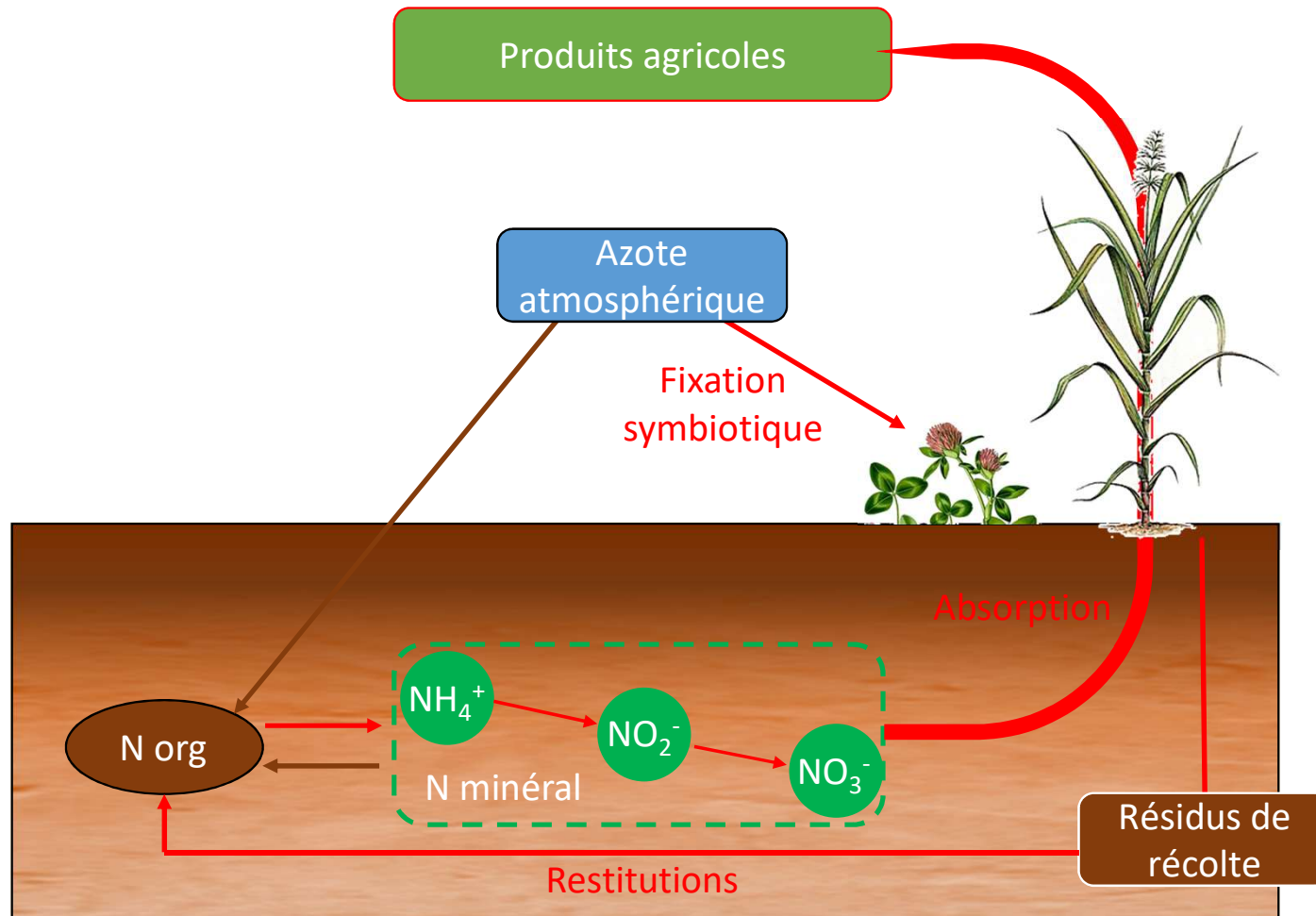
Cycle simplifié de N dans un sol cultivé



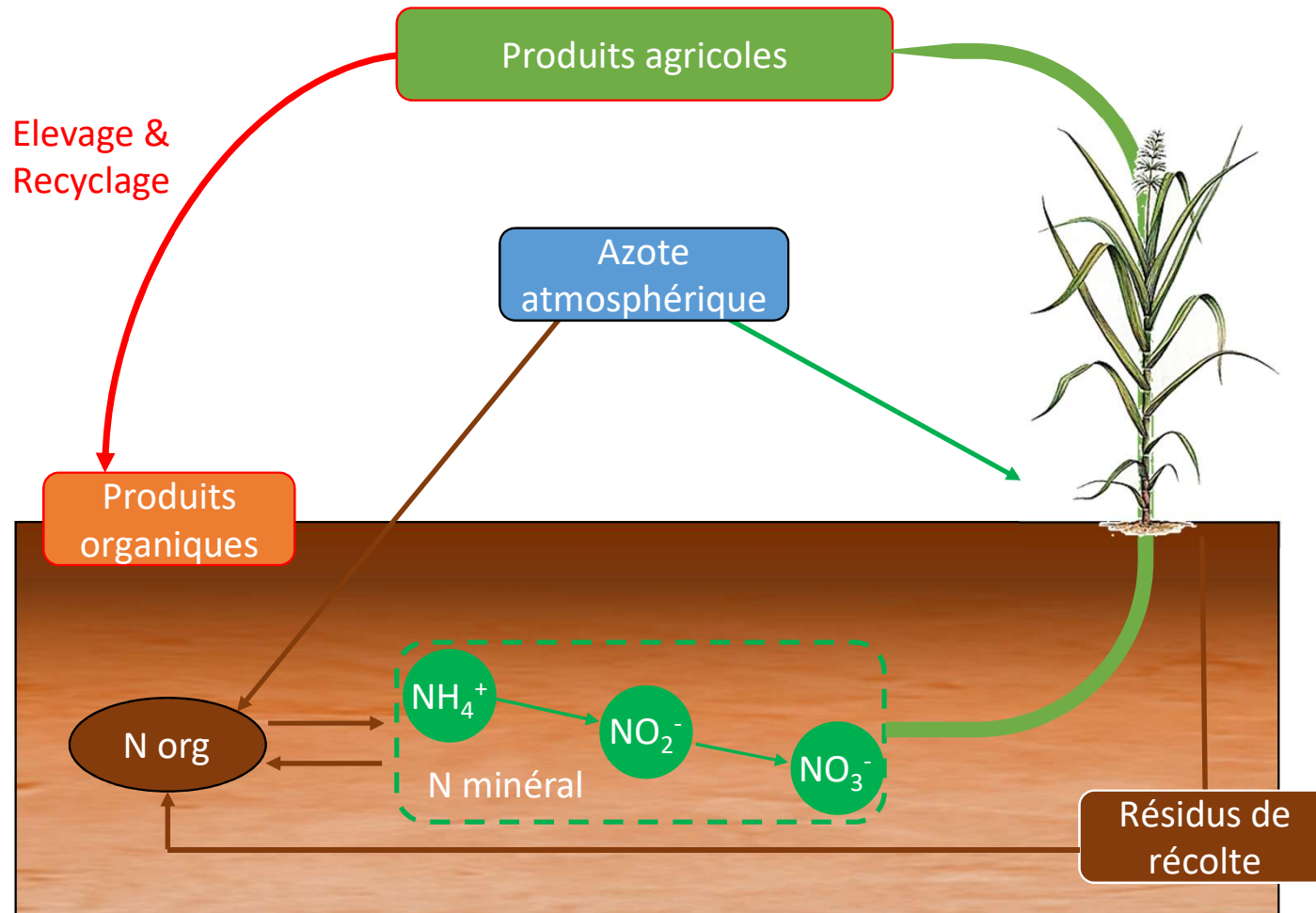
Cycle simplifié de N dans un sol cultivé



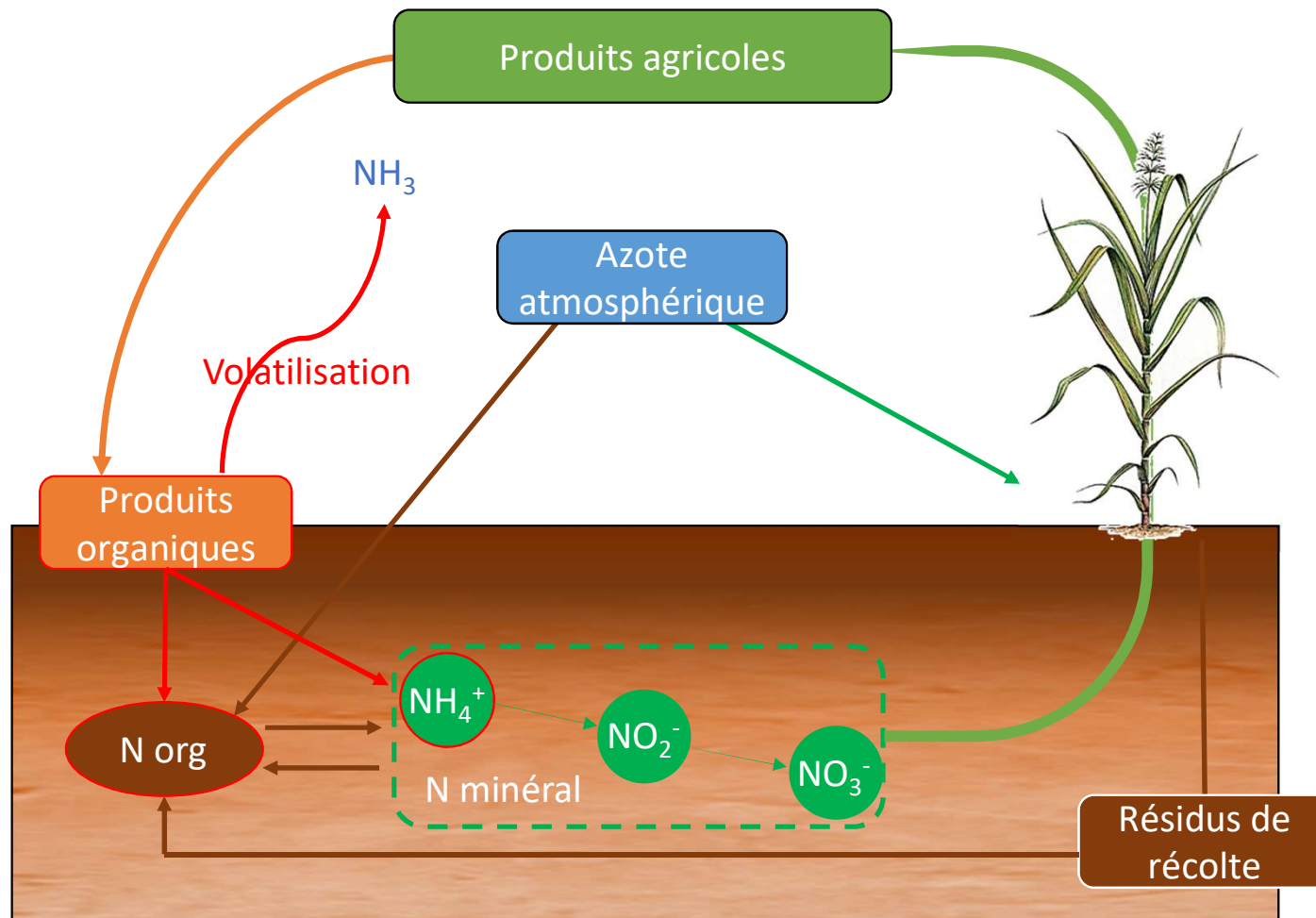
Cycle simplifié de N dans un sol cultivé



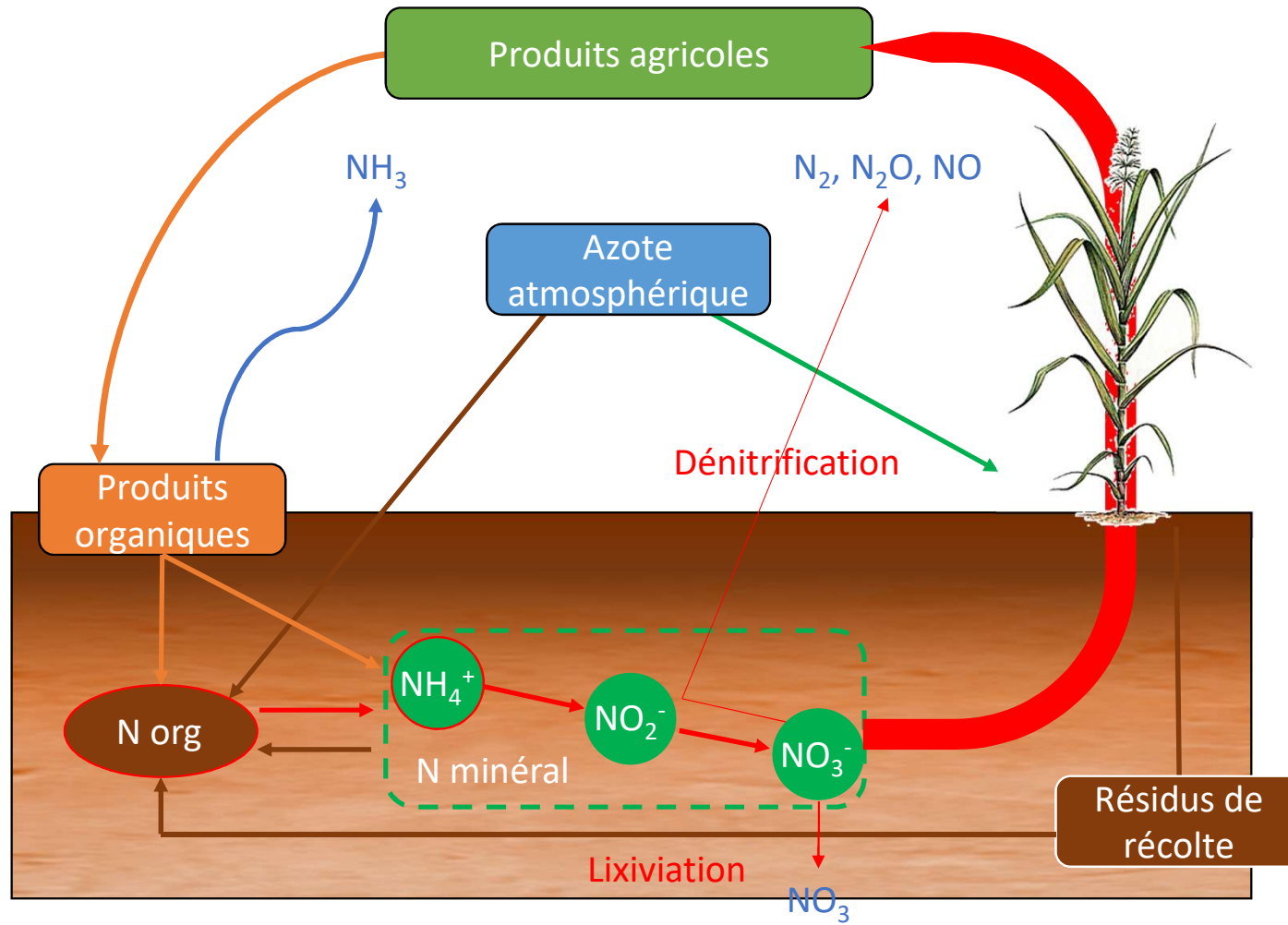
Cycle simplifié de N dans un sol cultivé



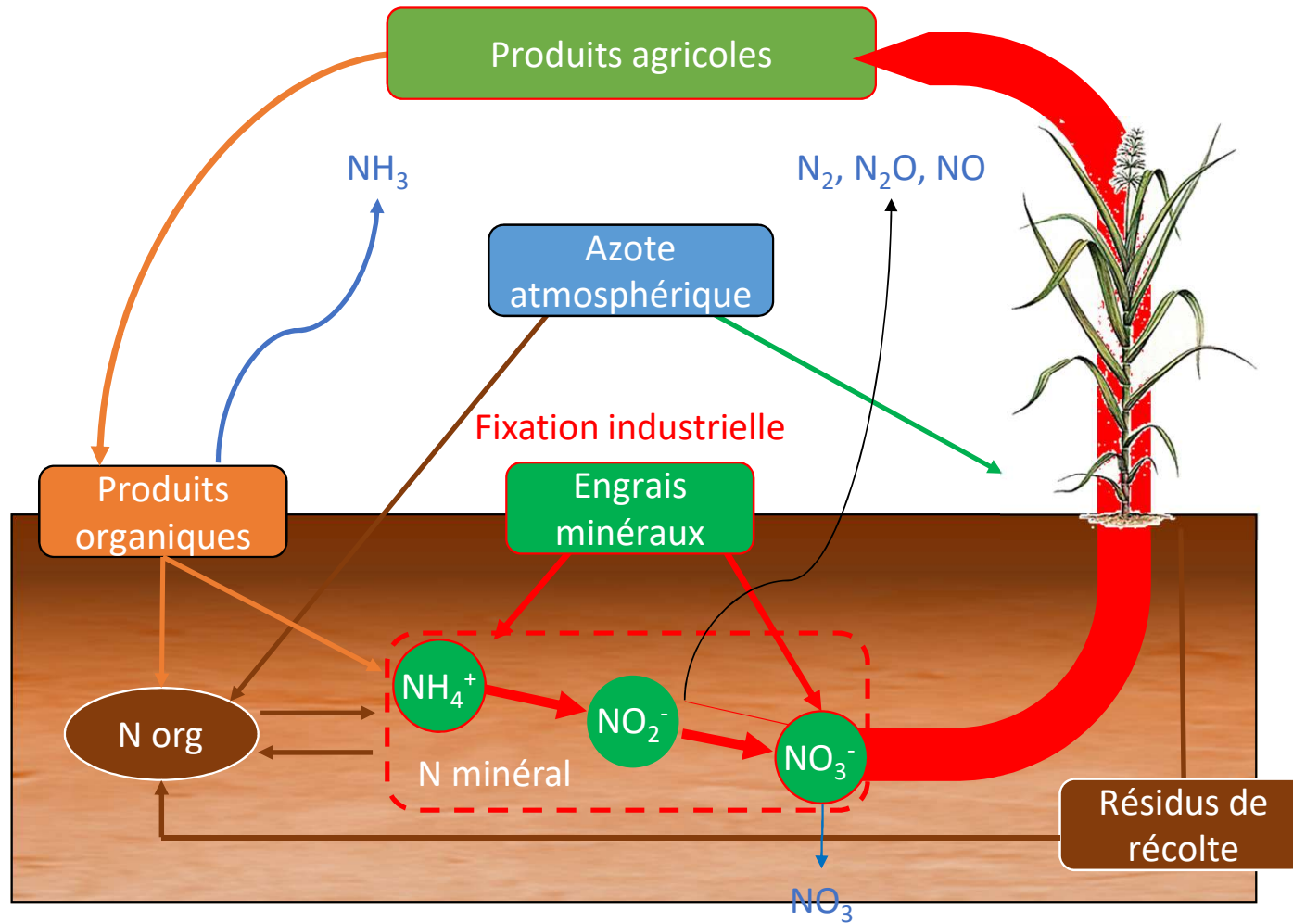
Cycle simplifié de N dans un sol cultivé



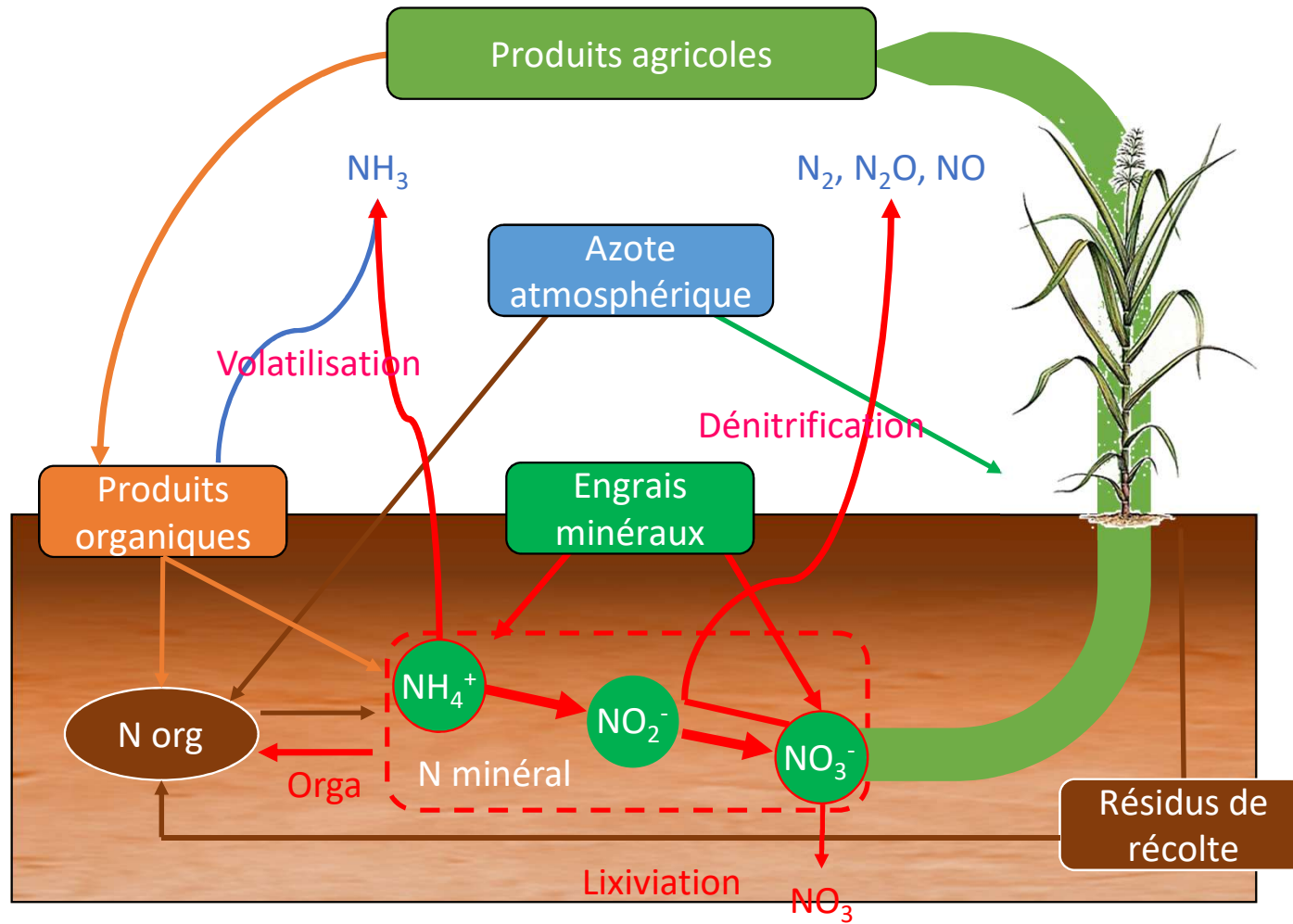
Cycle simplifié de N dans un sol cultivé



Cycle simplifié de N dans un sol cultivé

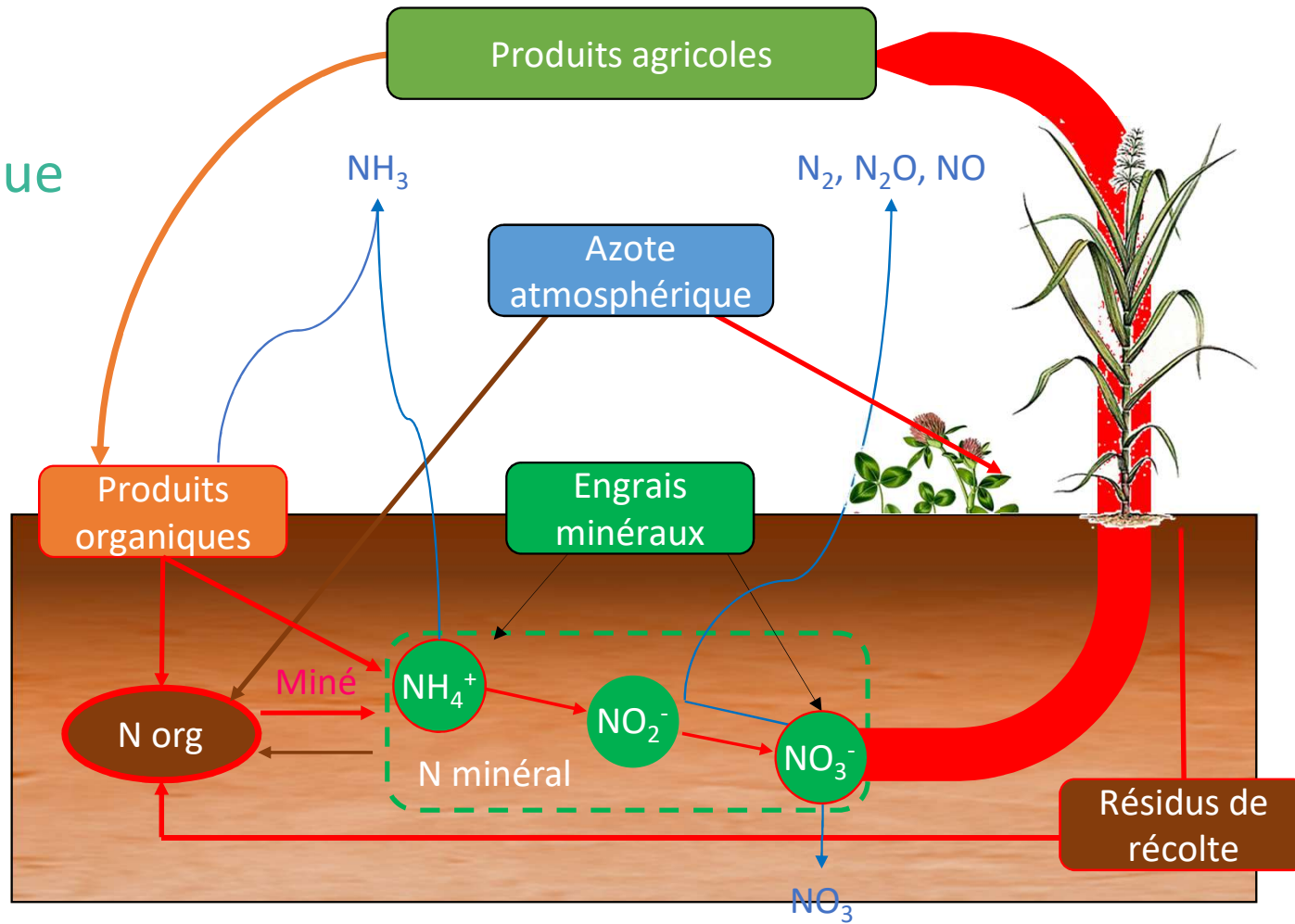


Cycle simplifié de N dans un sol cultivé

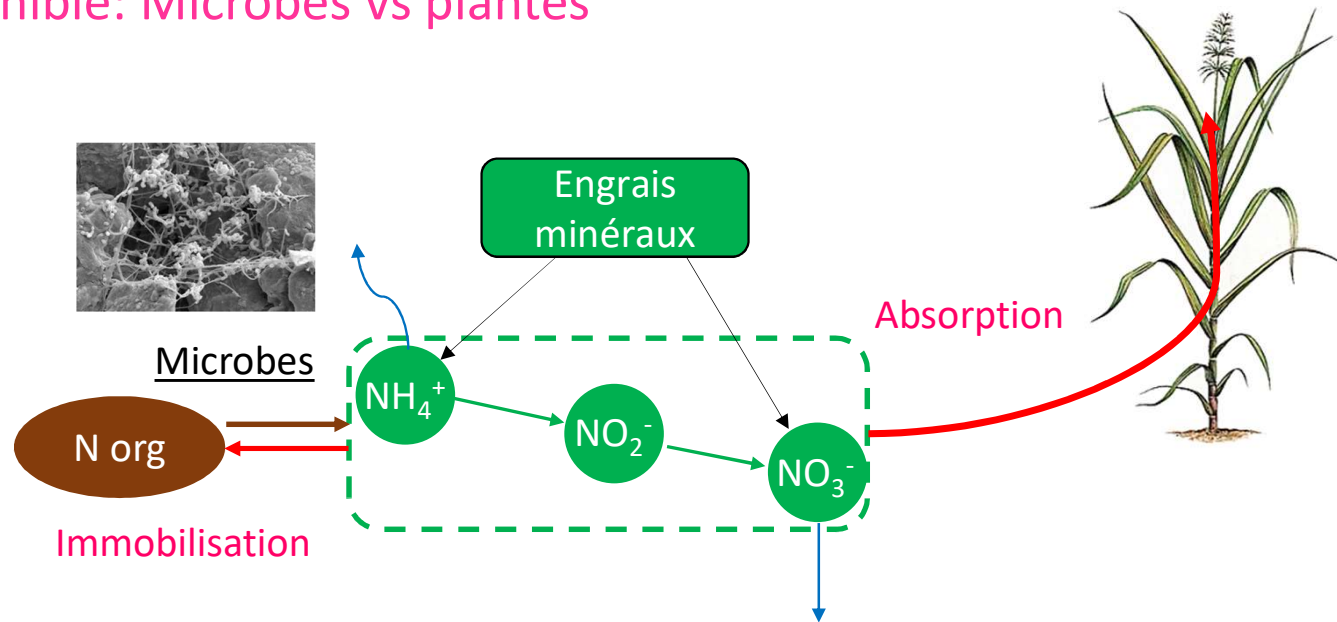


Cycle simplifié de N dans un sol cultivé

La canne
agroécologique



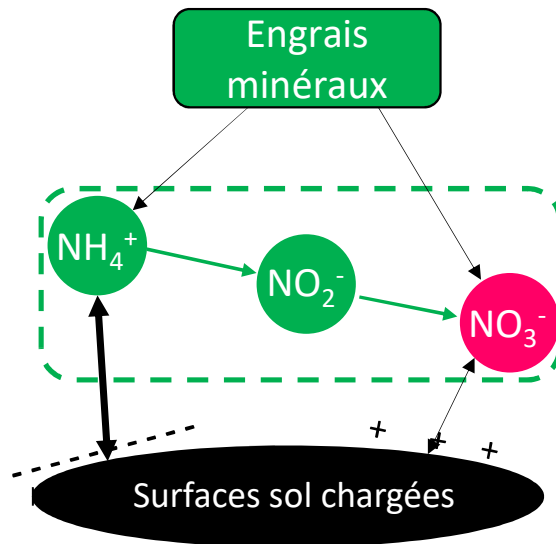
L'azote disponible: Microbes vs plantes



➤ Les plantes peuvent prélever NO₃, NH₄ et même certains Norg

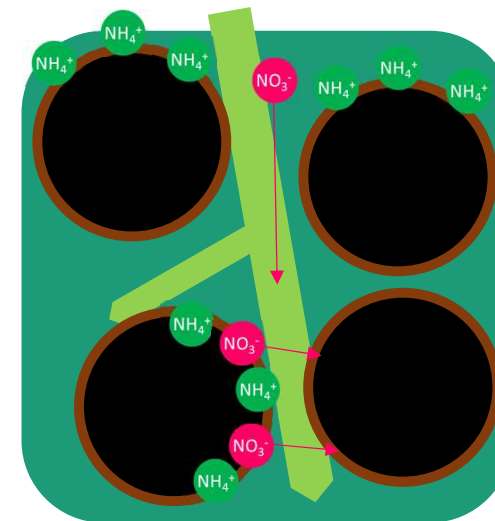
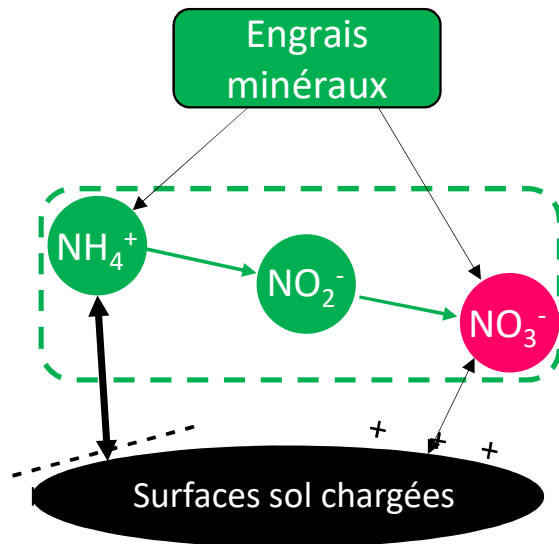
Alors pourquoi dit-on souvent que les plantes préfèrent le nitrate?

L'azote disponible: Adsorption et mobilité



- Mobilité restreinte de NH_4^+

L'azote disponible: Adsorption et mobilité

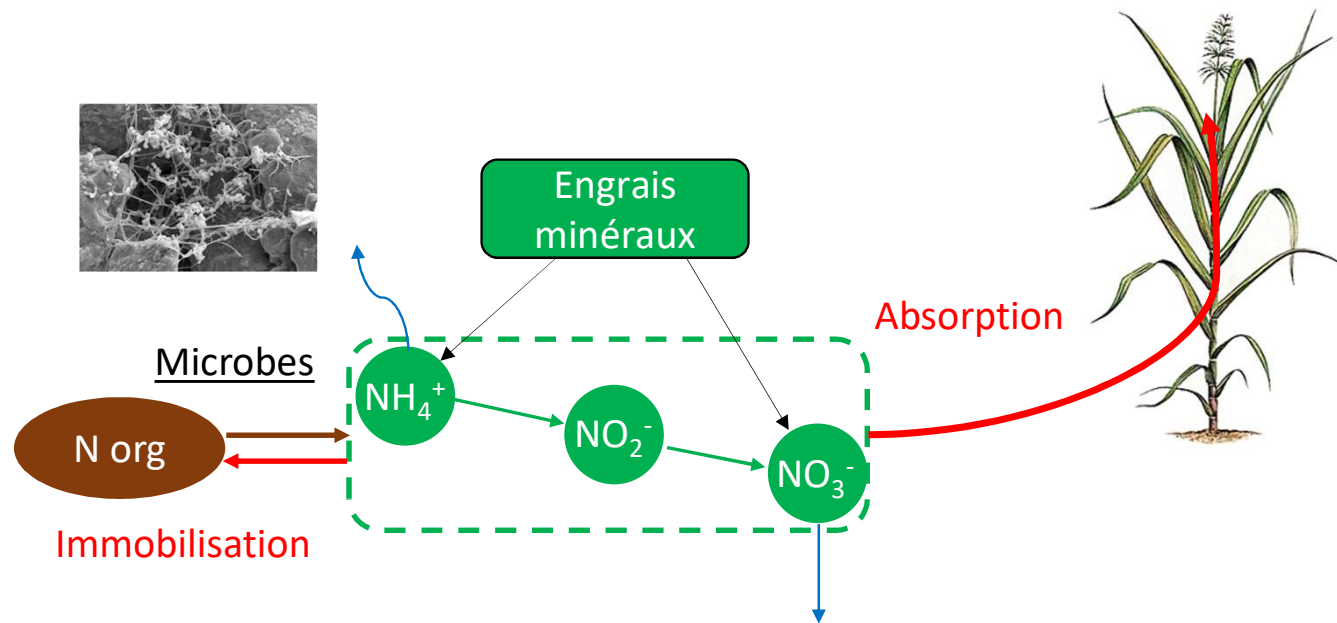


➤ Mobilité restreinte de NH_4^+

➤ Localisation des microbes « à la source » de NH_4

➤ Racines interceptent NO_3

L'azote disponible: Microbes vs plantes

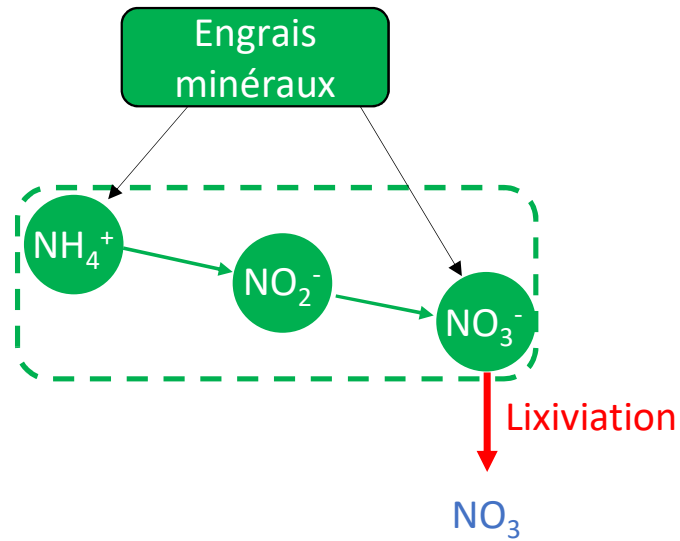


Conclusion

Difficile de limiter la part d'azote consommée et immobilisée par microbes...

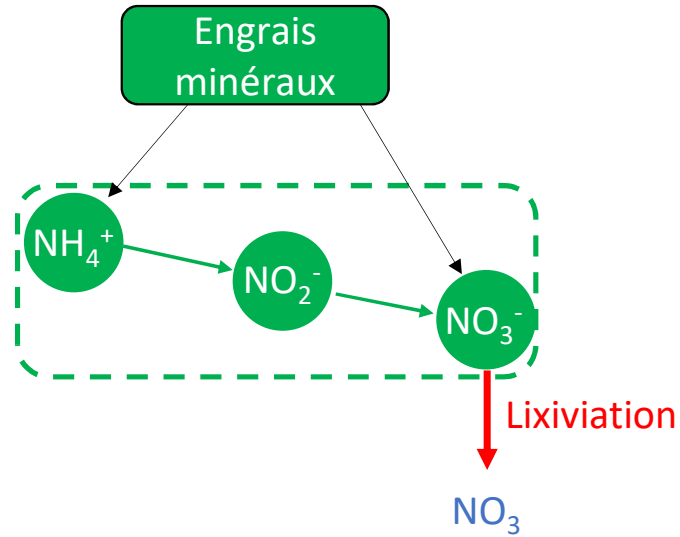
→ Tentation de nourrir les cultures avec NO_3^- mais...

Les pertes d'azote: La
lixiviation = le
lessivage



Comportement des engrais: la forme de N

Les pertes d'azote:
La lixiviation
= le lessivage



	<i>Urée</i>	<i>Sulfate d'ammoniaque</i>	<i>Ammonitrate (CAN)</i>
Organique	Uréiques	Ammoniacales	Nitriques

Risque de lixiviation et de lessivage

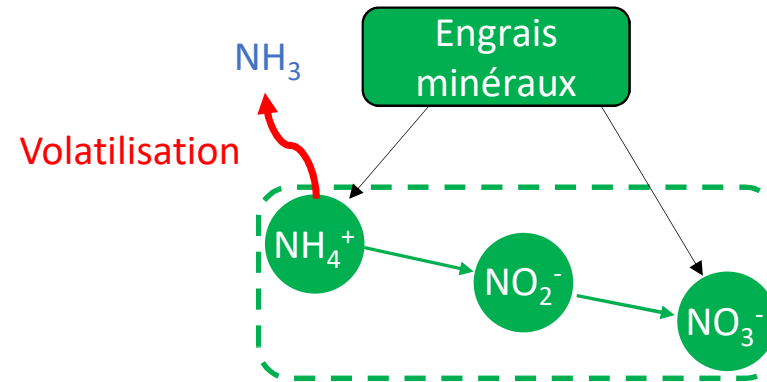
Le lessivage de NO_3^- : facteurs de risque

		Effet majorant	
Sol	Texture	sableuse	→ textures fines sauf sols alluvionnaires
	CEA	Faible CEA	→ correcte dans nos sols
	Humidité sol	Elevée	} climat tropical
Climat	Pluviométrie	> 20 mm	
	Evapotranspiration	Faible	} plutôt élevés en canne sauf en début de cycle
Culture	Vitesse de croissance	Faible	
	Enracinement	Faible	

Le lessivage de NO_3^- : facteurs de risque

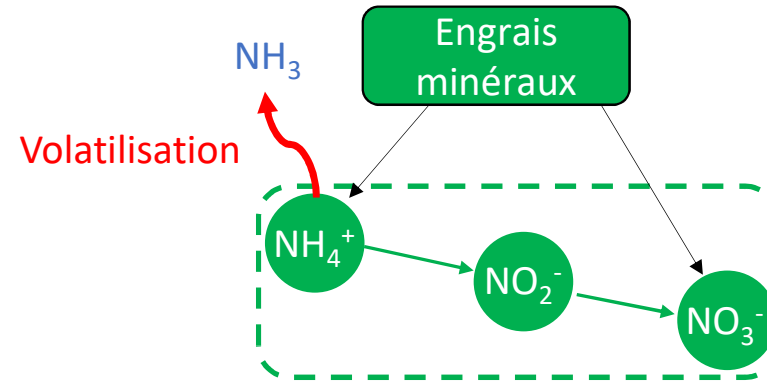
- Apporter la dose correspondant aux besoins des cultures → Serdaf
- Optimiser la productivité: bonnes pratiques agricoles (chaulage, engrais, irrigation...)
- Fertilisation en dehors des épisodes pluvieux
- Fertilisation fractionnée → 2 apports ou plus si possible
- Première fertilisation lorsque la culture a déjà démarré sa croissance foliaire → Après 1 mois
- Succession des cultures → Ok en conditions tropicales
- Inhibiteur de nitrification, urée enrobée... → Coût et disponibilité

Les pertes de N:
La volatilisation
ammoniacale



Comportement des engrais: la forme de N

Les pertes de N: La volatilisation ammoniacale



Risque de volatilisation

Organique

Uréiques

Ammoniacales

Nitriques

Urée

Sulfate d'ammoniaque

Ammonitrate (CAN)

≈ 15%
[0-50%]

≈ 2%
[0-10%]

Comportement des engrais: la forme de N

		Effet majorant	
Sol	pH	alcalin	→ alcalinisation locale Urée
	CEC	Faible CEC	
	Humidité Sol	Faible	→ Pas d'entraînement de N minéral
Climat	Température	Elevée	→ climat tropical
	Pluviométrie	< 5-10 mm	
	Vent	Présence	→ alizés
	Evapotranspiration	Elevée	→ plutôt élevés en canne sauf en début de cycle
Culture	Vitesse de croissance	Faible	

Comportement des engrais: la forme de N

La
volatilisation
ammoniacale
: les mesures
pratiques

Technique de réduction	% de réduction	Commentaires
Epandage en plein en surface	Technique de référence	
Irrigation	40-70%	Immédiatement après apport
		Quantité : env. 10mm
Incorporation profonde	80-90%	Profondeur de travail
Localisation au semis et/ou en végétation		Fermeture du sillon
Incorporation en présemis	50-80%	Immédiatement après apport
		Profondeur d'incorporation
Inhibiteur d'uréase	70%	Pour urée
	40%	Pour solution azotée
Engrais enrobé à libération progressive et contrôlée	30%	Engrais solide
Substitution de forme N	90%	Dans les situation

Fractionnement

Irrigation rare ?
Prise en compte de la pluviométrie

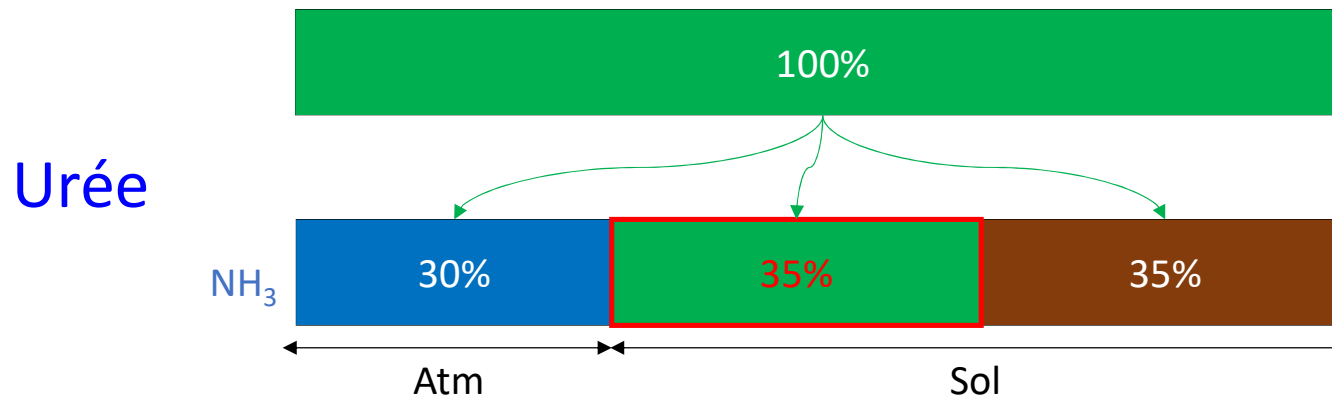
Solution actuelle,
nécessite du travail

Engrais enrobé, acidifiant ou à inhibition
→ Coût et disponibilité

Source de travail

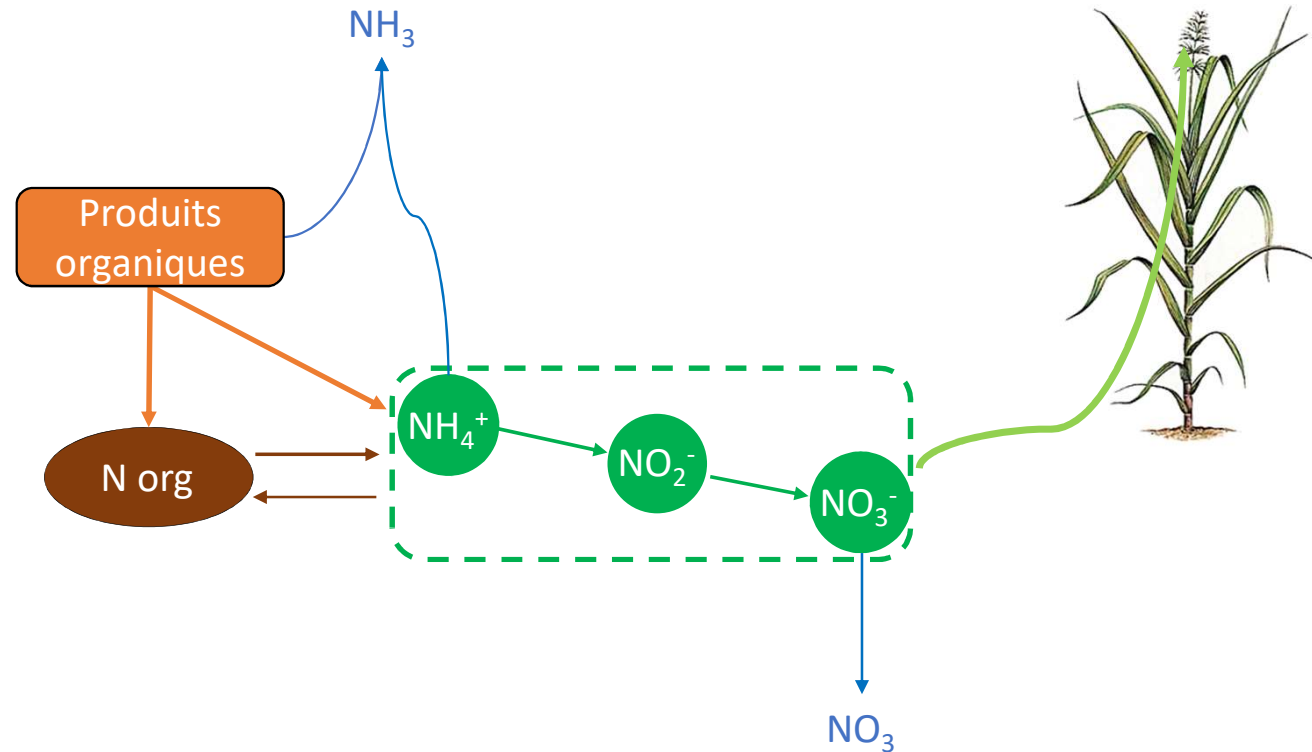
Efficienc e d'utilisation de N des engrais

Engrais conventionnel



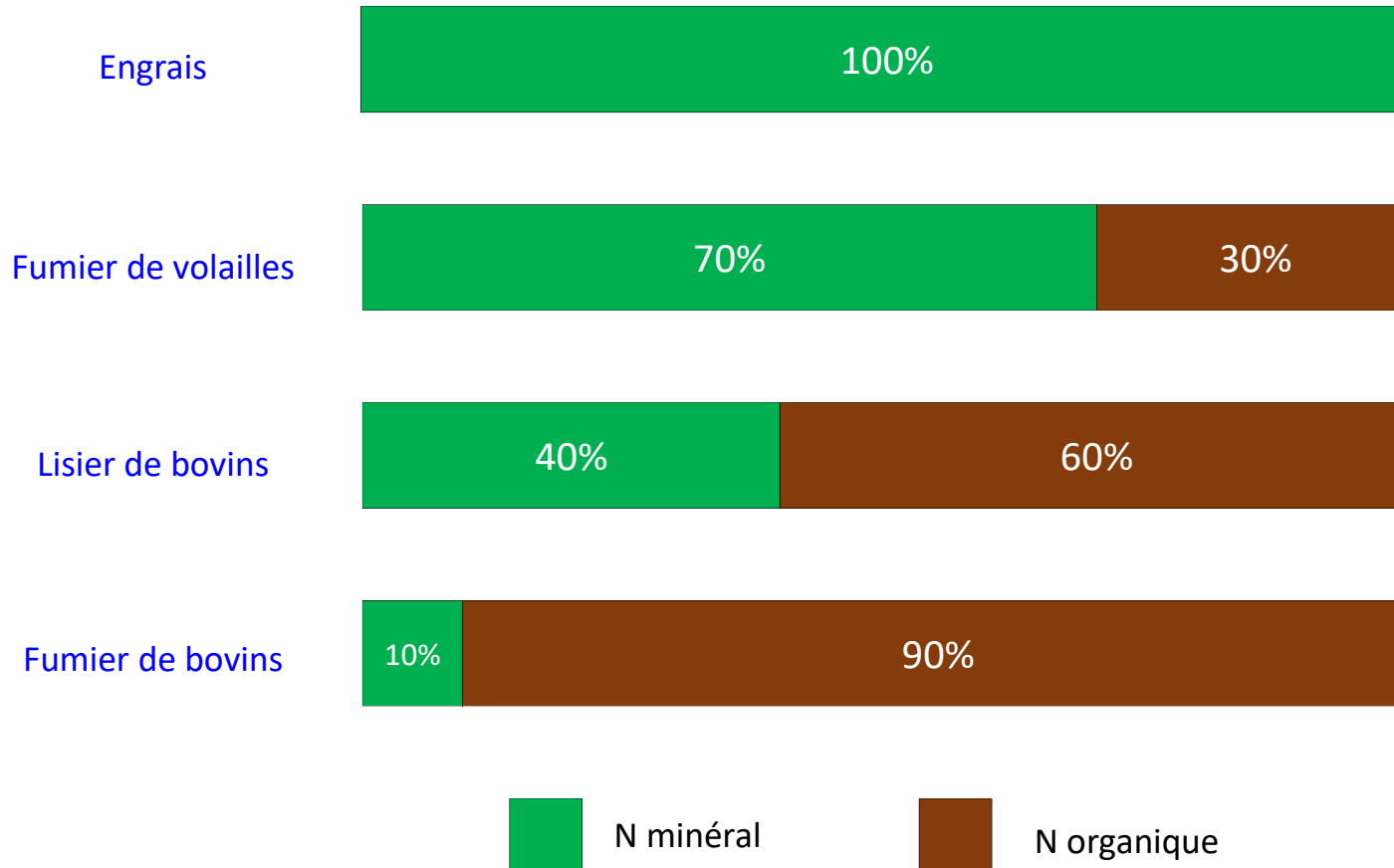
Efficienc e d'utilisation par la canne de N de l'urée comprise entre 15 et 55%

Le cas des fertilisants organiques

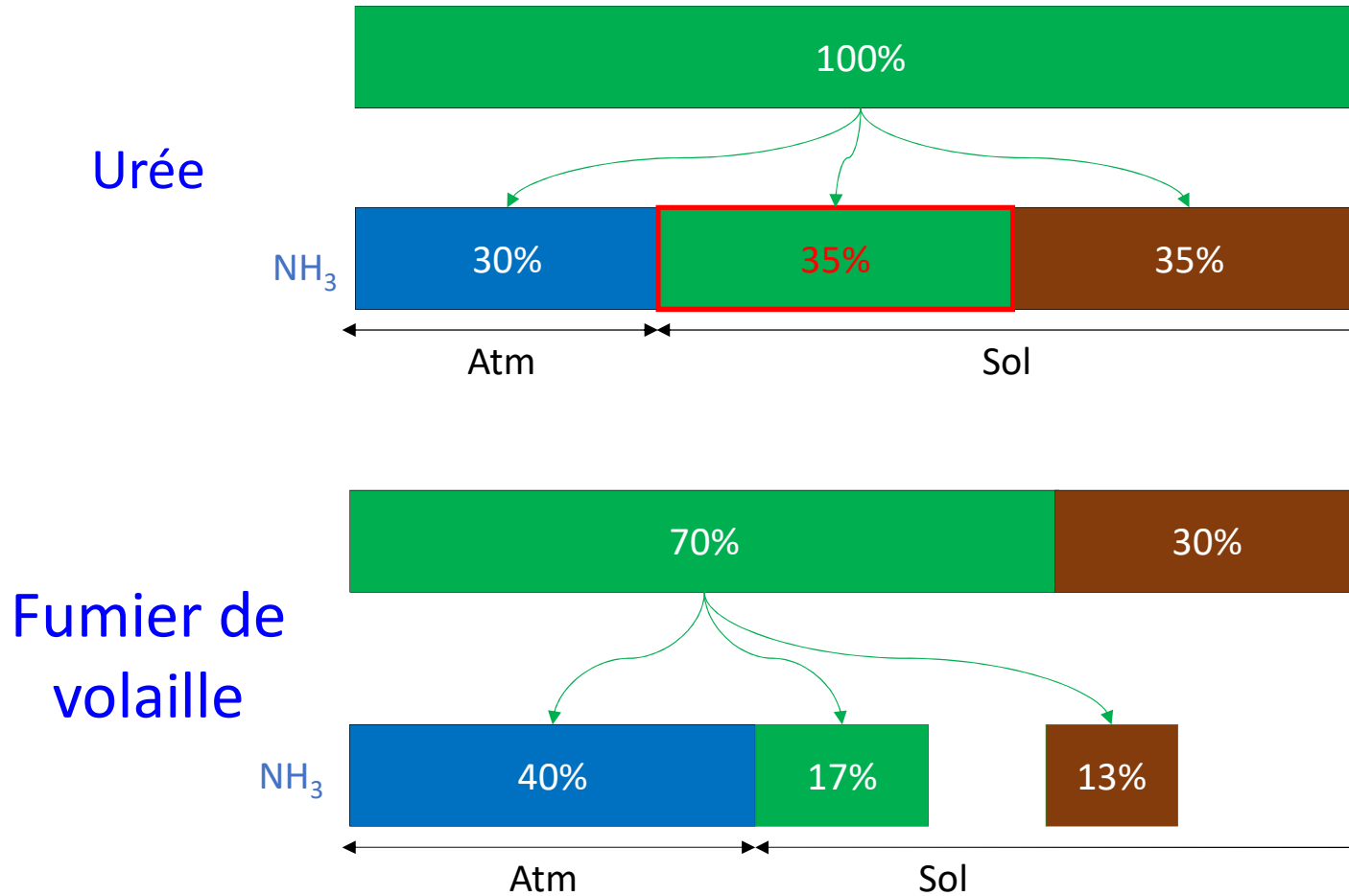


Efficienc e d'utilisation de N des mafor

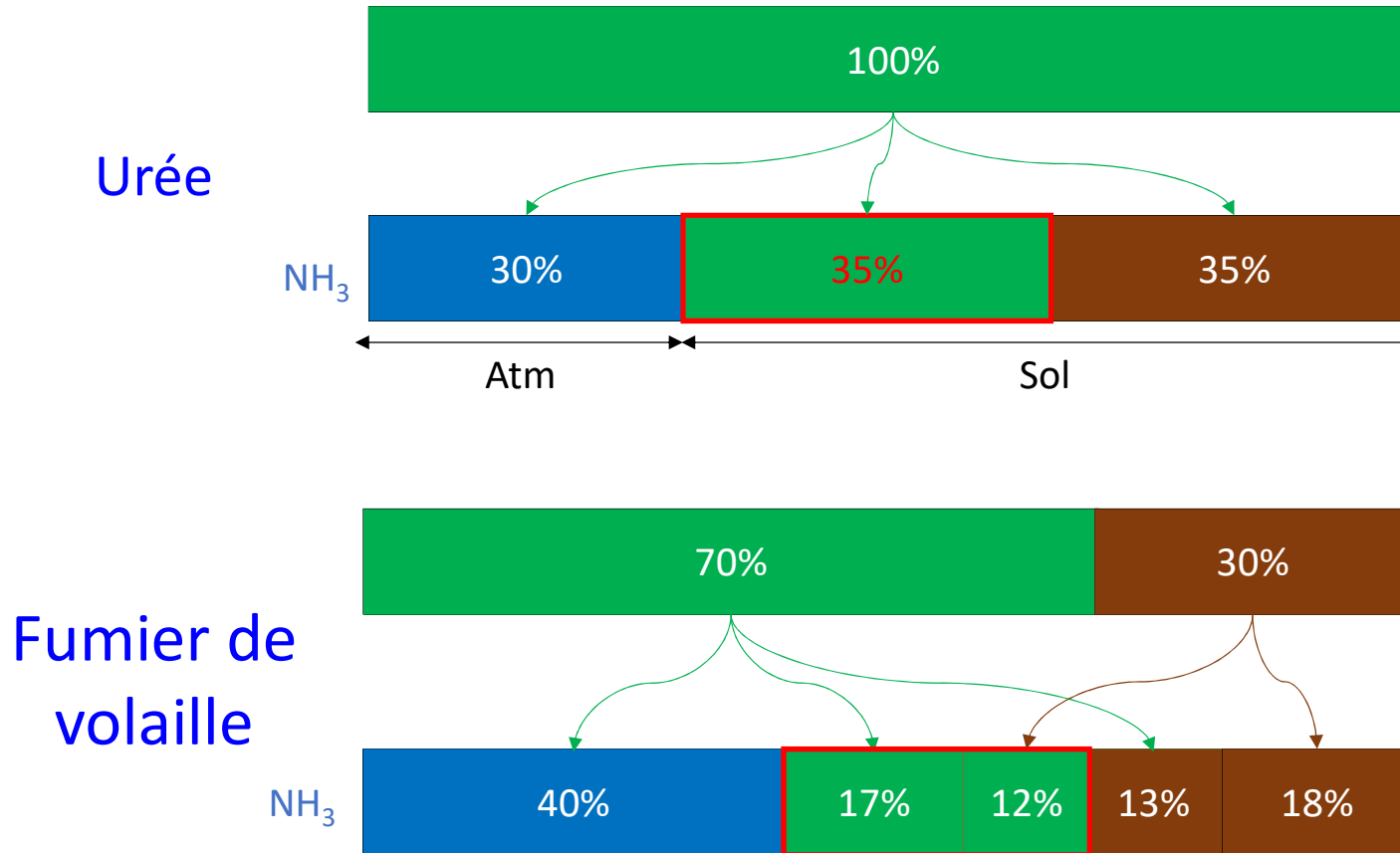
Fractions de N dans quelques fertilisants organiques



Efficiences d'utilisation de N des mafor



Efficiency d'utilisation de N des mafor

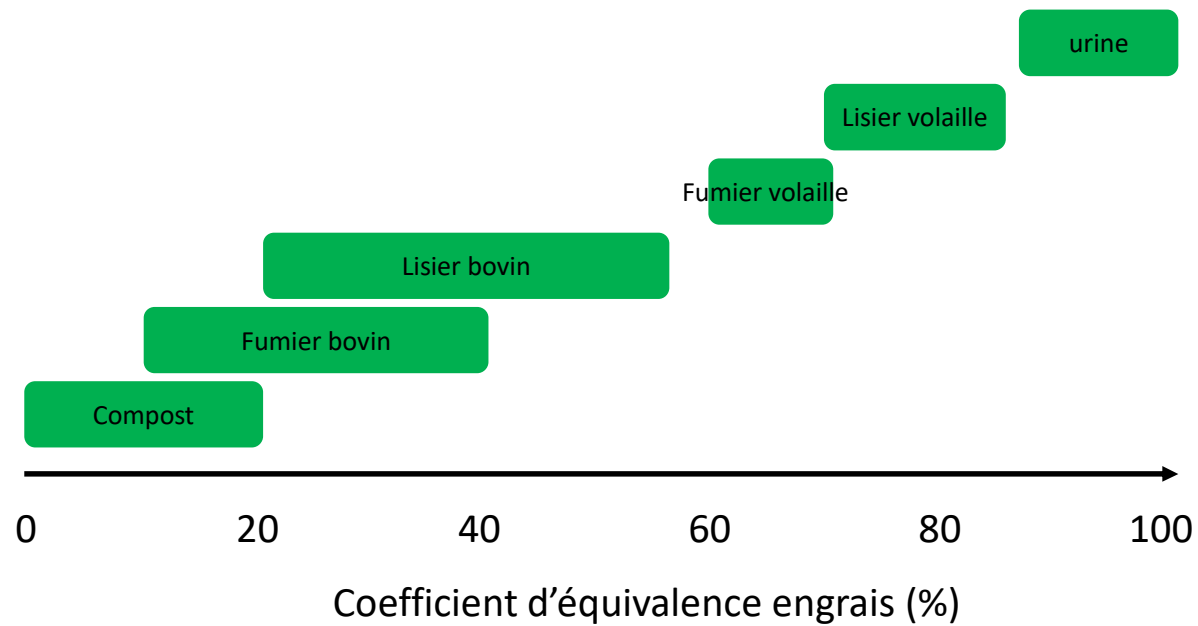


Efficiency de 29% → CE-N 83% de l'urée

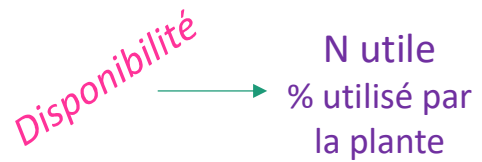
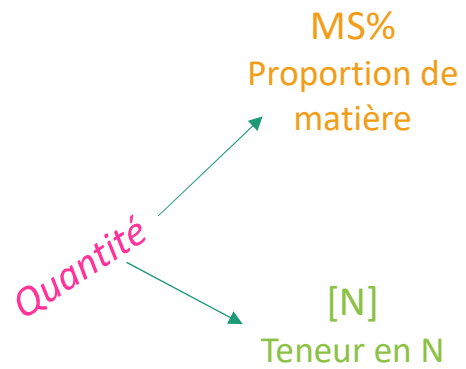
Etablissement de Coefficient d'équivalence engrais (CE-N)

Réponse agronomique aux fertilisants organiques relativement à une fertilisation conventionnelle

→ Références propres à chaque culture, pratiques agronomiques et contexte pédoclimatique



Raisonnement des apports de Mafor



Raisonnement des apports de Mafor

MS%
Proportion de
matière



[N]
Teneur en N

MF	100
MS	100
N	46
N utile	20

MS = 100%

Anhydre

[N] = 46%

Hyper concentré

Eff-N = 40%

NH₃ + BM

Quantité

Disponibilité

N utile
% utilisé par
la plante

Raisonnement des apports de Mafor

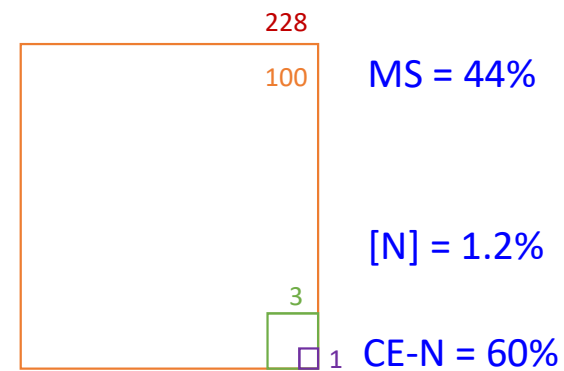
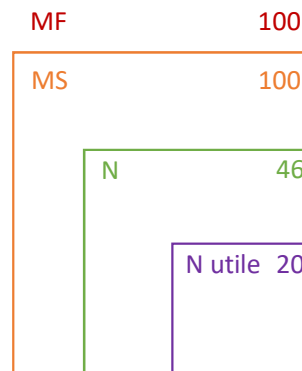
MS%
Proportion de
matière

[N]
Teneur en N

N utile
% utilisé par
la plante

Quantité

Disponibilité



Produit C

Norg + volat

Raisonnement des apports de Mafor

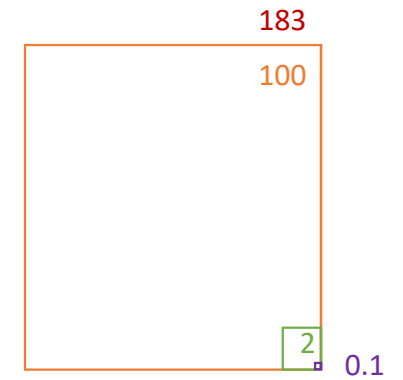
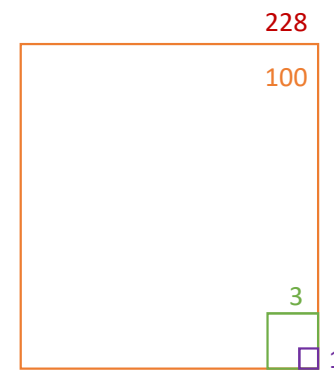
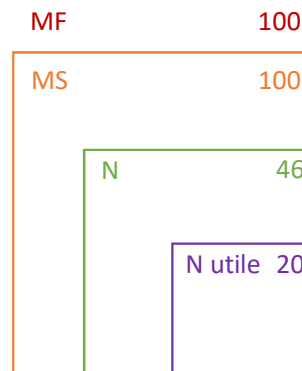
MS%
Proportion de
matière

[N]
Teneur en N

N utile
% utilisé par
la plante

Quantité

Disponibilité



Pour obtenir 200 kg/ha N efficace pour la canne
avec ces fertilisants, Il faut ainsi :

2 tMF/ha



27 tMF/ha



220 tMF/ha





Collecte totale,
partielle ou nulle ?

Les modes de coupe actuels laissent des quantités très variable de paillis au sol



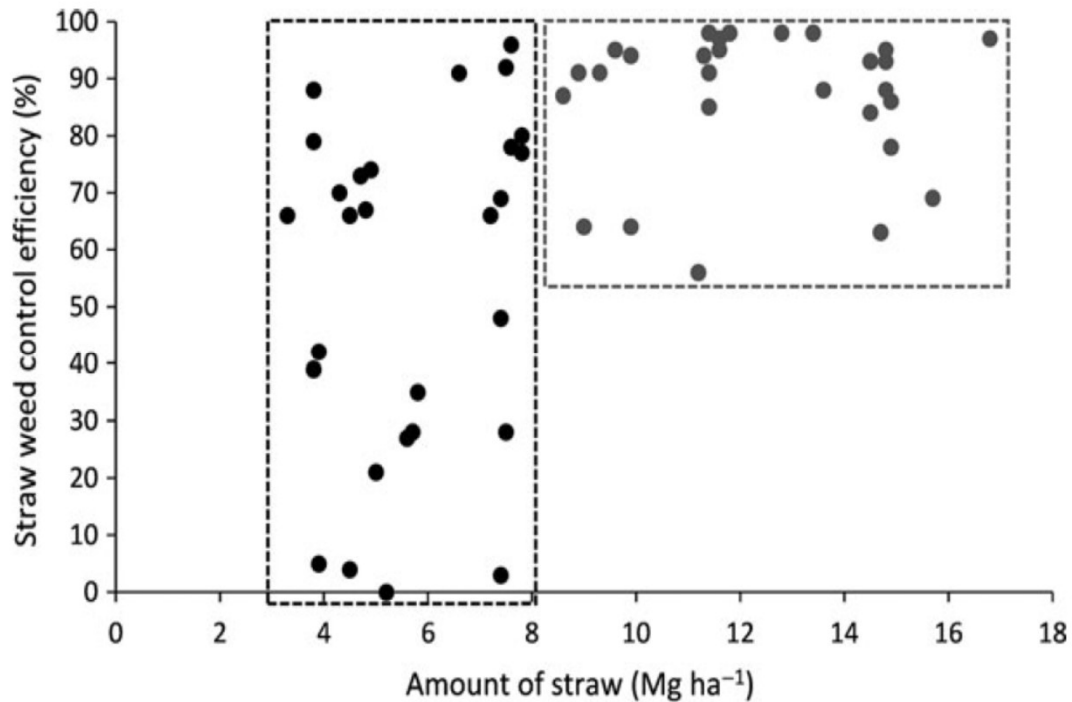
Collecte totale,
partielle ou nulle ?

Coupeuse péi
5 t/ha

Coupe manuelle
10 t/ha

Coupe tronçonnée
15 t/ha

Lutte contre l'enherbement



Carvalho *et al.* 2017

Réunion:

10-12 t/ha Paillis

= ↘ 70% enherbement

= ↘ 25-30% IFTH

<10t/ha Paillis = maîtrise très limitée

→ mais diminue l'efficacité des herbicides
(en particulier prélevé)

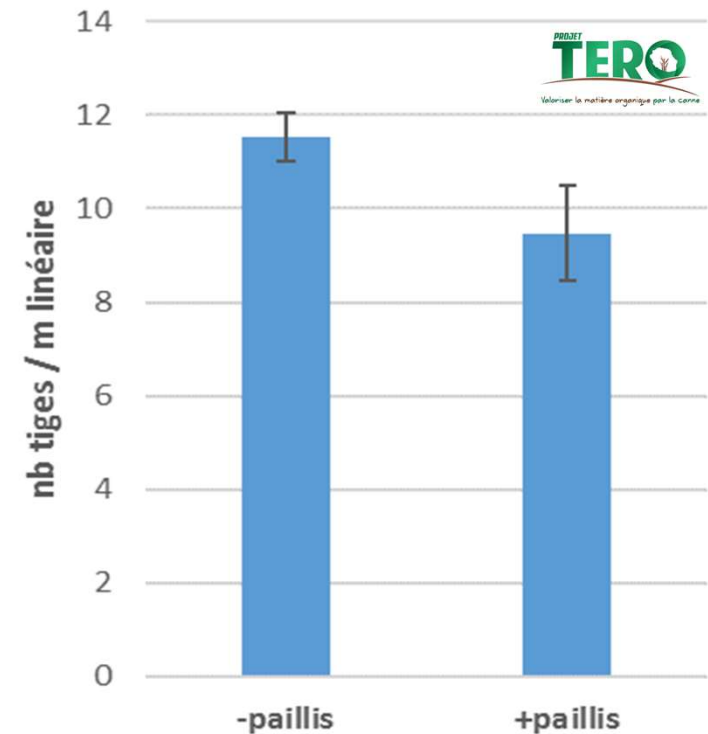
Croissance de la canne

- Impact extrêmement variable sur les rendement:
 - impact positif sur le rendement dans environnements sec (interaction avec disponibilité en eau) et négatifs dans environnements froids.
 - impact sur la levée et le tallage
 - impact sur la proportion tige / racine

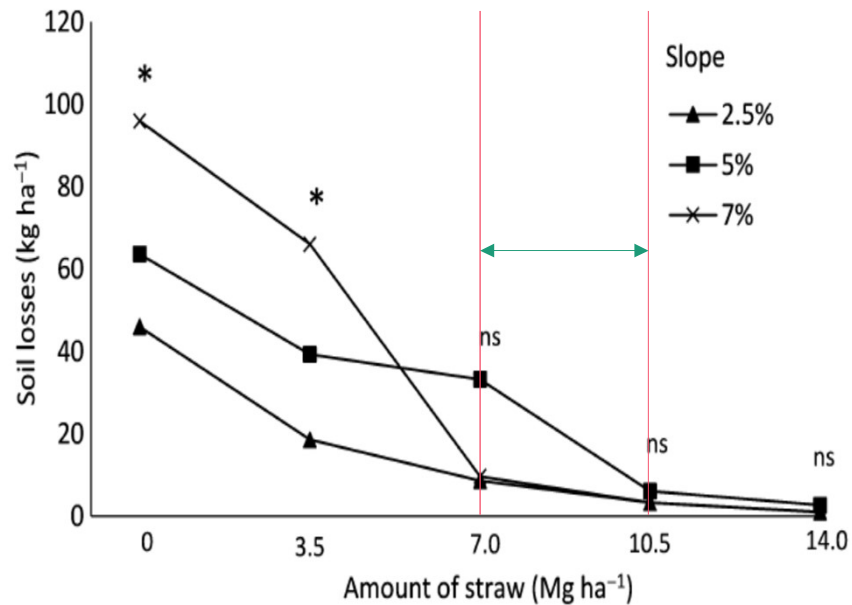
Réunion:

Présence Paillis = ↘ levée & tallage CAS

Pas d'impact positifs ou négatifs mis en évidence



Erosion et disponibilité en eau



Carvalho *et al.* 2017

- 7 t/ha de Paillis réduit de 85 % les pertes érosifs
- Paillis = augmentation stock d'eau dans le sol
 - Réduit l'évaporation du sol (ex \simeq 25%, Tominaga *et al.*, 2002)
 - Limite les pertes par ruissellement (ex \simeq 50%, Peres *et al.*, 2010)
 - Améliore l'infiltration de l'eau dans le sol (Brady & Weil, 2002)

Statut organique et activité biologique



Collecte totale,
partielle ou nulle ?

- Le paillis est une source de C-MO pour le sol
Augmentation des stocks de C-MO avec maintien du paillis
13% des entrées de C du paillis vient alimenter le pool de MO du sol

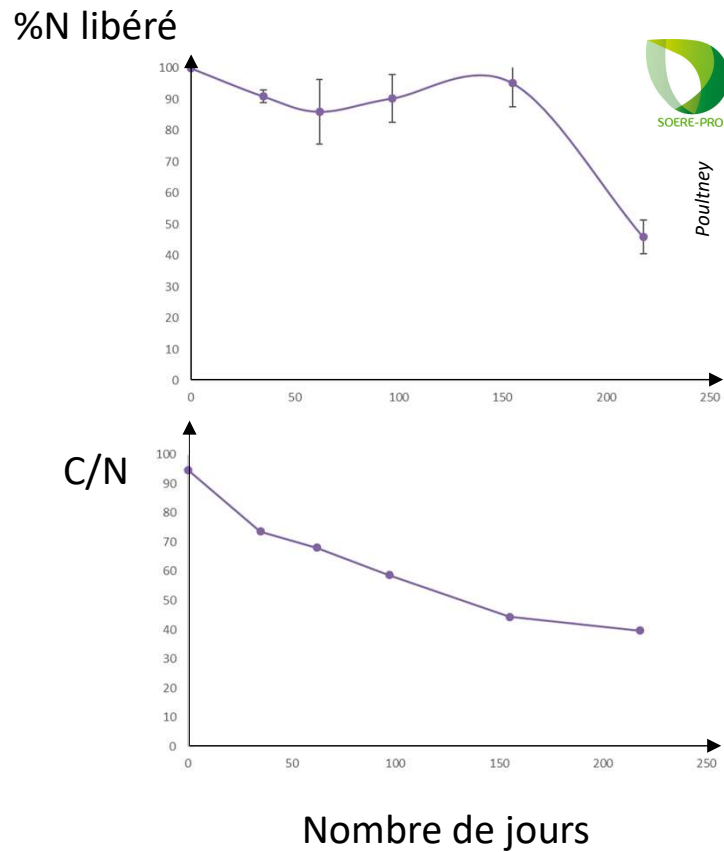
- Le paillis tamponne les conditions climatiques et offre une source de matière permettant d'alimenter les réseaux trophiques

Recyclage de nutriments



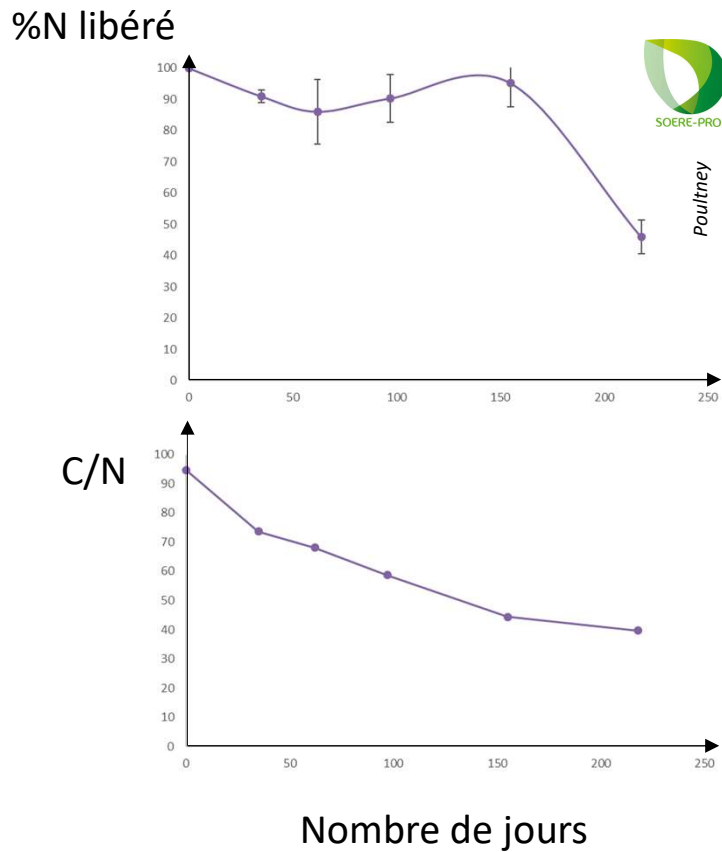
- Taux de décomposition annuel → 70 à 98% au Brésil et Australie
- Libération des nutriments : Paillis représente une restitution de 76% du N, 56% du K et 33% du P
 - 90-100% de K, éléments rapidement libéré et directement disponible pour la culture

Recyclage de nutriments



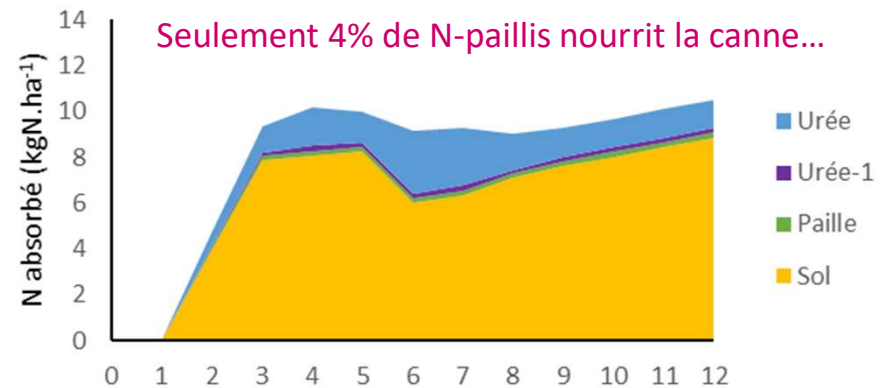
- C/N très élevé, forte immobilisation de N

Recyclage de nutriments



- C/N très élevé, forte immobilisation de N

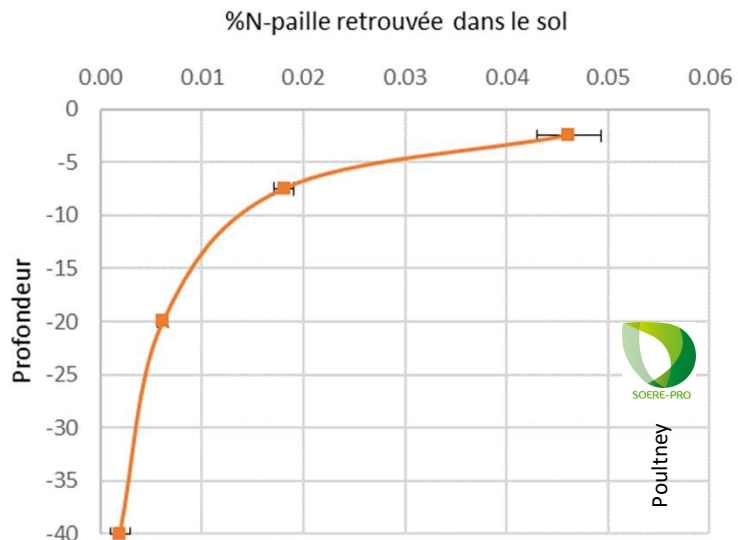
- Au Brésil 16% de N nourrit la canne sur 3 années, représentant seulement 2.1% des besoins en N



... correspondant à 2% de N-canne

Recyclage de nutriments

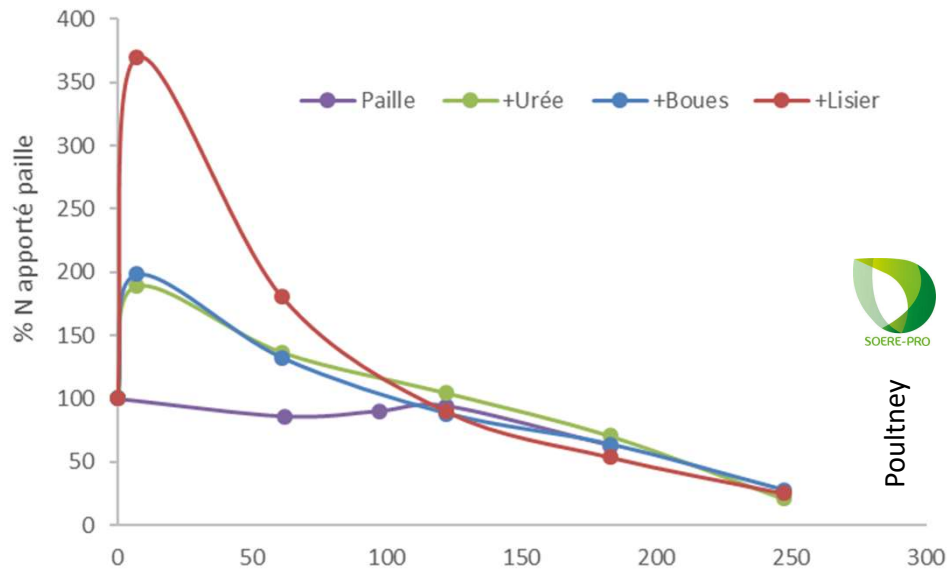
50% de N-paillis retrouvé dans le sol après 1 an



- Effet long terme important: modélisation montre au Brésil que maintenir la paille peut faire économiser 36 kgN/ha/an au bout de 30 ans

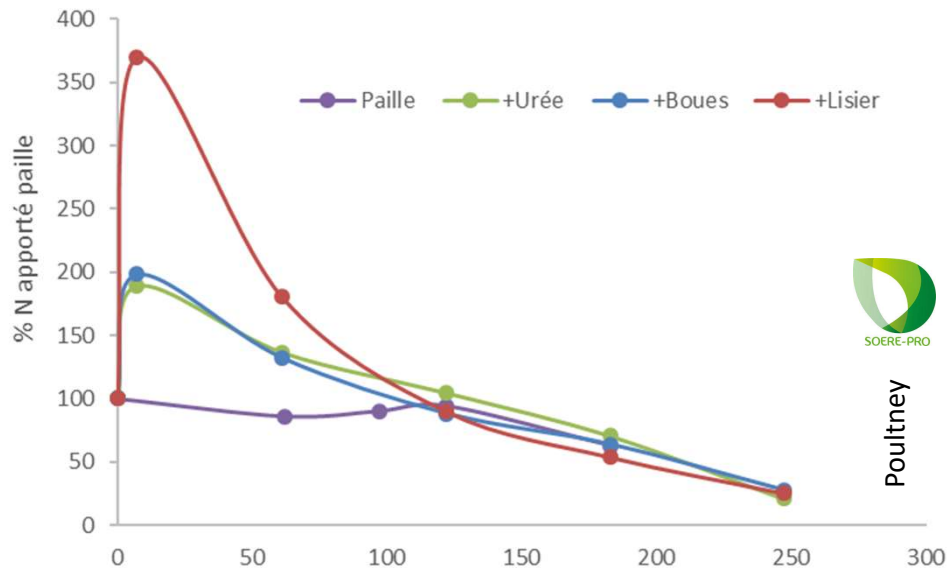
Interactions Paille x fertilisant

Jusqu'à 20% du fertilisant retenu
dans la paille
Libération à partir de 4 mois



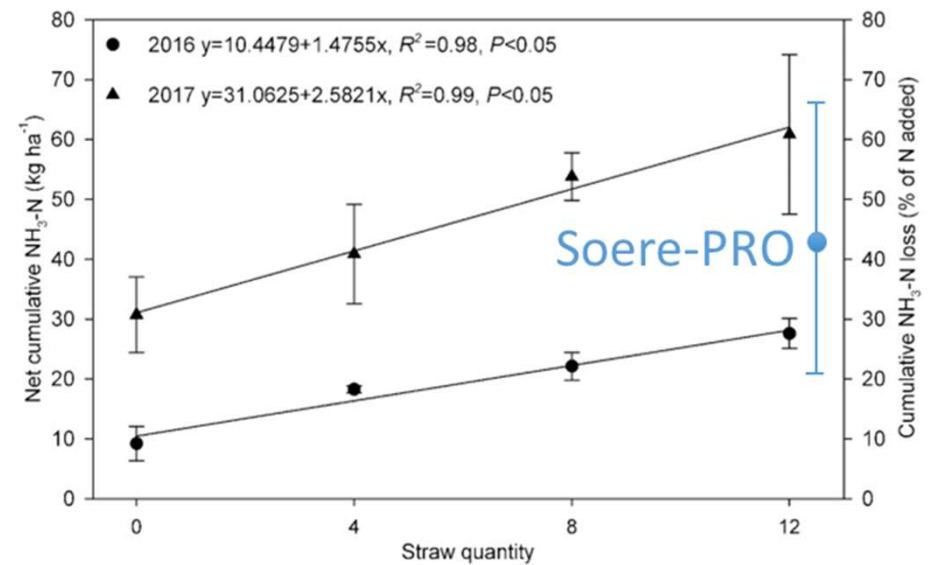
Interactions Paille x fertilisant

Jusqu'à 20% du fertilisant retenu
dans la paille
Libération à partir de 4 mois



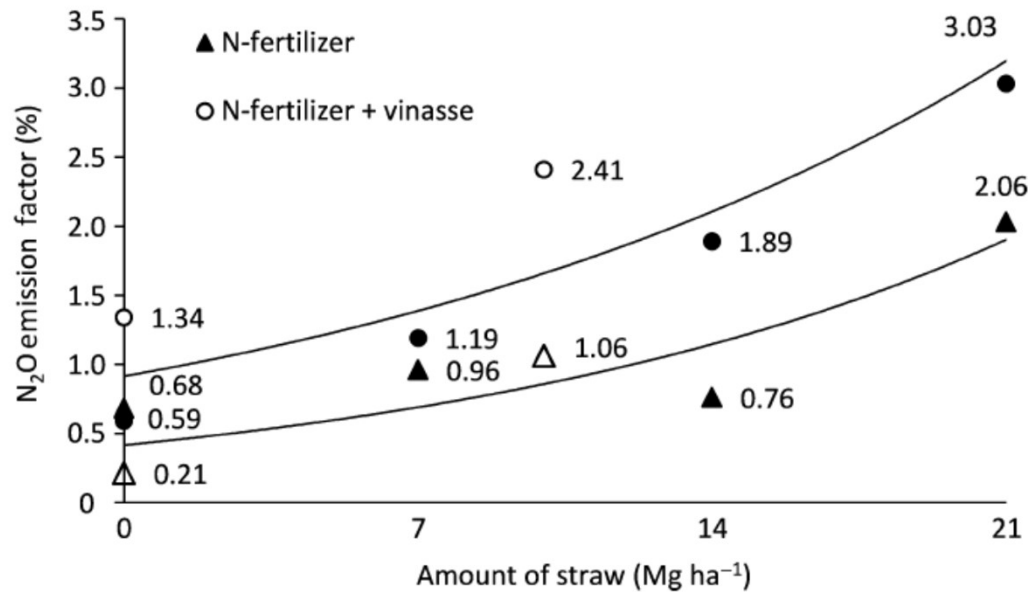
Poultney

Volatilisation
4 t/ha de paille collecté = 9
% du fertilisant économisé



Pinheiro et al., 2018

Interactions Paille x fertilisant



Carvalho et al. 2017

- Les effets sur N₂O sont plus mitigés

C/N paillis élevé → immobilization
→ ∩ N₂O

Mais

Paille + MAFOR
= humidité + Nmin → ↗ N₂O

Des itinéraires innovants à co-concevoir



Collecte totale,
partielle ou nulle ?

Un projet pour co-concevoir des itinéraires de gestion de la paille de canne à l'échelle de la parcelle

En tenant compte des performances agro-environnementales, du bilan socio-économique et de la faisabilité technique de ces pratiques

Quel est le meilleur moment pour fertiliser la canne et pourquoi?

