

---

**CONCEPTION INNOVANTE D'UNE METHODE DE FERTILISATION AZOTEE :  
ARTICULATION ENTRE DIAGNOSTIC DES USAGES, ATELIERS PARTICIPATIFS  
ET MODELISATION**

Thèse de **Clémence RAVIER**<sup>1</sup>

Analysée par **Jean-Claude GERMON**<sup>2</sup>

Directeur de thèse : Jean-Marc **MEYNARD**, directeur de recherche INRA, chef du département SAD, UMR Agronomie INRA-INA PG

Pour faire face aux différentes formes de pollution azotée de nos milieux aquatiques, et sous pression des réglementations européennes, les Autorités françaises ont été fortement incitées à se donner des moyens de gestion de la fertilisation azotée, compréhensibles et utilisables à des fins réglementaires. La mise en place des GREN (Groupes Régionaux d'Expertise Nitrates) en 2012 a eu pour objectif d'harmoniser à l'échelle du territoire un mode d'évaluation de la fertilisation azotée, basé sur le bilan azoté des cultures, dans le prolongement d'un ensemble de travaux développés à l'INRA et par les instituts techniques depuis une quarantaine d'années. Cette méthode des bilans azotés, proposée initialement comme une méthode de prévision des apports de fertilisants en fonction des besoins des plantes, s'est progressivement transformée en outil pour tenter de limiter les fuites de nitrates vers les eaux de surface et souterraines, en prenant en considération l'ensemble des transformations de l'azote dans les sols cultivés. On connaît actuellement les quantités de fertilisants azotés utilisés en agriculture sur notre territoire et les apports de produits azotés par les produits importés, on sait comment les agriculteurs sont amenés à rendre compte de leurs pratiques en matière de fertilisation, et nous avons connaissance de l'état, préoccupant, de contamination de nos ressources en eau par ces produits azotés. On sait aussi que la gestion de l'azote est la principale source d'émission de gaz à effet de serre par l'agriculture à partir du protoxyde d'azote dérivé de la transformation des nitrates.

La thèse de Clémence Ravier s'inscrit dans ce contexte actuel d'interrogation sur la pertinence des mesures mises en œuvre et sur les démarches à suivre pour parvenir à une gestion de l'azote en agriculture avec une meilleure valorisation par les plantes et par voie de conséquence une limitation des fuites dans l'environnement.

L'approche développée par Clémence Ravier s'appuie au départ sur un travail d'enquête et d'entretiens consécutifs aux discussions qui ont pu avoir lieu dans les différents groupes régionaux d'expertise nitrates pour la définition des applications régionales de la méthode du bilan azoté retenue nationalement comme outil de référence. Cette première approche l'a conduite à mettre en exergue trois points révélateurs de la difficulté à définir les doses à apporter et les risques de fuite qui en découlent: i) l'estimation des objectifs de rendements, et donc des besoins en azote, ou la difficulté pour les agriculteurs de discerner entre espoir et réalité ; ii) les

---

<sup>1</sup> Thèse doctorat de l'Université Paris-Saclay, préparée à AgroParisTech, présentée et soutenue le 10/02/2017 École doctorale n°581 ABIES (Agriculture, alimentation, biologie, environnement et santé) Spécialité Sciences Agronomiques

<sup>2</sup> Directeur de Recherche Honoraire de l'INRA, Membre de l'Académie d'Agriculture de France section 7 « Environnement et territoire »

difficultés de mesure des reliquats azotés disponibles à l'ouverture du bilan, et les incertitudes sur les estimations qui en sont faites ; iii) la difficulté de paramétrer la méthode dans des situations excessivement diversifiées.

Les questionnements tirés de ces premières observations sur cette méthode largement basée sur le fonctionnement des sols et les connaissances acquises dans son équipe d'encadrement l'ont conduite à proposer une « méthode de raisonnement sans objectif de rendement » basée davantage sur le fonctionnement de la plante et tirant partie de deux caractéristiques : i) la souplesse de fonctionnement du blé et sa capacité à supporter un certain déficit azoté et à le compenser dans le temps ; ii) sa capacité à présenter des indices détectables de son état de nutrition permettant de guider la fertilisation tout en évitant de devoir évaluer *a priori* la fourniture par le sol. Le travail expérimental conduit avec deux groupes d'agriculteurs montre à la fois la faisabilité de la méthode mise en œuvre avec eux et l'effet bénéfique obtenu avec une réduction significative de la dose de fertilisant apporté pour une même production. Il est à noter que le gain obtenu dans les situations présentées est de l'ordre de grandeur de la marge de manœuvre qu'essaient de se garder les professionnels dans les discussions menées au sein des GREN autour de la méthode du bilan azoté.

La suite du travail vise à conforter la méthode proposée par diverses approches. Une compilation des résultats expérimentaux d'une base de données sur le suivi de la nutrition azotée lui permet de suivre l'évolution de l'indice de nutrition azotée dans différentes conditions de fourniture d'azote. Elle montre ainsi que le blé peut tolérer des conditions de carence dans ses phases précoces de développement et que leur intensité doit diminuer au cours du cycle pour ne pas pénaliser la production.

Par une approche analogue sur une série de données expérimentales régionales, elle teste une approche de définition de règles de décisions définies à l'aide du modèle Azodyn qui lui permet de vérifier la compatibilité des apports avec la dynamique de développement et les besoins de la végétation évalués par le suivi de l'indice de nutrition azotée. La dernière partie porte sur la possibilité de prédiction de l'indice de nutrition azoté à partir d'une estimation de la teneur en chlorophylle des feuilles : l'analyse réalisée montre que ce point demeure encore l'objet de travaux.

La thèse de Clémence Ravier ne règle pas les difficultés de gestion de la fertilisation azotée : elle constitue cependant dans le cas présent une avancée intéressante. Elle souligne tout d'abord des insuffisances de la méthode du bilan azoté et met le doigt sur des dérives auxquelles une application biaisée peut conduire. Elle aurait pu souligner d'autres points de faiblesse, mais tel n'était pas l'objectif de ce travail. Elle fait cependant œuvre utile en soulignant la nécessité de ne pas s'enfermer dans une approche monodirectionnelle et en cherchant surtout à mieux utiliser le comportement de la plante comme indicateur de la nutrition azotée. On retrouve ici la nécessité d'une démarche de diagnostic, visuelle au premier abord, et complétée par des indicateurs physiologiques. Elle met fortement l'accent sur la nécessité d'associer les agriculteurs à cette démarche de diagnostic, « parce qu'ils ont souvent de bonnes raisons de faire ce qu'ils font » (Sebillote) : ce travail en lien direct avec des agriculteurs, et démontrant avec eux la possibilité d'une réduction des apports tout en demeurant attentive aux contraintes rencontrées par ces derniers dans la mise en application de la méthode proposée, est l'un des éléments marquants de ce travail.

La réalisation de cette thèse est une forme de challenge dans la mesure où elle démontre une diversité d'approches possibles dans la résolution d'un problème complexe et la nécessité de poursuivre l'exploration de ces différentes voies. Cet important travail et les éléments qui en sont tirés incitent à recommander son auteur pour une reconnaissance par l'Académie d'Agriculture.