

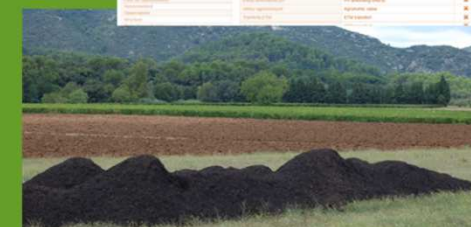
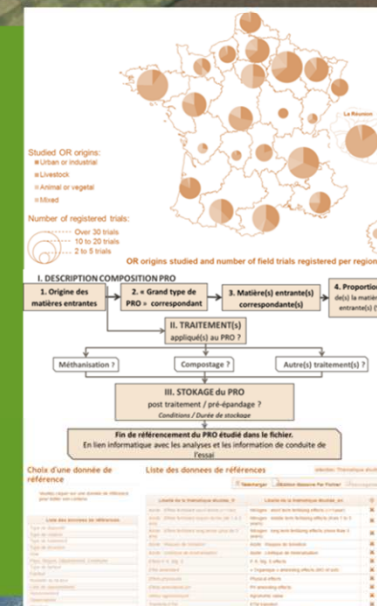


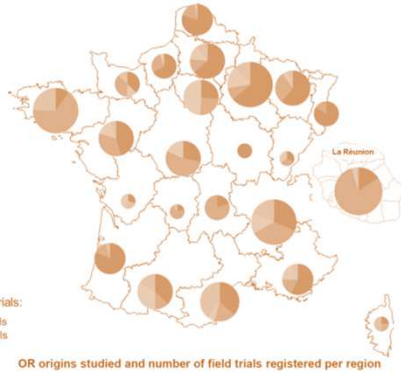
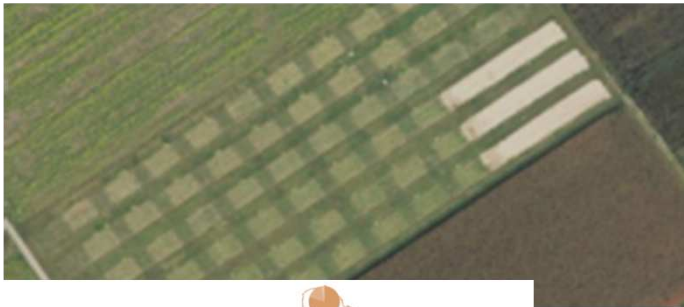
# Colloque final du Réseau PRO

(CasDAR/ADEME 2011-2014)

## Paris, le 5 décembre 2014

Journée organisée par l'INRA, l'ACTA  
et les partenaires du Réseau PRO

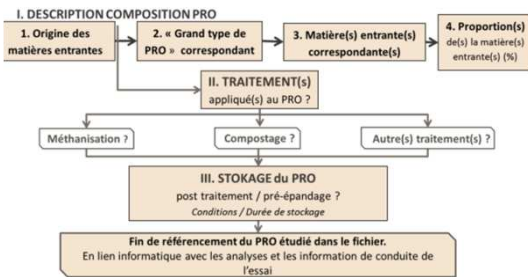




## Outils du réseau PRO

# Guide méthodologique de conduite d'essais, exemple du protocole azote

*N. Damay, A. Bouthier, A. Bell*



Choix d'une donnée de référence

Liste des données de références

Libellé de la thématique étudiée, M	Libellé de la thématique étudiée, an
Azote - Effet fertilisant court terme (<=1 an)	Nitrogen - short term fertilizing effects (<=1 year)
Azote - Effet fertilisant moyen terme (1 à 3 ans)	Nitrogen - middle term fertilizing effects (from 1 to 3 years)
Azote - Effet fertilisant long terme (plus de 3 ans)	Nitrogen - long term fertilizing effects (more than 3 years)
Azote - Risque de dénitrification	Azote - Risque de dénitrification
Azote - Analyse de l'acidification	Azote - Analyse de l'acidification
ETM - P, K, Mg, S	P, K, Mg, S effects
ETM amendement	Organique « amending effects (MO of soil)
ETM physique	Physical effects
ETM amendement P	Pn amending effects
ETM agronomique	Agonomic value
ETM ETM	ETM transfer



[ndamay@cg02.fr](mailto:ndamay@cg02.fr),  
[a.bouthier@arvalisinstitutduvegetal.fr](mailto:a.bouthier@arvalisinstitutduvegetal.fr)

## Historique

Le **guide RAPONA en 2000, COMIFER PONARA** :  
pour une démarche pratique de conception, mise en place et  
suivi d'essais

**Un nouveau groupe COMIFER PRO depuis 2008**, pour tous les  
types de PRO

Besoin d'un nouveau guide, pour :

- Proposer une **démarche commune et concertée** pour l'ensemble des PRO, urbains et agricoles
- **Harmoniser les méthodes** utilisées et **coordonner les essais** de plein champ pour une démarche générique
- **Diffuser** des documents techniques auprès de la profession agricole

**Projet au départ du COMIFER, puis du projet Réseau PRO,  
soutenu par le RMT F&E**

## Enjeux

Connaître **les effets à court terme** et les **impacts sur le long terme**

Quels effets sur la **production agricole** et sa **qualité** ?

Quelles possibilités de **substitution d'engrais minéral** par les PRO ?

Quelles conséquences de cette substitution sur la **qualité des sols, de l'eau, de l'air** ?

Nécessité et difficulté de **prédire les effets de l'épandage de PRO variés** dans une grande diversité de situations pédoclimatiques et de systèmes de culture

➡ **Diffuser des documents opérationnels auprès de la profession agricole via un guide méthodologique**

## Les objectifs du guide

**Coordonner les essais de plein champ** sur l'utilisation des PRO en agriculture pour obtenir des données cohérentes et exploitables par la communauté (bases de données collectives et mutualisables)

**Harmoniser et diffuser les méthodes de référence** sur la conduite d'essais et la caractérisation analytique des PRO en fonction des effets recherchés et des risques encourus

**Optimiser la valeur fertilisante de ces PRO**, tout en respectant le contexte réglementaire, et le principe d'épandage en agriculture de produits pour lesquels l'innocuité est vérifiée

## Contenu et démarche

- Une partie sur le **contexte réglementaire** du recyclage agricole
- Des **protocoles par thématique** : azote, phosphore, valeur amendante, devenir des contaminants
- Des **modes opératoires** : échantillonnage, prélèvements, épandage...
- Des procédures **d'analyse des données**
- Des informations sur les **méthodes de caractérisation des produits**

→ **Plan détaillé, groupes de travail, relecture par membres Réseau PRO, puis par personnes extérieures**

# GUIDE MÉTHODOLOGIQUE DU RÉSEAU PRO

## Contextes français des PRO et de l'expérimentation au champ :

Contexte réglementaire des PRO et de l'expérimentation

Méthodes de caractérisation des PRO

Méthodes de caractérisations sur sol et plante



## MISE EN PLACE ET SUIVI D'UN ESSAI

### PROTOCOLES

**Azote** : évaluation de l'effet direct azote d'un PRO sur une culture

**Annexe au protocole** : étude du soufre

**Azote** : cinétique de minéralisation de l'azote d'un PRO

**Phosphore** : évaluation de la disponibilité en P d'un PRO

**Annexe au protocole** : K, Mg et pH du sol

Evaluation de l'effet à long terme d'apports répétés de PRO sur les stocks de **matières organiques** du sol – conséquences sur les services écosystémiques des sols associés

**Contaminants** : suivi du devenir de contaminants dans les compartiments sol, plante, eau suite à l'épandage d'un PRO

→ **Annexe aux protocoles** - Objectif supplémentaire de suivi : « **Qualité des productions agricoles** »

Possibilité d'étudier plusieurs thématiques sur le même essai  
Interactions possibles entre les protocoles

Les protocoles renvoient



à des modes opératoires

### MÉTHODES

Méthode de choix de la parcelle expérimentale

Méthode de mise en place d'un essai au champ

Méthode de suivi climatique

Méthodes de conditionnement et de conservation des échantillons à long terme

#### Modes Opératoires PRO

Échantillonnage d'un PRO liquide / solide

Méthode d'épandage manuel d'un PRO liquide / solide

Méthode d'épandage machine d'un PRO liquide / solide

#### Modes opératoires PLANTES

Échantillonnage sur vigne

Échantillonnage sur légumes frais

Échantillonnage sur prairie

Échantillonnage sur racines

Échantillonnage sur grandes cultures – grains / pailles

#### Modes opératoires SOL

Échantillonnage du sol pour : Analyses physico-chimiques usuelles, Reliquats azotés, Mesures

### Procédures statistiques et valorisation des données acquises:

Validation statistique des données et analyses des résultats

Analyse de données en réseau d'essais

Analyse temporelle de données

Coll

## Mode de diffusion

- Document **.pdf**
- Téléchargeable, soit sur le site du **RMT Fertilisation et Environnement**, soit sur le site du **COMIFER**
- Première version dès fin décembre 2014, et **version finalisée 1<sup>er</sup> semestre 2015**

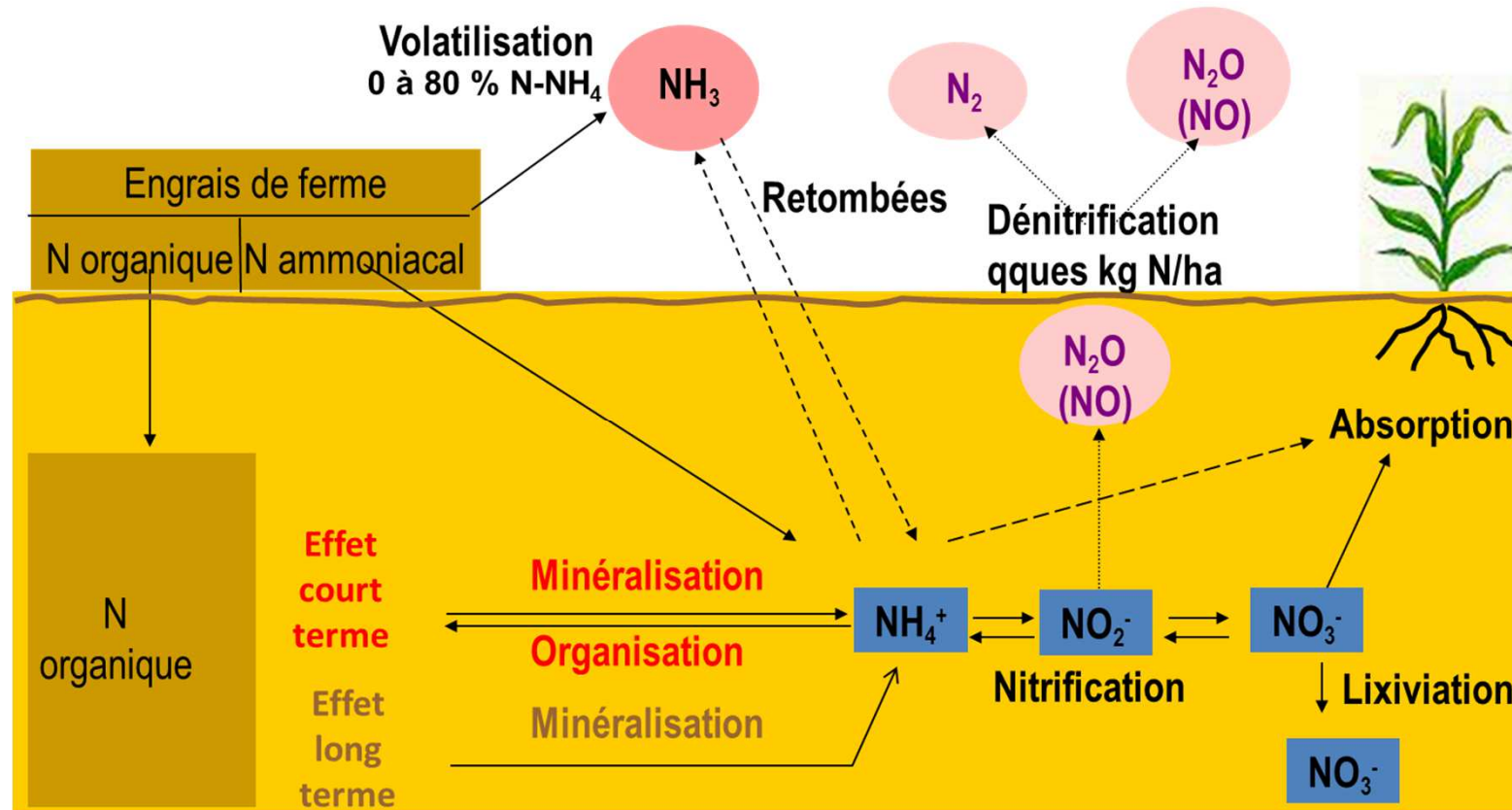


## Thématique la plus abordée dans les essais PRO recensés

- **Enjeux importants** : production, qualité, environnement
- **Organismes** expérimentateurs **très nombreux**
- **Approches très diversifiées** et synthèses difficiles
- **Certains PRO très étudiés** (Effluents d'élevages, boues)  
d'autres non ou très peu
- Majorité d'**essais annuels**
- **Niveau de caractérisation** des PRO étudiés **variable**

# Exemple du protocole azote

## Devenir de l'azote des PRO: multiplicité et complexité des phénomènes en jeu



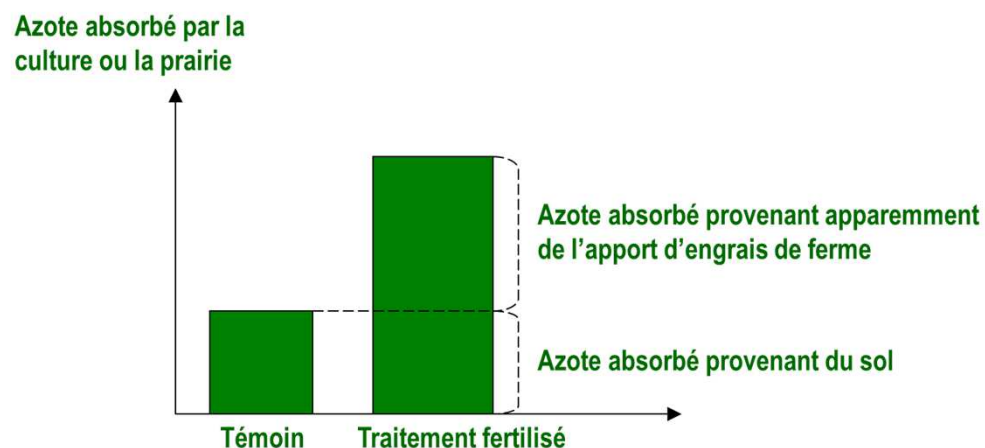
➔ Cibler thématiques à étudier en priorité

## Les principes retenus par le groupe grand thème azote:

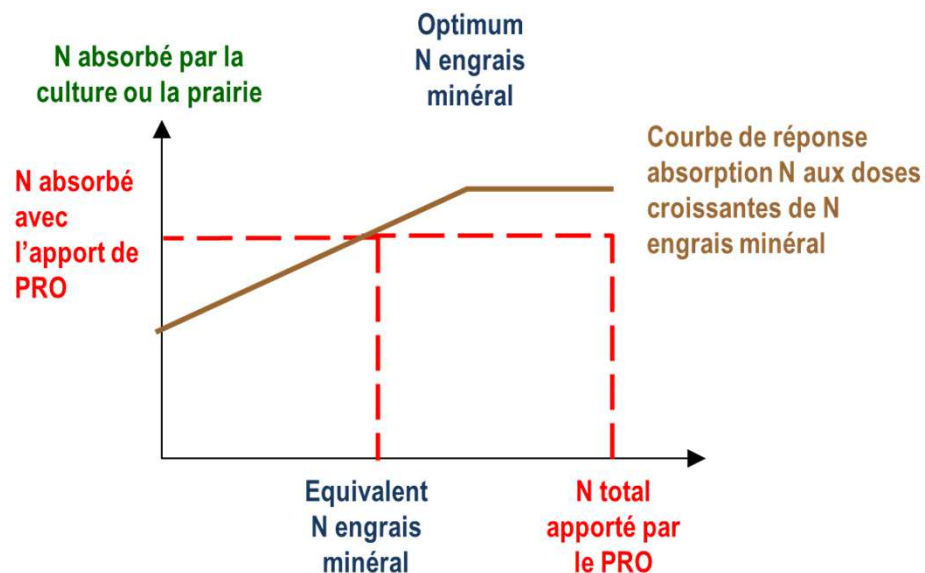
- **Privilégier essais annuels** pour étudier l'effet court terme
  - Enjeu important
  - Plus facile de mise en œuvre par le plus grand nombre
  - Effet azote à long terme pris en compte dans protocole 4 (lien avec la Matière organique du sol)
- **Tests démonstratifs non retenus** (essais avec répétitions)
- **Référencer indicateurs CAU/Keq (N absorbé)**
- **Faire le lien avec caractérisation laboratoire** en lien avec la cinétique de minéralisation du N organique
- **Optimiser les conditions d'apport** pour limiter pertes (volatilisation  $\text{NH}_3$ , lixiviation  $\text{NO}_3$ )

## Référencer des CAU et KeqN

$$\text{CAU org} = \frac{\text{Azote absorbé provenant apparemment de l'apport d'un PRO}}{\text{Azote total du PRO}}$$



KeqN = quantité de N engrais minéral (Ammonitrate...) équivalent à 1 kg de N total du PRO, dans une situation donnée (culture, sol, climat, période d'apport)



## Les objectifs retenus :

**Objectif 1 :** Evaluer la valeur fertilisante azote d'un PRO sur une culture réceptrice pour une (ou plusieurs) modalité(s) d'apport (période, incorporation...).

**Objectif 2 :** Etablir la cinétique de minéralisation de l'azote organique d'un PRO au champ et comparer avec la cinétique obtenue au laboratoire pour définir les conditions de transposition au champ, des cinétiques de minéralisation obtenues au laboratoire.

## Objectif 1 : Evaluer la valeur fertilisante azote d'un PRO sur une culture réceptrice: 3 options possibles

### Option 1

#### Référencer CAU/Keq

- *Le plus simple à mettre en œuvre*

Fertilisation engrais référence (Ammonitrate ou engrais organique)	Dose N
<b>Témoin</b>	<b>0</b>
Engrais référence	X/4
Engrais référence	X/2
Engrais référence	3/4X
Engrais référence	X
Engrais référence	5X/4
<b>PRO</b>	<b>Dose1</b>
autres modalités PRO...	Dose2 ou autre modalité d'apport

### Option 2

#### Impact apport de PRO sur bilan N

#### Option 1

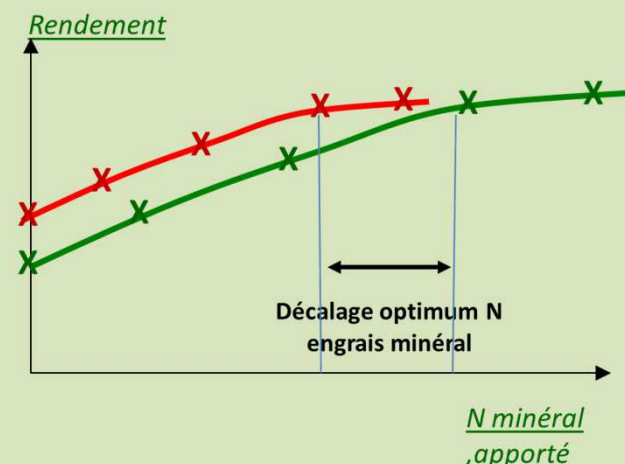
+

Mesures de stock N minéral du sol à l'ouverture et à la fermeture du bilan N

### Option 3

#### Adaptations de fertilisation N minérale complémentaire (dose fractionnement)

- *Courbe de réponse avec ou sans PRO*



## Les facteurs et modalités à tester :

### Dose d'apport

- Ajustement sur dose N totale
- Ni trop (< dose N optimale), ni trop peu (N efficace)>> précision mesure)
  - connaissance à priori de l'ordre grandeur effet attendu pour caler la dose
- Plusieurs doses d'apport, si PRO non connu

### Périodes d'apport

### Nature du PRO

- Matières premières
- Traitements
- Mélanges de produits

### Modes d'épandage et incorporation PRO riches en $\text{NH}_4$

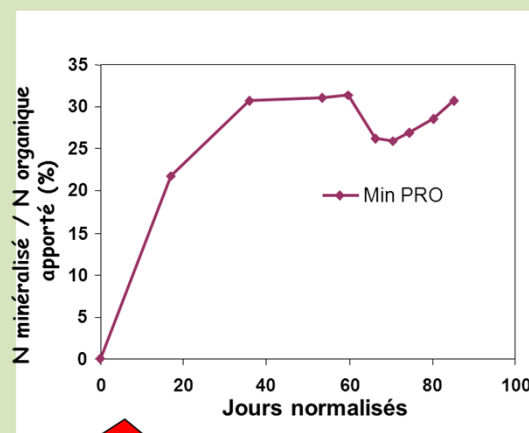
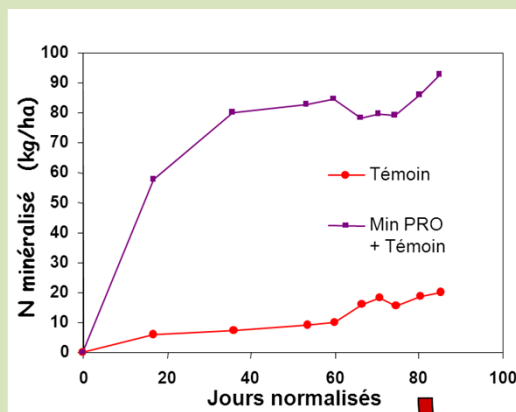
- Minimiser pertes volatilisation

## Objectif 2 : Etablir la cinétique de minéralisation de l'azote organique d'un PRO au champ

- Essais plus difficiles de mise en œuvre
- Approche à cibler sur certains type de PRO
  - ✓ Minéralisation significative attendue (données labo)
  - ✓ Risque d'organisation

### Option 1

Suivi sous sol nu + utilisation du modèle LIXIM (INRA)  
(INRA) retenue



### Option 2

Suivi N sol + plante sous  
culture non fertilisée

➤ *Approche plus lourde,*  
*non retenue*



- Guide **complet** et **consensuel**
- Relu par **expérimentateurs externes** au projet
- **Déjà utilisé** pour produire des protocoles dans divers projets (PROLAB, VADIMETHAN...)
- Très (trop ?) détaillé: faire **documents simplifiés**, + faciles d'accès et **pédagogiques**
- Organiser une **diffusion large**
- **Evolutions/actualisations** à prévoir