

# Appel à projets d'innovation et de partenariat 2014

**Organisme chef de file :** ACTA  
**Date de début de projet :** 1<sup>er</sup> janvier 2015  
**Durée :** 42 mois  
**N° du thème:** n°1  
**ou**  
**RMT:** - Fertilisation et Environnement  
- Elevages et Environnement

## Dossier finalisé

**N° de la manifestation d'intérêt initiale : 5451**

---

### TITRE :

**PROTypo « Typologies et valeurs agronomiques des PRO » :** établissement des valeurs agronomiques et des typologies C et NPK basées sur les effets attendus au champ pour les produits résiduaux organiques épandus sur le territoire français

---

### BREF RESUME :

Le projet a pour objectif d'élaborer un guide opérationnel de choix des produits résiduaux organiques (PRO) représentatifs de la diversité des PRO épandus en France en termes d'origine (urbains, agricoles, agro-industriels) et de procédés de traitements (sans, compostage, méthanisation, séchage, chaulage, etc.). Le projet vise à définir les valeurs agronomiques des PRO français en établissant les gammes de valeurs des paramètres agronomiques et en regroupant les PRO en classes de comportement, opérationnelles pour le conseil en agriculture, basées sur le potentiel amendant organique, les effets azotés (valeur azotée court et moyen termes et risques potentiels de lessivage) et les valeurs fertilisantes phosphatée et potassique.

---

### MOTS CLES :

Produits résiduaux organiques, typologie, valeur fertilisante, valeur amendante

---

### ORGANISME CHEF DE FILE :

**Nom :** ACTA, le réseau des instituts des filières animales et végétales  
**Adresse :** 149 rue de Bercy, 75595 Paris Cedex 12  
**Téléphone/fax :** 01 40 04 50 47 / 01 40 04 50 11  
**Mail (où sera adressée la liste des lauréats) :** mathilde.heurtaux@acta.asso.fr, philippe.vissac@acta.asso.fr

### CHEF DE PROJET (CV en annexe) :

**Nom, Prénom :** MICHAUD Aurélia  
**Organisme employeur :** INRA  
**Adresse :** UMR EGC INRA – AgroParisTech, 78850 Thiverval-Grignon  
**Téléphone/fax :** 01 30 81 53 12 / 01 30 81 53 96  
**Mail :** amichaud@grignon.inra.fr

### CHEF DE PROJET ADJOINT (CV en annexe) :

**Nom, Prénom :** HEURTAUX Mathilde  
**Organisme employeur :** ACTA  
**Adresse :** 149 rue de Bercy, 75595 Paris Cedex 12  
**Téléphone/fax :** 01 40 04 50 47 / 01 40 04 50 11  
**Mail :** mathilde.heurtaux@acta.asso.fr

## **I PRESENTATION GENERALE DU PROJET**

### **I.1. Objectifs poursuivis**

De façon globale, le projet vise à améliorer la prise en compte des valeurs agronomiques des divers PRO épanchés en France, afin d'optimiser leur valorisation en agriculture et minimiser leurs impacts négatifs.

De façon spécifique, le projet a pour objectif d'élaborer un guide opérationnel des valeurs agronomiques des PRO épanchés sur le territoire français pour le conseil en agriculture. Ce guide sera représentatif de la diversité des PRO épanchés et reposera sur (i) l'établissement de typologies<sup>1</sup> C et NPK des PRO basées sur les effets attendus au champ en établissant des classes de comportement, par effets agronomiques et environnementaux recherchés, et (ii) sur la définition de gammes des autres valeurs agronomiques (dont teneurs totales en éléments majeurs et oligo-éléments, pH).

### **I.2. Les enjeux et la motivation des demandeurs**

Pour concilier efficacement les enjeux sociaux, économiques et environnementaux auxquels elle doit répondre dans un contexte réglementaire de plus en plus contraignant, l'agriculture « doublement performante » doit parvenir à maintenir sa productivité et son attractivité sans nuire aux ressources et à la qualité des écosystèmes.

Ce projet doit ainsi contribuer, à l'échelle de la parcelle et de l'exploitation agricole et *in fine* à l'échelle du territoire, à :

- favoriser le recyclage des matières organiques, dès lors que celles-ci sont de qualité compatible avec une utilisation agricole, en améliorant la gestion de la valorisation des PRO (effluents d'élevage et autres) en agriculture et contribuer ainsi, pour l'azote, au plan EMAA<sup>2</sup>
- préserver la qualité des sols et de l'eau par le bouclage des cycles biogéochimiques CNPK en intégrant le compartiment des matières organiques recyclées sur les sols, ainsi que par la réduction des pertes par lixiviation ou lessivage
- réduire l'usage des engrais minéraux dans un contexte de raréfaction des ressources (minières et énergétiques) et de fuites non maîtrisées dans l'eau
- contribuer à améliorer la fertilité des sols *via* l'augmentation des stocks de C par apport de PRO
- favoriser l'association des productions animales et végétales au sein des systèmes agricoles
- améliorer l'autonomie des exploitations, notamment en azote et en phosphore
- favoriser le développement de la méthanisation par la valorisation des digestats.

### **I.3. Présentation des actions**

Le projet s'articule autour de deux actions complémentaires et indissociables, chacune étant divisée en volets :

#### **Action 1: Elaboration des typologies CNPK et des gammes de valeurs des autres paramètres agronomiques des PRO de la nomenclature française**

- Volet 1 : Campagne de repérage, quantification et sélection représentative des PRO épanchés en France
- Volet 2 : Caractérisation des PRO sélectionnés et intégration des données dans le Système d'information PRO national
- Volet 3 : Etablissement des typologies CNPK et des gammes de valeurs des autres paramètres agronomiques

#### **Action 2 : Valorisation et transfert**

- Volet 4 : Production d'outils opérationnels pour les professionnels (guides « Valeurs agronomiques des PRO », « Fertiliser avec les engrais de ferme » et « Matières organiques »)
- Volet 5 : Actions de formation, transfert et diffusion

### **I.4 Partenariats**

#### **I.4.1 Partenaires retenus**

- ***partenaires techniques impliqués dans la réalisation du projet (destinataires de financements CAS DAR, avec lettre d'engagement)***  
Instituts techniques : ACTA, ARVALIS (La Jaillière), Institut de l'élevage (idele), IFIP, IFV, ITAB, ITAVI  
Instituts de recherche et d'enseignement supérieur : CIRAD La Réunion, INRA-AgroParisTech (EGC à Versailles-Grignon), INRA (ISPA à Bordeaux, LAS à Arras), Université de Haute Alsace  
Chambres d'agriculture : CRA de Bretagne, CA La Réunion, CRA Languedoc-Roussillon  
Organismes de développement et de transfert agricole : AgroTransfert-Ressources et Territoires (AGT-RT), ARAA  
Laboratoire d'analyse agronomique : LDAR
- ***autres partenaires techniques (hors financements CAS DAR)***  
ANSES, EPN Rambouillet, GEMAS, INRA (SAS à Rennes), IRSTEA, SMRA68, TRAME, Veolia
- ***partenaires associés au comité de pilotage du projet***  
Représentants des RMT Fertilisation & Environnement et Elevages & Environnement, COMIFER, MAAF/DGER, MEDDE, ADEME et représentants des structures partenaires du projet.

<sup>1</sup> Une typologie des PRO est la répartition des PRO en classes, celles-ci étant définies par rapport à un comportement donné (valeur fertilisante azotée, valeur amendante, etc.), et incluant des choix d'indicateurs descriptifs qualitatifs et/ou quantitatifs, servant de critères d'attribution aux classes. Il peut y avoir plusieurs typologies en fonction des comportements visés pour définir les classes.

<sup>2</sup> Plan « Energie Méthanisation Autonomie Azote » lancé le 29 mars 2013 par les ministres en charge de l'Agriculture et de l'Ecologie.

- **partenaires financiers**  
MAAF (DGER/BDAPI), ADEME (pressenti), MEDDE (pressenti).

#### **I.4.2. Préciser les modalités retenues pour le partenariat**

Ce projet est soutenu par les RMT Fertilisation & Environnement et Elevages & Environnement, et s'inscrit dans leurs programmes d'action respectifs pour la période 2014-2018. Il a été soumis à l'avis de leurs comités stratégiques en mars 2014 en vue de sa labellisation.

De nombreux partenaires techniques impliqués dans ce projet sont aussi membres du RMT Fertilisation & Environnement (ACTA, Arvalis, IDELE, IFV, ITAB, CIRAD, INRA, CRA Bretagne, AGT-RT, LDAR, ANSES) et Elevages & Environnement (IFIP, Arvalis, CRA Bretagne, INRA, IDELE, ITAVI). La plupart des partenaires réunis dans ce projet ont déjà travaillé ensemble à la mise en œuvre des projets CASDAR « Caractérisation des effluents d'élevage » (n° 9109/9027) et « Réseau PRO » (n° 10095) et souhaitent poursuivre et renforcer cette dynamique de partenariat, non seulement grâce à ce projet PROTypo mais aussi dans le cadre du **groupe de travail « Valorisation des effluents d'élevage »** co-animé par les RMT Fertilisation & Environnement et Elevages & Environnement.

La plupart des partenaires de ce projet animent et/ou suivent également les travaux du groupe « Produits résiduaux organiques » du COMIFER, association encourageant la diffusion du conseil technique pour une fertilisation raisonnée. Le COMIFER sera associé au comité de pilotage du projet pour assurer la complémentarité des travaux menés par ce groupe de travail et soutenir la valorisation des résultats du projet.

Le GEMAS s'associe par ailleurs aux partenaires techniques du projet en vue d'une part, de contribuer à la détermination et à la dénomination des classes, et d'autre part, en vue de diffuser les résultats à ses membres.

#### **I.4.3. Evolution du partenariat**

Entre le dépôt de la manifestation d'intérêt et celui du dossier finalisé, le Laboratoire d'Analyses des Sols de l'INRA d'Arras (LAS) a intégré l'équipe-projet pour contribuer à la caractérisation chimique des PRO.

#### **I.4.4. Inscription éventuelle de ce projet au sein d'un projet plus vaste présenté dans le cadre d'un autre appel à projet**

Ce projet ne s'inscrit pas dans un autre projet plus vaste présenté dans le cadre d'un autre appel à projet.

Des demandes de co-financement seront formulées en 2014 auprès du MEDDE et de l'ADEME.

## **II- MOTIVATIONS ET INNOVATIONS**

### **II.1. Situation actuelle du projet – Etat des connaissances**

Actuellement, 330 millions de tonnes de produits résiduaux organiques (PRO) sont épandus sur les sols agricoles chaque année en France (ADEME/SOGREAH 2007). Parmi les PRO épandus, la majorité provient de l'activité agricole (effluents d'élevage bruts et coproduits issus du traitement : 300 millions de tonnes dont 150 millions de tonnes d'effluents d'élevage directement émises au pré), des collectivités (boues, composts, digestats de méthanisation : 7-8 millions de tonnes) et des industries (agro-alimentaires, papetières, etc. : 10 millions de tonnes). Les PRO contiennent, entre autres, les nutriments nécessaires à la production agricole comme l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K), éléments majeurs de la production agricole et représentent donc une valeur financière potentielle élevée. Par exemple, Bodet *et al.* (2001) chiffreraient la valeur économique du gisement de NPK de l'élevage français à plus d'un milliard d'euros par an.

Le recyclage agricole des PRO est régulé par le **contexte réglementaire** national (Grenelle de l'Environnement 2007, plan EMAA 2013, homologation, normalisation) et européen (Directive Cadre Déchets 2008/98/CE, révision des directives engrais, sortie du statut déchets) en tant que voie majeure de valorisation de déchets organiques, y compris à l'issue de filières énergétiques (méthanisation) par la valorisation agronomique des digestats, comparativement à d'autres filières de gestion telles que l'incinération ou l'enfouissement (Houot 2008). La France n'a pas de gisements significatifs de phosphates naturels, matière première à partir de laquelle sont fabriqués les engrais minéraux phosphatés. Son approvisionnement dépend de pays producteurs ayant une réserve importante, comme le Maroc, la Chine, les Etats-Unis. Dans un contexte de raréfaction de la ressource mondiale en phosphates (Cordell *et al.* 2009), d'une demande croissante avec l'augmentation de la démographie et d'une répartition très inégale des réserves, le marché des phosphates sera de plus en plus volatil avec des augmentations importantes créant des tensions entre pays consommateurs vis-à-vis de leurs approvisionnements. Ainsi, depuis 2008, les phosphates ont vu leur prix multiplié par 2, voire par 4. En France, une grande part du P de certains PRO n'est pas recyclée mais perdue dans des décharges (Senthikulmar *et al.* 2012). Le recyclage du P des PRO (ou d'autres matières d'origine résiduaire non organique comme les cendres de chaufferie-bois) apparaît sur le long terme comme la seule solution pour se substituer aux engrais minéraux (Bergès 2013) et assurer une production primaire durable.

Etant donnée l'augmentation du prix des **fertilisants minéraux**, leur production coûteuse en énergie et l'épuisement de ressources minières non renouvelables, **leur substitution efficace**, totale ou partielle, par l'apport de PRO deviendrait ainsi une alternative et s'inscrirait dans une démarche agro-environnementale de recyclage des matières et de production agricole durable (Grenelle 2007, CE 2013).

Le sol est par ailleurs considéré comme une ressource non renouvelable qu'il faut protéger. Il est soumis à différentes menaces de dégradation, notamment la perte de matière organique (CE 2002). Le retour au sol de PRO pourrait être un moyen de pallier

ces pertes de MO des sols, tout en étant une alternative aux niveaux économique, énergétique et environnemental à d'autres filières de traitement. La richesse des sols en éléments fertilisants, due notamment à une gestion passée imprécise des apports d'éléments fertilisants d'origine minérale et/ou organique, a engendré des cas de lessivage et de ruissellement d'éléments fertilisants, contaminant les eaux et responsables de phénomènes d'eutrophisation (Pellerin *et al.* 2005) (ex. cas de pollution en nitrates et phosphates en Bretagne). Afin d'éviter ces risques de fertilisation inadaptée, il convient de **définir précisément la valeur agronomique des PRO post-épandage et les modalités d'utilisation des PRO en agriculture** afin d'assurer un recyclage optimal des MO et des éléments fertilisants apportés au sol, tout en maîtrisant les impacts environnementaux et sanitaires associés, en particulier les risques d'émission d'ammoniac et de lixiviation de nitrates.

Traditionnellement, les effluents d'élevage et d'autres matières organiques résiduelles ont été épandus au champ pour bénéficier de leur valeur agronomique : amendante (amendement organique ou basique) et/ou fertilisante (N, P et K). Toutefois, les effets agronomiques attendus et observés au champ peuvent s'avérer difficiles à maîtriser compte tenu de la **variabilité des PRO** épandus liée aux pratiques d'élevage, au mode de gestion des déjections, aux modes de traitements ainsi qu'aux pratiques d'épandage (période et mode d'épandage). Par ailleurs, les PRO épandus se diversifient avec l'apparition de nouvelles matières premières en provenance des élevages, des ménages et des industries (ex. urines, fèces, vinasses de distillerie, ordures ménagères après tri à la source et compostage ou traitement mécano-biologique, déchets verts, marcs de raisin, farines animales, boues urbaines ou agro-industrielles). Les **modes de valorisation et/ou de traitement** des déchets organiques se développent et se diversifient également, notamment avec le compostage, la méthanisation ou le séchage. Outre les digestats et les nouveaux composts (législation sur les « gros producteurs » de biodéchets, composts d'ordures ménagères après traitement mécano-biologique, compost de biodéchets des ménages avec tri à la source), de **nouveaux produits**, pour lesquels il manque des références sur les caractéristiques agronomiques et les effets agronomiques attendus au champ, pourraient être recyclés en agriculture, y compris en agriculture biologique, par exemple des déchets agro-industriels (ex. farines animales, boues d'abattoirs, boues de laiterie, écumes de sucrerie) et des sédiments de curage de voies navigables.

Différents **travaux passés ou en cours** ont été entrepris pour étudier les effets de cette utilisation de PRO en agriculture : validation et paramétrage d'apports de PRO, d'**outils** de gestion des cycles biogéochimiques des éléments fertilisants et du carbone (AzoFert<sup>®</sup>, Syst'N<sup>®</sup>, Régifert<sup>TM</sup> [Denoroy *et al.* 2004]), modèle de gestion du statut organique des sols comme AMG (Bouthier 2009, Butler 2009) ; développement et validation de modèles prévisionnels sur la potentialité de stockage de carbone dans les sols par apports de PRO (Roth C ; Peltre *et al.*, 2013 ; AMG, Jousseau 2012) ; élaboration de **typologies** sur la base de la valeur agronomique et des caractéristiques physico-chimiques de la MO pour certaines familles de PRO (Guivarch 2001 ; Parnaudeau *et al.* 2004, 2006 ; Morvan *et al.* 2006, Lashermes *et al.* 2007, 2009, 2010, Paumard *et al.* 2008) ; **synthèses** bibliographiques recensant les impacts environnementaux liés au traitement biologique et à la valorisation agronomique de certains PRO, bilans de flux de contaminants sur les sols agricoles (en partie liés à l'épandage de PRO) (Pinet *et al.* 2003, ADEME 2005 a et b, ADEME/SOGREAH 2007).

Les travaux conduits dans le projet **CasDAR/ADEME Effluents d'Élevage** (Butler 2009) ont par ailleurs permis d'améliorer la caractérisation de trois types d'effluents d'élevage massivement utilisés en agriculture, les fumiers de bovins, les lisiers de porcs et les fumiers de volailles, pour mieux prendre en compte l'hétérogénéité des produits et améliorer leur retour au sol. Parallèlement à ces travaux, de nombreux essais au champ ont été implantés. Les travaux du **CasDAR/ADEME Réseau PRO** (Butler et Michaud 2010) ont ainsi inventorié 437 essais conduits principalement en grande culture (51 % des essais), maraîchage, sylviculture, viticulture, dont 40 % étudiant les effluents d'élevage, 6 % les composts urbains ou industriels et à peine 1 % les digestats de méthanisation (Bell *et al.* 2013a). Cet inventaire a mis en exergue le manque de références acquises sur certains PRO (ex. digestats, nouveaux composts, nouveaux PRO) et sur certains effets attendus au champ, notamment sur la valeur phosphatée des PRO et sur les effets à long terme (seulement 17 % des essais inventoriés sont d'une durée supérieure à 5 ans). Bien que la mise en place d'essais agronomiques soit le moyen le plus fiable d'acquérir des références opérationnelles sur les effets attendus au champ à court, moyen et long termes, leur mise en place et leur conduite est coûteuse en temps et en budget et ne peut donc pas être mise en œuvre dans toutes les situations agro-pédo-climatiques rencontrées ni refléter la diversité des PRO épandus en France. C'est pourquoi l'utilisation d'indicateurs de laboratoire permettant d'appréhender les valeurs fertilisantes et amendantes ainsi que les risques associés au recyclage des éléments fertilisants (ex. incubations CN) est plus facile et rapide pour appréhender les effets attendus en intégrant la diversité des PRO épandus. Toutefois, des difficultés de transposition des valeurs acquises par des indicateurs de laboratoire avec celles acquises au champ ont été observées pour la minéralisation de l'azote pour certains PRO comme les fumiers de bovin (Bouthier 2008 - CasDAR Gestion durable des sols). Ces difficultés étaient notamment dues à la variabilité des PRO et aux modalités de gestion des échantillons différentes dans le cas d'une évaluation au laboratoire et au champ (ex. préparation, conditions contrôlées des incubations différentes des conditions du champ). Les travaux du projet **ADEME PROLAB** (Houot 2013) permettront, au terme du projet, d'améliorer les méthodes de caractérisation des PRO au laboratoire et de valider la transposition des données acquises au laboratoire par rapport aux résultats acquis au champ pour les effets azotés et d'amendement organique pour quelques types de PRO<sup>3</sup>.

Pour le **phosphore**, la variation de disponibilité à court terme du P apporté sous forme d'engrais (Morel and Fardeau 1991), de boues de stations d'épuration urbaine (Guivarch, 2001 ; Morel *et al.* 2005), de produits de recyclage issus du traitement d'eaux usées domestiques (Cabeza *et al.* 2011), de cendres (Nanzer *et al.* 2013) peut être estimée correctement par des incubations de sol (avec et sans apport de P). Dans ces études, les indicateurs d'évaluation de la disponibilité du P du sol sont de type mécaniste, *i.e.* concentration des ions phosphate dans la solution de sol et transfert des ions phosphate à l'interface solide-solution. Pour certains PRO (faible teneur en P et rapport C/N élevé) des analyses complémentaires doivent cependant être

<sup>3</sup> Compost de boue, compost de tri mécano-biologique, digestat voie sèche, digestat brut liquide, fumier de bovins, fientes de volailles sur copeaux

effectuées pour prendre en considération le P prélevé par les microorganismes du sol dont la dynamique est parfois largement stimulée par l'ajout massif de carbone associé à l'apport de P (Morel *et al.* 2005).

Une enquête conduite en région Alsace auprès des agriculteurs et conseillers agricoles dans le cadre des travaux du Réseau PRO a par ailleurs mis en évidence un **besoin récurrent d'établir des typologies reflétant la composition et les effets agronomiques** de ces produits épandus au champ (valeurs NPK, disponibilité en éléments fertilisants, valeur amendante et risques associés) aux niveaux national et régional ainsi que des fiches-produits avec les valeurs agronomiques des PRO et des conseils d'utilisation des PRO à destination des conseillers et des agriculteurs (Bodet 2013).

La diversité et la diversification des matières premières et des modes de traitement des PRO épandus engendrent aussi une diversité potentielle de **codification des produits épandus** et un **manque de consensus** entre acteurs de la filière pénalisants pour le conseil agricole et l'utilisation des PRO par les agriculteurs. Des travaux de description détaillée des PRO (COMPOSIM – CasDAR Effluents Elevage, Bell *et al.* 2013b) et d'établissement d'une nomenclature<sup>4</sup> des PRO ont été initiés pour codifier les effluents d'élevage en intégrant les modalités de gestion des élevages et les PRO d'origine urbaine et industrielle (projets Effluents d'élevage et Réseau PRO, COMIFER PRO). Les travaux d'expertise conduits sur les MAFOR<sup>5</sup> ont également mis en évidence le besoin d'arriver à un consensus entre acteurs de la filière de gestion des PRO pour arriver à une nomenclature des PRO reflétant l'origine des matières premières, les modalités de gestion des élevages, les modes de traitement et de stockage/maturation pré-épandage.

Ces nombreux travaux ont ainsi mis en évidence le **besoin de transposer la diversité et la variabilité des PRO** épandus sur le territoire français à l'échelle régionale en prenant en compte des différences de nature des gisements des matières organiques résiduelles recyclées en agriculture après ou sans traitement (présence d'élevages intensifs, d'élevage extensifs, de zones péri-urbaines, d'agro-industries, de vignobles, etc.) et d'aboutir à une **codification consensuelle entre acteurs** de la filière intégrant la nature des matières premières et les caractéristiques d'obtention des PRO épandus (origine, composition, traitements, durée de stockage/maturation). Ces travaux ont également mis en exergue le besoin d'obtenir des **références fiables, acquises en laboratoire, plus faciles de mise en œuvre que des essais au champ** pour refléter les divers comportements des PRO épandus en France en vue d'apporter un conseil agricole pertinent sur la valeur fertilisante réelle NPK et la valeur amendante réelle des PRO épandus (minéralisation post-épandage, organisation réelle de N et P, entretien du stock de MO du sol) et les risques associés au recyclage des éléments fertilisants (ex. lixiviation de nitrates). Ceci passe par l'établissement de **typologies** établies par objectifs et effets attendus au champ pour les différentes composantes de la **valeur agronomique** des PRO recyclés : (1) les effets azotés (valeur fertilisante réelle post-épandage), (2) la valeur d'amendement organique, (3) la valeur fertilisante phosphatée (valeur fertilisante réelle post-épandage) et (4) la valeur fertilisante potassique.

Le **projet PROType** présenté ici se propose d'intégrer les résultats et les sorties de l'ensemble de ces travaux.

## II.2. Intérêt social, environnemental, économique, technique, scientifique

Le projet proposé montre son intérêt et sa contribution à plusieurs niveaux :

- **Social** : contribuer à améliorer le niveau de vie des agriculteurs en augmentant le degré d'autonomie de leurs exploitations, et à améliorer l'image de l'agriculture auprès des citoyens et consommateurs par son caractère de préservation de l'environnement et de gestion durable des ressources (ex. modes de consommation en circuit court *via* l'apport d'éléments fertilisants issus de sources proches, réduction de la part d'engrais minéraux apportés, mode de conduite biologique) ; valoriser la contribution potentielle de l'agriculture au bouclage des cycles CNP au niveau territorial.
- **Environnemental** : contribuer à réduire les impacts néfastes de l'agriculture sur l'environnement en favorisant la réduction d'une part, des prélèvements d'éléments fertilisants minéraux sur les ressources naturelles non renouvelables (cas du P) et les besoins en engrais azotés dont la production est forte consommatrice d'énergie, et d'autre part, des pertes d'éléments fertilisants vers les différents compartiments des écosystèmes (lixiviation de nitrates vers les nappes phréatiques, ruissellement de phosphates vers les eaux de surface, etc.) ; quantifier la capacité potentielle de stockage du carbone des PRO dans les sols.
- **Economique** : favoriser le recyclage des PRO, notamment ceux produits sur l'exploitation, en substitution partielle ou totale des engrais minéraux ; contribuer à la réduction des charges d'exploitation ; diminuer les coûts d'analyse *via* l'emploi des fiches-produits pour identifier les effets attendus pour les produits rattachés au même type ; à l'échelle globale, contribuer à une économie plus durable par le recyclage des matières organiques et la réduction de l'usage des engrais minéraux.
- **Technique** : acquérir de nouvelles références fiables, consensuelles et mutualisées entre acteurs en matière d'efficacité agronomique et environnementale des PRO ; permettre également, à terme, d'améliorer le paramétrage des outils de gestion de la fertilisation et de diagnostic environnemental par une prise en compte plus fine des caractéristiques des PRO, et d'améliorer la qualité du conseil en fertilisation.
- **Scientifique** : apporter des connaissances scientifiques précises et fiables sur les valeurs agronomiques des PRO représentatives des gisements nationaux et des effets attendus au champ, associées à des limites d'emploi des classes, accroître les jeux de données de caractérisations des PRO consensuelles et harmonisées entre acteurs et *in fine* exploitables par la communauté pour calibrer des modèles prévisionnels.

<sup>4</sup> La nomenclature des PRO est la liste des termes employés pour les désigner, ordonnés de façon méthodique (selon leur origine, selon leur composition, etc.). Elle est destinée à servir de référence.

<sup>5</sup> MAFOR : Valorisation des matières fertilisantes d'origine résiduaire sur les sols à usages agricole ou forestier (expertise collective de l'INRA en cours)

### **II.3. Originalité du projet (par rapport aux expériences similaires) : en quoi est-il innovant ?**

Ce projet présente un caractère innovant à plusieurs égards :

- Le produit attendu, le guide des valeurs agronomiques des PRO de la nomenclature française présentant des typologies des valeurs agronomiques des PRO en fonction de leurs effets attendus au champ et les gammes de valeurs des autres paramètres agronomiques n'existe pas encore et répond à un besoin avéré des agriculteurs.
- Les travaux incluront les nouveaux PRO les plus épanchés ou en voie de devenir largement épanchés en France, tels que les digestats de méthanisation, les boues de raclage en V des lisiers de porcs avec séparation des fèces et des urines, les composts de déchets ménagers après traitement mécano-biologique, les biochars, les sédiments de curage, des produits utilisés en agriculture biologique etc., pour lesquels les références sont manquantes.
- Le projet propose d'avoir une démarche concertée entre acteurs de la filière de gestion des PRO et de la recherche sur les effets d'amendement organique, azotés mais également pour les valeurs phosphatée et potassique, pour aboutir à des typologies CNPK exploitables par la communauté scientifique, technique et les acteurs de terrain.
- Le projet permet enfin de poursuivre la construction et l'alimentation du système d'information PRO unique entre acteurs de la filière PRO.

### **II.4. Liens (éventuels) avec les actions du (des) programme(s) de développement agricole et rural financé(s) par le CASDAR mis en œuvre par le chef de file et ses partenaires**

Le présent projet s'inscrit dans le sillage des projets CASDAR « Caractérisation des effluents d'élevage » (n° 9109/9027) et « Réseau PRO » (n° 10095) dont il exploitera et valorisera les résultats :

- Projet Casdar n°9109/9127 « *Améliorer la caractérisation des effluents d'élevage par des méthodes et des modèles innovants pour une meilleure prise en compte agronomique* » porté par l'ACTA : ce projet visait notamment l'identification de méthodes et d'outils de caractérisation de la composition des effluents d'élevage, et l'amélioration de la prise en compte de la diversité des effluents dans les outils opérationnels de raisonnement de la fertilisation azotée et de diagnostic environnemental.

- Projet CasDAR n°10095 « *Réseau PRO : 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 Résiduels Organiques (PRO) recyclés en agriculture* » : ce projet, qui prendra fin avant le démarrage du présent projet, vise notamment à monter un réseau d'essais au champ étudiant les PRO entre acteurs de la filière de gestion des PRO, à établir un guide méthodologique de conduite des essais PRO et à développer un système d'information commun entre acteurs de la filière partenaires du Réseau PRO et du SOERE PRO. Il permettra d'élaborer une nomenclature des PRO, mais pas de typologie.

Plusieurs autres projets achevés ou à venir (CasDAR IP Gestion durable des sols, CASDAR RFI/ITA AMG, ADEME PROLAB, ADEME VADIM) traitent de la gestion des PRO et fourniront également des éléments d'information supplémentaires pour réaliser certains travaux du projet dédiés notamment à la définition du cadre opérationnel, en particulier pour le choix des indicateurs employés pour les caractérisations des PRO (*i.e.* utilisation de résultats du projet ADEME PROLAB, dont les méthodes de préparation des échantillons) et pour les travaux de mise en application au niveau régional (projet CASDAR IP AUTO'N en cours de montage).

Les sorties du projet PROTypo pourront également être mises en relation avec les actions identifiées dans le RMT Sols et Territoires, notamment le projet « Typterrres » visant à établir des typologies de sols.

### III PROGRAMME DE TRAVAIL ET ORGANISATION

#### **III.1. Présentation des actions**

Les travaux conduits dans ce projet sont structurés en 2 actions complémentaires et indissociables qui contribuent à la production et à la diffusion d'un guide des valeurs agronomiques des PRO français en (i) établissant des typologies sur les valeurs d'amendement organique et fertilisantes NPK des PRO en vue de classer les PRO de la nomenclature par grandes classes d'effets attendus au champ avec obtention de la valeurs C, NPK par type de PRO de la nomenclature, et (ii) en définissant les gammes de valeurs des autres paramètres agronomiques des PRO de la nomenclature en vue *in fine* de proposer un conseil agronomique pertinent aux acteurs, notamment les conseillers agricoles et les agriculteurs :

- l'Action 1 permettra d'établir des typologies des PRO par objectifs et effets attendus au champ pour les différentes composantes de la valeur agronomique des PRO recyclés (C, NPK) et de définir les gammes de valeurs des autres paramètres agronomiques ;
- l'Action 2 assurera le transfert et la valorisation des travaux et résultats de ce projet, notamment la diffusion du guide des valeurs agronomiques des PRO français.

#### **Action 1 – Elaboration des typologies CNPK et des gammes de valeurs des autres paramètres agronomiques des PRO de la nomenclature française**

L'action 1 aboutira à (i) la définition des gammes de valeurs agronomiques des PRO de la nomenclature française (teneurs en éléments majeurs et oligo-éléments, pH, CaCO<sub>3</sub>) et à (ii) l'établissement des typologies CNPK représentatives des effets attendus au champ et de la diversité des PRO épandus en France pour : (1) les effets azotés (valeur fertilisante azotée réelle post-épandage), (2) la valeur d'amendement organique (entretien voire augmentation des teneurs et stocks en matière organique des sols et donc la capacité de stockage du C dans les sols et d'amélioration des propriétés des sols liées aux stocks de MO, capacité de rétention d'eau, réservoir d'éléments nutritifs, amélioration de la structure du sol, estimation de la minéralisation des MO suite aux épandages) (3) la valeur fertilisante phosphatée (valeur fertilisante phosphatée réelle post-épandage, disponibilité en phosphore, contribution à l'entretien du stock de phosphore du sol) et (4) la valeur fertilisante potassique.

Le programme de travail de l'action 1 est divisé en 3 volets complémentaires et indissociables :

- Volet 1 : Campagne de repérage, quantification et sélection représentative des PRO épandus en France
- Volet 2 : Caractérisation des PRO sélectionnés et saisie des résultats dans le Système d'information PRO national
- Volet 3 : Etablissement des typologies CNPK et des gammes de valeurs des autres paramètres agronomiques.

#### **Volet 1. Campagne de repérage, quantification et sélection représentative des PRO épandus en France**

##### *Sous-volet 1.1. Identification des PRO les plus épandus en France et de leurs gisements*

Le projet débutera par (i) l'inventaire et la typologie des gisements des PRO les plus épandus en France (types d'effluents en fonction des conduites d'élevages, types de PRO urbains et agro-industriels), (ii) la validation d'une nomenclature des PRO les plus fréquemment épandus en France actuellement et à l'avenir, entre acteurs de la filière de gestion des PRO, (iii) la définition et la hiérarchisation des critères sur lesquels vont reposer l'établissement des classes des typologies et les variables permettant le rattachement à une classe, et (iv) l'inventaire des données et des échantillons existants pouvant servir à établir les valeurs agronomiques (typologies CNPK et gammes de valeurs des autres paramètres agronomiques) et la liste des PRO restant à caractériser en tout ou partie.

(i) Le sous-volet 1.1 débutera par un travail d'**inventaire des gisements nationaux de PRO** d'origine agricole, urbaine et agro-industrielle, épandus actuellement et présumés pour les années à venir. Pour cela, nous utiliserons et compléterons les travaux conduits dans l'expertise MAFOR avec une analyse bibliographique et un inventaire des PRO actuellement produits et épandus sur les sols agricoles français, l'établissement des types d'effluents en fonction du mode de conduite des élevages, et des types de PRO urbains et industriels.

(ii) Au vu de cet inventaire des gisements de PRO, la nomenclature établie dans le cadre du Réseau PRO avec les instituts de l'élevage sera complétée pour être représentative de la diversité des PRO épandus sur le territoire. Cette nomenclature sera consensuelle entre acteurs de la filière de gestion des PRO et reflètera les caractéristiques des PRO épandus (i.e. origine des matières premières, composition du PRO, traitements, durée de stockage/maturation avant épandage). La **nomenclature** ainsi **finalisée** sera communiquée auprès du GEMAS en vue de faciliter la description (Bell et al. 2013, Réseau PRO) et l'identification des types de PRO couramment caractérisés dans les laboratoires d'analyses. A l'avenir, ceci favorisera la mutualisation des données entre laboratoires d'analyses au sein d'un même système d'information PRO (i.e. SI PRO développé dans le Réseau PRO et le SOERE<sup>6</sup> PRO).

(iii) Les **indicateurs à considérer pour définir et hiérarchiser les critères d'élaboration des typologies CNPK** seront déterminés, avec :

- la liste des indicateurs retenus pour établir les typologies CNPK ainsi que les caractérisations complémentaires qu'il serait utile d'acquérir (autres éléments majeurs, oligo-éléments, pH) ;

---

<sup>6</sup> L'INRA a mis en place le SOERE PRO, Système d'observation et d'Expérimentation, sur le long terme, pour la Recherche en Environnement sur les Produits Résiduels Organiques, composé de sites de longues durées fortement instrumentés, étudiant précisément les mécanismes régissant le devenir des PRO à l'échelle de la parcelle et permettant d'effectuer des bilans et de développer des modèles prévisionnels des effets des épandages de PRO.

- les critères d'élaboration des typologies CNPK pour définir les classes de comportement mais aussi les critères prédictifs pour construire les clés d'attribution d'un PRO à une classe de comportement ;
- les éléments à prendre en compte pour décliner ces typologies à l'échelle régionale : (i) quantités et natures des PRO épandus dans les grandes régions compte tenu des gisements locaux majoritaires (i.e. présence d'élevages intensifs, présence d'élevage extensifs, zones péri-urbaines, présence d'agro-industries), (ii) nature et besoin des systèmes de culture, (iii) contexte pédoclimatique régional et contraintes associées ;
- à chaque fois que possible, à dire d'experts, les éléments et effets à prendre en compte dans le conseil de gestion d'insertion des PRO dans les systèmes de culture, par exemple pour l'azote, en vue de maximiser l'utilisation de l'azote potentiellement disponible, par les plantes après épandage : (i) date et mode d'apport (ii) risques de lixiviation de nitrates et (iii) risques d'émission d'ammoniac voire de N<sub>2</sub>O.

(iv) Un travail d'**inventaire et de synthèse des données existantes et des échantillons disponibles** pour compléter les caractérisations sera réalisé en tout début de projet en collaboration avec les partenaires de ce projet et de projets antérieurs, en particulier les partenaires du projet CasDAR « Effluents d'élevages » et les partenaires ayant encadré des travaux de caractérisations de PRO (ex. travaux de thèses). Outre les PRO épandus sur les essais du Réseau PRO dont les données auront été saisies dans le SI PRO, ce travail d'inventaire débutera par la synthèse des types de PRO caractérisés via des projets antérieurs, des caractérisations réalisées (i.e. liste des variables mesurées et méthodes) et des modalités de conservation des échantillons conservés (i.e. conservation à -20°C, à sec) au vu de la nomenclature établie préalablement.

Pour établir cette synthèse, nous réutiliserons ainsi des résultats déjà obtenus dans les projets Réseau PRO (données PRO mutualisées, PRO conservés restant à caractériser) et effluents d'élevages (données disponibles, PRO conservés dont les données pourront être complétées) pour mettre en évidence les données disponibles et restant à acquérir sur des PRO conservés ainsi que les PRO restant à caractériser pour couvrir l'ensemble des types de PRO de la nomenclature nationale.

Au vu de cette synthèse, les données disponibles et non saisies dans le cadre du projet CasDAR/ADEME « Réseau PRO » seront saisies dans le système d'information PRO lorsqu'elles pourront être exploitées pour le projet PROTypo (i.e. description des PRO selon la méthode Réseau PRO, mêmes variables et mêmes méthodes d'analyses que celles définies dans PROTypo).

Les travaux du sous-volet 1.1 aboutiront à l'établissement du **bilan des PRO caractérisés et restant à caractériser au vu des données disponibles et des caractérisations à effectuer pour couvrir la gamme des types de PRO de la nomenclature**.

Synthétiquement ce bilan présentera par type de PRO de la nomenclature :

- une liste d'échantillons complètement caractérisés,
- une liste d'échantillons partiellement caractérisés et conservés qui pourront faire l'objet d'un complément de caractérisation en se basant sur leur disponibilité et leurs conditions de conservation,
- un nombre d'échantillons à collecter et caractériser en tenant compte de sa variabilité/hétérogénéité et de l'importance de ce PRO dans le gisement national des PRO.

Ce bilan sera ensuite utilisé pour établir la stratégie d'échantillonnages (sous-volet 1.2) ainsi que la liste des caractérisations à acquérir sur chaque type de PRO restant à caractériser pour couvrir la nomenclature des PRO nationale (volet 2).

#### *Sous-volet 1.2. Définition de la stratégie d'échantillonnage et de conservation des échantillons de PRO*

Le sous-volet 1.2 aura pour objectif de **définir la stratégie d'échantillonnages entre les partenaires en région chargés des prélèvements et de conservation des échantillons de PRO** en vue de (i) lister les lieux et dates de prélèvements des PRO restant à caractériser pour couvrir la gamme des types de PRO de la nomenclature, (ii) définir le plan d'échantillonnage pour assurer l'homogénéité et la représentativité des prélèvements dans le tas et entre sites ainsi que la pérennité des échantillons à caractériser en fonction des variables mesurées et (iii) créer une banque d'échantillons couvrant la gamme des types de PRO de la nomenclature pour d'éventuels futurs projets (ex. caractérisation des teneurs en éléments traces métalliques totaux et disponibles, voire typologie des risques environnementaux liés à la dynamique de l'azote).

(i) Le sous-volet 1.2 débutera par un travail de **prospection auprès des partenaires** des projets antérieurs possédant des PRO conservés dans des conditions permettant les caractérisations (sec, -20°C) pour identifier les PRO utilisables pour ce projet.

A partir de l'inventaire des types de productions de PRO inventoriés au sous-volet 1.1, un travail de **prospection auprès de producteurs de PRO** sera également effectué. Les partenaires chargés de coordonner les prélèvements en régions et pour certains PRO assureront la sélection des sites de prélèvements en vue d'effectuer eux-mêmes les prélèvements et/ou de coordonner les prélèvements dans leur réseau de partenaires. Ce travail s'appuiera sur les données déjà rassemblées dans le cadre du projet CasDAR/ADEME « Effluents d'élevages ». Les PRO collectés dans le cadre de ce dernier projet pourront être mobilisés pour les analyses complémentaires (cinétiques de minéralisation du carbone et de l'azote).

Ce travail de prospection aboutira à la **liste des partenaires possédant des PRO dont les caractérisations seront complétées et la liste des lieux et dates de prélèvements de PRO complémentaires pour pouvoir couvrir un maximum de PRO de la nomenclature**.

(ii) Le **plan d'échantillonnage et d'envoi des échantillons** sera également défini en tout début de projet avec les partenaires provenant des filières de production d'effluents d'élevage, urbains ou industriels. Les modes opératoires de prélèvement de PRO solides/liquides mis en place dans le Réseau PRO<sup>7</sup> seront réutilisés pour assurer les prélèvements et la représentativité du

<sup>7</sup> Modes opératoires :

- Échantillonnage d'un Produit Résiduaire Organique Solide : à la tarière ou par quartage et méthode à la parcelle élémentaire
- Échantillonnage d'un Produit Résiduaire Organique Liquide : sur le site de production, sur le site de l'essai à la parcelle élémentaire

prélèvement sur le site de production en fonction du type de PRO échantillonné. Les quantités prélevées, les modalités d'aliquotage, d'envoi et de conservation des échantillons seront définies en tout début de projet avec les partenaires assurant les caractérisations des PRO au volet 2.

(iii) La liste des PRO à conserver (caractérisations et/ou conservation à moyen-long terme), les modalités de conservation ainsi que les informations relatives à la gestion des échantillons seront définies. Un **document sera également établi pour accompagner les prélèvements afin d'identifier le PRO dans la nomenclature, le décrire en termes de production** (réutilisation et adaptation de la méthode de description des PRO du Réseau PRO) **et d'aspect physique**, et permettre la traçabilité des échantillons collectés (adaptation de la méthode de gestion des échantillons du SOERE PRO).

### Sous-volet 1.3. Campagne de prélèvements de PRO dont la connaissance se révèle insuffisante

Le sous-volet 1.3 aura pour objectifs (i) de prélever des échantillons de PRO identifiés au sous volet 1.1, (ii) d'aliquoter et répartir les échantillons entre partenaires pour les caractérisations de laboratoire et leur conservation à long terme et (iii) de saisir les informations de description des PRO et relatives à la gestion des échantillons dans les fichiers d'insertion du SI PRO. Le nombre total de PRO caractérisés pour couvrir la gamme des types de PRO de la nomenclature ne devra pas excéder un total de 400-500<sup>8</sup> pour tous les types de PRO considérés afin de faciliter les étapes d'échantillonnage, de caractérisations et de traitements statistiques des données. Il est à noter que les PRO échantillonnés et conservés dans le cadre des projets CasDAR/ADEME « Effluents d'élevage » et « Réseau PRO » seront utilisés préférentiellement (*i.e.* fumiers de bovins, lisiers de porc, fumiers de volailles, composts urbains, sous-produits de la viticulture, produits utilisés en agriculture biologique).

Pour les PRO échantillonnés, la **campagne de prélèvement** sera réalisée comme suit.

(i) Les prélèvements seront effectués par les partenaires impliqués en région et leur réseau de partenaires. Le plan d'échantillonnage défini dans le sous-volet 1.2 sera employé par tous les préleveurs en vue d'assurer la représentativité du prélèvement et l'homogénéité des prélèvements entre préleveurs et entre sites.

(ii) Après le prélèvement, les échantillons seront aliquotés (méthode de quartage) et envoyés dans les laboratoires assurant leur préparation et les caractérisations (INRA LAS, LDAR, INRA ISPA, INRA EGC, Cirad) ainsi que leur conservation à long terme (ex. INRA LAS et EGC, Cirad).

(iii) Parallèlement au prélèvement, le préleveur saisira l'intitulé du PRO dans la nomenclature, les informations de description du PRO avec le producteur et les informations assurant la traçabilité de l'échantillon.

<b>Synthèse du volet 1 : Campagne de repérage, quantification et sélection représentative des PRO épandus en France</b>			
<b>Coordination : ACTA et INRA</b>			
<b>Sous-volets</b>	<b>Indicateurs de résultats (livrables)</b>	<b>Partenaires</b>	<b>Coordination</b>
1.1. Identification des PRO les plus épandus en France et de leurs gisements	Inventaire des gisements de PRO Nomenclature des PRO diffusée auprès des laboratoires Critères d'élaboration des typologies CNPK définis/hierarchisés Inventaire/synthèse des données/échantillons disponibles Bilan des PRO caractérisés et restant à caractériser au vu des données disponibles et des caractérisations à effectuer pour couvrir la gamme des PRO de la nomenclature	CRAB ITAB, IFV ITAVI, idele, IFIP CA La Réunion LDAR AGT-RT CRALR	INRA EGC
1.2. Définition de la stratégie d'échantillonnages et de conservation des échantillons de PRO	Liste des PRO à échantillonner (types et nombre par type), des lieux/dates et des préleveurs (partenaires et/ou producteurs, acteurs en région) Plan d'échantillonnage et d'envoi des échantillons formalisé : mode opératoire de prélèvement, quantités requises, flaconnages et aliquotages Fiche signalétique de référencement des PRO établie (libellé dans la nomenclature et description du PRO)	ITAVI idele IFIP CA La Réunion LDAR IFV CRALR SMRA68	INRA EGC
1.3. Campagne de prélèvements	PRO échantillonnés, aliquotés et envoyés aux partenaires du sous-volet 2.1 Conservation des échantillons en vue d'analyses et/ou conservation à long-terme Renseignement de la fiche signalétique des PRO et des informations permettant la gestion des échantillons	CRAB, Cirad ITAB, IFV ITAVI, idele, IFIP CA La Réunion AGT-RT, ARAA CRALR, SMRA68	INRA EGC

## **Volet 2. Caractérisations des PRO sélectionnés et intégration des données dans le système d'information national sur les PRO**

Le volet 2 aboutira (i) à la caractérisation des PRO provenant de la campagne de prélèvements ainsi que des PRO conservés lors de projets antérieurs dont les caractérisations seront complétées, (ii) à la saisie des informations concernant la production des PRO (conduite des élevages, mode de production des PRO toutes origines) et des données de caractérisations des PRO de la nomenclature.

<sup>8</sup> Maximum de 400-500 PRO considérés pour les caractérisations des valeurs agronomiques globales et maximum de 200 PRO considérés pour les cinétiques de minéralisation CNP

### Sous-volet 2.1. Caractérisations des PRO au laboratoire

Le volet 2 débutera avec le sous-volet 2.1 par la caractérisation au laboratoire des PRO dont les références seront estimées insuffisantes, pour acquérir les données qui seront employées dans le volet 3 afin d'établir les typologies CNPK et les gammes de valeurs des autres paramètres agronomiques des types de PRO de la nomenclature.

Les PRO provenant des projets antérieurs dont les caractérisations seront ainsi complétées (i.e. projets « Effluents d'élevage » et « Réseau PRO », thèses) et les PRO échantillonnés au sous-volet 1.3 devront au final subir les caractérisations suivantes :

- (1) **Cinétiques de minéralisation du carbone en incubations** réalisées en conditions standardisées, fractionnement biochimique de la matière organique, teneur en C organique et validation ou reparamétrage de l'ISMO<sup>9</sup> si nécessaire
- (2) **Cinétiques de minéralisation de l'azote en incubations** et dosage du N minéral sur produit frais, dosage du N total
- (3) **Mesure en incubation de terre, de la variation de la disponibilité du P du sol**, avant et après l'apport de PRO, exprimée par rapport à celle du même apport de P apporté sous une forme de référence-engrais (triple superphosphate-TSP), celle-ci sera estimée par évaluation de la concentration des ions phosphate dans la solution de sol et le transfert associé à l'interface solide-solution et par la méthode Olsen.
- (4) **Teneurs en éléments majeurs** autres que ceux déjà évalués dans les points précédents (C organique, N total, P total, K, Mg, Na, Ca, S), **oligo-éléments** pour les plantes totaux voire disponibles (B, Mo, Al, Fe, Mn, Zn, Cu, voire Co), **matière sèche** à 105 °C, **pH et teneur en CaCO<sub>3</sub>**.

Hormis pour les PRO issus du projet « Effluents d'élevage », pour lesquels cette caractérisation a été effectuée, les autres PRO (issus de projet « Réseau PRO », thèses et ceux échantillonnés au sous-volet 1.3), et de façon concomitante aux autres caractérisations de la liste ci-dessus, il sera procédé à l'acquisition des :

- (5) **Spectres proche infrarouge des PRO à l'état frais et après séchage broyage.**

Il est économiquement intéressant de procéder à leur acquisition dans le flot des autres caractérisations au lieu de le faire *a posteriori*, ce qui requiert d'autres interventions (ex. décongélation pour les PRO conservés frais). Comme on l'a réalisé avec succès dans le projet « Effluents d'élevage », on élaborera des modèles SPIR des teneurs en MS, MO, C, N total, N-NH<sub>4</sub> de différentes catégories de PRO, ce qui sera utile pour le volet 3 (valeurs prédites produites rapidement et à moindre coût).

<b>Synthèse du sous-volet 2.1. : Caractérisations des PRO au laboratoire</b>		
<b>Coordination : INRA et CIRAD</b>		
<b>Travaux</b>	<b>Indicateurs de résultats (livrables)</b>	<b>Partenaires</b>
Caractérisations de base	Données de caractérisation des valeurs agronomiques globales des PRO : majeurs, oligo-éléments, pH, CaCO <sub>3</sub> , matière sèche	INRA LAS, INRA EGC CIRAD
Caractérisation N (indicateurs N)	Données permettant d'établir la typologie N : incubations N, N minéral sur frais	INRA EGC, CIRAD LDAR
Caractérisation C (indicateurs C)	Données permettant d'établir la typologie C : incubations C, fractionnement biochimique, ISMO	INRA EGC, CIRAD LDAR
Caractérisation P (indicateurs P)	Données permettant d'établir la typologie P : incubations, P disponible avec et sans apport de PRO, PRO et TSP ; statut P des PRO	INRA ISPA CIRAD
Caractérisation par SPIR	Données spectrales permettant d'établir les typologies C et N : données prédites par SPIR des teneurs en MS, C, N total, N-NH <sub>4</sub> , fractions biochimiques, ISMO, appartenance à une classe	CIRAD INRA SAS

### Sous-volet 2.2. Saisie des informations et des données de caractérisations des PRO dans le système d'information PRO

L'objectif du sous-volet 2.2 est de poursuivre l'alimentation du système d'information (SI) PRO développé avec les partenaires de la filière de gestion des PRO grâce notamment au projet CasDAR/ADEME Réseau PRO en saisissant les données et informations de description des PRO disponibles à ce jour et exploitées dans PROTypo (interaction avec le sous-volet 1.1), en saisissant les données disponibles *via* des projets antérieurs, les données de caractérisations complémentaires effectuées sur des PRO conservés *via* des projets antérieurs et en saisissant les données de caractérisations acquises au sous-volet 2.1 sur les PRO échantillonnés au sous-volet 1.3 pour couvrir l'ensemble des types de PRO de la nomenclature.

Par ailleurs, les informations permettant de décrire précisément l'obtention des PRO définies dans le cadre du projet CasDAR/ADEME Réseau PRO (Bell *et al.* 2013, Bell *et al.* COMIFER PRO 2012) seront également saisies dans le SI PRO en tant qu'informations de description des PRO mais également en vue de pouvoir exploiter certaines informations nécessaires à l'attribution des PRO aux classes des typologies CNP (i.e. conditions de stockage, modalités de traitements, conditions de conduite d'élevage, etc.).

Ce sous-volet 2.2 aura aussi pour objectif de développer la composante informatique du SI PRO dédiée à l'archivage des mesures infra-rouge et à leur saisie. Ce travail de développement informatique dédié aux mesures SPIR complètera ainsi le SI PRO développé via le projet CasDAR/ADEME « Réseau PRO » et le SOERE PRO. La saisie des données infra-rouge acquises dans le projet CasDAR/ADEME « Effluents d'élevages » et dans ce projet garantira leur archivage à long-terme et une exploitation ultérieure des spectres SPIR pouvant s'envisager pour tout projet complémentaire.

<sup>9</sup> Indice de Stabilité de la Matière Organique (ISMO – norme XP U 44-162, Décembre 2009)

Plus précisément, la saisie s'effectuera par les partenaires ayant acquis les données comme suit :

- (i) saisie des informations descriptives des PRO exploités dans PROTypo et caractérisés provenant d'autres projets, des instituts d'élevage et/ou provenant des échantillonnages réalisés au sous-volet 1.3, cette étape correspondra à la saisie des informations demandées sur les modalités de production et de description du PRO complétées au cours des prélèvements de PRO réalisés au sous-volet 1.3,
- (ii) saisie des données de caractérisations acquises au sous-volet 2.1 et saisie des données disponibles *via* des projets antérieurs et exploitées dans PROTypo, notamment les données provenant des travaux des instituts des filières animales, du CasDAR/ADEME Effluents d'élevage et des typologies existantes,
- (iii) saisie des valeurs de mesures infra-rouge acquises au sous-volet 2.1.

L'alimentation du SI PRO avec les données de caractérisations des PRO et des informations de production des PRO de la nomenclature sera un des livrables de ce projet.

Les données et informations ainsi saisies seront par ailleurs en accès à la communauté ayant permis leur acquisition comme ce qui a été proposé dans le CasDAR/ADEME Réseau PRO. Cet accès aux données de caractérisations des PRO de la nomenclature sera un des livrables de ce projet.

<b>Synthèse du volet 2.2 : Saisie des informations et des données de caractérisations des PRO dans le SI PRO</b>			
<b>Coordination : INRA et CIRAD</b>			
<b>Travaux</b>	<b>Indicateurs de résultat (livrables)</b>	<b>Partenaires</b>	<b>Coordination</b>
Développer une partie du SI PRO dédiée aux mesures IR	Composante informatique du SI PRO dédiée à l'archivage des données SPIR	INRA EGC CIRAD, LDAR	INRA EGC CIRAD
Saisir les données dans le SI	Saisie des informations descriptives des PRO Saisie des données de caractérisations Saisie des données SPIR	Tous les partenaires ayant acquis des données, LAS, LDAR, INRA	INRA EGC

### **Volet 3. Etablissement des typologies CNPK et des gammes de valeurs des autres paramètres agronomiques**

L'objectif du volet 3 est d'exploiter les données acquises et mutualisées au volet 2 pour (i) établir les classes de comportement par effets recherchés pour les typologies CNPK, (ii) établir les gammes de valeurs des autres paramètres agronomiques et (iii) définir les variables pouvant expliquer le rattachement d'un PRO à une classe d'effet pour chaque typologie. Le volet 3 s'articulera en 3 parties complémentaires permettant *in fine* de produire le guide des valeurs agronomiques des PRO (sous-volet 4.1) ainsi que de mettre à jour les guides de conseil technique sur les PRO (sous-volet 4.2) :

#### *Sous-volet 3.1. Définition et formalisation de la stratégie de traitement des données de caractérisations*

Le volet 3 débutera par le sous-volet 3.1 avec la définition et la formalisation de la stratégie des traitements des données à appliquer pour (i) établir les classes des typologies par effets recherchés pour C, N, P et K, (ii) définir les gammes de valeur des autres paramètres agronomiques et (iii) définir les variables descriptives quantitatives et/ou qualitatives des PRO pouvant expliquer le rattachement d'un PRO à une classe d'effet pour chaque typologie.

La stratégie de traitement des données sera définie avec les partenaires travaillant sur la définition des typologies CNPK ainsi qu'avec les partenaires établissant les gammes de valeurs des autres paramètres agronomiques. La stratégie des traitements sera formalisée dans un **cahier des charges d'exploitation des résultats** qui sera transmis aux partenaires qui établiront : (1) la typologie des valeurs fertilisantes azotées (valeur fertilisante azotée réelle post-épandage), (2) la typologie des valeurs d'amendement organique (capacité des PRO à entretenir voir augmenter les teneurs et stocks en MO des sols, dynamique de la MO suite aux épandages), (3) la typologie des valeurs fertilisantes phosphatées (valeur fertilisante phosphatée réelle post-épandage, contribution à l'entretien du stock de phosphore du sol), (4) la typologie de la valeur fertilisante potassique et (5) les gammes de valeurs des autres paramètres agronomiques.

#### *Sous-volet 3.2. Etablissement des classes des typologies CNPK et définition des variables permettant leur rattachement à une classe de typologie*

Les données acquises pour chaque indicateur reflétant un effet attendu pour chaque composante agronomique considérée des typologies CNPK seront traitées selon la stratégie définie et formalisée au sous-volet 2.1. Les typologies seront établies par des analyses multifactorielles associées à des classifications hiérarchiques sur composantes principales pour établir les classes de chacune des typologies CNPK. Les clés d'attribution aux classes seront tout d'abord définies à partir des valeurs acquises pour un sous-échantillon de tous les produits caractérisés (environ 2/3 des PRO analysés) puis validées sur toute la gamme de PRO caractérisés.

Les constructions des classes de comportement C, NPK seront réalisées indépendamment les unes des autres.

Puis, les critères analytiques de composition (ex. fractionnement biochimique de la MO, teneur en N minéral, pH) seront analysés au sein de chaque classe définie précédemment pour définir les clés d'attribution des PRO aux classes. Les variables qualitatives descriptives des PRO (ex. matières premières, proportion dans le mélange, procédés de traitement, durée de stockage avant épandage) pourront également être prises en compte pour (i) définir les variables descriptives des PRO permettant leur rattachement à une classe de typologie, (ii) identifier pour les effluents d'élevage, des modes de conduite d'élevage représentatifs des effets attendus et (iii) comparer/valider des méthodes d'échantillonnage à l'aide de l'outil Composim issu du projet Effluents d'élevage.

Un travail sur les données acquises dans le cadre du projet CasDAR/ADEME « Effluents d'élevage » permettra de faire le lien entre les caractéristiques des produits et les données de conduite des élevages.

### Sous-volet 3.3. Etablissement des gammes de valeurs des autres paramètres agronomiques

Les données des caractérisations complémentaires mutualisées et/ou acquises au volet 2 seront exploitées pour établir, pour les types de PRO de la nomenclature caractérisés, les gammes de valeurs des paramètres agronomiques déterminés au sous-volet 2.1 : teneurs totales en éléments majeurs et en oligo-éléments, voire teneurs disponibles, matière sèche, pH et teneur en CaCO<sub>3</sub>. Pour cela, l'exploitation des résultats de caractérisations agronomiques sera réalisée via des traitements de types statistiques descriptives (moyenne, écart-types, médianes, quartiles, minimum, maximum). Une attention particulière sera apportée à l'établissement des gammes de valeurs pour les types de PRO présentant une hétérogénéité connue en vue de fournir des gammes de valeurs réalistes au vu de l'hétérogénéité connue de certains produits, comme les fumiers.

<b>Synthèse du volet 3 : Etablissement des typologies CNPK et des gammes de valeurs des autres paramètres agronomiques</b>			
<b>Coordination : Université Haute Alsace et INRA</b>			
<b>Sous-volets</b>	<b>Indicateurs de résultat (livrables)</b>	<b>Partenaires</b>	<b>Coordination</b>
3.1. Définition et formalisation de la stratégie de traitement des données de caractérisations	Cahier des charges des traitements à appliquer sur les jeux de données pour établir les typologies CNPK, les gammes de valeurs et les critères de rattachement à une classe et les gammes de valeurs	Univ. Haute Alsace INRA EGC, SAS, LAS, ISPA, LDAR, CIRAD Idele, ANSES	Univ. Haute Alsace INRA EGC
3.2. Etablissement des classes des typologies CNPK et définition des variables permettant leur rattachement à une classe	Classes de comportement des typologies C, NPK Variables (qualitatives/quantitatives) permettant leur rattachement à une classe de typologie définies	INRA EGC, ISPA, SAS Univ. Haute Alsace LDAR, CIRAD, Idele, IFV, CRAB, ANSES, AGT-RT	INRA EGC LDAR
3.3. Etablissement des gammes de valeurs des autres paramètres agronomiques	Gammes de valeurs des autres paramètres agronomiques définies en intégrant l'hétérogénéité connue de PRO hétérogènes	INRA, CIRAD, LDAR idele, Arvalis, IFV, CRAB, ANSES	INRA EGC

## **Action 2 – Valorisation et transfert**

L'action 2 assurera la valorisation et le transfert des résultats du projet, notamment en diffusant les typologies CNPK et les gammes de valeurs des autres paramètres agronomiques des PRO avec la production du guide des valeurs agronomiques des PRO et l'actualisation de documents de conseil technique sur les PRO (« Fertiliser avec des engrais de ferme », document inter-ICTA, 2001, et tome 2 du « Guide des matières organiques », ITAB, 2001). Les publics cible de ces guides sont les conseillers agricoles (chambres d'agriculture, prestataires d'épandage de PRO non agricoles, coopératives, négoce...), les formateurs (lycées agricoles, écoles et universités...), et *in fine* les agriculteurs.

Le programme de travail de l'action 2 est divisé en 2 volets complémentaires :

- Volet 4 : Production d'outils opérationnels pour les professionnels : élaboration et validation du guide des valeurs agronomiques des PRO français (typologies CNPK et autres valeurs agronomiques), et actualisation des documents de conseil technique sur les PRO (*op. cit.*).
- Volet 5 : Actions de formation, transfert et diffusion des résultats du projet

### **Volet 4. Production d'outils opérationnels pour les professionnels**

#### *Sous-volet 4.1. Elaboration et validation du guide des valeurs agronomiques des PRO français (typologies CNPK et autres valeurs agronomiques)*

L'objectif du sous-volet 4.1 est de **produire un guide des valeurs agronomiques des PRO de la nomenclature française qui compilera des fiches-produits intégrant les typologies des PRO et leur application** pour une meilleure utilisation des différents types de PRO par les agriculteurs, basée sur les effets agronomiques recherchés. Il comportera 3 parties :

- Une description globale de la nomenclature et de la typologie, et le mode d'emploi du guide.
- Des fiches par entrée « **effet agronomique attendu** ». Chacune décrira la classe d'effet de la typologie (par exemple un effet N élevé à court terme) avec la liste des divers PRO qui se comportent de cette façon. Les effets agronomiques seront décrits en termes de fonction : par exemple pour C, l'action attendue du PRO sur la rétention en eau ou la réduction de la battance, et pas uniquement selon sa capacité à entretenir le stock de C du sol.
- Des fiches par entrée « **produit** » (40 à 50 fiches). Chacune compilera les divers effets agronomiques du PRO considéré (valeurs agronomiques C, N, P, K ; gammes de valeurs des autres paramètres agronomiques). Ces fiches-produits intégreront également les informations sur le gisement de PRO (mode d'obtention, disponibilité, coût...), des conseils d'utilisation du PRO ainsi que les limites de validité de ces conseils : comment insérer le PRO dans le système de culture pour maximiser sa valeur agronomique et minimiser les risques associés, par exemple pour éviter les pertes d'azote par lessivage et volatilisation. Elles donneront aussi des recommandations sur les analyses pertinentes à faire selon les PRO. Des recommandations particulières seront formulées pour l'épandage de chaque PRO (par exemple enfouissement requis avec matériel adapté pour certains PRO et dans certaines situations).

### Ce guide sera construit en 5 étapes :

- (1) élaboration d'une trame de fiche « effet agronomique attendu » et fiche « produit », en prenant en compte les travaux préexistants (guide des PRO en Languedoc-Roussillon, fiches-produits Taboue story du Haut-Rhin, guide de la fertilisation organique à la Réunion...)
- (2) test des trames de fiches auprès d'acteurs locaux (conseillers, agriculteurs), pour s'assurer d'une adaptation optimale de ces fiches (contenu technique et format) auprès des utilisateurs
- (3) rédaction des fiches, en partenariat étroit avec les intervenants du volet 3
- (4) validation technique de la typologie dans quelques régions contrastées du point de vue des PRO et des milieux : par exemple Alsace, Bretagne, PACA, Champagne crayeuse, La Réunion : peut-on classer les PRO disponibles localement dans les classes des typologies CNPK ? Une classe donnée de typologie reflète-t-elle les effets agronomiques observés localement par les agriculteurs, conseillers ou dans les essais menés dans les régions retenues ?
- (5) validation d'usage des fiches auprès d'acteurs de terrain de quelques régions : par exemple Alsace, Bretagne, La Réunion : lisibilité des fiches ? le guide répond-il aux attentes ? les conseillers arrivent-ils à traduire les fiches « nationales » en fiches ou conseils locaux, adaptés aux PRO et aux systèmes de culture locaux ?

#### Sous-volet 4.2. Actualisation des documents de conseil technique sur les PRO

Ce volet 4 aboutira à l'actualisation du guide « Fertiliser avec les engrais de ferme » et du Tome 2 du « Guide des Matières organiques ».

Il est nécessaire d'inclure dans ces deux guides les données qui auront été acquises dans le cadre du volet 3 du projet, et qui auront été mises en forme dans le cadre du sous-volet 4.1. Les données des deux guides *op. cit.* sont en effet en partie obsolètes (acquises avant 2001 dans les deux cas), et leur réactualisation se doit de prendre en compte les travaux de ce projet.

- « Fertiliser avec les engrais de ferme » :

La mise à jour du document inter-instituts « Fertiliser avec les engrais de ferme » (2001) sera coordonnée par ARVALIS et idele. Les résultats issus du volet 3 permettront de mettre à jour plusieurs points du guide « Fertiliser avec les engrais de ferme » et ainsi de mieux prendre en compte les récentes évolutions en matière de gestion des effluents d'élevages.

- Tome 2 du « Guide des matières organiques » :

Le tome 2 complète le tome 1 du « Guide des matières organiques » de l'ITAB, dont un document de mise à jour est disponible sur le site internet de l'ITAB pour compléter l'édition de 2001. Ce tome 2 comporte 38 fiches techniques donnant des informations analytiques et des recommandations d'usage pour chaque PRO. La réactualisation de ces fiches donnera lieu à une mise en ligne des fiches réactualisées sur le site Internet de l'ITAB et d'autres partenaires du projet (COMIFER, RMT F&E...). En plus des données acquises dans le cadre du projet, une information sera fournie pour chaque PRO sur son utilisation possible ou non en agriculture biologique. La coordination de la réactualisation de ce guide sera coordonnée par l'ITAB.

### Synthèse du volet 4 : Production d'outils opérationnels pour les professionnels : élaboration et validation du guide des valeurs agronomiques des PRO français (typologies CNPK et autres valeurs agronomiques), et actualisation du document « Fertiliser avec des engrais de ferme » et du tome 2 du « Guide des matières organiques »

#### Coordination : CRAB

Sous-volets	Indicateurs de résultat (livrables)	Partenaires	Coordination
4.1. <i>Elaboration et validation du guide des valeurs agronomiques des PRO</i>	Guide des valeurs agronomiques des PRO, en 3 parties : - Une description globale de la nomenclature, de la typologie, mode d'emploi du guide - Des fiches par entrée « effet agronomique attendu » - Des Fiches « produit » élaborées pour chaque type de PRO de la nomenclature (classes de rattachement des typologies CNPK, gammes de valeurs des autres paramètres agronomiques) Validation de ce guide en régions et son amélioration pour son opérationnalité finale auprès des acteurs (i.e. conseillers agricoles, agriculteurs, formateurs...)	INRA, ACTA Univ. Haute Alsace CIRAD idele, ITAVI, IFIP, IFV, ITAB, ARVALIS SMRA68, AGT-RT CA La Réunion ANSES CRALR, CRAB	ARAA et ITAB
4.2. <i>Actualisation des documents de conseil technique sur les PRO</i>	Guide « Fertiliser avec les engrais de ferme » actualisé Tome 2 du « Guide des matières organiques » actualisé Fiches du « Guide de la fertilisation organiques à La Réunion » actualisées	CRAB idele, IFIP, IFV, ITAVI, ARVALIS, ITAB, ANSES, CA La Réunion	ARVALIS et idele pour « Fertiliser avec des engrais de ferme » et ITAB pour le tome 2 du « Guide des MO »

### Volet 5 : Actions de formation, transfert et diffusion des résultats du projet

Le volet 5 sera consacré à des actions de formation et de transfert et à la diffusion et à la communication des résultats du projet auprès des acteurs.

#### Sous-volet 5.1. Actions de formation et de transfert

Le sous-volet 5.1 engagé dès le début de la troisième année du projet sera consacré aux actions de formation avec les partenaires de l'enseignement (AgroParisTech, EPN Rambouillet, Université de Haute Alsace) et aux actions de transfert avec les partenaires du développement agricole impliqués en régions (ARAA, CRA Bretagne, CRA Languedoc-Roussillon, ITAB, IFV, CA La Réunion, AgroTransfert RT). Il consistera à (i) réaliser et/ou adapter des supports pédagogiques visant à utiliser le

guide des valeurs agronomiques des PRO et les typologies CNPK et (ii) conduire des actions de transfert et de formation (continue et initiale) pour l'utilisation du guide des valeurs agronomiques des PRO. Pour cela, on s'appuiera sur le conseil agronomique à l'utilisation des produits en fonction des effets attendus et sur les cas d'application régionaux.

#### Sous-volet 5.2. Valorisation et diffusion des résultats du projet

Le sous-volet 5.2 sera consacré à la valorisation et à la diffusion des résultats du projet *via* (i) la diffusion du guide des valeurs agronomiques des PRO notamment auprès des acteurs du conseil agricole, et des conseils méthodologiques pour transposer les typologies à l'échelle régionale, (ii) la publication des résultats sous forme d'articles techniques et scientifiques, la participation à des congrès, séminaires et journées techniques et (iii) la restitution des travaux au cours d'un colloque final organisé en toute fin de projet avec les partenaires du projet, les partenaires des CasDAR Effluents d'élevage et Réseau PRO ainsi que tous les acteurs de la filière souhaitant connaître les résultats du projet.

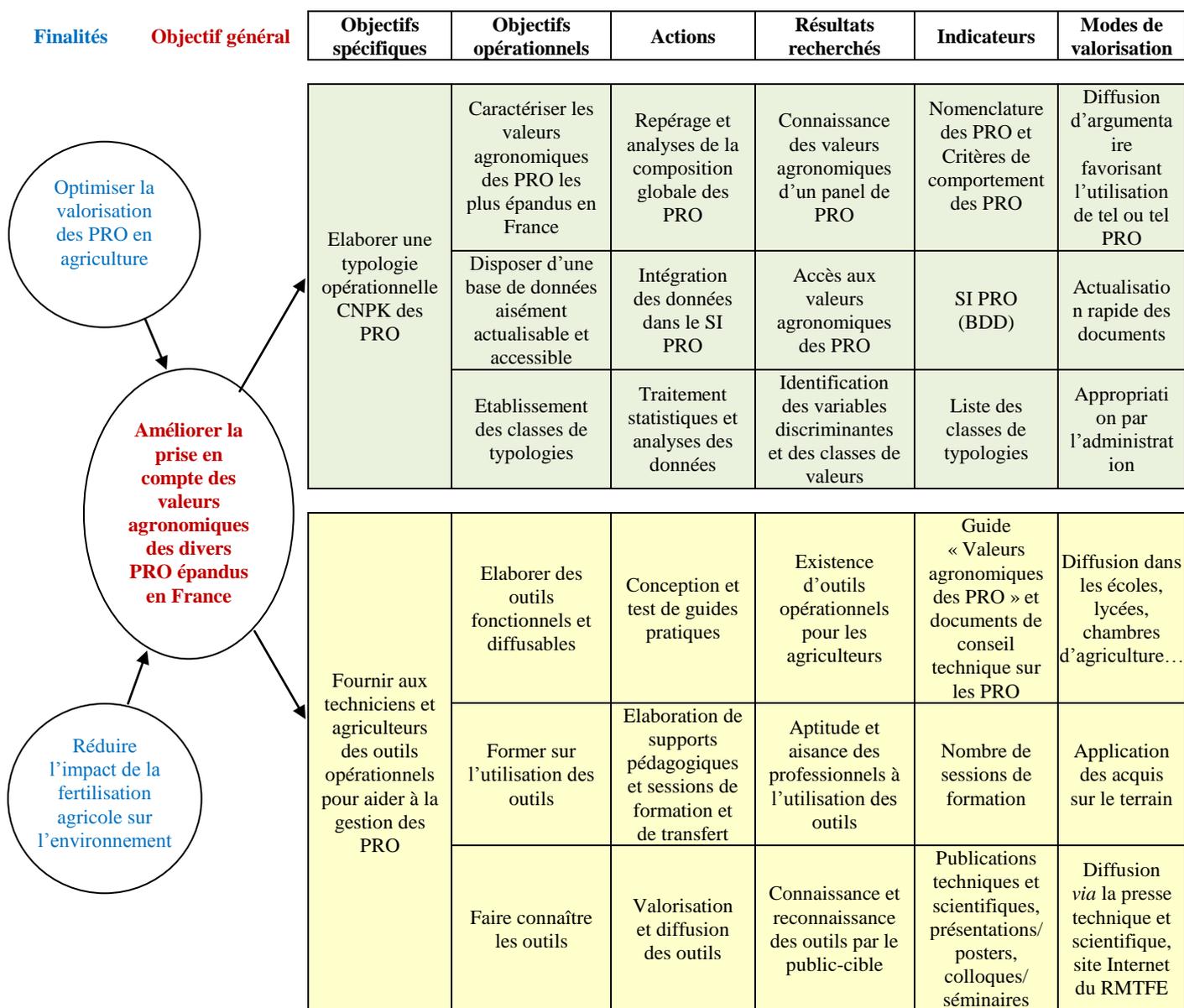
<b>Synthèse du volet 5 : Actions de formation, transfert et diffusion des résultats du projet</b>			
<b>Coordination : Université de Haute Alsace et ACTA</b>			
<b>Sous-volets</b>	<b>Indicateurs de résultat (livrables)</b>	<b>Partenaires</b>	<b>Coordination</b>
5.1. <i>Actions de formation et de transfert</i>	Supports pédagogiques Formations continues/initiales	EPN Rambouillet, Univ. Haute Alsace, AgroParisTech, INRA, CRALR, CA La Réunion, AGT-RT	Univ. Haute Alsace AgroParisTech
5.2. <i>Valorisation et diffusion des résultats du projet</i>	Publication des travaux et présentation à des colloques/séminaires Diffusion du guide des valeurs agronomiques des PRO, du document « Fertiliser avec des engrais de ferme » et du tome 2 du « Guide des matières organiques » Restitution des travaux au cours d'un colloque final	CRAB, CRALR ITAB, IFV INRA idele, IFIP, ITAVI CA La Réunion LDAR, AGT-RT	ACTA INRA

### Indicateurs de suivi et d'évaluation

Les **indicateurs de suivi et d'évaluation** du projet sont présentés ci-dessous pour le pilotage du projet et par volet pour chacune des deux actions du projet.

	<b>Indicateurs de suivi</b>	<b>Indicateurs d'évaluation</b>
<b>Pilotage du projet</b>	Nombre de conventions signées entre partenaires Nombre de réunions du comité de pilotage par an Cumul des temps passés par organisme totaux Rapports techniques et financiers annuels Nombre de réunions d'équipe projet organisées	Conventions entre partenaires Comptes-rendus des réunions du comité de pilotage Rapports intermédiaires et final du projet  Comptes-rendus des réunions d'équipe projet
	<b>Tous volets</b>	Nombre de réunions organisées entre partenaires par volets/sous-volets, groupes thématiques Cumul de temps passé par organisme Rapports des travaux réalisés
<b>Action 1</b>	<b>Volet 1</b>	Inventaire des gisements de PRO Liste des critères d'élaboration des typologies CNPK et des indicateurs retenus Inventaire et synthèse des données/échantillons disponibles, liste des PRO à échantillonner Plan d'échantillonnage/aliquotage des PRO et fiche signalétique des PRO échantillonnés Nombre de PRO échantillonnés
	<b>Volet 2</b>	Article de publication de l'inventaire des gisements de PRO français  Liste des données à mutualiser, des PRO archivés pouvant être caractérisés et du plan de prélèvement Document assurant l'homogénéité et la représentativité des échantillonnages Nombre de PRO conservés pour caractérisations
	<b>Volet 3</b>	Listing des résultats d'analyses pour les PRO caractérisés Données réellement mutualisées dans les bases  Cahier des charges des traitements à appliquer sur les données pour établir les typologies CNPK et les gammes de valeurs Rapport/synthèse des résultats acquis, avec les traitements statistiques effectués sur les données
<b>Action 2</b>	<b>Volet 4</b>	Définition de la stratégie de traitement des données  Classes des typologies CNPK établies, gammes de valeurs des autres paramètres agronomiques établies  Nombre de fiches-produits élaborées / actualisées Qualité et facilité d'utilisation du guide des valeurs agronomiques des PRO Qualité et pertinence des actualisations effectuées aux guides « Fertiliser avec des engrais de ferme » et « Guide des matières organiques »
	<b>Volet 5</b>	Nombre de guides édités et diffusés Enquêtes de satisfaction auprès des acteurs en régions  Diffusion des guides produits (internet, édition) Organisation des formations (continue et initiale) Journées de communication en régions Organisation d'un colloque de restitution final Rédaction d'articles scientifiques/techniques
		Nombre et type de formations organisées, public visé Enquêtes de satisfaction sur les formations organisées Journées et réunions organisées par les partenaires en région, public visé, retours obtenus Retours sur le colloque de restitution final organisé Nombre d'articles produits

### III.2. Schéma « Finalités-Actions »





### III.4. Equipes techniques mobilisées

Le tableau suivant présente les équipes techniques mobilisées avec le nombre de mois sur les trois années et demie du projet.

Partenaire	Principaux responsables des équipes techniques	Nb de mois affectés sur les 42 mois, par catégorie (ingénieur, technicien, chercheur)
ACTA	Mathilde Heurtaux Personnel administratif CDD (agronome/statisticien)	7 mois ingénieur 3 mois pers. adm. 17,5 mois ingénieur
Agro-Transfert-RT	Annie Duparque	2,35 mois ingénieur
ARAA	Anne Schaub	3,13 mois ingénieur
Arvalis	Robert Trochard Personnel administratif	3,8 mois ingénieur 1 mois pers. adm. et 0,45 mois ingénieur
ANSES	Emmanuel Gachet	1,2 mois ingénieur
CRA Bretagne	Bertrand Decoopman Aurore Loussouarn Elodie Dezat Daniel Hanocq Pierre Havard CRAB	3,33 mois ingénieur 0,3 mois ingénieur 0,3 mois ingénieur 0,3 mois ingénieur 0,3 mois ingénieur
CRA Languedoc-Roussillon	Myriam Gaspard	3,75 mois ingénieur
CA La Réunion	Virginie Van de Kerchove Technicien	4,65 mois ingénieur 1,75 mois technicien
CIRAD Réunion	Laurent Thuriès Géraud Moussard	3,5 mois chercheur 4 mois technicien
idele	Elise Lorinquer Jacques Capdeville Appui service biométrie	6 mois ingénieur
IFIP	Pascal Levasseur	3,95 mois ingénieur
IFV	Jean-Yves Cahurel	1,5 mois ingénieur
ITAVI	Paul Ponchant Alicia Charpiot Pascal Galliot	4,35 mois ingénieur 4,35 mois technicien
INRA Arras (LAS)	Antoine Richard Annie Guérin E Dubromel P Deboffles J Maupain CDD AJT (préparation)	1,5 mois ingénieur 1 mois ingénieur 4 mois technicien 4 mois technicien 4 mois adjoint technique 6 mois adjoint technique
INRA Bordeaux (ISPA)	Christian Morel CDD (ingénieur)	8 mois chercheur 15 mois ingénieur-chercheur
INRA Grignon - AgroParisTech (EGC jusque fin 2014, ensuite ECOSYS à compter 2015)	Aurélia Michaud Sabine Houot Vincent Mercier Laure Vieublé-Gonod Claire-Sophie Haudin Mehdi Belkacem CDD (technicien recherche) CDD (agronome) CDD (agronome/statisticien)	15 mois ingénieur 4,5 mois chercheur 3 mois assistant-ingénieur 1 mois enseignant-chercheur 1 mois enseignant-chercheur 15 mois assistant-ingénieur (informaticien) 24 mois technicien 12 mois ingénieur (agronome) 24 mois ingénieur
INRA Rennes (SAS)	Thierry Morvan Virginie Parnaudeau	1 mois ingénieur 1 mois ingénieur
ITAB	Blaise Leclerc Aude Coulombel Laetitia Fourrié	7 mois ingénieur
LDAR	Nathalie Damay Caroline Le Roux Stéphanie Sagot	2,4 mois ingénieur 2,2 mois ingénieur 1,3 mois ingénieur
Université Haute Alsace	Marc Lollier	6 mois enseignant-chercheur

Comme mentionné dans le tableau précédent, les travaux du projet seront conduits principalement par les partenaires techniques impliqués (**161,2 mois de chercheurs, ingénieurs et techniciens** sur la totalité du projet) et par le recrutement de **personnel en CDD (98,5 mois** sur la totalité du projet) : (i) un ingénieur agronome/statisticien (18 mois à l'ACTA et 24 mois à l'INRA) pour travailler sur l'inventaire des gisements et la rédaction d'une synthèse, la mise en place de la stratégie d'échantillonnage et sa coordination, le traitement des données (traitements statistiques, établissement des classes des typologies P et des gammes de valeurs des autres paramètres agronomiques), contribuer à l'élaboration du guide des valeurs agronomiques des PRO et communiquer sur les travaux de PROTypo, (ii) un ingénieur agronome (CDD de 12 mois INRA

EGC) pour établir les typologies CN, (iii) un ingénieur-chercheur (CDD 15 mois) pour réaliser les incubations P (sol-PRO et sol\*TripleSuperPhosphate) et les analyses associées du statut P, (iv) un technicien (CDD 24 mois) pour réaliser la moitié des caractérisations CN (incubations CN, fractionnement biochimique) et (v) un agent technique (CDD 6 mois) pour aider à la préparation des PRO au LAS.

Des stagiaires seront également recrutés pour travailler avec les partenaires mobilisés, comme présenté dans le tableau suivant.

Partenaire encadrant	Stage en mois	Volets (tâches)
INRA – EGC	18 mois	Volet 2 : saisie et prétraitement des données Volet 3 : traitement des données pour établir les gammes de valeurs des paramètres agronomiques ; traitement des données pour établir les typologies P en co-encadrement avec INRA ISPA
Cirad Réunion	16 mois	Volet 1 : participation à l'inventaire et prélèvements de PRO à la Réunion, en complément de la CA la Réunion Volet 2 : caractérisations : de base, incubations CNP, fibres, SPIR, traitement des données Volet 3 : participation à l'établissement des classes Volet 5 : participation à la diffusion des résultats
ITAB	12 mois	Volet 4.1 : rédaction de fiches du guide des valeurs agronomiques : 1 stage PRO d'élevage, 1 stage PRO non agricoles
ARAA	6 mois	Volet 4.1 : validation technique de la typologie et validation d'usage du guide des valeurs agronomiques pour l'Alsace
CA La Réunion	12 mois	Volet 1 : inventaire et cartographie des gisements de Pro à la Réunion, prélèvements Volet 4 : test du guide des valeurs agronomiques des PRO
Idele	6 mois	Volet 1 : traitement données préexistantes – collecte échantillons
AGT-RT	7 mois	Volet 1 : Campagne de prélèvement des PRO Volet 4 : Elaboration et validation du guide des valeurs agronomiques des PRO
<b>TOTAL</b>	<b>77 mois</b>	

### III.5. Organisation prévue, rôle de chaque partenaire technique

Le projet s'appuiera sur une équipe composée des partenaires présentés au point I.4.1. L'animation et le pilotage global du projet (gestion administrative, coordination générale des travaux conduits dans les volets et des groupes de travail) seront assurés par l'ACTA et l'INRA-AgroParisTech (EGC). La rédaction des rapports annuels (techniques et financiers), du rapport final et des comptes-rendus de réunions sera également coordonnée par l'ACTA et l'INRA-AgroParisTech.

En outre, un partenaire ou un binôme de partenaires techniques a été désigné par volet ou sous-volet pour animer et coordonner les travaux correspondants et s'assurer de la bonne progression des travaux grâce aux indicateurs de suivi et d'évaluation indiqués en fin de section III.1. Pour cela, des réunions de travail seront organisées tout au long du projet par groupe de travail (volet ou sous-volet, voire thématique) pour échanger en termes d'expertises et coordonner l'avancement des travaux.

Au démarrage du projet, l'ensemble des partenaires seront réunis au cours d'une **réunion de lancement du projet** (janvier 2015) pour finaliser la planification des travaux de la première année du projet, notamment les travaux des volets 1 et 2, la répartition des tâches entre partenaires mobilisés et organiser les groupes de travail sur la durée globale du projet. Durant cette première réunion de l'équipe projet, le programme de l'année 2015 sera également établi précisément en vue d'assurer le démarrage optimal du projet par le volet 1 et le recrutement de l'ingénieur/statisticien en charge (i) d'assurer la coordination de la campagne d'échantillonnages (volet 1) et des caractérisations (volet 2), le traitement statistique des données (volet 3) (i.e. typologies P, gammes de valeurs des autres agronomiques, liens entre variables descriptives et classes des typologies), et participer à l'élaboration du guide (volet 4) et à la diffusion des résultats (volet 5) en présentant ses travaux au cours de séminaires et colloques. **L'équipe projet se réunira chaque année** du projet pour présenter l'avancement des travaux, discuter de l'organisation des travaux à venir et préparer les comités de pilotage. En outre, les partenaires de projets antérieurs comme le CasDAR/ADEME Effluents d'élevage et Réseau PRO non partenaires de PROTypo pourront être conviés à certaines réunions d'équipe projet.

Le tableau ci-dessous présente le rôle de chaque partenaire avec leur implication/participation par volet.

Partenaire	Rôle
ACTA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coordination administrative et co-coordination scientifique/technique du projet</li> <li>- Co-animation du comité de pilotage du projet</li> <li>- Co-coordination générale du projet : travaux, équipe de travail, rédaction des rapports techniques et financiers intermédiaires et final, comptes-rendus de réunions d'équipe et de comité de pilotage</li> <li>- Co-encadrement de l'ingénieur agronome/statisticien recruté avec le chef de projet</li> <li>- Communication sur le projet au sein du RMT Fertilisation &amp; Environnement</li> <li>- Lien avec le groupe PRO du COMIFER, notamment pour la diffusion/publication des guides</li> <li>- Lien avec le RMT E&amp;E et les autres projets en cours, cités en II.4</li> <li>- Co-coordination des volets 1 et 5, co-coordination du sous-volet 5.2</li> <li>- Participation aux travaux de l'action 2 : volet 4 (appui à l'édition des guides) et volet 5 (coordination des actions de transfert et diffusion, colloque de clôture du projet)</li> </ul>
Agro-Transfert-RT	Volet 1.1 : Identification des PRO les plus épandus en France et de leurs gisements Volet 1.3 : Campagne de prélèvements des PRO AGT-RT interviendra en volet 1 sur les PRO épandus en région Champagne-Ardenne

<b>Partenaire</b>	<b>Rôle</b>
	Volet 3.2 : Etablissement des classes de comportement des typologies CNPK... : Typologies C et N en particulier Volet 4.1 : Elaboration et validation du guide des valeurs agronomiques des PRO Volet 5.1 : Actions de formation Volet 5.2 : Valorisation et diffusion des résultats du projet en volet 5 : actions plus particulière auprès des acteurs agricoles en Champagne-Ardenne et Picardie
ARAA	- Co-coordination du sous-volet 4.1 - Réalisation des travaux de validation technique et d'usage du guide du volet 4.1 pour l'Alsace - Liens avec les acteurs de terrain en Alsace pour le volet 1.3
Arvalis	Volet 1.1 participation à l'identification des PRO les plus épandus en France et à leur gisement ainsi qu'à l'inventaire des PRO à échantillonner Volet 3 participation à l'ensemble du volet Volet 4 participation à l'ensemble du volet, co-coordination du sous-volet 4.2 Volet 5.2 participation à des congrès, séminaires journées techniques et à la rédaction d'articles
ANSES	- Participation aux réunions du comité de pilotage et aux réunions d'équipes - Apport d'expertise et contribution aux travaux, dans le cadre de ses activités "efficacité des PRO" sur : . le volet 3 : élaboration des classes de typologie CNPK et des gammes de valeurs des autres paramètres . le volet 4 : élaboration et relecture des outils opérationnels.
CRA Bretagne	- Coordination du volet 4. Participation aux travaux : (concertation, recherche biblio, essais aux champs, rédaction...) Volet 1-1 : Cadre opérationnel Volet 3.2 : Classe typologies C, N Volet 3.3 : Gamme de valeurs Volet 4.1 : Guide et fiches techniques Volet 5.1 : diffusion
CRA Languedoc-Roussillon	Volet 1 : évaluation des gisements, éléments à prendre en compte pour considérer les typologies à l'échelle régionale campagne de prélèvements Volet 4 : test du guide des valeurs agronomiques Volet 5 : actions de formation, valorisation et diffusion des résultats du projet
CA La Réunion	Volet 1 : inventaire et cartographie des gisements de PRO à la Réunion, éléments à prendre en compte pour considérer les typologies à l'échelle régionale (la Réunion), campagne de prélèvements Volet 4 : test du guide des valeurs agronomiques Volet 5 : actions de formation, valorisation et diffusion des résultats du projet
CIRAD La Réunion	Participation à la co-animation scientifique des volets 1, 2 et 3, co-coordination du volet 2 (sous-volets 2.1 et 2.2) Contribution aux volets 1 et 2 (stratégie d'échantillonnage, caractérisations) et 3 (établissement des classes) Contribution au volet 5 (diffusion, articles)
idele	Volet 1 : Apport et expertise sur la typologie des élevages et les gisements des bovins ; participation à la définition de la stratégie d'échantillonnages ; participation à la campagne de prélèvement Volet 3 : apport d'expertise suite aux traitements statistiques réalisés sur les produits ruminants Volet 4 : co-coordination du sous-volet 4.2, coordination de la mise à jour du guide « Fertiliser avec les engrais de ferme » et participation active à la rédaction Volet 5 : communication des résultats
IFIP	Volet 1 : Identification des PRO les plus épandus en France et de leurs gisements, prélèvements de PRO Volet 4 : Elaboration du guide des valeurs agronomiques des PRO et actualisation de la brochure « fertiliser avec les engrais de ferme » Volet 5.2 : Valorisation et diffusion des résultats du projet
IFV	Volet 1 : contribution à l'identification des gisements des PRO, inventaire des PRO à échantillonner, échantillonnage Volet 3 : participation à l'ensemble du volet Volet 4 : expertise vigne Volet 5.2 : diffusion du guide
ITAVI	Volet 1 : Identification des PRO les plus épandus en France et de leurs gisements, prélèvements de PRO Volet 4.2 : Relecture de la brochure « fertiliser avec les engrais de ferme » actualisée Volet 5.2 : Valorisation et diffusion des résultats du projet
INRA Arras (LAS)	Volet 1 : participation à la définition de la stratégie d'échantillonnages et de conservation des échantillons (sous-volet 1.2), archivage et conservation de PRO secs (sous-volet 1.3) Volet 2 : préparation des PRO secs et réalisation des caractérisations des valeurs agronomiques globales des PRO (sous-volet 2.1), contribution à l'alimentation du SI PRO avec les données de caractérisations (sous-volet 2.2) ; coordination générale des caractérisations de laboratoire (sous-volet 2.1) ; encadrement du développement de la partie de SI dédiée aux mesures SPIR ; coordination de la saisie des données, saisie de données (sous-volet 2.2)
INRA Bordeaux (UMR ISPA)	Sous-volet 2.1 caractérisations de la typologie P des PRO Sous-volet 2.2 fourniture des résultats de caractérisations de la typologie pour saisie dans le SI-PRO Sous-volet 3.2 participation à l'élaboration de la typologie P
INRA Grignon - AgroParisTech (EGC)	- Animation scientifique/technique du projet - Co-coordination générale du projet : travaux, équipe de travail, rédaction des rapports et comptes-rendus - Encadrement de l'ingénieur agronome/statisticien - Participation aux travaux : Volet 1 : co-coordination générale du volet et des sous-volets, définition de la stratégie de la campagne d'échantillonnages et coordination de la campagne d'échantillonnages

Partenaire	Rôle
	<p>Volet 2 : co-coordination générale des caractérisations de laboratoire (sous-volet 2.1) ; coordination du sous-volet 2.2 avec le développement de la partie de SI dédiée aux mesures infra-rouge et poursuite de la maintenance et du développement base de données dédiée aux données PRO, coordination de la saisie des données, saisie de données</p> <p>Volet 3 : co-coordination des sous-volets 3.1 et 3.2 et coordination du sous-volet 3.3, participation à la définition de la stratégie de traitement des données, établissement des typologies CNP (partenariat avec ISPA et LDAR), établissement des gammes de valeurs agronomiques, lien avec des variables descriptives</p> <p>Volet 4 : participation à l'élaboration des fiches produits et du guide des valeurs agronomiques des PRO</p> <p>Volet 5 : co-coordination du sous-volet 5.1 et 5.2, participation au montage de supports pédagogiques et à la réalisation de formations (avec AgroParisTech, Univ. Haute Alsace, EPN Rambouillet), participation à la diffusion et valorisation des travaux (rédaction d'articles, participation à des colloques/séminaires scientifiques/techniques).</p>
ITAB	<p>Volet 1 : participation au sous-volet 1.1 (définition du cadre opérationnel) et participation au sous-volet 1.3 (campagne de prélèvement – en particulier pour les PRO plus souvent utilisés en agriculture biologique)</p> <p>Volet 4 : co-coordination des sous-volets 4.1 et 4.2 ; participation au volet 4.1 (élaboration et validation du guide des valeurs agronomiques des PRO) et participation au volet 4.2 (réactualisation du tome 2 du "Guide des matières organiques")</p> <p>Volet 5 : participation à la valorisation et diffusion des résultats du projet, notamment parmi les acteurs de l'agriculture biologique</p>
LDAR	<p>Volet 1 : participation aux sous-volets 1.1 et 1.2 (définition du cadre opérationnel et de la stratégie d'échantillonnage et de conservation des échantillons de PRO)</p> <p>Volet 2 : Réalisation des cinétiques de minéralisation C et N sur 100 échantillons (sous-volet 2.1) et saisie des données dans le SI (sous-volet 2.2).</p> <p>Volet 3 : Co-coordination du sous-volet 3.2, contribution à l'établissement des typologies et analyse des données de la base de données du projet Effluents d'élevage, en lien avec l'idele (sous volet 3.2) et expertise sur l'établissement des gammes de valeurs des autres paramètres agronomiques (sous-volet 3.3).</p> <p>Volet 5 : participation au volet 5.2 pour faire le lien entre le RMT Fertilisation et Environnement et le groupe PRO du Comifer.</p>
Université de Haute Alsace	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coordination volet 3 : Établissement des typologies CNPK et des gammes de valeurs des autres paramètres agronomiques <ul style="list-style-type: none"> <li>. Coordination (avec INRA EGC) et participation au sous-volet 3.1 : Définition et formalisation de la stratégie de traitement des données de caractérisations</li> <li>. Participation sous-volet 3.2 : Établissement des classes des typologies CNPK et définition des variables permettant leur rattachement à une classe de typologie</li> <li>. Participation sous-volet 3.3 "Établissement des gammes de valeurs des autres paramètres agronomiques</li> </ul> </li> <li>- Coordination (avec ACTA) du volet 5 et du sous-volet 5.1 : Actions de formation et diffusion des résultats du projet</li> </ul>

### III.6. Nature, composition et modalités de fonctionnement de(s) l'instance(s) de pilotage

Le **comité de pilotage** du projet, animé par l'ACTA et l'INRA-EGC, sera constitué de représentants de chaque partenaire technique du projet, du COMIFER (coordination avec les travaux du groupe PRO du COMIFER), des RMT Fertilisation & environnement (ACTA) et Elevages & environnement (IFIP), et des partenaires financiers (MAAF/DGER/BDAPI, ADEME, MEDDE). Il se réunira au moins une fois au démarrage du projet (premier semestre 2015), à mi-parcours (courant 2016) et à la fin du projet (premier semestre 2018), voire davantage si nécessaire et/ou possible. Il assurera la conduite du projet en vue de sa bonne progression, validera les résultats obtenus durant la période écoulée et le programme de travail pour la période à venir. Il s'appuiera sur les travaux effectués et présentés par les partenaires du projet. Le comité de pilotage apportera également son avis sur les guides produits par le projet et sur la diffusion des données (droits d'accès et données publiques) et travaux du projet.

Compte tenu du caractère à la fois très ambitieux et fondateur des travaux qui seront menés dans le cadre de ce projet, un **conseil scientifique** sera constitué par le comité de pilotage dès sa première réunion. Celui-ci réunira un nombre restreint de membres, choisis pour leurs compétences scientifiques et techniques reconnues dans les domaines des PRO, des analyses physico-chimiques, des méthodes statistiques et de l'analyse des données... Il inclura les coordonnateurs de volets et sous-volets et des animateurs et/ou membres du groupe PRO du COMIFER. Il sera garant d'une part, de l'excellence scientifique des activités conduites dans le cadre du projet et d'autre part, de l'adéquation de celles-ci avec les objectifs du projet. Il décèlera les éventuelles faiblesses et améliorera la méthodologie de l'équipe-projet. Il se réunira deux fois par an ou davantage si nécessaire.

### III.7. Modalités d'évaluation du projet

L'évaluation du projet sera assurée par le comité de pilotage présenté au point III.6 qui aura en charge de contrôler l'avancement du projet en termes d'objectifs remplis et de résultats produits, notamment au travers des livrables présentés dans les tableaux de synthèse par volets/sous-volets et les indicateurs de suivi et d'évaluation identifiés au point III.1 et des indicateurs techniques, scientifiques et pédagogiques, socio-économiques et environnementaux mentionnés dans le tableau ci-dessous.

Le comité de pilotage pourra renforcer sa procédure d'évaluation en cours de projet. Des évaluations complémentaires à celles

effectuées par le comité de pilotage seront réalisées via la production d'articles/résumés soumis à des comités de lecture et les enquêtes de satisfaction sur les formations dispensées par les partenaires.

**Tableau des indicateurs d'évaluation par catégorie :**

<p><b>Indicateurs techniques</b></p>	<p>Nombre et diversité de partenaires intégrés au projet PROTypo  Diversité et représentativité des types de PRO caractérisés parmi tous les types de PRO de la nomenclature française, quantité et qualité des données mutualisées (caractérisations, nombre de PRO)  Validation, et diffusion auprès des laboratoires, de la nomenclature nationale des PRO et de la fiche signalétique et descriptive des PRO  Rattachement de chaque type de PRO caractérisé à une classe des typologies CNPK établies et définition des gammes de valeurs rencontrées pour les autres paramètres agronomiques  Banque de données des descriptions et des caractérisations des valeurs agronomiques des PRO français mutualisées entre acteurs de la filière de gestion des PRO et intégration de données SPIR dans le SI PRO  Statistiques de consultation des données des bases (via droits d'accès et données publiques)  Banque d'échantillons de PRO permettant de couvrir la gamme des types de PRO de la nomenclature, conservés à long terme en vue d'analyses et/ou caractérisations (sec, voire à - 20 °C)  Fiches-produits élaborées pour la majorité des types de PRO de la nomenclature (classes de rattachement des typologies CNPK, gammes de valeurs des autres paramètres agronomiques)  Guide des valeurs agronomiques des PRO : nombre d'exemplaires publiés, statistique de consultation et de téléchargement (internet), publics ciblés, utilisateurs et utilisation réelle (enquête de satisfaction en région)  Actualisation du guide « Fertiliser avec des engrais de ferme » et du tome 2 du « Guide des matières organiques »  Utilisation ultérieure des données acquises dans le projet pour calibrer et alimenter les OAD portés par le RMT Fertilisation et Environnement (i.e. Syst'N<sup>®</sup>, Regifert<sup>®</sup>, AzoFert<sup>®</sup>, AMG<sup>®</sup>)</p>
<p><b>Indicateurs scientifiques et pédagogiques</b></p>	<p>Classes de comportements des typologies CNPK établies et publiées, gammes de valeurs des paramètres agronomiques pertinentes au vu des types de PRO caractérisés (fonction des gisements et utilisateurs finaux, hétérogénéité connue, besoins actuels et futurs), liens établis entre variables descriptives des types de PRO et les classes/gammes  Articles produits (revues, public cible, nombre d'exemplaires)  Communications réalisées (notoriété des colloques, public, actes produits)  Nombre de réunions de démonstrations organisées, public visé  Formations initiales et continues dispensées, public visé, mises en pratique effectuées (utilisation du guide des valeurs agronomiques, utilisation des PRO adaptée au contexte agro-environnemental et socio-économique local), supports pédagogiques produits et diffusés  Colloque de restitution des résultats (public visé, actes produits)</p>
<p><b>Indicateurs socio-économiques et environnementaux</b></p>	<p>Publication des gisements de PRO sur le territoire français, avec les types d'effluents en fonction des conduites d'élevage et les types de PRO urbains/industriels produits sur le territoire  Publication des travaux du réseau d'acteurs impliqués dans PROTypo pour communiquer auprès du grand public sur les valeurs agronomiques réelles des PRO disponibles dans le but de mieux recycler les éléments fertilisants tout en limitant les impacts environnementaux et sanitaires (i.e. minimisation des risques associés à l'azote et au phosphore)  Nombre de guides diffusés et utilisés pendant la durée de vie du projet, avis énoncés par les acteurs en région sur leur employabilité par les conseillers et les agriculteurs  Impacts des travaux du projet PROTypo mesurables sur la perception sociétale du recyclage agricole des PRO et l'amélioration des pratiques agricoles (épandage, PRO épandus, sols récepteurs, cultures...) : enquêtes, statistiques d'utilisation des données des bases du réseau de partenaires, utilisation et utilisateurs des documents produits, conseils/enseignements prodigués par les partenaires et public visé  Utilisation des travaux de PROTypo pour mettre en application les textes réglementaires nationaux et européens visant à recycler les matières organiques et substituer efficacement et significativement l'utilisation d'engrais minéraux NPK par une meilleure connaissance des valeurs agronomiques réelles des PRO disponibles sur le territoire français et de leur recyclage dans le contexte régional.  Contribution des travaux du réseau PRO au développement agricole et rural national/local : diffusion et utilisation des données publiques du réseau de partenaires à des fins de démonstration/sensibilisation et des documents de référence produits, participation éventuelle de partenaires à des réunions d'information (grand public, acteurs socio-économiques) et à des groupes de travail nationaux/régionaux visant à améliorer la gestion des PRO</p>

#### IV COMPTE PREVISIONNEL DE REALISATION DU PROJET

**IV.1. Compte prévisionnel détaillé par action** (établir un seul tableau par action pour toute la période correspondant au financement du CAS DAR sollicité)

##### ACTION 0 : Pilotage du projet

Désignation des partenaires par catégorie	Coût total (euros)	Temps techniciens, ingénieurs et chercheurs (mois)	Aide sollicitée CASDAR (euros)	Autres concours financiers obtenus ou en cours	Auto-financement (euros)
<b>Missions confiées à un ou plusieurs ICTA</b>					
ACTA	79 537	5,0	26 810	25 352	27 375
<b>Missions confiées à un ou plusieurs organismes de recherche publique</b>					
INRA EGC		10,0	13 197	20 699	4 000
- salaires publics	23 200				
- autres dépenses	37 896				
<i>Total hors salaires publics</i>	<b>117 433</b>				
<i>Total des salaires publics</i>	23 200				
<b>Total général</b>	<b>140 633</b>	<b>15,0</b>	<b>40 006</b>	<b>46 051</b>	<b>31 375</b>

##### ACTION 1 : Elaboration des typologies CNPK et des gammes de valeurs des autres paramètres agronomiques des PRO de la nomenclature française

Désignation des partenaires par catégorie	Coût total (euros)	Temps techniciens, ingénieurs et chercheurs (mois)	Aide sollicitée CASDAR (euros)	Autres concours financiers obtenus ou en cours	Auto-financement (euros)		
<b>Missions confiées à une ou plusieurs Chambres d'agriculture</b>							
CA La Réunion	30 135	1,8	10 158	27 661	20 585		
CRA Bretagne	22 986	2,1	7 748				
CRA Languedoc Roussillon	19 656	1,3	6 625				
<b>Missions confiées à un ou plusieurs ICTA</b>							
ACTA	103 650	17,5	34 937	123 446	78 608		
ARVALIS	13 491	1,3	4 547				
Idele	51 511	4,2	17 363				
IFIP	39 040	2,2	13 159				
IFV	9 544	1,0	3 217				
ITAB	18 862	1,8	6 358				
ITAVI	68 692	7,6	23 154				
<b>Missions confiées à un ou plusieurs organismes de recherche publique</b>							
Cirad		8,0	26 324	323 181	15 464		
- salaires publics	100 800						
- autres dépenses	78 093						
INRA EGC Grignon		84,0	97 056				
- salaires publics	171 243						
- autres dépenses	278 688						
INRA ISPA Bordeaux		23,0	29 357				
- salaires publics	66 620						
- autres dépenses	92 010						
INRA LAS Arras		21,0	19 960				
- salaires publics	59 690						
- autres dépenses	62 550						
INRA SAS Rennes		0,4	0				
- salaires publics	6 246						
- autres dépenses	0						
<b>Missions confiées à un ou plusieurs établissements d'enseignement technique ou supérieur</b>							
Univ. Haute Alsace		4,0	2 023			2 177	1 800
- salaires publics	14 376						
- autres dépenses	6 000						

Désignation des partenaires par catégorie	Coût total (euros)	Temps techniciens, ingénieurs et chercheurs (mois)	Aide sollicitée CASDAR (euros)	Autres concours financiers obtenus ou en cours	Auto-financement (euros)
<b>Missions confiées à d'autres organismes (association, entreprise privée ...)</b>				94 622	6 299
Agro-Transfert R&T	15 039	1,2	5 070		
ARAA	1 617	0,2	545		
LDAR	135 580	5,4	45 701		
<b>Total hors salaires publics</b>	<b>1 047 145</b>				
<b>Total des salaires publics</b>	<b>418 974</b>				
<b>Total général</b>	<b>1 466 120</b>	<b>185,7</b>	<b>353 303</b>	<b>571 087</b>	<b>122 755</b>

## ACTION 2 : Valorisation et transfert

Désignation des partenaires par catégorie	Coût total (euros)	Temps techniciens, ingénieurs et chercheurs (mois)	Aide sollicitée CASDAR (euros)	Autres concours financiers obtenus ou en cours	Auto-financement (euros)
<b>Missions confiées à une ou plusieurs Chambres d'agriculture</b>				25 067	30 032
CA La Réunion	34 243	4,7	11 543		
CRA Bretagne	26 355	2,4	8 884		
CRA Languedoc Roussillon	22 516	2,5	7 590		
<b>Missions confiées à un ou plusieurs ICTA</b>				58 386	65 951
ACTA	35 854	2,0	12 085		
ARVALIS	27 501	2,6	9 270		
Idele	20 299	1,8	6 842		
IFIP	27 500	1,8	9 270		
IFV	4 772	0,5	1 609		
ITAB	61 562	5,3	20 751		
ITAVI	10 069	1,1	3 394		
<b>Missions confiées à un ou plusieurs organismes de recherche publique</b>				592	900
Cirad		0,5	758		
- salaires publics	8 568				
- autres dépenses	2 250				
INRA EGC Grignon		7,5	0		
- salaires publics	138 250				
- autres dépenses	0				
INRA SAS Rennes		2,0	0		
- salaires publics	12 908				
- autres dépenses	0				
<b>Missions confiées à un ou plusieurs établissements d'enseignement technique ou supérieur</b>					
Univ. Haute Alsace		2,0	1 348	1 652	1 000
- salaires publics	7 188				
- autres dépenses	4 000				
<b>Missions confiées à d'autres organismes (association, entreprise privée ...)</b>				13 049	13 200
Agro-Transfert R&T	9 809	1,2	3 306		
ARAA	27 007	3,0	9 104		
LDAR	2 780	0,4	937		
<b>Total hors salaires publics</b>	<b>316 517</b>				
<b>Total des salaires publics</b>	<b>166 914</b>				
<b>Total général</b>	<b>483 431</b>	<b>39,7</b>	<b>106 691</b>	<b>98 744</b>	<b>111 082</b>

## IV.2. Tableau récapitulatif par action

Titre des actions	Action 0	Action 1	Action 2	Total général
<b>Coût total en €</b>	<b>140 633</b>	<b>1 466 120</b>	<b>483 431</b>	<b>2 090 183</b>
<b>Dont total hors salaire public</b>	117 433	1 047 145	316 517	1 481 095
<b>Dont total salaire public</b>	23 200	418 974	166 914	609 088
<b>Aide sollicitée CAS DAR</b>	<b>40 006</b>	<b>353 303</b>	<b>106 691</b>	<b>500 000</b>
<b>Autres concours financiers</b>	46 051	571 087	98 744	715 883
<b>Autofinancement</b>	31 375	122 755	111 082	265 212

## IV.3. Tableau récapitulatif par partenaire

Nom des partenaires	Coût total en euros	Total hors salaires publics	Total salaires publics	Aide sollicitée CASDAR	Autres concours financiers	Auto-financement
<b>Chambres d'agriculture</b>						
CA La Réunion	64 379	64 379	0	<b>21 701</b>	24 947	17 731
CRA Bretagne	49 341	49 341	0	<b>16 632</b>	12 973	19 736
CRA Languedoc Roussillon	42 172	42 172	0	<b>14 215</b>	14 808	13 149
<b>ICTA</b>						
ACTA	219 041	219 041	0	<b>73 832</b>	108 533	36 676
ARVALIS	40 992	40 992	0	<b>13 817</b>	10 778	16 397
Idele	71 810	71 810	0	<b>24 205</b>	20 249	27 356
IFIP	66 540	66 540	0	<b>22 429</b>	17 495	26 616
IFV	14 316	14 316	0	<b>4 826</b>	3 764	5 726
ITAB	80 424	80 424	0	<b>27 109</b>	24 217	29 098
ITAVI	78 761	78 761	0	<b>26 548</b>	22 149	30 064
<b>Organismes de recherche publique</b>						
Cirad	189 711	80 343	109 368	<b>27 082</b>	45 298	7 964
INRA EGC Grignon	649 276	316 584	332 693	<b>110 253</b>	196 331	10 000
INRA ISPA Bordeaux	158 630	92 010	66 620	<b>29 357</b>	60 253	2 400
INRA LAS Arras	122 240	62 550	59 690	<b>19 960</b>	42 590	0
INRA SAS Rennes	19 154	0	19 154	<b>0</b>	0	0
<b>Etablissements d'enseignement technique ou supérieur</b>						
Univ. Haute Alsace	31 564	10 000	21 564	<b>3 371</b>	3 829	2 800
<b>Autres organismes (association, entreprise privée ...)</b>						
Agro-Transfert R&T	24 848	24 848	0	<b>8 376</b>	7 737	8 735
ARAA	28 624	28 624	0	<b>9 649</b>	9 172	9 803
LDAR	138 360	138 360	0	<b>46 638</b>	90 762	960
<b>Total général</b>	<b>2 090 183</b>	<b>1 481 095</b>	<b>609 088</b>	<b>500 000</b>	<b>715 883</b>	<b>265 212</b>

## V – RESULTATS ATTENDUS ET SUITES DU PROJET

### V.1. Difficultés que pourrait rencontrer le projet et moyens d'y répondre

Les difficultés que le projet pourrait rencontrer concernent notamment :

- Volet 1 – Echantillonnages : le projet pourrait se heurter, lors de la collecte des échantillons (sous-volet 1.3), à un manque de représentativité des PRO prélevés par rapport (i) aux gisements et au nombre total de types de PRO existant dans la

nomenclature française, (ii) par rapport à l'hétérogénéité connue pour certains PRO (ex. fumiers) et (iii) par rapport à l'homogénéité des prélèvements entre préleveurs. Pour pallier ces difficultés, nous allons en tout début de projet (sous-volets 1.1 et 1.2) (i) identifier par inventaire et expertise avec chaque partenaire impliqué dans les prélèvements, les types de PRO à caractériser dans la nomenclature pour intégrer les quantités produites estimées mais également la diversité des PRO rencontrés actuellement et à l'avenir en intégrant de nouveaux PRO (ex. digestats, boues de curage de voies navigables, produits provenant des élevages avec raclage en V), et (ii) définir un nombre minimal de PRO requis par type de PRO à caractériser pour tenir compte de l'hétérogénéité connue pour certains types de PRO.

- Volet 2 – Caractérisations au laboratoire : le projet pourrait se heurter à la diversité des indicateurs pouvant être retenus, à la facilité d'emploi des indicateurs dans les laboratoires pour les déployer sur le nombre de PRO caractérisés et à la nécessité de compréhension des résultats produits par les utilisateurs finaux du guide (i.e. les conseillers agricoles et les agriculteurs). Pour pallier ces difficultés, le choix des indicateurs retenus pour établir les typologies et les gammes de valeurs des autres paramètres agronomiques devra être effectué au vu des indicateurs connus actuellement par la communauté en tout début de projet (sous-volet 1.1) afin de permettre leur déploiement dès la phase d'échantillonnage réalisée, soit à partir du second semestre de l'année 1 du projet.

- Volet 3 et 4 : le projet pourrait se heurter à un retard dans l'établissement des typologies et des gammes de valeurs des autres paramètres agronomiques et donc dans l'élaboration du guide des valeurs agronomiques ainsi que dans l'actualisation des deux guides intégrés aux livrables du projet en cas de prise de retard au volet 1, notamment pour les prélèvements et au volet 2 pour les caractérisations au laboratoire, notamment pour les incubations. Pour cela, il a été prévu dans la programmation du projet : 1 an consacré aux prélèvements (sous-volet 1.3) pour couvrir les différentes périodes possibles pour prélever les PRO et laisser suffisamment de temps aux partenaires chargés de coordonner les prélèvements et/ou de prélever, 1,5 ans pour les caractérisations au laboratoire pour permettre leur préparation et caractérisations au fur et à mesure de leur réception par les laboratoires.

- Volet 5 : le projet pourrait se heurter à un manque de temps accordé aux travaux dédiés à la valorisation et aux aspects de formation. Pour pallier ce risque, les travaux du volet 5 seront débutés à mi-parcours au travers de la participation à des séminaires et colloques en vue de permettre une valorisation optimale des travaux du projet, la rédaction d'articles devrait intervenir, les actions de formation continue seront engagées par les partenaires en région en fin de projet et les actions de formation initiale pourront être débutées courant 2017 en utilisant les travaux du volet 3 et 4.

## V.2. Résultats attendus

### A l'issue du projet :

- La **transmission de la nomenclature des PRO et de la méthode de description des PRO** (développée *via* Réseau PRO) auprès du **GEMAS** est un livrable attendu par les laboratoires et les partenaires en vue de faciliter l'identification et la description des PRO dans les différents laboratoires.
- Les acteurs du conseil agricole et les agriculteurs disposent d'un **guide opérationnel des valeurs agronomiques des PRO qui intègre les gammes de valeurs par variable d'intérêt** (teneurs en éléments majeurs, teneurs en oligo-éléments, pH, teneur en  $\text{CaCO}_3$  ; classes d'effets pour les typologies CNPK), sous format informatique et papier, et savent l'utiliser de façon efficace.
- Le système d'information PRO est poursuivi tant pour sa construction en intégrant les mesures infra-rouge que pour son alimentation et son exploitation par la communauté. La **saisie des données** et leur **mise à disposition auprès de la communauté** sont un des livrables du projet, notamment (i) pour contribuer aux travaux du **RMT Fertilisation & Environnement** en mettant à disposition pour les acteurs développant des OAD et des modèles (i.e. Regifert, Azofert, Syst'N et AMG) l'ensemble des données acquises et mutualisées, brutes et calculées via l'établissement des typologies CNPK et des gammes de valeurs des paramètres agronomiques globaux des PRO, comme défini dans Réseau PRO, et (ii) pour communiquer sur les PRO auprès des acteurs en fournissant des valeurs moyennes par type de PRO.
- Le guide « Fertiliser avec des engrais de ferme » est un des livrables attendus par le **RMT Elevages et Environnement** tout comme le fait d'essayer d'établir des liens entre variables descriptives de la conduite d'élevage et certaines propriétés des effluents d'élevage.
- L'actualisation du tome 2 du « Guide des matières organiques » est également un des résultats attendus du projet, notamment pour les acteurs travaillant en agriculture biologique.

### A moyen terme :

- Les acteurs du conseil et les agriculteurs disposent d'outils d'aide à la décision en matière de fertilisation mieux paramétrés pour la prise en compte des PRO dans le plan de fumure.
- Les **PRO sont intégrés de façon plus rationnelle et efficace dans les modes de fertilisation des cultures**, d'abord en Alsace, en Bretagne et à la Réunion, puis dans d'autres régions, afin d'optimiser notamment le recyclage des éléments fertilisants (majeurs et oligo-éléments) contenus dans les PRO et ainsi contribuer aux demandes réglementaires et sociétales en **limitant les risques de surfertilisation NP** liés aux apports de PRO au sol.

### A long terme :

- L'utilisation des engrais et amendements organiques gagne du terrain, en France, sur les engrais minéraux, contribuant ainsi à une **agriculture française durable**.

### V.3. Valorisation et communication (sur le projet, sur les résultats)

Les valorisations et communications prévues sur le projet débiteront dès 2017 par :

- Une **valorisation technique** avec (i) la rédaction d'un article de synthèse et sa diffusion sur l'inventaire des PRO français et les types d'effluents et de PRO urbains, (ii) l'élaboration des fiches-produits présentant les valeurs agronomiques et les classes d'effets des typologies CNPK des PRO, classées selon les effets attendus au champ dans un guide « Valeurs agronomiques des PRO » à diffuser sous format papier et informatique auprès des acteurs du conseil agricole et des agriculteurs, (iii) vraisemblablement des guides simplifiés et des supports pédagogiques en régions pour utiliser les typologies CNPK à bon escient, à destination des conseillers agricoles et des enseignants en lycée technique agricole, (iv) un système d'information sur les PRO national intégrant les données de caractérisations des PRO.
- Une **valorisation pédagogique** avec (i) des actions de transfert et de formation continue et initiale des enseignants et des techniciens sur l'utilisation du guide Valeurs agronomiques des PRO incluant les fiches-produits, et sur l'utilisation des produits en fonction des effets attendus, (ii) des démonstrations/expérimentations dans les exploitations des lycées agricoles (quelques exploitations disposent d'un méthaniseur, d'autres de plateforme de compostage, etc.)
- Une **valorisation scientifique** avec (i) la rédaction et la publication d'articles scientifiques des travaux ayant permis notamment d'établir les typologies CNP ainsi que les gammes de valeurs des autres paramètres agronomiques (teneurs en éléments majeurs et oligo-éléments) et (ii) la participation des partenaires à des colloques, séminaires et journées techniques au niveau national (GEMAS, COMIFER PRO) et international (ex. ORBIT, RAMIRAN).

En plus de ces valorisations, les actions de communication suivantes seront engagées :

- Organisation d'un colloque de restitution début 2018, qui aura pour vocation d'exposer les résultats majeurs du projet et sera destiné aux partenaires du projet, de projets antérieurs (ex. Effluents d'élevage, Réseau PRO) et d'acteurs en région.
- Organisation et communication sur le SI PRO, résultat d'un consensus entre acteurs de la filière PRO.
- Organisation de réunions annuelles par les partenaires du projet avec leurs réseaux d'acteurs et partenaires pour échanger sur les informations obtenues dans le projet afin de promouvoir une utilisation optimale des PRO dans les systèmes de culture en fonction des besoins et contraintes locales.

Enfin, les RMT Fertilisation & Environnement et Elevages & Environnement assureront auprès de leurs membres une information régulière sur les avancées des travaux du projet ainsi que sur ses résultats lors de leurs séminaires ou *via* leur site Internet.

### V.4. Amélioration attendue et valorisation ultérieure des compétences

Ce projet permettra, par une meilleure connaissance de la composition, des valeurs fertilisantes et amendantes, et du comportement des PRO après leur épandage au champ, d'améliorer l'efficacité de leur recyclage en agriculture. Il permettra ainsi de mieux adapter les apports de PRO aux différentes propriétés des sols à entretenir ou améliorer (effets amendants des PRO) et contribuera également à l'incitation à cette pratique et donc à la réduction de l'usage des engrais minéraux (effet NPK des PRO). Il alimentera les réflexions des groupes de travail sur les PRO (au sein des RMT F&E, E&E et du COMIFER).

En outre, les données du SI PRO ainsi que les résultats des travaux sur les typologies CNP seront mises à disposition de la communauté pour être intégrées dans les OAD et modèles et pour être diffusées largement sous une forme vulgarisée et adaptée à un plus grand public.

Enfin, les échantillons prélevés grâce à ce projet et conservés permettront d'établir par exemple les typologies des contaminants métalliques en établissant (i) les teneurs totales des PRO pour les éléments en trace métalliques réglementaires (As, Se, Hg, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb et Zn) et non réglementaires pouvant être rencontrés dans certains PRO (ex. Sb) ainsi que (ii) les teneurs disponibles après apport au sol pour le prélèvement par les plantes et ainsi contribuer à évaluer les risques environnementaux et sanitaires de l'apport de PRO en agriculture. Ces travaux ultérieurs utilisant directement les travaux de PROTypo contribueraient ainsi aux attentes du ministère de l'Environnement, de l'ADEME et de l'ANSES.

### V.5. Évolution attendue des compétences de l'organisme porteur du projet, ainsi que celles des partenaires associés

Ce projet associant de nombreux partenaires du développement et de la recherche permettra d'améliorer leurs expertises et leurs appuis dans le domaine, tant au niveau scientifique que technique et pédagogique. Au niveau scientifique et technique, les avancées porteront sur (i) la connaissance des gammes de valeurs de l'ensemble des paramètres agronomiques des PRO utilisés en agriculture et la connaissance des typologies CNP, travail novateur et indispensable au regard des demandes actuelles environnementales, réglementaires et sociétales liées à la substitution des engrais minéraux et à la limitation des risques de surfertilisation NP, (ii) la poursuite de l'alimentation et de l'utilisation des bases de données développées dans le Réseau PRO avec les acteurs de la filière et (iii) l'utilisation ultérieure des travaux conduits dans PROTypo par les membres des RMT Fertilisation & Environnement et Elevages & Environnement et plus largement par la communauté.

Au niveau pédagogique, les avancées porteront sur le transfert du guide des valeurs agronomiques auprès des acteurs en région et *in fine* des agriculteurs, d'outils et de connaissances quant à la prédiction de la valeur et de la valorisation agronomique optimale des PRO dans un contexte donné.

Enfin, les porteurs de ce projet amélioreront leur compétence d'animation de réseau réunissant de nombreux partenaires du public et du privé.

## V.6. Suites attendues du projet

Les partenaires du conseil agricole et de la formation initiale et continue poursuivront, au-delà du projet, la diffusion des fiches techniques issues du projet. Les partenaires de la recherche et les laboratoires d'analyse poursuivront quant à eux la mise à jour et l'alimentation des fiches et du SI.

De nouvelles sources de financement seront recherchées ultérieurement, d'une part pour intégrer les résultats aux modèles et outils d'aide à la décision (AMG, AzoFert<sup>®</sup>, Syst'N<sup>®</sup>...) et d'autre part pour élargir la gamme d'indicateurs étudiés sur les PRO pour évaluer d'autres effets associés au recyclage agricole des PRO, notamment au travers de l'établissement de la typologie des risques environnementaux et sanitaires associés (i) aux effets de fertilisant azoté (i.e. risques de volatilisation, risques de lixiviation) et (ii) aux contaminants métalliques voire organiques. Des travaux pourraient également être conduits sur des échantillons conservés dans ce projet pour caractériser la diversité microbienne ainsi que les activités microbiennes, en lien avec les cycles CNP par exemple et au recyclage des nutriments.

## V.7. Propriété intellectuelle

Les données acquises dans le cadre du projet PROTypo et saisies dans le SI PRO seront la propriété des partenaires ayant permis leur acquisition et les droits de mise à disposition seront établis conformément à la convention de mise à disposition des données de Réseau PRO.

Les produits livrables (guides et brochures) auront *in fine* pour vocation d'être mis à disposition gratuitement du public cible.

## VI - ARTICLE DESTINE A UNE EVENTUELLE PUBLICATION

**Article, présentant en une demi-page maximum la problématique, les enjeux, les acteurs et les résultats attendus.**

Dans un contexte économique d'augmentation du prix des engrais minéraux et de raréfaction des ressources minérales et énergétiques, d'érosion et de réduction des qualités biologiques et structurales des sols, et dans un cadre agro-environnemental et réglementaire favorable au **recyclage des produits résiduels organiques (PRO)**, la substitution (partielle ou totale) des engrais minéraux par des produits organiques contribue à la réduction des charges d'exploitation, à la préservation de l'environnement et à l'autonomie et la durabilité des systèmes agricoles. Ainsi chaque année en France, 330 millions de tonnes de PRO sont épandus sur les sols agricoles en vue d'améliorer les qualités des sols et d'apporter aux plantes éléments nutritifs essentiels et oligo-éléments.

Cependant, les valeurs amendantes (amendement organique ou basique) et/ou fertilisantes (N, P et K) des PRO sont **très variables et mal connues**. Divers travaux antérieurs ont permis d'inventorier les essais agronomiques et d'améliorer les méthodes de caractérisation des effluents d'élevage, mais aucune typologie des PRO, basée sur les effets agronomiques attendus au champ, n'existe à ce jour, bien qu'il s'agisse d'un besoin avéré des agriculteurs.

Ce projet se propose d'élaborer des **typologies des PRO de la nomenclature française**, par objectifs et effets attendus au champ pour les différentes composantes de leur valeur agronomique (C, NPK) et de définir les gammes de valeurs d'autres paramètres agronomiques (teneurs en éléments majeurs et oligo-éléments, matière sèche, pH, teneur en CaCO<sub>3</sub>). Ces typologies permettront la réalisation d'un **guide opérationnel** des valeurs agronomiques des PRO destiné aux conseillers agricoles, aux formateurs et aux agriculteurs. Le projet permettra également la mise à jour d'autres brochures et guides pratiques sur les PRO, devenus obsolètes. Des actions de transfert, formation et diffusion de ces outils seront menées dans différentes régions de France (Bretagne, Alsace, Picardie, Languedoc-Roussillon, La Réunion).

Piloté par l'ACTA et l'UMR INRA-AgroParisTech EGC, ce projet regroupe les expertises scientifique et technique de nombreux partenaires : INRA (AgroParisTech-EGC, ISPA, LAS, SAS), ACTA, ARVALIS, IFV, ITAB, idele, IFIP, ITAVI, Cirad La Réunion, LDAR, Chambres d'agriculture de Bretagne, du Languedoc-Roussillon et de La Réunion, Université de Haute Alsace, Agro-Transfert-Ressources et Territoires, Association pour le Relance Agronomique en Alsace, avec l'appui de l'ANSES, SMRA68, TRAME, Veolia Environnement R&I, EPN de Rambouillet, GEMAS, Isrtea.

## Annexes 1 : Références bibliographiques

- ADEME, 2005a, Impacts environnementaux de la gestion biologique des déchets, Bilan des connaissances.
- ADEME, 2005b, Effet sur le sol et le stockage du carbone des apports de matières organiques issues de déchets
- ADEME/SOGREAH, 2007, Bilan des flux de contaminants entrant sur les sols agricoles de France métropolitaine.
- Bell A, Michaud A, De Chezelles E, Houot S, 2013 a, « Réseau PRO »: analyzing the French context of open-field trials assessing agronomic, environmental and sanitary impacts of organic residues recycled in agriculture, Actes RAMIRAN
- Bell A, Michaud A, Sagot S, Trochard R, Schaub A, De Chezelles E, Houot S, 2013 b, « Réseau PRO »: Establishing a method for the referencing of organic residues recycled in agriculture in a database, Actes RAMIRAN
- Bergès L, 2013. Phosphore : il faut recycler plus. <http://www.ea.inra.fr/sitedept/deptunite25/Toutes-les-actualites/Phosphore-flux-et-recyclage>.
- Bodet C, 2013, Analyse des besoins des acteurs du terrain sur l'acquisition de nouvelles références sur les effets agronomiques et environnementaux de l'épandage des produits résiduels organiques en Alsace. Mémoire de fin d'études, ESA Angers, ARAA-SMRA68.
- Bodet JM, Hacala S, Aubert C, Texier C, 2001. Fertiliser avec les engrais de ferme. Institut de l'élevage-ITAVI-ITCF-ITP. ISBN : 2.86492.441.2
- Bouthier A, 2007, Gestion durable des sols avec apports de produits organiques issus d'élevage, CasDAR 7089.
- Bouthier A, 2009, Développement d'outils d'aide à la décision pour gérer le stock de carbone organique des sols cultivés : adaptation et mise en œuvre du modèle de calcul de bilan humique à long terme AMG dans une large gamme de systèmes de grandes cultures et de polyculture-élevage, RFI ITA 0935.
- Butler F et Michaud A, 2010, Réseau PRO : 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 Résiduels Organiques (PRO) recyclés en agriculture, CasDAR 10095
- Butler F, 2009, Améliorer la caractérisation des effluents d'élevage par des méthodes et des modèles innovants pour une meilleure prise en compte agronomique, CasDAR 9109/9127.
- Cabeza R, Steingrobe B, Römer W, Claassen N, 2011. Effectiveness of recycled P products as P fertilizers, as evaluated in pot experiments. *Nutr Cycl Agroecosyst*, 91:173–184
- CE, 2002, Communication de la Commission au Conseil, au Parlement Européen, au Comité Economique et Social et au Comité des Régions, Vers une stratégie thématique pour la protection des sols. Commission des Communautés Européennes COM 2002 179 final.
- CE, 2008, Directive 2008/98/CE du Parlement Européen et du Conseil du 19 novembre 2008 relative aux déchets et abrogeant certaines directives. Journal officiel de l'Union Européenne du 22/11/2008.
- CE, 2013, Science for Environment Policy, Sustainable Phosphorus Use.
- Chabalière P.F., van de Kerchove V., Saint-Macary H., 2006. Guide de la Fertilisation Organique à La Réunion. CA/CIRAD, 302 p.
- Cordell, D., Drangert, J.O., White, S., 2009. The story of phosphorus: global food security and food for thought. *Global Environmental Change* 19, 292–305
- Denoroy, P., Dubrulle, P., Villette, C., Colomb, B., Fayet, G., Schoeser, M., Marin-Lafèche, A., Pellerin, F., Pellerin, S., Boiffin J. 2004. Régifert interpréter les analyses de terre, Quae Editions, 129 p.
- Grenelle de l'environnement, 2007, Synthèse du groupe déchets.
- Guivarch A, 2001, Valeur fertilisante à court terme du phosphore des boues de stations d'épuration urbaines. Thèse de doctorat, 274 p. + annexes.
- Houot, 2008, Recyclage de déchets sur les sols : valeur agronomique et impacts environnementaux. Dans « Sols et Environnement », Dunod.
- Houot, 2013, Protocole de caractérisation des produits résiduels organiques au laboratoire pour prédire leur comportement au champ, ADEME DOSTE.
- Institut de l'Elevage, ITAVI, ITCF, ITP, 2001. Fertiliser avec les engrais de ferme. 104 p.
- Lashermes G, Houot S, Nicolardot B, Mary B, Parnaudeau V, Morvan T, Lineres M, Chaussod R, Metzger L, Thuriès L, Villette C, Tricaud A, Guillotin ML, 2007, Apport de matières organiques exogènes en agriculture : indicateur de potentialité de stockage de carbone dans les sols et définition de classes de disponibilité d'azote. Rapport final, Convention ADEME-INRA-RITTMO, Phalippou-Frayssinet SAS.
- Lashermes G, Nicolardot B, Parnaudeau V, Thuriès L, Chaussod R, Guillotin ML, Linères M, Mary B, Metzger L, Morvan T, Tricaud A, Villette Cn Houot S, 2009, Indicator of potential residual carbon in soils after exogenous organic matter application. *Eur J. Soil Sci.* 60, 297–310.

- Lashermes G, Nicolardot B, Parnaudeau V, Thuriès L, Chaussod R, Guillotin ML, Linères M, Mary B, Metzger L, Morvan T, Tricaud A, Villette C, Houot S, 2010, Typology of exogenous organic matters based on chemical and biochemical composition to predict potential nitrogen mineralization. *Bioresource Technology* 101, 157–164.
- Leclerc B. coord. 2001, Guide des matières organiques, Tome 1, 238 p. et Tome 2, 92 p. Institut Technique de l'Agriculture Biologique.
- Morel C. and J.C. Fardeau, 1991. Phosphorus bioavailability of fertilizers: a predictive laboratory method for its evaluation. *Fertilizer Research*, 28 : 1-9.
- Morel C., M. Linères, A. Guivarch, E. Kvarnström, V. Parnaudeau, B. Nicolardot, J-L Morel, 2003. Phytodisponibilité et valeur fertilisante du phosphore de déchets urbains. pp. 35-44. Tercé M. (dir.), Agriculture et épandage de déchets urbains et agro-industriels. Les Dossiers de l'Environnement de l'INRA, 25, Paris, 154p.
- Nanzer, S., Oberson, A., Berger, L., Berset, E., Hermann, L., Frossard, E., 2013. The plant availability of phosphorus from thermo-chemically treated sewage sludge ashes as studied by <sup>33</sup>P labeling techniques. *Plant Soil*, in press
- Morvan T, Nicolardot B, Péan L, 2006, Biochemical composition and kinetics of C and N mineralization of animal wastes: a typological approach. *Biology and fertility of soils* 42: 513-522.
- Parnaudeau V, Nicolardot B, Pagès J, 2004, Relevance of organic fractions as predictors of wastewater sludge mineralization in soils. *Journal of Environmental Quality* 33: 1885-1894.
- Parnaudeau V, Nicolardot B, Robert P, Alavoine G, Pagès J, Duchiron F, 2006, Organic matter characteristics of food processing industry wastewaters affecting their C and N mineralization in soil incubation. *Bioresource technology* 97: 1284-1295.
- Paumard T, 2008, Etude des cinétiques de minéralisation nette de l'azote organique des produits résiduaux organiques à court terme in situ et en conditions contrôlées mémoire de fin d'étude ESA
- Pellerin S., Dorioz J.-M., C. Morel, 2005. Bilan environnemental du phosphore. pp. 628-649. In: *Sols et environnement*. Ed M.C. Girard, C. Walter, J.-C. Rémy, J. Berthelin, J.-L. Morel. Dunod, Paris.
- Peltre C 2010, Potentialité de stockage de carbone dans les sols par apport de matières organiques exogènes, thèse de doctorat, 232 p.
- Pinet C, Lecomte J, Vimont V, Auburtin G, 2003, Teneurs des plantes à vocation alimentaire en éléments traces métalliques suite à l'épandage de déchets organiques, Synthèse d'essais agronomiques français et modélisation des transferts sol-plante. CNAM - IHIE Ouest.
- Plan EMAA (Energie Méthanisation Autonomie Azote), 2013. Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt et ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie. <http://agriculture.gouv.fr/Plan-Energie-Methanisation>
- Senthilkumar K., Nesme T., Mollier A., Pellerin S., 2012. Phosphorus flows and balances at country scale: a case study for France. *Global Biogeochemical Cycles* 26, 2.

**ANNEXE 2 : Liste des types de PRO de la nomenclature en cours d'établissement, triés en fonction de l'origine des matières premières**

Origine	Grand type de PRO	Précisions matière première	Dénomination du type de PRO	Etat / coproduit
Agroindustriel, industriel	Boue	Papeterie Industrie agro-alimentaire Industrie agro-alimentaire	Boue IAA (préciser le type d'IAA laiterie, malterie, féculerie... Boue IAA (préciser le type d'IAA laiterie, malterie, féculerie...)	aérobie anaérobie
	Compost	Champignonnière Lombricompost Marcs de raisins Végétal	Compost de marc de raisin non épépiné	
	Effluent agro industriel	eaux eaux de féculerie eaux de pelage de pommes de terre eaux de sucrerie Ecumes de sucrerie Marcs de raisins Margines vinasses vinasses	Préciser  Résidus d'extractions d'huile d'olive à préciser Vinasses de betterave	
Autres matières organiques	Amendements 44051	Produits du commerce		
	Engrais organique	Produits à base de luzerne		
	Engrais organique	Produits à base de luzerne		
	Engrais organique	à base de déchets animaux	Guano d'oiseau marin	
	Engrais organique	à base de déchets végétaux	Tourteau de ricin	
	Engrais organique	produit du commerce 42001	à préciser	
	Engrais organique	produit du commerce 42001	à préciser	
	Engrais organique		Autres tourteaux végétaux	
	Engrais organique		Farine de plumes (non hydrolysées)	
	Engrais organique		Farine de plumes hydrolysées	
	Engrais organique		Farine de poisson	
	Engrais organique		Farine de sang	
Engrais organique		Farine d'os		
Matières végétales	BRF	Préciser espèces		
Matières végétales	Mulch	Détailler		
Urbain	Boue	Station d'épuration	activée déshydratée chaulée centrifugée	chaulée
			activée déshydratée chaulée filtre bande	chaulée
			activée déshydratée chaulée filtre presse	chaulée
			activée déshydratée lit de séchage	activée déshydratée
			activée déshydratée lits plantés	activée déshydratée
			activée déshydratées filtre bande	activée déshydraté
			activée déshydratées filtre presse	activée déshydratée
			activée séchée thermiquement	séchée thermiquement
			activée séchées solaire	séchée solaire
			boue déshydratée physico-chimique chaulée	chaulée physico-chimique
			digérée anaérobie séchées solaire	séchée solaire
			digérée anaérobie déshydratée chaulée	chaulée
			digérée liquide anaérobie	digérée liquide
			digérées anaérobie séchée thermiquement	séchée thermiquement
			liquide décanteur digesteur	liquide
			lit bactérien	liquide
				deshydratée physico-chimique
	digérée anaérobie deshydratée			

Origine	Grand type de PRO	Précisions matière première	Dénomination du type de PRO	Etat / coproduit
Urbain	Boue	Station d'épuration	activée liquide C/N<5 de curage issus du traitement par lagunage naturel vidange de dispositif d'assainissement individuel	Activée liquide curage Matière de vidange
	Compost	Biodéchets Boue de station d'épuration Dechets verts Tri mécano-biologique	Compost de bio déchet Compost de MIATE avec support carboné Compost de déchets vert de 6 mois et plus Compost urbain de type : TMB + compost DV	avec co-substrat avec co-substrat

Origine	Filière élevage	Grand type de PRO	Précisions matière première	Dénomination du type de PRO	Etat / coproduit	
Elevages	Porcins	Boue	Lisier	Boue issue du traitement biologique du lisier		
	Bovins	Compost	Fumier	Compost de fumier de bovin de moins de 4 mois	Immature	
	Bovins		Fumier	Compost de fumier de bovin de plus de 4 mois	mature	
	Caprins		Fumier		immature	
	Caprins		Fumier		mature	
	Equins		Fumier		immature	
	Equins		Fumier		mature	
	Ovins		Fumier		immature	
	Ovins		Fumier		mature	
	Porcins		Fumier		immature	
	Porcins		Fumier		mature	
	Porcins		Lisier		Compost de lisier de porc avec déchets verts de plus de 4 mois	avec co-substrat, mature
	Porcins		Lisier		Compost de lisier de porc avec paille de 4 mois	avec co-substrat, immature
	Porcins		Refus lisiers		Refus de décanteuse centrifugeuse sur lisier de porc brut	
	Volailles		Fiente			avec co-substrat
	Volailles	Fumier		Compost de fientes de volaille avec litière	immature	
	Volailles	Fumier		Compost de fientes de volaille avec litière	mature	
	Bovins	Fumier		Compost de bovins de fumier de litière accumulée	pailleux	
	Bovins	Digestat		Digestat de méthanisation sans traitements		
	Bovins			Issue liquide de séparation de phase de digestat de méthanisation		
Bovins			Issue solide de séparation de phase de digestat de méthanisation			
Porcins			Digestat méthanisation Digestat de méthanisation agricole liquide			
Volailles	Fientes	Poules pondeuses	Fiente de poules pondeuses séchées (80 % MS) Fiente de poules pondeuses humides (25 % MS) Fiente de poules pondeuses séchées (80 % MS)	humide sec		
Bovins	Fumier		Fumier de bovin d'étable animaux entravés	pailleux		
Bovins			Fumier Compact de pente paillée	pailleux		
Bovins			Fumier Etable Entravée	mixte		
Bovins			Fumier Mou logettes	mixte		
Bovins			Fumier Très Compact Litière Accumulée	pailleux		
Bovins			Fumier de bovin compact pente paillée jeune	pailleux		
Bovins			Fumier de bovin litière accumulée compact jeune	pailleux		
Bovins			Fumier mou de logettes moyennement paillé	peu pailleux		
Bovins			Fumier mou de logettes très peu paillé	peu pailleux		
Bovins				décomposé		
Caprins						
Caprins				fumiers de caprins	pailleux	
Equins				Fumier de cheval jeune pailleux	pailleux ou sciure ou copeaux à préciser	
Equins					décomposé	
Ovins				Fumier mouton / caprin		
Ovins				Fumiers ovins	pailleux	

Origine	Filière élevage	Grand type de PRO	Précisions matière première	Dénomination du type de PRO	Etat / coproduit
Elevages	Porcins			Fumier de porc à l'engraissement à base de paille ou copeaux ou sciure (à préciser)	pailleux ou sciure ou copeaux à préciser
	Volailles		Dindes	Fumier de Dinde (litière mélange paille + copeaux de bois)	
	Volailles		Palmipèdes à gaver	Fumier de palmipède prêt à gaver	
	Volailles		Poules pondeuses	Fumier de poules pondeuses	
	Volailles		Poulets	Fumier de Poulet (litière paille)	
	Volailles			Fientes de dinde avec litière de paille ou copeaux ou sciure à préciser	pailleux ou sciure ou copeaux à préciser
	Volailles			Fientes de volaille de chair (pintade incluse) avec litière de paille ou copeaux ou sciure à préciser	pailleux ou sciure ou copeaux à préciser
				Compost de fumier de volaille avec litière	
	Bovins	Lisier	Veaux	Lisier de veau de boucherie	eaux non dilué dilué Liquide Liquide pailleux
	Bovins			Effluent peu chargé (purin dilué et mélanges) de bovin	
	Bovins			Lisier de bovin à l'engraissement non dilué système couvert	
	Bovins			Lisier de bovin dilué système couvert	
	Bovins			Lisier de caillebotis anti-NH3	
	Bovins			Lisiers non pailleux caillebotis VL	
	Bovins			Lisiers pailleux de VL	
	Lapins		Lisier	Lisier de lapin 20 à 25% MS	
	Porcins		Porcelets		
	Porcins		Porcs engraissement	Lisier de porc engraissement	Engraissement Mixte Refus
	Porcins		Porcs mixtes	Lisier de porc mixte (naisseur, engraisseur)	
	Porcins			Refus tamis et surnageant issus du traitement biologique du lisier	
	Volailles		Canards	Lisier de canard < à 10 % MS	
	Volailles		Canards	Lisier de canard	
	Volailles	Palmipèdes en gavage	Lisier de palmipède en gavage		
	Volailles	Volailles	Lisier d'autres volailles		
	Bovins	Purins	Lisiers Lisiers Lisiers	Purins bovins lixiviats	Lixiviats Purs
	Bovins	Purins		Purins bovins purs	
	Bovins	Traitement		Phase liquide de séparation de Phase de lisier bovins (sans hydrocurage)	
	Bovins	Traitement		Phase solide de séparation de Phase de lisier bovins (sans hydrocurage)	
	Bovins	Traitement		Produit Brut avant séparation de Phase de lisier bovins (sans hydrocurage)	
	Bovins			Fèces issues de pentes transversales 2-3% vers rail de raclage	
	Bovins			Urines issues de pentes transversales 2-3% vers rail de raclage	
	Porcins	Traitement		Lisier truie (maternités collectives)	
	Porcins	Traitement		Eau résiduaire issue traitement lisier porc	
	Porcins	Traitement		Fraction liquide de raclage en V	
	Porcins	Traitement	Fraction solide de raclage en V		
	Porcins	Traitement	Refus de vis compacteuse		
	Lapins			Crottes de Lapin	

## PIECE A JOINDRE AU DOSSIER N°1 : CV du chef de projet

**Aurélia MICHAUD**

Née le 03/04/1980

**INRA**

UMR EGC INRA – AgroParisTech

F-78 850 Thiverval-Grignon

Tél. : +33 (0)1 30 81 52 25

email : amichaud@grignon.inra.fr

### **Ingénieur INRA**

Animation et coordination de réseaux (scientifiques et techniques)  
sur le recyclage agricole des produits résiduels organiques (PRO)

#### **Formation**

---

Docteur en sciences du sol (Montpellier SupAgro, 2007), spécialisation biologie et chimie du sol, biodisponibilité des éléments

#### **Parcours professionnel**

---

- Depuis 2008** **Ingénieur en coordination et animation de réseaux d'essais et d'acteurs sur les PRO - INRA UMR EGC SOERE PRO (observatoire de recherche en environnement)** : coordination technique (5 sites), animation du réseau de partenaires techniques et appui à l'animation scientifique du réseau de partenaires scientifiques  
**Réseau PRO** : coordination et animation du réseau d'essais et d'acteurs de la filière de gestion des PRO  
**Système d'information** : chef de projet du développement du système d'information SOERE/Réseau PRO
- 2007 – 2008** **Ingénieur en recherche et développement, enseignante**  
LD 40 - IUT des Pays de l'Adour, Mont de Marsan
- 2004 – 2007** **Thèse de Doctorat**  
INRA, UMR R&S (Eco & Sol), Montpellier

#### **Qualifications et réalisations en rapport avec le projet**

---

##### **Sciences du sol, environnement et agronomie :**

Recyclage agricole des PRO (valeur agronomique et impacts environnementaux) : conduite d'essais au champ de longue durée et d'observations détaillées, analyses chimiques et mesures physiques sur différentes matrices (PRO, sol, plantes et eau)

Biologie et chimie du sol, pollutions des sols (organiques et minérales), transferts sol-plante

Disponibilité et biodisponibilité des éléments (nutritifs, contaminants) : expérimentations de terrain et sous conditions contrôlées au laboratoire, utilisation d'indicateurs (RHIZOtest, Diffuse gradient in thin films, extractants chimiques), analyses chimiques

Environnement général et développement durable, écotoxicologie/toxicologie, physico-chimie des eaux (pollution, traitements)

##### **Animation et conduite de projets :**

Conduite de projets : montage, pilotage et coordination en réseaux multipartenaires (techniques et scientifiques) du Réseau PRO (Chef de projet adjoint du Réseau PRO, projet CasDAR/ADEME 2011-2014) et SOERE PRO (projets qualité en 2010, 2011 et 2012 ; système d'information ; évaluation de la biodisponibilité des éléments en trace en 2013)

Organisation et animation de réunions scientifiques et techniques

Encadrement : ingénieure recrutée pour coordonner le projet Réseau PRO (CasDAR/ADEME, 2011-2014), étudiants DUT/Licence/Master (recherche et pro)

Communication (français, anglais) : restitutions écrites (rapports, articles, synthèses, comptes-rendus) et orales (exposés en colloques, séminaires et réunions techniques et scientifiques)

Conception et réalisation de cours et travaux dirigés/pratiques (université, agro et IUT), support pédagogique (Réseau PRO)

##### **Production, gestion et exploitation de données scientifiques et techniques :**

Définition et conduite d'expérimentations au champ : coordination technique du SOERE PRO, définition de la stratégie d'échantillonnage de plantes et sol (travaux de thèse de doctorat), définition et formalisation de la stratégie d'échantillonnages et des suivis analytiques pour évaluer la biodisponibilité des éléments en trace dans le SOERE PRO, participation à la définition de protocoles expérimentaux de conduite de dispositif (essais variétaux, nouveaux sites du SOERE PRO)

Définition et conduite d'expérimentations au laboratoire : utilisation et optimisation d'un indicateur de laboratoire d'estimation de la biodisponibilité des éléments en trace (RHIZOtest - ISO 2013 ; travaux de thèse de Doctorat 2004-2007, encadrement d'un Master 2 recherche 2013), utilisation d'extractions chimiques sur sol (spéciation, disponibilité, biodisponibilité)

Traitements statistiques : analyses descriptives, méthodes multi-variées, analyses agronomiques, suivis temporels, classifications, réseau d'essais, tests paramétriques et non paramétriques

Bases de données et interface Web (Système d'information) : définition et formalisation des besoins (contenu, structure et fonctionnement), encadrement des développements informatiques, administration des droits et données archivées

##### **Réalisations dans le domaine des études en réseaux multipartenaires sur le recyclage agricole des PRO :**

Animation et coordination du SOERE PRO - Observatoire de Recherche en Environnement sur les Produits Résiduels Organiques (INRA Grignon, Rennes, Colmar, Bordeaux et Nancy ; CIRAD Réunion ; Veolia, SMRA, ARAA, ...)

Animation et coordination du Réseau PRO avec l'ACTA - projet CasDAR / ADEME 2011-2014 (instituts techniques, chambres d'agriculture, instituts de recherche, établissements supérieurs d'enseignement agricole/agronomique, laboratoires, ...)

## PIECE A JOINDRE AU DOSSIER N°2 : CV du chef de projet adjoint

**Mathilde HEURTAUX**

Née le 5 janvier 1970

ACTA, le réseau des instituts des filières animales et végétales

Direction scientifique, technique et internationale

149 rue de Bercy – F-75 595 PARIS cedex 12

Tél. : +33 (0)1 40 04 50 47

Mél : mathilde.heurtaux@acta.asso.fr

### **Ingénieur « Fertilisation et Environnement » Animatrice et coordinatrice de réseaux et de projets de recherche**

#### **Formation**

---

- *Master of Science* en géographie (University of New Mexico, 2006)

- Ingénieur agronome (INA P-G, 1993), spécialisation : Développement agricole et rural

#### **Parcours professionnel**

---

<b>Depuis avril 2013</b>	<b>Chargée de mission Fertilisation et Environnement</b> ACTA Animation du RMT Fertilisation et Environnement, coordination de projets de recherche, développement et formation en fertilisation et environnement, dialogue avec les porteurs d'enjeux sur ces thématiques.	<b>Paris</b>
<b>2007 – 2012</b>	<b>Attachée de coopération – Recherche agronomique, environnement, société</b> Ministère des Affaires Etrangères - Ambassade de France Veille sectorielle, programmation stratégique et budgétaire, montage et pilotage de projets, encadrement de professionnels du développement, représentation de l'Ambassade et coordination avec les partenaires.	<b>Cotonou, Bénin</b>
<b>2001 – 2003</b>	<b>Assistante technique</b> Commission européenne, Programme pluriannuel de microréalisations 15,5 M€, 300 projets de développement local en milieu rural, encadrement de 27 cadres.	<b>Kara, Togo</b>
<b>1997 – 2000</b>	<b>Assistante technique</b> Ministère de la Coopération et de la Francophonie Division du Programme de Développement Local Participatif, Ministère du Plan et de l'Aménagement du Territoire	<b>Lomé, Togo</b>
<b>1994 – 1997</b>	<b>Assistante chargée des crédits déconcentrés</b> Association Française des Volontaires du Progrès Cellule Coopération de Proximité, Mission française de Coopération et d'Action Culturelle	<b>Lomé, Togo</b>
<b>1993 (6 mois)</b>	<b>Chargée d'étude</b> Institut de Recherche Agronomique de Guinée	<b>Sérédou, Guinée</b>

#### **Qualifications et réalisations en rapport avec le projet**

---

##### **Gestion de projet**

- Identification, montage, formulation contractuelle, pilotage, suivi technique et financier, évaluation de projets et programmes multipartenariaux de développement
- Montage, organisation et pilotage de missions d'expertise et d'assistance technique
- Rédaction de rapports, articles, notes, communiqués de presse ; communications orales
- Suivi et co-animation en phase finale des projets CASDAR « Effluents d'élevage » et « Réseau PRO »

##### **Animation d'équipe et de réseau**

- Coordination et encadrement d'équipes pluridisciplinaires et multiculturelles
- Coordination et concertation entre partenaires institutionnels, scientifiques, techniques et financiers
- Animation de réseaux de chercheurs, partenariats scientifiques
- Organisation et conduite de réunions et de formations

##### **Agronomie et environnement**

- Agronomie générale, techniques de lutte antiérosive et de restauration de la fertilité des sols
- Développement durable, géopolitique de l'environnement, étude d'impact environnemental
- Gestion de l'eau aux échelles locale, régionale et globale
- Suivi d'expérimentation en fertilisation phosphatée

**PIECE A JOINDRE AU DOSSIER N°3 :**

**Tableau des responsables des actions du projet pour chaque organisme, précisant pour chacun le nom, les domaines de compétence et les expériences dans le domaine concerné**

Partenaire	Nom du responsable	Domaines de compétences	Expériences dans le domaine concerné
ACTA	Mathilde HEURTAUX	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestion et pilotage de projets</li> <li>- Animation d'équipes et de réseaux</li> <li>- Développement agricole, agronomie, environnement (agronome et géographe)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Montage, pilotage, suivi technique administratif de projets pluriannuels de développement</li> <li>- Coordination d'équipe-projet (27 cadres) et de professionnels du développement dans le cadre de la coopération bi- ou multilatérale</li> <li>- Co-coordination en fin de projet Réseau PRO</li> </ul>
Agro-Transfert-RT	Annie DUPARQUE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Agronomie</li> <li>- Gestion de la fertilité des sols ; Gestion des matières organiques en exploitations agricoles</li> <li>- Développement d'outils d'aide à la décision</li> <li>- Conduite de projets de transferts régionaux en agriculture ; Participation à des projets de R&amp;D nationaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Enseignant Chercheur Agronomie (ENITA Clermont-Ferrand) : gestion fertilité de sols (2000-2004)</li> <li>- Chargée de mission Agronomie et Ressources naturelles : montage et conduite de projets de transfert sur la gestion des matières organiques ; Développement de SIMEOS-AMG ; participation à l'évaluation et à l'amélioration du modèle AMG, notamment travaux sur le paramétrage de la valeur carbone des PRO dans AMG</li> <li>- Co-pilotage du projet AUTO'N en Champagne-Ardenne et Picardie</li> </ul>
ANSES	Emmanuel GACHET	<p>Coordination de l'évaluation des dossiers de demande d'homologation des matières fertilisantes et des supports de culture :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluation de l'innocuité (contaminants, toxicité, écotoxicité) ;</li> <li>- Evaluation de l'efficacité agronomique.</li> </ul>	<p>5 ans d'évaluation sur tout type de matières fertilisantes dont les produits résiduels organiques</p>
ARAA	Anne SCHAUB	<p>Expérimentation systèmes de culture innovants (conception, test, évaluation multicritère de systèmes) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Animatrice du réseau expérimental régional grande culture</li> <li>- Co-animatrice du réseau national expérimental du RMT Systèmes de culture Innovants</li> <li>- Chef de projet Déphy-EXPE InnoviPest Expérimentations factorielles sur les PRO :</li> <li>- Collaboration aux expérimentations alsaciennes</li> <li>- Membre du projet Casdar « Réseau PRO »</li> <li>- Participante au réseau « SOERE PRO »</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conception, mise en place, suivi, analyse des résultats d'essais longue durée sur la valeur agronomique des PRO et leurs impacts (3 essais).</li> <li>- Animation de la rédaction du protocole « contaminants » du guide méthodologique du Réseau PRO.</li> <li>- 10 ans au SMRA68 : expérimentation et communication sur les PRO (animatrice de la campagne « Tabou(e) Story »).</li> </ul>
Arvalis	Robert TROCHARD	<p>Suivi analyse des données et interprétation des résultats d'expérimentations sur la valeur fertilisante et amendante des produits organiques.</p> <p>Formateur sur l'utilisation des produits organiques auprès des agriculteurs et des techniciens</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conception, mise en place, suivi et analyse d'essais de longue durée sur la valeur fertilisante de produits organiques.</li> <li>- Synthèses de nombreux essais sur la valeur fertilisante de produits organiques dans le cadre du projet CASDAR gestion durable des sols avec des PRO.</li> <li>- Animation de formations d'agriculteurs et de techniciens chaque année</li> <li>- Participation à des projets d'études et de référencement d'indicateurs biologiques des sols</li> <li>- Participation à la rédaction des protocoles azote PK et MO dans le cadre du projet casdar réseau PRO</li> <li>- Rédaction protocole, et mise en place de l'essai au champ du projet PROLAB financé par l'ADEME</li> </ul>
CRA Bretagne	Bertrand DECOOPMAN	<p>Expérimentation fertilisation et PRO grandes cultures et légumes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Animateur de l'équipe sol-ferti (8 ingénieurs) recherche appliquée des CA de Bretagne</li> <li>- Membre du COMIFER PRO et RMT E&amp;E</li> <li>- Membre du GREN Bretagne</li> <li>- Membre des Casdar : PRO et Caractérisation</li> <li>- Chef de projet ADEME : DOSTE-VADIM Expérimentations factorielles sur les PRO :</li> <li>- Essais long terme (10 à 30 ans) sur les PRO</li> <li>- Nombreux essais : Effet direct N.</li> <li>- Essais fertilité physique PRO.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Conception, mise en place, suivi, analyse des résultats de nombreux essais court et longue durée sur les PRO.</li> <li>- Chargé de mission démarche qualité PRO : suivi d'usines TMB...</li> <li>- Réalisation d'une étude « caractérisation PRO »</li> <li>- Réalisation de fiches technique PRO, et de guides pratiques sur la fertilisation. Rédacteur principale du livre « Agronomie et fertilisation des cultures légumières ».</li> </ul>

Partenaire	Nom du responsable	Domaines de compétences	Expériences dans le domaine concerné
		Communication : Rédaction de documents, fiches techniques, guides pratiques, livre agronomique.	
CRA Languedoc-Roussillon	Myriam GASPARD	Coordination d'expérimentation en biomasse, grandes cultures (itinéraires techniques innovants) Coordination et rédaction de guides, fiches techniques, messages vers les producteurs : matières organiques, agronomie, grandes cultures	Coordination et rédaction du guide produits organiques régional, Animation du groupe technique PRO régional, Réalisation de la campagne d'analyse du guide PRO LR
CA La Réunion	Virginie VAN DE KERCHOVE	Chargée de mission en valorisation agricole des matières organiques Essais de fertilisation aux champs, études sur les impacts agronomiques et environnementaux liés à la fertilisation organique des cultures ; avis techniques et conseils aux producteurs, transformateurs et utilisateurs de matières organiques, participation au Projet CAS DAR GIROVAR, ...	Co-rédaction du « guide de la fertilisation organique à La Réunion » (306 p., 2006, PF Chabalier, V. van de Kerchove et H. Saint-Macary) Caractérisation de matières organiques Sensibilisation et formation des acteurs réunionnais à la problématique Site Internet <a href="http://www.mvad.reunion.org">http://www.mvad.reunion.org</a>
Cirad UR Recyclage et risque (La Réunion)	Laurent THURIES	Chercheur : Développement de méthodes de caractérisation des PRO et sols Modélisation des dynamiques de transformation C et N des PRO dans les sols	Participation aux travaux typologie N (Lashermes et al. 2009). Travaux spectrométrie proche infrarouge depuis 2001 sur sols et PRO Participation au Projet ADEME PROlab. Auteur de modules de formation en ligne (UVED) sur la gestion des PRO en milieu tropical.
IDELE	Elise LORINQUER	Travaux en lien avec la gestion des déjections ruminants (émissions gazeuses – méthanisation) - Implication dans divers projets CASDAR autour de la gestion des effluents (Effluents d'élevage, Volat'NH3, MAGES...) - Chef de projet EMAFUM – EMBB – BTéP (émissions gazeuses au bâtiment – stockage - épandage en bovins) - Responsable sous-tâche Biogaz projet européen CANTOGETHER - Chef de projet PNR NM et méthanisation - Implication dans le groupe Effluents du RMT Elevage et Environnement	Implication dans la réalisation du calculateur COMPOSIM et du guide Mise en place des protocoles et suivis des émissions gazeuses aux différents postes d'émissions (bâtiment – stockage – épandage)
IFIP	Pascal LEVASSEUR	Mise au point d'études et suivi de la bibliographie sur la caractérisation des lisiers, des procédés de traitement (résorption – production d'énergie) et des coproduits issus de ces traitements Analyse des itinéraires techniques de gestion des effluents : alternatives au lisier, stockage, épandage et valorisation agronomique des effluents bruts et transformés.	Responsable du développement et de la diffusion du calculateur COMPOSIM Evaluation de la qualité et de la représentativité des effluents d'élevage Echantillonnages au bâtiment et au stockage
IFV	Jean-Yves CAHUREL	Responsable d'expérimentations sur la gestion durable des sols viticoles (entretien et fertilité des sols) Responsable d'expérimentations modes de conduite de la vigne	Conception, mise en place et suivi d'expérimentations d'amendements organiques et de fertilisants sur vigne Animation du groupe national Fertilisation de la vigne Chef du projet N-Pérennes (adaptation OAD de gestion de la fertilisation azotée sur plantes pérennes)
ITAVI	Paul PONCHANT	Ingénieur service Environnement ITAVI Evaluation environnementale (ACV), Métrologie des émissions gazeuses (acquisition de facteurs d'émission - bâtiment, stockage), Optimisation de la Gestion des effluents et caractérisation en élevage (tests sur des procédés innovants, mise à jour des normes CORPEN) Economie d'énergie (tests de procédés innovants et suivi des consommations dans les élevages)	Evaluation de la qualité et de la représentativité des effluents d'élevage Echantillonnages au bâtiment et au stockage
INRA Arras (LAS)	Antoine RICHARD	Ingénieur de recherche INRA – Directeur du Laboratoire d'Analyses des Sols d'Arras. Analyses agro-environnementales de sols et matrices apparentées	Président de la commission AFNOR X-31-C (Qualité des sols – méthodes chimiques) Expert à la commission AFNOR P-16P (caractérisation des boues) Expert à la commission CEN TC-308 (characterization of sludge)

Partenaire	Nom du responsable	Domaines de compétences	Expériences dans le domaine concerné
			Expert à la commission CEN TC-400 WG3 (Horizontal standards in the fields of sludge, biowaste and soil – organic contaminant) Expert à la commission ISO TC 190 (Soil quality)
INRA Bordeaux (UMR ISPA)	Christian MOREL	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fonctionnement du cycle du phosphore dans les agrosystèmes</li> <li>- Gestion de la fertilité et de la fertilisation phosphatée des sols ;</li> <li>- Valeur fertilisante phosphatée de tous types de produits</li> <li>- Développement d'outils d'aide à la décision, mis au point d'indicateurs d'évaluation de la phytodisponibilité du P du sol</li> <li>- Expertise sur l'évaluation de la phytodisponibilité du P de produits</li> </ul> Participation à des projets de recherche nationaux (CAS DAR RIP 2007-2010 ; projet ANR « phosph'or » (2010-2013) et internationaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contribution à la mise en place, suivi et analyse d'essais de longue durée sur la valeur fertilisante d'engrais et de produits organiques.</li> <li>- Synthèse sur la dynamique à long terme du phosphore du sol en fonction du type de sol et des modalités d'application (doses, formes) dans le cadre du réseau des essais longue durée sur la fertilisation minérale et du SOERE-PRO.</li> </ul>
INRA Grignon - AgroParisTech (EGC)	Aurélia MICHAUD	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coordination de réseaux : essais, données et acteurs</li> <li>- Physico-chimie des sols et des PRO, (bio)géochimie, (bio)disponibilité</li> <li>- Expérimentations sous conditions contrôlées et au champ</li> <li>- Gestion et exploitation de données : système d'information, traitements statistiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coordination du SOERE PRO depuis 2008, mise en place et coordination du Réseau PRO depuis 2009, chef de projet sur le SI SOERE PRO depuis 2009 puis le SI PRO (SOERE et Réseau PRO)</li> <li>- Travaux publiés/communiqués et encadrement de travaux sur la physico-chimie des sols/PRO, l'évaluation de la (bio)disponibilité des éléments traces métalliques...</li> <li>- Définition, mise en place, suivi et exploitation d'expérimentations sous conditions contrôlées et au champ</li> <li>- Chargée de définir les besoins et encadrer les travaux (i) de développement du SI SOERE PRO puis SI PRO et (ii) d'exploiter et traiter les jeux de données du SOERE/Réseau PRO</li> </ul>
ITAB	Blaise LECLERC	Expert matières organiques de l'ITAB <ul style="list-style-type: none"> <li>- expertises scientifiques et techniques sur les matières organiques (innocuité et valeurs agronomiques)</li> <li>- coordination de programme de recherche développement</li> <li>- connaissance de l'agriculture biologique</li> <li>- thèse en 1989 sur la minéralisation de l'azote des PRO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coordinateur de la rédaction du « Guide des matières organiques » de l'ITAB (1995 et 2001)</li> <li>- Participation, depuis 1997, à plusieurs études de l'ADEME sur le retour au sol des matières organiques</li> <li>- Directeur de publication d'« Echo-MO », bulletin bimestriel sur l'actualité des travaux sur les matières organiques</li> <li>- Partenaire du projet Casdar « Réseau PRO » (tous les volets du projet)</li> </ul>
LDAR	Nathalie DAMAY	Responsable Département Innovation et Transfert en agronomie	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Co-animation du groupe Produits Résiduaux Organiques (PRO) du Comifer</li> <li>- Membre de l'équipe d'animation du RMT Fertilisation et environnement</li> <li>- Participation à la conception d'outils d'aide à la décision (Azobil, Azofert, Régifert)</li> <li>- Conseils et formations dans le domaine de la fertilisation</li> </ul>
Université Haute Alsace	Marc LOLLIER	Ingénieur Agronome et Maître Conférence Hors Classe à l'UHA : <ul style="list-style-type: none"> <li>- analyse de données et méthodologie d'investigation en agronomie (expérimentation, enquête)</li> <li>- ingénierie écologique : traitement de matrices poreuses (sols, sédiments, ..) contaminées par des ETM et/ou des polluants organiques, par couplage bioremédiation-phyto-remédiation</li> <li>- enseignement et ingénierie de formation initiale et continue à vocation agricole et agronomique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Chercheur et co-animateur de l'Equipe Dépollution Biologique des Sols du Laboratoire Vigne Biotechnologies et Environnement (EA 3991 – UHA)</li> <li>- Ex Chef du Département Génie Biologique option agronomie de l'IUT de Colmar et Responsable de la Licence Professionnelle Collecte Gestion et Exploitation des Données Agronomique</li> <li>- Organisateur et animateur de formations professionnelles pour technicien et ingénieurs du secteur agricole au SERFA (UHA)</li> <li>- Membre du comité de suivi de la plateforme SOERE PRO de Colmar et collaboration avec l'ARAA, le SMRA68, le SEAV de l'INRA de Colmar et l'Equipe Sol de UMR EGC INRA – AgroParisTech sur le traitement des données Réseau PRO et SOERE PRO</li> </ul>