



Réseau PRO (2011-2014)

Création d'un réseau d'essais au champ et d'un outil de mutualisation des données pour l'étude de la valeur agronomique et des impacts environnementaux et sanitaires des Produits Résiduaire Organiques recyclés en agriculture

**Produits résiduaire organique (PRO)
Recyclage agricole
Guide méthodologique
Réseau d'essais au champ
Mutualisation des données**

Le projet Réseau PRO, issu du groupe PRO du COMIFER et du Réseau Mixte Technologique « Fertilisation & Environnement », soutenu financièrement par le CASDAR et l'ADEME, visait à (1) faire une synthèse des essais au champ étudiant les effets du recyclage agricole des PRO, dans une diversité de contextes, (2) constituer un réseau d'acteurs partageant des protocoles d'essai communs et (3) améliorer les OAD actuels pour une meilleure prise en compte des PRO.

Problématique

En France, la diversité des PRO, des conditions de leurs apports et des besoins agricoles nécessite d'appréhender les effets attendus de leur retour au sol en tenant compte de la diversité des contextes. L'optimisation de l'utilisation des PRO passe notamment par l'acquisition de données à court, moyen et long termes sur des essais de plein champ conduits dans diverses situations pédoclimatiques. Pour pouvoir comparer et exploiter conjointement les données acquises dans ces diverses situations, il convenait également d'harmoniser les méthodes d'acquisition employées.



Contribution du projet au programme du RMT Fertilisation & Environnement

Pour répondre à ces besoins, le projet Réseau PRO a contribué aux travaux du RMT Fertilisation & Environnement au travers des actions suivantes :

- Constitution d'un réseau de partenaires pour élaborer des outils consensuels pour les acteurs ;
- Inventaire des connaissances et données disponibles ;
- Homogénéisation des méthodes d'acquisition et de description des données et de traitement et d'exploitation statistique des données (guide système d'information) ;
- Mutualisation des données sur les PRO entre les partenaires ;
- Alimentation du paramétrage de Syst'N® et AMG.

Projet soutenu financièrement par :



Partenaires du projet

Pilote du projet :
ACTA



Co-pilote :
INRA UMR EcoSys (ex-EGC)



Autres partenaires :



Méthode

Equipe projet : diversité et consensus

Le partenariat de Réseau PRO était large et représentatif de la filière de gestion des PRO, regroupant 23 partenaires de la recherche, du développement et de la formation (cf. logos en page 1).

Les partenaires se sont réparti les travaux suivant leurs compétences, attentes et implications, ce qui a assuré le bon fonctionnement du projet. Plusieurs groupes de travail ont été constitués au sein de l'équipe-projet :

- Mise en place du cadre opérationnel du Réseau PRO
- Groupes thématiques du Guide méthodologique
- Groupe Outils/modèles
- Groupe Système d'information (SI)
- Groupe Bilan et exploitation des données

Des partenaires tiers « essais » ont été associés aux travaux sur les outils, modèles et le SI.

Des experts extérieurs ont par ailleurs été sollicités sur certains travaux (ex. traitements statistiques).

Enquête : essais et données

En début de projet, une enquête a été réalisée pour :

- inventorer les essais conduits en France sur l'étude du recyclage agricole des PRO (hors végétalisation) ;
- inventorer les méthodes de conduite des essais et de caractérisation des PRO au laboratoire ;
- inventorer les données et les informations disponibles sur les essais et les attentes des partenaires et utilisateurs des bases de données vis-à-vis des données mutualisées ;
- appréhender les besoins des outils d'aide à la décision en données de paramétrage.

Les fichiers d'enquête ont été diffusés largement et une analyse des retours a été réalisée préalablement à la mise en œuvre des travaux qui suivent.

Documents : inventaire et guide

- **Inventaire des essais au champ étudiant les PRO** : Le contenu et le format des fiches descriptives des essais et le plan de l'inventaire (réactualisé de l'ADEME 2002) ont été définis puis validés par le groupe projet. Les fiches descriptives des essais ont été renseignées à partir des retours d'enquêtes. Le contenu des fiches a ensuite été validé pour chaque essai recensé. Une analyse descriptive a été faite puis le document d'inventaire a été élaboré (Bell et Leclerc 2015).

- **Guide méthodologique de conduite d'essais sur les PRO** : La rédaction a été réalisée par les groupes définis pour chaque partie (transfert d'éléments traces métalliques, épandages de PRO, azote, matière

organique du sol / effets physiques, plantes pérennes). Chaque groupe a rédigé sa partie après avoir défini le contenu ainsi que la trame type des protocoles et modes opératoires. Des harmonisations entre rédacteurs ont été réalisées pendant l'avancement du guide et à la fin par relecture globale.

Données : mutualisation et exploitation

- **SI PRO** : Après accord de développer un système d'information (SI) commun entre partenaires du Réseau PRO et du SOERE PRO, un groupe projet SI PRO a été formé (INRA EcoSys, INRA EcoInformatique, INRA SAS, CIRAD, UMR LSE, Arvalis, LDAR, IFV, ITAB, ARAA). Une équipe d'informaticiens dédiés au développement a été constituée. La formalisation des besoins pour créer et décrire les dispositifs expérimentaux et la production des PRO a pris du temps du fait de la diversité à considérer et des consensus à opérer. Les formulaires et fichiers d'insertion ont été développés, les listes permettant ces descriptions ont été élaborées.

Après 2015, le développement s'est poursuivi avec le développement de la partie dédiée aux échantillons et aux données de physico-chimie des PRO/sols (figure 1).

A partir de 2017, le descriptif des essais, les fichiers de la banque de données et les données du SOERE PRO seront *a minima* disponibles dans le SI PRO.

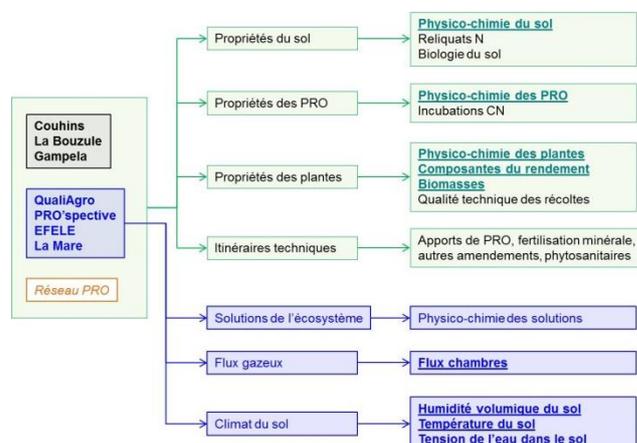


Figure 1 : Arborescence des données du SI PRO, **en gras** = prioritaires

- **Banque de données** : Une banque de données a été constituée, avec la saisie des informations de description des dispositifs/PRO et des données pour 55 dispositifs (Arvalis, CA 08, CA 26, CETIOM, CIRAD, CRAB, IFV, INRA, ITAB, SMRA68/ARAA).

- **Analyse et exploitation des données** : Une analyse « critique » des dispositifs et des données mutualisées a été réalisée. Un début d'exploitation de jeux de données a été initié dans le projet.

Inventaire des essais PRO

Un inventaire des essais étudiant le recyclage des PRO a été réalisé en 2012. Celui-ci a permis d'**inventorier 437 dispositifs au champ en métropole et à la Réunion** (Bell et Leclerc 2015). Les dispositifs étudiaient surtout (i) les effluents d'élevage, essentiellement en Bretagne, à La Réunion et dans le Centre, régions fortement productrices d'effluents agricoles, et (ii) les boues industrielles et urbaines, étudiées davantage dans le nord-est, régions présentant un historique industriel (figure 2).

Les **thématiques étudiées** concernent principalement la valeur « engrais », surtout étudiée en grandes cultures pour évaluer les effets azotés en post-apport des PRO, avec 85-90 % des dispositifs inventoriés étudiant la valeur fertilisante N (tableau). Viennent ensuite par ordre décroissant l'étude de la valeur phosphatée, de l'effet amendant organique et des éléments traces (ET).

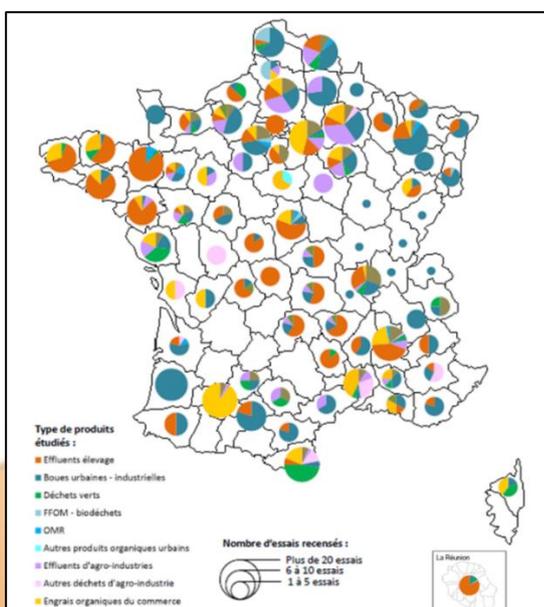


Figure 2 : Essais recensés par département en fonction des types de PRO étudiés

Guide méthodologique

Un guide méthodologique a été élaboré à l'intention des expérimentateurs (Damay et al. 2015). Il vise à définir les **méthodes de référence**, au laboratoire et au champ, pour mettre en place des essais destinés à étudier les effets du **recyclage agricole des PRO**. Le guide présente le contexte réglementaire du recyclage agricole. Il rassemble aussi des **protocoles d'essais au champ** sur quatre grandes thématiques (N, P, MO, contaminants) et des **modes opératoires** (mise en place, échantillonnages, mesures, statistiques).

Banque de données et SI PRO

Une banque de données a été constituée, avec une soixantaine de dispositifs au champ, dont 45 % sont des dispositifs d'une durée inférieure ou égale à 3 ans et 25 % des dispositifs d'une durée supérieure ou égale à 10 ans. En comparaison de la totalité des dispositifs inventoriés, ceux qui sont saisis dans la banque de données surreprésentent légèrement les systèmes viticoles mais sous-représentent les essais en cultures

légumières et en agriculture biologique (Michaud et Heurtaux 2015).

Thématique d'étude	Dispositifs inventoriés (%)	Dispositifs banque données (%)	Attentes agriculteur *
Effets azote	85 %	90 %	+++
Effets - durée < à 3 ans	68 %	40 %	+++
Effets - durée > à 3 ans	17 %	50 %	
Effet ferti. P, K, Mg, S	35 %	43 %	+++
Effet amendant MO	19 %	42 %	++
Effets physiques sol	10 %	15 %	
Effets amendant pH	13 %		
Devenir métaux	21 %	27 %	+
Devenir polluants	6 %	7 %	+
Pathogènes	2 %	12 %	
Qualité productions	27 %	5 %	
Services écosyst.	5 %	7 %	
Impacts économiques	9 %	0 %	+

* Bodet 2014 ; Thèmes étudiés sur les dispositifs et attentes agriculteur

Le **SI PRO, commun entre SOERE PRO et Réseau PRO**, archivera :

- **Partie « Dispositifs »** : informations de conduite des dispositifs SOERE/Réseau PRO, contexte, itinéraires techniques ; données (analyses réalisées sur les PRO, sol, plante, eau ; suivis de gaz à effet de serre et du climat du sol) ;
- **Partie « PRO »** : informations de production ; analyses.
- **Partie « Échantillons »** : gestion des échantillons.

Début d'analyse et d'exploitation

Un **début d'analyse et d'exploitation des jeux de données des dispositifs** mutualisés a été réalisé avec : (i) l'alimentation d'outils de gestion et de pilotage de la fertilisation azotée (Syst'N®) et du statut organique des sols (SIMEOS-AMG) (Duparque et al. 2014, Parnaudeau et Cabanes 2014), (ii) la validation d'un modèle de prédiction de l'accumulation de long-terme des ET dans les sols agricoles (Bravin et al. 2014), et (iii) l'analyse statistique des données de majeurs, pH et CEC – PRO et sols – de 6 dispositifs de longue durée INRA/Arvalis (Germain et al. 2014) (ex. en figure 3).

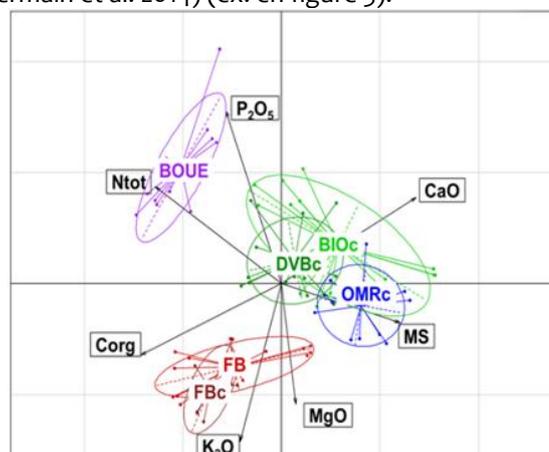


Figure 3 : Exemple d'ACP sur les teneurs en éléments majeurs et la matière sèche des PRO épandus sur les sites de QualiAgro, Colmar et La Bouzule. BIOc : compost de biodéchets ; DVBC : compost de boues et déchets verts ; FB : Fumier de bovin ; FBc : compost de fumier de bovins ; OMRc : compost d'ordures ménagères.

Bilan et perspectives

Des livrables consensuels

L'inventaire des essais et le guide méthodologique sont téléchargeables librement sur le site Internet du RMT Fertilisation & Environnement.

Les travaux conduits dans le Réseau PRO ont permis de répondre aux objectifs initiaux du projet avec (i) la constitution d'un réseau d'acteurs de la filière PRO, (ii) un état des lieux des essais étudiant les épandages agricoles de PRO en France avec le document d'inventaire, (iii) l'élaboration d'outils communs et consensuels entre partenaires (guide méthodologique de conduite d'essais sur les PRO, SI PRO), (iv) la mutualisation de jeux de données entre partenaires, leur exploitation et leur utilisation pour consolider les outils d'aide à la décision portés par le RMT Fertilisation & Environnement, (v) un bilan des travaux mutualisés dans le réseau (ex. analyse descriptive de l'inventaire des essais, analyse critique des jeux de données mutualisés) et (vi) la diffusion des connaissances auprès de la profession (ex. articles, colloque final, formation EPN Rambouillet).

Bilan et pistes identifiées

Les **essais inventoriés et la banque de données** ont permis d'analyser le potentiel d'exploitation des jeux de données et mis en évidence la **diversité** des contextes étudiés (PRO, cultures, sol, climat) et des variables acquises. Une **hétérogénéité** de description des jeux de données et des variables acquises entre les dispositifs considérés dans l'inventaire et dans la banque de données a également été mise en exergue. Cette

diversité et hétérogénéité ont ralenti et compliqué la mutualisation et l'exploitation des jeux de données.

Certaines références doivent être complétées avec/sur des dispositifs existants : disponibilité P ; statut de la MO (entretien, stockage) et effets physiques liés (stabilité, compaction) ; effet fertilisant du soufre ; émissions gazeuses et lessivage d'azote ; (bio)disponibilité et accumulation des ET ; contaminants émergents ; biologie du sol, phytorésistance aux maladies. D'autres références sont à acquérir via la mise en place de nouvelles expérimentations (ex. digestats, nouveaux PRO, prairies). Pour cela, le guide méthodologique pourra être employé et les données pourront être mutualisées dans le SI PRO.

Un réseau d'essais, de données et de partenaires, à poursuivre...

Au-delà du projet CASDAR/ADEME, le réseau perdure, par exemple au travers des travaux sur le SI PRO et les sites web du [RMT F&E](#), [EchoMO](#) et [ValorPRO](#).

Les **travaux du Réseau PRO** serviront aux **partenaires de la recherche et de la filière PRO**, pour (i) mettre en place des essais au champ sur les PRO (inventaire et guide), (ii) archiver des données acquises sur des PRO au champ/labo (SI PRO), (iii) exploiter entre partenaires les données et alimenter/tester des OAD, modèles et indicateurs, (iv) communiquer sur les PRO, (v) appréhender les futures données à acquérir et orienter les futurs programmes expérimentaux.

Pour aller plus loin...

- * Michaud A. et Heurtaux M., 2015. Réseau PRO : Réseau opérationnel d'essais au champ pour l'étude de la valeur agronomique et des impacts environnementaux et sanitaires des Produits Résiduaire Organiques recyclés en agriculture. 3^{ème} colloque du programme GESSOL du MEDDE, Paris.
- * Michaud A., Heurtaux M., équipe projet Réseau PRO, 2015. Compte-rendu final du projet CASDAR/ADEME Réseau PRO (2011-2014), 132 pages et 151 pages d'annexes.
- * Bell A. et Leclerc B., 2015. Inventaire français des essais au champ visant à évaluer les effets agronomiques, sanitaires et/ou environnementaux de Produits Résiduaire Organiques (PRO) de 1974 à 2012, 418 pages.
- * Damay N., Bell A. et al., 2015. Guide méthodologique Réseau PRO : Mise en place d'un essai au champ pour l'évaluation agronomique, environnementale et sanitaire d'un Produit Résiduaire Organique, 282 pages.
- * <https://si-pro.inra.fr/> ; <http://www6.inra.fr/valor-pro> ; <http://itab-asso.net/wikiMO/wakka.php?wiki=PagePrincipale>

Accès aux produits du projet :

[Page de téléchargement sur le site du RMT F&E](#)

Plus d'informations sur le RMT Fertilisation & Environnement :

<http://www.rmt-fertilisationetenvironnement.org/>

Contacts :

INRA EcoSys : Aurélia Michaud, chef de projet
aurelia.michaud@inra.fr

RMT F&E : Mathilde Heurtaux, animatrice
mathilde.heurtaux@acta.asso.fr