

# QUELS OUTILS DE DIAGNOSTIC ET D'AIDE A LA DECISION POUR ACCOMPAGNER LA FERTILISATION DANS 5-10 ANS?

## Résultats préliminaires d'une enquête réalisée par le Réseau Mixte technologique "Fertilisation et Environnement"

Auteurs : Sylvain Pellerin (INRA), Céline Guiard-Van Laethem (CA02), Fabienne Butler (ACTA)

**Mots-clés** : raisonnement de la fertilisation, besoins futurs, enjeux, prospective, enquête

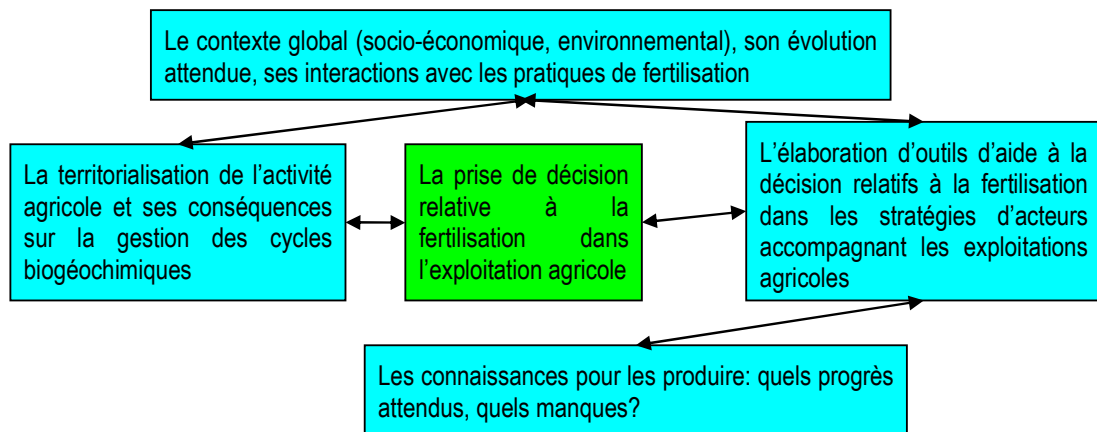
### Introduction

Le raisonnement de la fertilisation et, plus largement, de la gestion des cycles biogéochimiques, se situe au cœur de plusieurs enjeux majeurs que devra relever l'agriculture, à savoir (i) maintenir et même accroître globalement la production primaire des écosystèmes cultivés pour satisfaire la demande alimentaire mondiale en croissance et la demande en biomasse dédiée à de nouveaux usages (ii) tout en préservant l'environnement, ainsi que la qualité et la sécurité sanitaire des produits. Depuis l'émergence du concept de "fertilisation raisonnée", la conception, la production et la diffusion de méthodes, d'outils et de références pour le raisonnement de la fertilisation en agriculture constituent une activité majeure du dispositif de recherche-formation-développement. L'évolution du contexte socio-économique et environnemental, avec l'émergence de nouveaux enjeux et de nouveaux modes d'organisation de l'agriculture et de son dispositif d'accompagnement, interpellent cependant très fortement cette activité.

Le Réseau Mixte Technologique (RMT) "Fertilisation et Environnement" créé fin 2007 pour une durée de 5 ans et copiloté par l'INRA, la Chambre d'Agriculture de l'Aisne (CA02) et l'Association de Coordination des Techniques Agricoles (ACTA), porte sur l'élaboration d'outils pour la gestion des cycles biogéochimiques des éléments minéraux et le raisonnement de la fertilisation en agriculture, permettant de concilier des objectifs de production, de qualité des produits et de protection de l'environnement. Plus précisément, il a pour objectifs (i) l'élaboration et/ou l'amélioration d'outils de diagnostic et d'aide à la décision (ii) l'exploration de nouveaux champs d'action (iii) l'animation, la communication, le transfert et la formation. Pour cela, il associe différents opérateurs intervenant dans le domaine de la fertilisation (équipes de recherche, instituts techniques, chambres d'agricultures, établissements d'enseignement technique, laboratoires d'analyse, associations).

Le RMT « Fertilisation et Environnement » a entrepris une réflexion prospective sur ce que pourrait être l'évolution des besoins de méthodes, d'outils et de références dans le domaine de la fertilisation dans les 5 à 10 ans qui viennent, prenant en compte l'évolution du contexte. Cette réflexion s'est appuyée sur deux approches complémentaires :

- la réalisation d'une enquête auprès des acteurs du domaine ;
- des ateliers de réflexion prospective sur cinq thèmes liés au domaine de la fertilisation (Figure1) :



**Figure 1** : Les cinq ateliers de réflexion prospective du RMT Fertilisation et Environnement

L'objectif de cette communication est de présenter les résultats de l'enquête prospective du RMT «Fertilisation et Environnement ».

## Objectifs et démarche

L'objectif de l'enquête était d'appréhender **l'évolution des besoins tels qu'ils étaient perçus par les acteurs du domaine** (conseillers, techniciens, enseignants, chercheurs, etc...).

Une pré-enquête a tout d'abord été réalisée et testée auprès de 15 membres du RMT : ces premiers retours ont permis à l'équipe d'animation de retravailler le contenu et la forme de l'enquête afin de l'adapter au mieux à la fois aux objectifs attendus et aux différents publics visés.

Un questionnaire a ensuite été élaboré, combinant des questions avec réponses prédéfinies à choix multiples et des questions ouvertes facilitant l'expression libre. Les questions portaient sur (i) l'organisme d'appartenance et les fonctions de la personne enquêtée, (ii) sa perception des enjeux associés à la fertilisation, (iii) son appréciation sur les méthodes/outils de diagnostic et de raisonnement de la fertilisation actuellement disponibles (iv) son appréciation sur les outils associés de formation (v) son analyse sur les besoins futurs et (vi) son analyse sur les progrès récents ou attendus des connaissances susceptibles d'être valorisés dans le domaine.

L'enquête a été mise en ligne et diffusée à l'ensemble des organismes membres du RMT et de leurs réseaux d'appartenance (réseau des chambres d'agriculture, des instituts techniques, des lycées agricoles, des coopératives, etc...) ainsi qu'auprès d'organismes non membres tels que les organismes économiques. L'enquête a été réalisée au cours de l'hiver 2009 - 2010.

## Résultats obtenus

### Un public enquêté diversifié

Une centaine de personnes ont répondu à l'enquête, exerçant des fonctions variées de par leur organisme de provenance : 20% de l'enseignement, 20% des Chambres d'agriculture, 15% de la recherche, 15% des instituts techniques, 10% du négoce et des coopératives, 10% des laboratoires d'analyse, 10% autres (CETA, syndicats interprofessionnels, administration...). Elles sont localisées sur toute la France avec cependant une proportion plus forte dans le Nord et l'Ouest de la France. Elles interviennent pour la plupart (42%) à une échelle départementale (conseillers agricoles, ingénieurs spécialisés et formateurs/enseignants), pour un quart à un niveau régional (ingénieurs régionaux des instituts techniques, ingénieurs et technico-commerciaux du négoce et des coopératives) et pour un tiers d'entre elles à un niveau national (spécialistes, chercheurs, chargés de mission) (Figure 2). Enfin, 17% exercent une responsabilité d'équipe, de laboratoire ou d'exploitation de Lycée agricole.

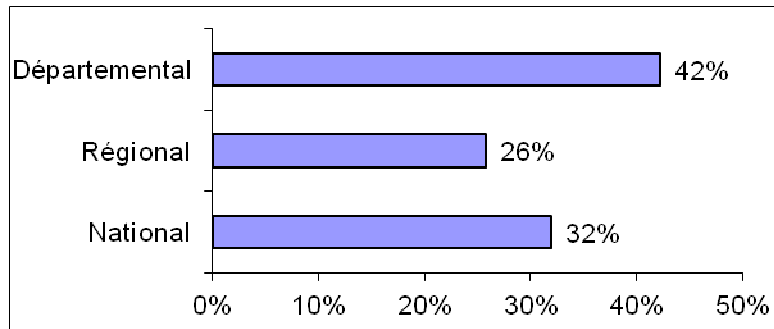


Figure 2 : Niveau d'intervention des personnes ayant répondu à l'enquête

### Quels enjeux prioritaires pour la gestion de la fertilisation ?

Parmi les enjeux agronomiques, environnementaux, économiques, de santé publique... associés à la fertilisation, ceux qui sont cités comme les plus importants sont (i) le besoin de systèmes de cultures plus autonomes et économes en intrants (se basant sur le recyclage des produits résiduels organiques à une échelle locale, la présence de légumineuses dans les systèmes de cultures...) (ii) le maintien de la fertilité des sols et de la production pour nourrir la population et (iii) la préservation de la potabilité de l'eau et de la qualité des écosystèmes aquatiques. Les enjeux environnementaux plus "globaux" (limitation des émissions de gaz à effet de serre ou acidifiants; gestion durable des ressources non renouvelables comme les gisements de roches phosphatées, réduction de la consommation d'énergie nécessaire pour la fabrication des engrais azotés) sont cités avec un degré de priorité un peu moindre (Figure 3).

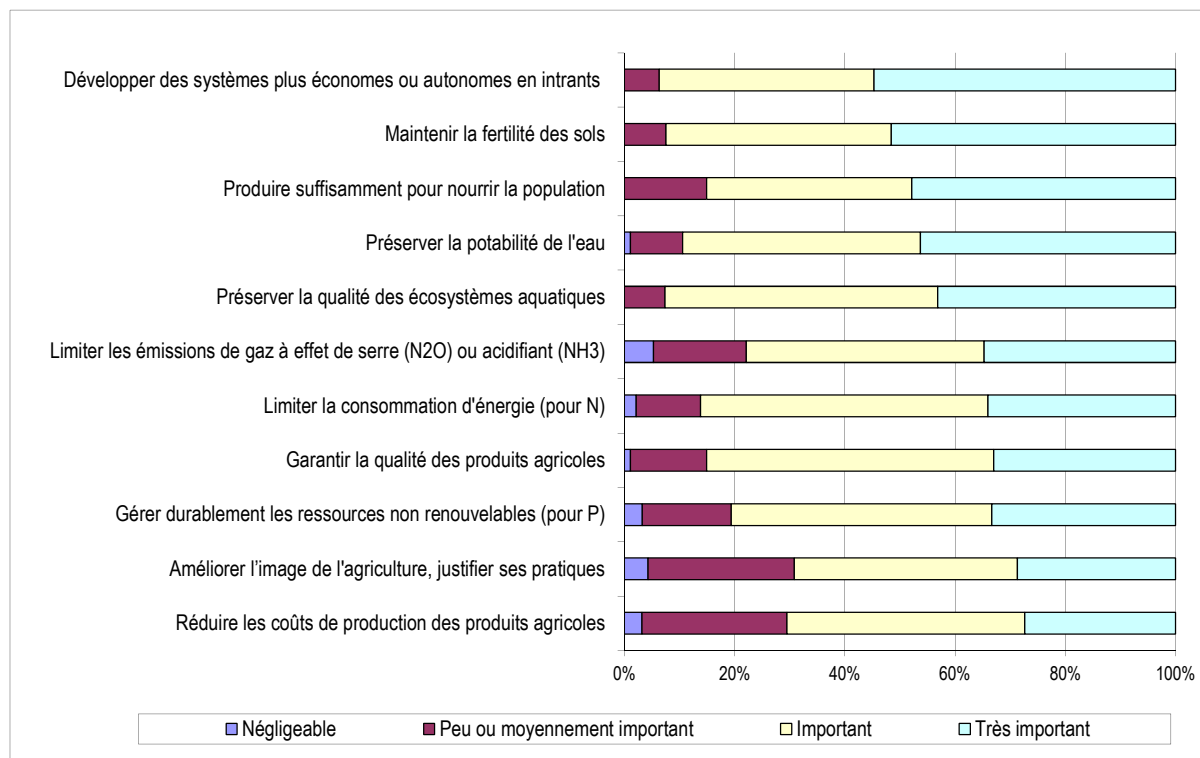


Figure 3 : Enjeux associés à la fertilisation à prendre en compte prioritairement. Chaque enjeu a été classé par 95 personnes dans une catégorie d'importance : négligeable, peu ou moyennement important, important et très important.

D'autres enjeux ont également été cités comme majeurs : (i) le besoin d'une gestion globale et du raisonnement multicritère de la fertilisation à l'échelle de l'itinéraire technique et des systèmes de cultures prenant en compte différents aspects : impacts environnementaux, aspects économiques et

qualité des produits..., (ii) la nécessité d'une approche territoriale de la question, avec le renforcement des liens entre tous les acteurs notamment.

### **Des méthodes/outils en quantité et diversité suffisante mais à harmoniser et améliorer**

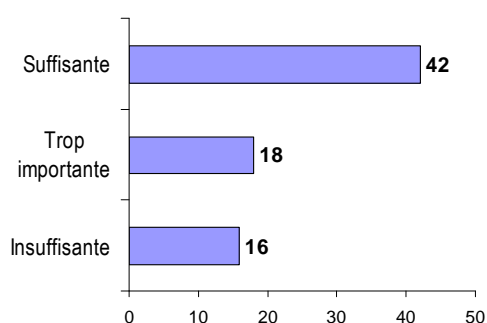
65% des personnes enquêtées utilisent dans le cadre de leur activité une méthode, un outil de calcul et/ou un outil de pilotage de la fertilisation. Si les méthodes de référence citées sont les mêmes pour tous (principalement la méthode du bilan de masse pour l'azote, et les grilles PK du Comifer), les outils de calcul ou de pilotage de la fertilisation utilisés sont très diversifiés : 17 outils de calcul différents et 6 outils de pilotage ont été cités dont la performance a été jugée de manière très variable. Méthodes et outils présentent de nombreux intérêts mais aussi des limites. Le Tableau 1 synthétise les intérêts et limites qui sont cités pour la méthode du bilan de masse en azote et les grilles PK du Comifer : la simplicité, la fiabilité, la reconnaissance nationale, l'utilisation dans de nombreuses situations culturales en sont les principaux intérêts ; a contrario, l'hétérogénéité d'interprétation des grilles PK, la nécessité de références locales ou pour des cultures mineures sont cités également comme limites de ces méthodes. Concernant les outils actuellement utilisés, les principaux intérêts cités sont également la simplicité, la généralité, la fiabilité, l'actualisation des références, une des principales limites est la complexité du moteur et du paramétrage.

**Tableau 1** : Intérêts et limites de deux méthodes de raisonnement de la fertilisation, d'après l'échantillon enquêté

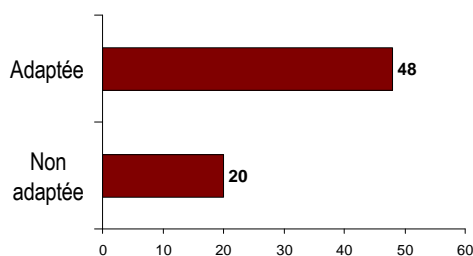
Méthodes	Intérêts	Limites
<b>Comifer PK</b>	<p><b>Concepts simples et vulgarisés</b></p> <p><b>Reconnaissance nationale, consensuelle.</b></p> <p>Pratique, fiable, performante, basée sur de nombreuses références, utilisable en AB</p>	<p><b>Encore sécuritaire</b> : les normes sont supérieures au réel besoin des plantes</p> <p><b>Concepts un peu dépassés</b>, références trop anciennes, actualisation problématique sur les seuils d'entretien et de renfort</p> <p>Complicée dans les faits, <b>interprétation différente</b> des seuils entre organismes</p> <p>Trop ignorée des organismes économiques</p> <p><b>A simplifier pour une vulgarisation plus importante</b></p> <p><b>Adaptée aux grandes cultures seulement</b></p> <p>Pas calée pour tous les types de sol (limons seulement)</p>
<b>Bilan N</b>	<p>Adaptée à une <b>large diversité de situations dont AB.</b></p> <p><b>Simple</b>, pédagogique performante, gratuite, s'appuie sur de nombreuses références</p>	<p>Nécessite des <b>références locales</b> : manque de cohérence avec références nationales</p> <p>Application difficile pour <b>cultures à cycles courts successives</b></p> <p>Manque de références pour <b>cultures mineures</b>, sur la <b>restitution des couverts végétaux</b>, dans les <b>sols sableux</b></p> <p>Grande <b>variabilité des reliquats intra-parcellaires</b></p> <p>Estimation parfois complexe des fournitures du sol en lien avec un contexte climatique variable</p>

Quantitativement l'offre est donc perçue comme suffisante (55% des réponses), voire trop abondante (24%) (Figure 4). C'est plus l'accès aux outils et la communication sur l'offre disponible qui peuvent être lacunaires. L'offre est adaptée aux besoins pour 70% des personnes enquêtées. Les insuffisances les plus souvent évoquées portent sur (i) le manque de transparence des outils (jugés trop « boîtes noires » et/ou « dérivés de complexifications ou de simplifications peu justifiées par la bibliographie » par exemple) ; (ii) le manque de cohérence entre outils (jugés trop peu « intégrés » entre eux) (iii) l'insuffisante prise en compte des produits organiques et/ou des systèmes de culture autres que les grandes cultures (prairies, légumes, etc...). Le besoin d'harmonisation nationale et régionale et de mise en cohérence des différents outils est très fréquemment cité et commenté. De même, pour améliorer la transparence des outils, la distinction entre outils et méthodes avec des méthodes consensuelles qui se déclinent régionalement, est citée comme nécessaire.

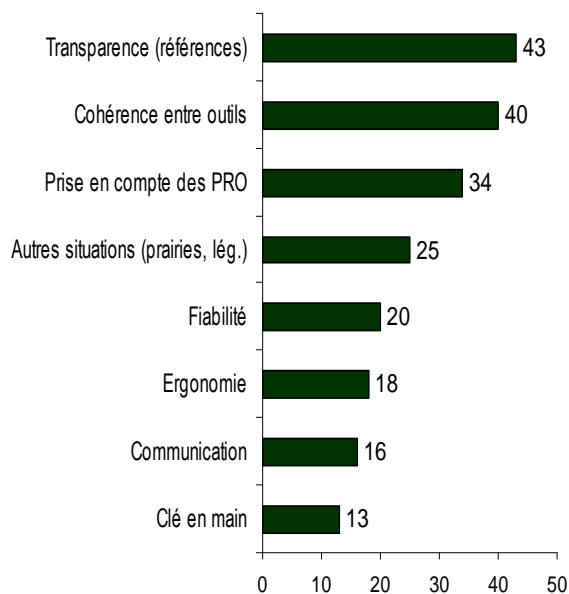
### **L'offre vous paraît-elle suffisante ?**



### **L'offre est-elle adaptée aux besoins ?**



### **Quelles sont les difficultés, les manques ?**



**Figure 4 :** Appréciation sur l'offre en méthodes et outils (en nombre de réponses)

Cependant, l'offre de formation est jugée insuffisante par plus de 50% des personnes enquêtées. En effet, si l'offre disponible est jugée de qualité avec de plus en plus de supports mis en ligne sur internet, certains outils sont estimés trop onéreux pour une utilisation en formation, et l'inexistence ou la méconnaissance de supports pédagogiques stricts et synthétiques (i.e. rassemblant l'ensemble des outils/méthodes nécessaires) est souvent citée.

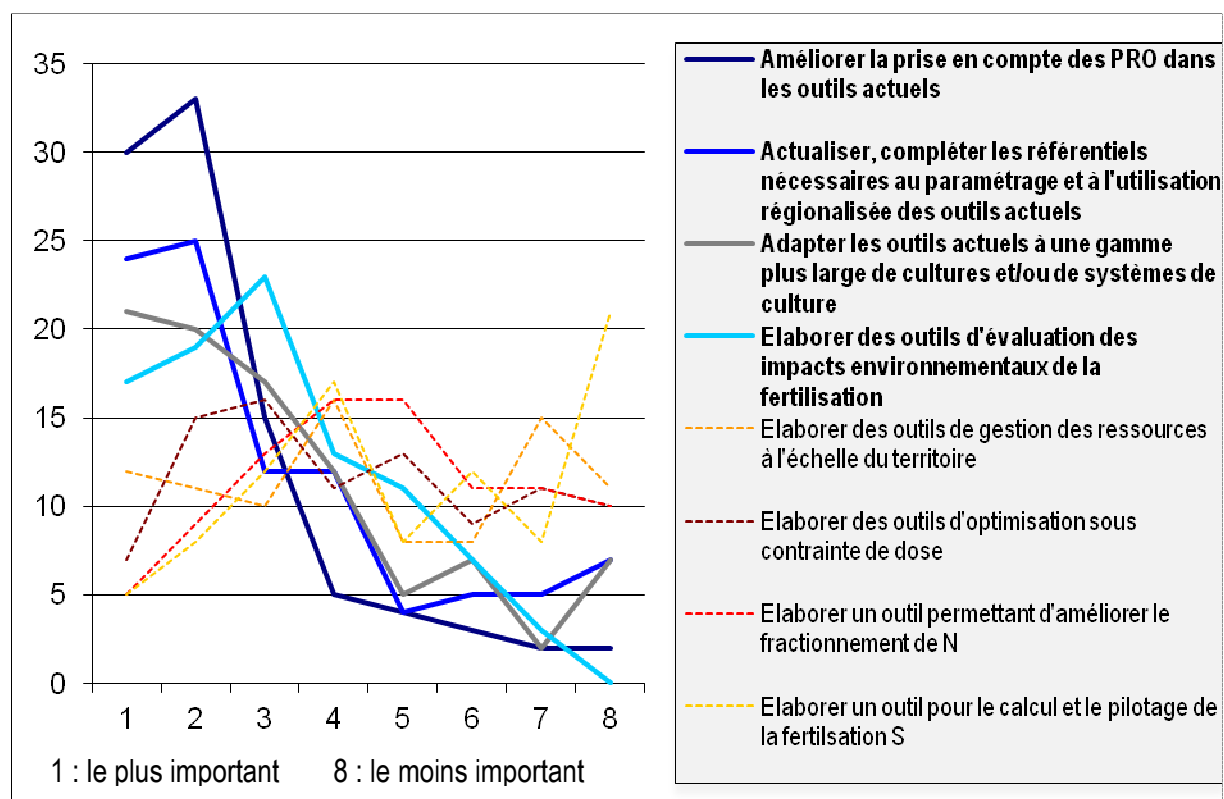
### **Les besoins futurs**

Pour le futur, les propositions d'action considérées comme les plus importantes sont :

- l'adaptation des outils à une gamme plus large de situations : amélioration de la prise en compte des produits organiques ; adaptation à d'autres cultures (cultures pérennes, prairies, cultures énergétiques...) et à des systèmes de culture non conventionnels (les Techniques Culturelles Simplifiées, l'agriculture biologique, cultures intermédiaires piège à nitrates et cultures dérobées, les associations de culture,...) ;
- l'actualisation des référentiels nécessaires au paramétrage et à l'utilisation régionalisée des outils ;
- l'élaboration d'outils d'évaluation des impacts environnementaux liés à l'usage des fertilisants.

Pour cela, les travaux d'approfondissement de certaines connaissances et d'expérimentation ont été considérés comme nécessaires. Par exemple, la variabilité intra et inter parcellaire et les effets des produits organiques sont des questions qui sont souvent citées par les personnes enquêtées.

Les actions d'élaboration d'outils (i) d'optimisation sous contrainte de dose, (ii) permettant d'améliorer le fractionnement de l'azote ou (iii) de pilotage de la fertilisation du Soufre, ou encore (iv) de gestion des ressources à l'échelle du territoire ont été jugées nettement moins prioritaires avec des réponses réparties indifféremment dans les 8 classes d'importance (Figure 5).



**Figure 5 :** Dans quels domaines prioritaires doit porter l'effort d'élaboration ou d'amélioration des méthodes / Outils d'aide à la décision? 8 propositions d'action devaient être classées par ordre de priorité décroissante (de 1 pour l'action la plus importante à mettre en œuvre à 8 pour l'action la moins importante à mettre en œuvre). L'ordonnée indique le nombre de fois où l'action proposée a été classée dans chacune des classes de priorité

A la question ouverte sur les propriétés à rechercher pour ces méthodes/outils, les réponses les plus fréquentes sont d'une part la transparence, avec l'accès possible aux bases de données et un paramétrage facilement adaptable et d'autre part la simplicité d'utilisation par un large public, comprenant d'une part rapidité d'utilisation, ergonomie, convivialité et autonomie pour l'utilisateur et d'autre part des sorties simples, de compréhension facile pour les destinataires finaux, les agriculteurs. De nombreuses réponses portent également sur le consensus, la cohérence et la fiabilité des référentiels d'interprétation avec une validation scientifique et professionnelle ainsi que sur la généralité des outils et la prise en compte de différents enjeux, situations et contraintes culturelles.

### **Les progrès des connaissances à valoriser et les efforts de recherche nécessaires**

Une vingtaine de personnes en particulier les chercheurs ont répondu aux dernières questions portant sur (i) les progrès des connaissances récents ou attendus qui sont susceptibles d'être valorisés pour améliorer les méthodes et outils de diagnostic et de raisonnement de la fertilisation en agriculture, ou pour en créer de nouveaux et (ii) les efforts de recherche pour acquérir les connaissances nécessaires à la réalisation de nouveaux outils. Les progrès des connaissances les plus souvent cités qui sont susceptibles de contribuer à la création de nouveaux outils/méthodes et/ou à l'amélioration de ceux qui existent sont ceux portant sur (i) la fourniture d'azote par le sol et les produits organiques, leur modélisation dynamique, les postes d'émissions gazeuses, (ii) la biodisponibilité du phosphore, (iii) les modalités de prélèvement des éléments minéraux par les plante et sa modélisation (iv) les nouvelles technologies d'analyse et de mesure (télétection, réflectance et fluorescence, méthodes infra-rouges) et (v) les nouvelles technologies d'informations intégratrices combinant des bases de données enrichies par les usagers (comportement des parcelles, performances historiques), des modèles de diagnostic et de conseil et valorisant des données expertes. Parmi les freins à une meilleure valorisation des modèles théoriques produits par la recherche dans l'élaboration d'outils opérationnels, la constitution des référentiels indispensables à leur utilisation dans une large gamme de situations est souvent citée comme un verrou majeur. Il est également noté qu'il y a actuellement un effort important de recherche consacré à l'élaboration d'outils d'évaluation multicritère ex ante des systèmes de cultures mais avec une faible participation d'agronomes spécialistes des problèmes de

fertilisation : des efforts doivent être portés sur la formulation des problèmes et les réponses méthodologiques à apporter (choix et constructions des indicateurs par exemple). Enfin, la gestion des ressources fertilisantes à des échelles supérieures à l'exploitation est aussi un sujet de recherche prioritaire qui a été cité par les personnes enquêtées.

## **Discussion : limites et perspectives**

Une des limites de ce travail est que la population enquêtée n'incluait pas les agriculteurs eux-mêmes, ce qui serait bien sûr souhaitable mais réalisable uniquement dans le cadre d'un projet spécifique dédié. Une autre limite est que malgré une diffusion de l'enquête bien au-delà du périmètre du RMT, on observe dans les réponses obtenues une sur-représentation des organismes membres ou proches du RMT. En corollaire, on observe une sous-représentation des organismes économiques, pourtant sollicités via leur réseau national. Cette enquête a cependant permis de recueillir de nombreuses expressions, riches et diverses qui n'ont pu être retranscrites ici dans leur exhaustivité, ce qui laisse penser que le sujet était à la fois pertinent et loin d'être clos.

Les questions portant sur les enjeux ont montré qu'il y avait bien prise de conscience par tous les acteurs des nouveaux enjeux à prendre en compte, mais le degré d'opérationnalité et de traduction dans les outils/méthodes à concevoir est variable selon les enjeux et les publics concernés. Les enjeux agronomiques (gérer durablement la fertilité des sols, produire suffisamment pour nourrir la population) et les enjeux environnementaux "locaux" (préserver la potabilité de l'eau et la qualité des écosystèmes aquatiques) sont davantage cités que les enjeux environnementaux "globaux" (limiter les émissions de gaz à effet de serre, gérer durablement les ressources non renouvelables). Pourtant ces enjeux globaux vont probablement impacter le contexte réglementaire, les pratiques et les outils pour les accompagner d'une manière croissante. Les chercheurs ont des priorités plutôt stratégiques et sur le moyen et long terme alors que les conseillers de terrain ont des priorités pratiques et opérationnelles (utilisation des outils dans toutes les situations, dans un contexte réglementaire qui évolue vite). L'enquête, et surtout sa confrontation avec les ateliers de réflexion conduits dans le cadre du RMT mais non retranscrits ici, révèlent ainsi des décalages de perception qui sont naturels mais qui doivent donner lieu à débat car elles génèrent des différences sur les priorités à travailler. A titre d'exemple la gestion des ressources en éléments minéraux à l'échelle territoriale est un enjeu probablement majeur pour l'avenir, or l'élaboration d'outils pouvant permettre cela n'a pas été citée comme prioritaire comparée aux actions plus prioritaires telles que l'adaptation des outils actuels à une large gamme de situations (prise en compte des produits organiques, systèmes de cultures...) ou l'élaboration d'outils d'évaluation des impacts environnementaux.

Il ressort de l'enquête que l'offre actuelle des méthodes et outils pour accompagner la fertilisation est suffisante, mais qu'elle doit être améliorée à différents niveaux pour répondre aux besoins à court et moyen terme du terrain. Les demandes les plus souvent exprimées se situent dans la continuité des outils actuels de raisonnement de la fertilisation à l'échelle de la parcelle, avec une demande forte de transparence, de clarification et d'homogénéisation des bases théoriques, d'extension du paramétrage, de simplification de l'usage. Les perspectives de travail sur ces outils pour le court et moyen terme devraient porter sur:

- la clarification des bases théoriques, l'harmonisation, la mise en cohérence des méthodes et outils,
- l'amélioration de la transparence des outils, de l'accès aux référentiels et au paramétrage
- la simplification de l'utilisation des outils et des sorties pour l'agriculteur
- l'adaptation des outils à une large gamme de situations culturales (prise en compte des produits organiques, cultures pérennes, CIPAN, agriculture biologique...)
- la poursuite de l'élaboration d'outils d'évaluation des impacts environnementaux liés à la fertilisation
- l'intégration des nouveaux acquis de la recherche et l'actualisation des référentiels et paramétrages

Les demandes portant sur des méthodes et outils traduisant un changement de paradigme (outils de raisonnement sous contrainte de dose, outils de gestion à des échelles supérieures à la parcelle,...) sont plus rarement exprimées. Quelques pistes de travail sont cependant évoquées:

- Elaboration d'outils de gestion intégrée et multicritère de la fertilisation : approche système de production, prenant en compte différentes contraintes

- Elaboration d'outils de gestion territoriale des ressources

Ces outils devront être à la fois transparents et simples d'utilisation dans toute situation.

Enfin, tous ces travaux ne pourront se faire sans la concertation de l'ensemble des acteurs et la mutualisation des méthodes à une échelle nationale et des outils sur tous leurs aspects (moteur, paramétrage et interface) : une véritable synergie est attendue par tous les acteurs du domaine.

## **Conclusion**

Avec cette enquête dite « prospective », le RMT Fertilisation et Environnement a recueilli une centaine de réponses d'un public diversifié (conseillers, techniciens, enseignants, chercheurs, etc...) sur leur perception de l'évolution des besoins en méthodes, outils et références dans le domaine de la fertilisation dans les 5 à 10 ans à venir. Il ressort que les enjeux qui sont perçus comme prioritaires à prendre en compte sont (i) le développement de systèmes économes et autonomes en intrants (avec le recyclage des produits organiques, l'introduction de légumineuses...) (ii) le maintien de la fertilité des sols et la nécessité de produire suffisamment pour nourrir la population et (iii) la préservation de la potabilité de l'eau et de la qualité des écosystèmes aquatiques. D'autres objectifs sont souvent cités, comme le raisonnement multicritère et l'approche système de la fertilisation, ainsi que la gestion des ressources à l'échelle du territoire mais la traduction opérationnelle de ces derniers dans de nouveaux outils ou méthodes semble moins facile à appréhender. Ainsi, pour le futur, les propositions d'action considérées comme les plus importantes sont (i) l'adaptation des outils à une gamme plus large de situations (produits organiques ; cultures pérennes, Techniques Culturelles Simplifiées, agriculture biologique, CIPAN, associations de culture,...), comprenant l'actualisation des référentiels nécessaires au paramétrage et à l'utilisation régionalisée des outils; (ii) l'élaboration d'outils d'évaluation des impacts environnementaux liés à l'usage des fertilisants. Il est attendu plus de transparence et de cohérence entre outils, et une simplification de leur usage. Pour cela, la clarification des bases théoriques, l'harmonisation des méthodes et des références sont nécessaires. De nombreux progrès de la recherche sont valorisables à court terme pour améliorer les outils, d'autres résultats sont encore à tester et valider, enfin des efforts sont à poursuivre notamment concernant les outils multicritères et les approches intégrées et territoriales. En effet l'approche système de la fertilisation est absolument nécessaire, pour répondre à tous les enjeux agricoles, environnementaux, sociétaux et économiques. Les réseaux tels que le RMT Fertilisation et Environnement et le Comifer peuvent permettre une harmonisation des méthodes, la mutualisation des travaux et la mise en synergie entre tous les acteurs.