



HAL
open science

La mise en pratique de la méthode APPI-N : quelles conséquences sur les apprentissages chez les agriculteurs ?

Pierre Lebreton

► To cite this version:

Pierre Lebreton. La mise en pratique de la méthode APPI-N : quelles conséquences sur les apprentissages chez les agriculteurs ?. Sciences du Vivant [q-bio]. 2019. dumas-02368610

HAL Id: dumas-02368610

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-02368610v1>

Submitted on 18 Nov 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

AGROCAMPUS
OUEST



CFR Angers CFR Rennes

Année universitaire : 2018-2019

Master Biologie, Agrosociétés

Parcours Amélioration, Production,
Valorisation du végétal

Option : Fonctionnement et gestion des
écosystème

Rapport de stage

- d'Ingénieur de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage
- de Master de l'Institut Supérieur des Sciences agronomiques, agroalimentaires, horticoles et du paysage
- d'un autre établissement (étudiant arrivé en M2)

La mise en pratique de la méthode APPI-N : quelles conséquences sur les apprentissages chez les agriculteurs?

Par : Pierre LEBRETON

Soutenu à Rennes

le 27/06/2019

Devant le jury composé de :

Président : Edith Lecadre

Maître de stage : Lorène Prost

Enseignant référent : Matthieu Carof

Autres membres du jury (Rapporteur) :

Virginie Parnaudeau

Les analyses et les conclusions de ce travail d'étudiant n'engagent que la responsabilité de son auteur et non celles d'AGROCAMPUS OUEST et l'université de Rennes 1

Ce document est soumis aux conditions d'utilisation

« Paternité-Pas d'Utilisation Commerciale-Pas de Modification 4.0 France »

disponible en ligne <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.fr>



Remerciement

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué au bon déroulement de mon stage et à la rédaction de ce mémoire de fin d'étude.

Deux personnes à qui je dois vraiment beaucoup sont Lorène Prost et Marianne Cerf. Ce sont les deux maîtres de stages qui m'ont encadré pendant ces 6 derniers mois et qui ont accepté de me prendre en stage.

Elles m'ont permis à découvrir un domaine qu'est la sociologie que je ne connaissais absolument pas avant le début de ce stage. Elles m'ont aidées à construire le dispositif que j'ai mis en place cette année pour la collecte des données, à la préparation et à l'animation la réunion de fin de campagne. Et je dois les remercier mille fois pour le soutien qu'elles m'ont données et l'implication qu'elles ont fournie pour me permettre de rendre ce mémoire en travaillant entre autre le Week-end.

Je remercie également ma mère, Annie Lebreton, qui m'a soutenue dans les moments difficiles et qui a su me redonner de la motivation dans certains moments de découragement.

Merci beaucoup à vous tous !

Sommaire

A. Introduction	1
1. Raisonner la fertilisation azotée du blé : des enjeux sur les méthodes	1
1.1. La méthode du bilan : fondement et enjeux actuels	1
1.2. Remise en question d'un raisonnement basé sur l'objectif de rendement et la méthode du bilan	2
1.3. Méthode APPI-N : une nouvelle méthode pour raisonner la fertilisation azotée du blé	3
1.4. Conception de la méthode : de l'idée à la mise en test d'un prototype pour le co-développement de la méthode et de ses usages	4
2. Problématique et objectif du stage	5
2.1. Caractériser les apprentissages des agriculteurs et des conseillers	6
2.2. Objectif du stage	7
2.3. Pistes d'exploration : de nouveaux repères et modalités d'action, des nouvelles représentations de l'apport et de la dynamique de l'azote dans la plante	8
B. Matériel et méthodes :	8
1. Les acteurs cibles de l'étude : modalités de choix, échantillonnage	9
1.1. Les conseillers – animateurs	9
1.2. Les agriculteurs	9
2. Le dispositif de suivi	9
2.1. Les différentes méthodes mobilisées	9
2.2. Un dispositif de suivi organisé temporellement	10
3. Analyse des données	11
3.1. Analyse des trajectoires d'apprentissage des agriculteurs engendrées par l'utilisation de la méthode	11
3.2. Analyse de la relation entre la diversité des contextes d'usage et des trajectoires d'apprentissages individuels	12
C. Résultats et Discussion	12
1. Quelle diversité des situations d'apprentissage ?	12
2. Une diversité de trajectoires d'apprentissages individuels	13
2.1. Comparaison des apprentissages engendrés par APPI-N selon les niveaux de Bateson ...	19
2.2. Comparaison des processus d'apprentissage facilités par APPI-N	22
3. Lien des apprentissages captés avec la diversité des contextes	24
4. Critique et limites de l'analyse réalisée	25
D. Conclusions et Perspectives :	25
1. Recommandations par rapport à la méthode AppiN	26
2. Recommandations par rapport à la méthode de suivi des apprentissages engendrés par Appi.	27
Bibliographie :	29
Annexes :	31

A. Introduction

Les méthodes de raisonnement de la fertilisation du blé occupent aujourd'hui une place importante dans le monde agricole. La notion de raisonnement de la fertilisation se fait jour par la mise au point de la méthode du bilan par Hébert en 1969. Mais celle-ci passe lors de sa publication, relativement inaperçue. Ce n'est qu'en 1980 que la prise en conscience d'un lien entre les problèmes de qualité de l'eau et de l'utilisation des engrais azotés a lieu grâce au rapport Hénin. Cela conduit au lancement d'une expertise nationale sur les pratiques agricoles permettant de réduire la pollution de l'eau par les nitrates. Dans le même temps est créé le COMIFER afin d'éclaircir les débats autour de la fertilisation azotée. De là, émerge le concept de « fertilisation raisonnée » visant l'apport d'un complément en azote de ce que peut fournir le sol pour satisfaire les besoins d'un peuplement en vue d'atteindre les objectifs de production visés. Le but est de respecter cet équilibre pour limiter les pertes vers l'environnement (COMIFER, 2013).

1. Raisonner la fertilisation azotée du blé : des enjeux sur les méthodes

Le raisonnement de la fertilisation azotée du blé est complexe car il combine des dimensions techniques, économiques et environnementales (COMIFER, 2013).

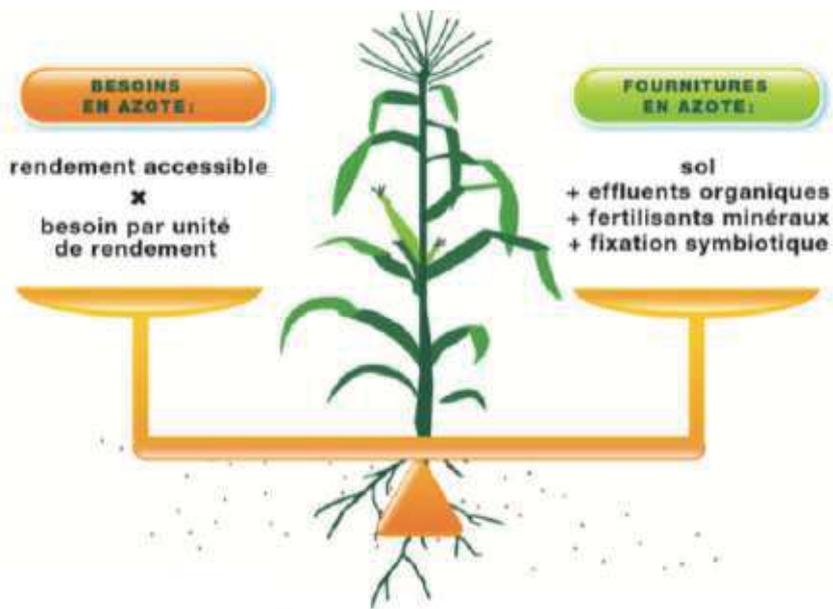
Tout d'abord, l'azote est l'un des principaux facteurs de production des cultures comme le blé : lorsque l'azote fourni par le sol et la dose d'azote apporté ne sont pas suffisants, le rendement et/ou la qualité (taux de protéine) peuvent en être fortement amoindris/réduits. Un des enjeux de la fertilisation azotée est donc d'estimer au mieux la fourniture d'azote par le sol pour déterminer la quantité d'azote à apporter.

L'utilisation d'engrais minéraux, synthétisés à partir de l'azote présent dans l'atmosphère transformé en ammoniac, est très consommatrice d'énergie fossile (gaz naturel) et indirectement responsable de 60 à 70% de l'énergie consommée dans l'itinéraire technique des grandes cultures (COMIFER, 2013). Ainsi le coût de production des engrais doit pousser les acteurs à limiter leur utilisation et donc à améliorer la gestion de l'azote apporté aux cultures par le raisonnement de cette fertilisation azotée.

Enfin un enjeu du raisonnement de la fertilisation azotée est de limiter les pertes d'azote dans l'environnement : pertes dans l'eau par la lixiviation des nitrates présents dans le sol ou issus de la minéralisation de matière organique, entraînant des problèmes d'eutrophisation des nappes phréatiques, des cours d'eau et donc de la qualité des eaux ; pertes dans l'air, au moment des apports d'engrais organiques ou minéraux, sous forme d'ammoniac qui est un précurseur de particules fines dangereuses pour la santé. Enfin, dans le cycle de l'azote, certains composés comme le protoxyde d'azote sont émis. Celui-ci est un GES ayant un très fort impact sur le changement climatique.

1.1. La méthode du bilan : fondement et enjeux actuels

Le raisonnement de la fertilisation du blé selon la méthode du bilan consiste à ajuster les apports d'azote (minéral ou organique) pour répondre aux besoins de la culture et atteindre un objectif de production en prenant en compte les autres fournitures d'azote du sol (COMIFER, 2013). La dose à apporter est calculée par une différence entre le besoin d'une culture en azote pour arriver à son objectif de rendement et la fourniture du sol. Cette dose calculée sert à la maîtrise technico-économique de la production mais aussi doit permettre de limiter les problèmes de transfert d'azote dans l'environnement.



Source: UNIFA

Figure 1: Equation simplifiée de la méthode du bilan

La méthode du bilan prévisionnel permet de calculer la quantité d'azote total à apporter en fonction de différents paramètres liés au sol, au climat, aux précédents culturaux, aux précédents apports, aux types d'apports et enfin aux besoins de la plante (Figure 1). Cette méthode a été élaborée par Hébert en 1969 puis reprise par Rémy & Hébert en 1974. Elle a continué d'évoluer au cours des 40 années suivantes, étant améliorée dans son paramétrage (composition des termes de l'équation et la manière de les estimer), adaptée aux nouvelles connaissances issues de la recherche fondamentale et à la diversité des situations agronomiques dans lesquelles elle est utilisée.

Cette méthode s'est construite pour assurer une nutrition azotée non-limitante tout au long du cycle de culture et se base sur la définition d'un objectif de rendement pour calculer la dose totale à apporter. Cette dose est habituellement fractionnée en 3 apports pour optimiser l'absorption par la plante et limiter les pertes : un premier pour le tallage, un deuxième pour la croissance de la plante en biomasse (nombre d'épi au m²), et enfin, un troisième pour le nombre de grains par épi (Demotes-Mainard et al. 1999) et le taux de protéines. Elle est adoptée en France comme outil réglementaire depuis 2011. Le gouvernement a ensuite lancé l'homogénéisation régionale des références utilisées pour le paramétrage et la mise en œuvre de la méthode.

1.2. Remise en question d'un raisonnement basé sur l'objectif de rendement et la méthode du bilan

Basés sur l'analyse des points de débat qui ressortent des arrêtés préfectoraux (de 2012 et mis à jour en 2013), des rapports du GREN (Groupes Régionaux d'Expertise « Nitrates ») et de l'avis de certains experts sur le paramétrage de l'équation de la méthode du bilan, les travaux réalisés par Ravier et al. (2015) ont révélé des points de controverse concernant celle-ci.

Tout d'abord, sur la manière de calculer l'objectif de rendement : la Directive Nitrate fixe la règle nationale de ce calcul comme la moyenne des rendements réalisés sur l'exploitation (culture ou prairie) au cours des 5 dernières années pour des conditions comparables de sol, en excluant les valeurs maximale et minimale (Arrêté du 19 décembre 2011). Cette règle présente des risques : de ne pas atteindre les potentialités de la parcelle, le risque d'une nutrition azotée insuffisante pour atteindre la teneur en protéine fixée par les exigences du marché ou encore d'une sur-fertilisation (Ravier et al. 2016). Il y a donc une source d'erreur liée au concept d'objectif de rendement dans le calcul des doses d'engrais (Ravier et al. 2016).

Ensuite, la mesure du RSH (Reliquat Sortie Hiver : paramètre utilisé dans le calcul) est entachée d'incertitudes liées à la qualité du prélèvement et à l'interprétation de l'analyse de sa valeur. La perception des utilisateurs de la mesure entraîne des corrections arbitraires telles que le fait de ne pas prendre en compte les valeurs du RSH si elles sont supérieures à 70 kg/ha. Il y a donc une source de doute sur la validité de l'estimation de la quantité d'azote minéral dans le sol par le RSH.

Enfin, le dernier point de controverse abordé par l'article de Ravier et al. (2016) résulte de la tension entre « standardisation de l'estimation de la dose totale » et « adaptation de la fertilisation aux spécificités de chaque situation agricole ». En effet, la volonté de standardiser la méthode par la réglementation tout en l'ajustant à la diversité des situations agricoles

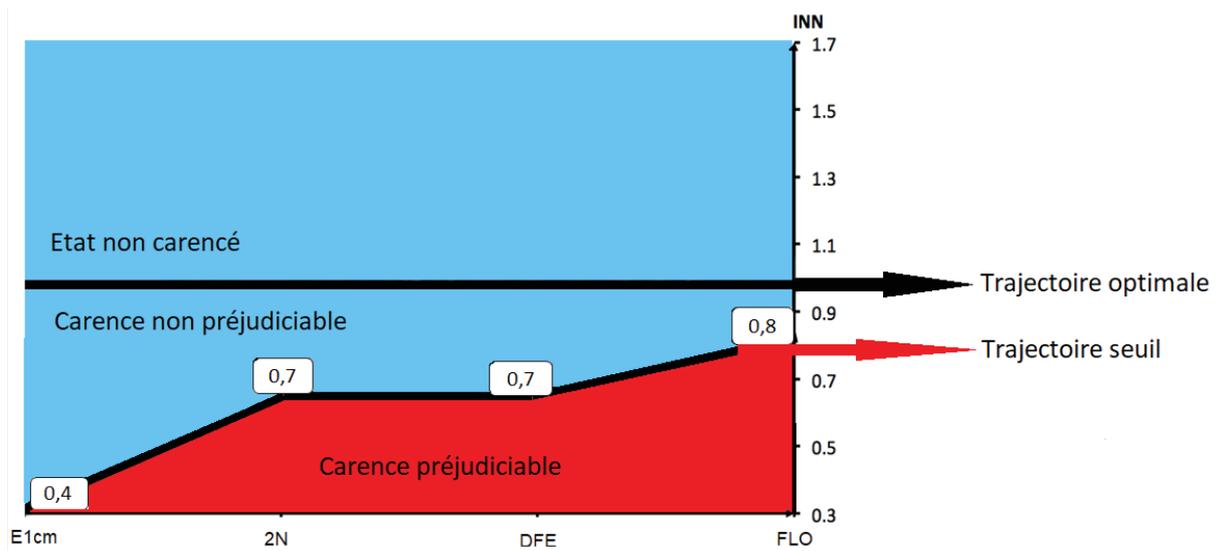


Figure 2 : Représentation de la trajectoire optimale d'INN (avec carence non tolérable) et la trajectoire d'INN seuil de carence tolérable au cours du temps avec en ordonnée l'INN et en abscisse les différents stades de culture à Epi 1 centimètre (E1cm) puis le stade deux nœuds (2N), le stade de la dernière feuille épiée et enfin le stade de la floraison (FLO).

régionales conduit à limiter finalement les travaux sur les raisonnements alternatifs locaux de la fertilisation et semble être un frein à l'innovation dans la recherche et les pratiques agricoles (Ravier et al., 2016).

1.3. Méthode APPI-N : une nouvelle méthode pour raisonner la fertilisation azotée du blé

Les conclusions de Ravier et al. (2016) montrent que malgré le consensus autour de la méthode du bilan, il est important d'améliorer le raisonnement de la fertilisation par la conception d'outils et de méthodes innovants pouvant remettre en cause les principes fondamentaux des modèles actuels. C'est sur cette base que la méthode APPI-N a été développée par l'INRA à partir de la thèse de Clémence Ravier (2017).

A l'inverse de la méthode du bilan, la méthode APPI-N ne fixe pas d'objectif de rendement et ne s'appuie pas sur la mesure du reliquat de sortie hiver. Elle est fondée sur le suivi régulier de l'état de nutrition azotée du couvert entre la sortie de l'hiver et la floraison. L'objectif est alors d'adapter la dose à apporter au cours du cycle en fonction des conditions climatiques et des besoins de la culture. Cet état est évalué par l'INN (Indicateur de Nutrition Azotée) correspondant au rapport entre la teneur en azote totale des parties aériennes et la teneur critique en azote (Lemaire, Gastal, 1997). L'INN permet de suivre si le couvert est en carence azotée ou pas et si cette carence est préjudiciable au rendement ou à la qualité du blé d'autre part. En effet, les travaux de Jeuffroy et al. (2013) et la thèse de Clémence Ravier (2017) ont montré que les carences n'étaient pas systématiquement préjudiciables au rendement chez le blé ni à la teneur en protéine des grains. De fait, les carences précoces même avec un INN à 0,4 s'avèrent non préjudiciables, comme le montre la trajectoire d'INN avec carence tolérable pour le blé d'hiver nommé trajectoire seuil, construite par Clémence Ravier (2017) lors de sa thèse (Figure 2) à partir de 63 combinaisons site-année en France. De plus, l'étude du CAU (Coefficient Apparent d'Utilisation)¹ par Limaux (2001) atteste que ce coefficient est très corrélé à la vitesse de croissance de la plante. Ainsi, retarder l'apport d'azote permet qu'accroître son utilisation par la plante grâce à un CAU plus élevé car lié positivement à une vitesse de croissance qui augmente avec le temps.

A la différence de la méthode du bilan prévisionnel, qui fixe la dose à apporter pour garantir à la culture une croissance sans carence, la méthode APPI-N vise à fixer les doses à apporter pour éviter celles préjudiciables au rendement. Pour cela, on maintient l'INN au-dessus de ce que Ravier (2017) a appelé « la trajectoire seuil », définie comme la trajectoire de nutrition azotée minimale avec carences tolérables sans pénalité sur le rendement. Ainsi grâce à un suivi régulier de l'INN du couvert, il est possible d'ajuster les apports pour être toujours au-dessus de la trajectoire seuil, donc éviter les pertes de rendement et de qualité des grains tout en réduisant les pertes d'azote dans l'environnement et en satisfaisant les besoins en azote (diminution des besoins du blé de 3 à 2.7 kg par quintal de grain produit soit 20 à 30 unités d'azote par hectare, Jeuffroy et al., 2013, Ravier et al., 2017). Le suivi de l'INN est effectué grâce à la pince N-Tester®. Cet outil permet d'estimer par transmittance, la teneur en chlorophylle d'une feuille, celle-ci étant corrélée à la teneur en azote des parties aériennes de la plante (Vaughan et al., 1990; Fox et al., 1994; Lopez-Bellido et al., 2004) et donc indirectement donne un état de nutrition azotée de la plante au moment de la mesure.

¹ Le CAU correspond à la fraction d'azote total d'un fertilisant absorbé par la plante (Schvartz et al., 2005). C'est donc un indicateur de l'efficacité des apports.

Afin de calculer les doses à apporter en fonction de l'INN estimé, le modèle Azodyn a été utilisé pour faire des simulations. Ainsi, des abaques spécifiques sont développés pour proposer une dose d'apport préconisée en fonction de la date dans le cycle, de l'INN mesuré et de l'analyse fréquentielle du climat local en particulier vis-à-vis du risque de sécheresse. La dose préconisée est calculée pour fournir de l'azote à la culture en maintenant l'INN au-dessus de la trajectoire seuil jusqu'aux prochains jours favorables à la valorisation de l'azote apporté. Cette notion de jour favorable est centrale dans l'utilisation de la méthode : elle découle des connaissances sur l'influence des conditions climatiques sur l'absorption de l'azote par la culture et la volatilisation de l'ammoniac (Holcomb et al. 2011). En effet, en fonction de l'humidité du sol et des précipitations après l'apport, les pertes par volatilisation d'ammoniac peuvent être limitées de manière significative s'il y a eu au moins 10 mm d'eau. De même, un sol humide pendant l'apport (Campbell et al. 1995) et une pluie après celui-ci (Powlson et al. 1992) permettent de maximiser sa valorisation par la culture. Ainsi donc, les règles de la méthode définissent la notion de jour favorable comme : un jour où le total des pluies annoncées dans les trois suivants est supérieur à 10 mm ou si le sol est suffisamment humide i.e. si les précipitations des 5 derniers jours ont été supérieures à l'évapotranspiration du couvert.

1.4. Conception de la méthode : de l'idée à la mise en test d'un prototype pour le co-développement de la méthode et de ses usages

En annexe 1, est présentée la manière le protocole d'application et de mise en place de la méthode APPI-N. Elle est issue d'un travail de conception innovante (Agogué et al. 2014). Par un diagnostic des usages, les éléments potentiellement utiles pour déclencher des explorations ont été identifiés en pointant les limites de la méthode du bilan : ambiguïté sur l'objectif de rendement et mise en cause de la fiabilité de l'analyse de sol pour estimer le RSH. Après présentation des résultats du diagnostic et de nouvelles connaissances non utilisées par la méthode du bilan, des ateliers de conception ont été organisés, regroupant des chercheurs et des ingénieurs et conseillers travaillant quotidiennement sur des thèmes liés à la gestion de l'azote. Ces ateliers ont été organisés selon la démarche « KCP » sur la base de la théorie C-K (Hatchuel & Weil, 2009) pour favoriser l'exploration collective de champs d'innovation en limitant les effets de fixation en conception (Le Masson, Hatchuel & Weil, 2011). Ensuite, un prototype a été formalisé qui utilise le modèle Azodyn pour fixer les règles de décision permettant la mise en œuvre de la méthode, et mettre en discussion la nature des informations nécessaires pour ne déclencher des apports que lorsqu'il y a un risque que l'INN passe sous la trajectoire seuil d'INN. Enfin, le prototype a été testé en situations d'usage pour avoir le point de vue des utilisateurs, agriculteurs et conseillers, sur l'outil.

Le premier test du prototype en situations d'usage a eu lieu en 2018 auprès de 2 groupes de 10 agriculteurs localisés sur 2 régions différentes. Il a permis d'identifier les forces, les faiblesses ainsi que les usages non prévus de la méthode par les agriculteurs (suivi de la dynamique de nutrition de la culture et de la fourniture du sol par exemple). Une des conclusions formulées par les agriculteurs de ce premier test était l'intérêt de la méthode pour apprendre et progresser dans leurs pratiques et leur compréhension des dynamiques de l'azote. De plus, l'application de cette méthode a généralement permis de réduire la dose totale apportée et de retarder les apports en comparaison aux dates classiques et ce sans perte de rendement, ni baisse de la teneur en azote des grains.

Afin d'assurer le déploiement de la méthode, un réseau d'essais a été lancé cette année en collaboration entre les chercheurs, les conseillers et les agriculteurs. Le but est d'élargir le test de la méthode à une davantage de situations agronomiques et d'usage et d'approfondir les points mis en avant en 2018. Il s'agit sur le plan agronomique d'évaluer les performances et d'adapter la méthode à une large gamme de situations agricoles : adapter les abaques, estimer les impacts à des échelles larges (AAC- aire d'alimentation de captage- et France) et de tester de nouveaux capteurs pour l'estimation de l'INN (N-Terster®, satellite Sentinel). Sur le plan des situations d'usage, les développeurs de la méthode veulent explorer ce que l'introduction d'un nouvel outil de raisonnement de la fertilisation basé sur un changement de paradigme (manières d'anticiper et de décider les apports) implique comme apprentissages pour les agriculteurs et modifie dans les interactions entre agriculteurs et conseillers ou animateurs (en particulier ceux des aires d'alimentation de captages, AAC).

Une absence de financement pour le lancement du réseau de test de la méthode cette année a eu pour conséquence de devoir s'adapter au mieux aux contraintes des conseillers suivis pour ne pas leur imposer une trop grosse charge de travail supplémentaire. Un des avantages de cette absence de financement est que les conseillers qui sont cette année dans ce réseau sont intéressés par ce que propose la méthode, tout comme les agriculteurs chez qui les essais se déroulent. Cela a donc facilité les dialogues entre les différents acteurs impliqués dans le projet. Mais cela a tout de même limité le temps dont chacun disposait pour s'impliquer dans le travail sur la méthode.

2. Problématique et objectif du stage

Le test en situations d'usage fait par Clémence Ravier (2017) l'a conduite à pointer la dynamique d'apprentissage autour de cette méthode. L'utilisation d'un indicateur comme l'INN et des pinces N-tester® a incité les agriculteurs à se poser des questions en comparant des mesures faites sur les parcelles conduites avec la méthode de fertilisation habituelle et celles de la bande test non fertilisée. Ces questionnements ont concerné la valorisation de l'azote apporté mais aussi leur propre stratégie de fertilisation et la façon de l'adapter sur toute la parcelle l'année suivante pour éviter les apports mal valorisés. Au-delà, les développeurs de la méthode font l'hypothèse que le changement de paradigme pour raisonner la fertilisation tel qu'il est proposé par la méthode APPI-N crée de nouvelles situations de travail, de nouvelles réflexions dans les pratiques de fertilisation et donc de nouveaux comportements et pratiques: nouveaux repères pour décider, acceptation des carences, etc. Dans le cadre de la suite du travail de conception de la méthode APPI-N, encore aujourd'hui à l'état de prototype, il leur apparaît nécessaire d'étudier l'appropriation de celle-ci par les conseillers et les agriculteurs, du fait des nouveaux repères et des nouvelles expériences que sa mise en œuvre va entraîner. Plus précisément, ils souhaitent identifier la façon dont cette méthode peut soutenir des apprentissages des agriculteurs et des conseillers et la façon dont elle s'adapte à leurs propres conditions d'exercice de leur activité.

C'est pourquoi l'étude des apprentissages est primordiale dans le cadre du développement de la méthode afin d'évaluer sa capacité à les favoriser et d'identifier les points sur lesquels il y en a eu et ceux où il n'y en a pas, et ce dans les conditions réelles de sa mise en œuvre. Il s'agit aussi d'identifier les freins à la mise en œuvre adéquate de la méthode, c'est-à-dire dans le domaine de validité qui lui est rattaché actuellement. Enfin, il s'agit d'explorer les voies d'amélioration de la méthode pour la suite en vue de renforcer son appropriation, sa pertinence

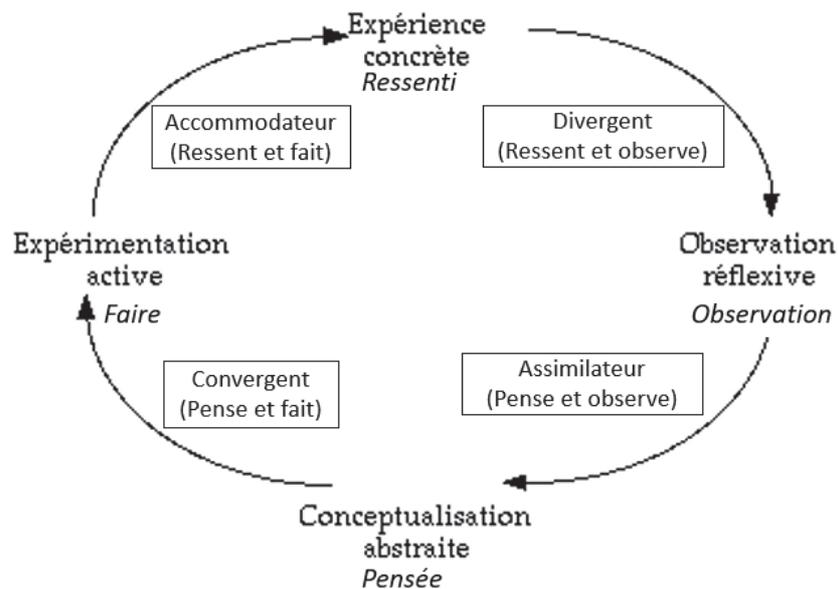


Figure 3: Le cycle d'apprentissage de Kolb (D'après Kolb, 1984)

Tableau 1 : Résumé des différents types d'apprenants définis par Kolb (1976)

Les types d'apprenants	Définitions
Divergent	Préférence pour l'expérimentation et la réflexion sur celle-ci. Il apprécie d'apprendre par l'expérience, il est intéressé par les gens et tend à être imaginatif et suivre ses intuitions.
Assimilateur	Préférence pour l'observation réflexive de l'expérience et sa conceptualisation (réflexion sur des éléments abstraits issue des observations). Il aime créer des modèles théoriques et est plus intéressé par les idées et les concepts abstraits que par les personnes.
Convergent	Préférence pour la conceptualisation et l'émission d'hypothèses. Il apprécie la résolution de problème et les applications pratiques d'idées et préfère les tâches techniques aux relations interpersonnelles
Accommodateur	Préférence pour l'émission d'hypothèse et l'expérimentation de cette hypothèse, il utilise la méthode essais-erreur pour résoudre un problème plutôt que suivre un plan. Il est à l'aise avec les autres.

pour développer des apprentissages sur le cycle de l'azote dans la plante et le sol et la façon dont cela peut impacter la gestion de celui-ci et le raisonnement de la fertilisation.

2.1. Caractériser les apprentissages des agriculteurs et des conseillers

En psychologie, la notion d'apprentissage renvoie à toute modification stable, attribuable à l'expérience du sujet, des comportements ou des activités psychologiques par un processus d'acquisition des automatismes sensorimoteurs ou psychiques (Chantre, 2011). L'intérêt de cette définition est de pouvoir inclure dans la notion apprentissage à la fois « le résultat de celui-ci, le changement de comportement ou de connaissance, et le processus de ce changement » (Chantre, 2011)

Pour étudier les apprentissages permis par la méthode, différents cadres théoriques issues des sciences humaines et sociales peuvent être mobilisés. D'après le travail de synthèse des différentes théories existantes produit par Chantre (2011) durant sa thèse et après avoir défini les caractéristiques des sujets et du contexte d'étude, trois cadres théoriques ont été mobilisés : celui de l'apprentissage expérientiel de Kolb (1984), de l'apprentissage situé (Lave, 1988) et des niveaux d'apprentissage de Bateson (1972). Les deux premiers vont me permettre d'appréhender le processus d'apprentissage et le dernier les évolutions dans le contenu des apprentissages.

2.1.1. Les processus d'apprentissage

Un processus expérientiel ...

La première théorie concerne plus particulièrement l'apprentissage au niveau individuel tel qu'énoncé par Kolb (1984) : l'apprentissage expérientiel. Kolb (ibid.) s'intéresse à la façon dont les individus acquièrent une capacité à mettre en œuvre de nouvelles pratiques en relation avec l'acquisition de nouvelles perceptions, connaissances, compétences. Cette théorie divise le cycle de l'apprentissage en 4 étapes : (1) L'expérience concrète, (2) l'observation réflexive, (3) la conceptualisation abstraite et (4) l'expérimentation active. Cette dernière peut alors enclencher un nouveau cycle (Figure 3). Ainsi, comme le dit Chantre (2011) « à partir d'une expérience concrète du monde sensible, la personne se livre à une observation réflexive sur cette expérience, ce qui la conduit à la conceptualisation abstraite (que l'on peut voir comme une réorganisation de ses représentations), génératrice de nouvelles hypothèses qui seront testées au cours d'une phase d'expérimentation active, source d'une nouvelle expérience concrète qui boucle ainsi le cycle » (Chantre, 2011). Kolb (1984.) considère que l'apprentissage est complet quand il y a franchissement des 4 étapes et définit différents types d'apprenants (Tableau 1) selon le style d'apprentissage qu'ils préfèrent. Il distingue ceux-ci en fonction de l'étape du cycle pour laquelle ils sont les plus performants.

Je mobilise cette approche pour étudier les processus d'apprentissage en jeu lors de la mise en œuvre de la méthode. En effet, étant donné la remise en question de la méthode du bilan à laquelle les agriculteurs sont habitués, de nouvelles expériences vont être vécues par les agriculteurs par l'application de la méthode APPI-N. Comment s'opère cette nouvelle expérience pour eux et en quoi est-elle susceptible de transformer l'expérience antérieure en changeant les paradigmes, les indicateurs et les raisonnements sur lesquels les agriculteurs s'appuyaient jusqu'ici pour conduire leur fertilisation ? En quoi cela les incitera à entrer éventuellement dans une expérimentation active au-delà de ce qu'ils auront testé cette année.

Tableau 2 : Différents types de niveaux d'apprentissage (d'après Bateson, 1980)

Niveaux d'apprentissage	Définition
Niveau zéro	Simple réaction à un stimulus (pas d'apprentissage)
Niveau un	Changement de réponse au stimulus par rapport au contexte et entraînant une réaction différente du niveau zéro. Contextualisation du stimulus.
Niveau deux	« Changement correcteur dans le système d'ensemble de possibilités dans lequel s'effectue le choix » autrement dit généralisation des nouveaux éléments permettant de faire le choix.

... Soutenu par un collectif & situé dans un environnement

Le second cadre met l'accent sur l'influence du contexte, de l'environnement et des interactions sociales sur l'apprentissage : la théorie de l'apprentissage situé/contextualisé (Lave, 1988). Dans ce cadre, « la cognition ne réside pas dans la tête de l'individu, sous la forme de connaissances abstraites qui sont « transportées » d'une situation à l'autre mais dans l'interaction entre une personne et les autres personnes qui l'entourent, les objets, et les outils qui se trouvent dans son environnement ainsi que les pratiques sociales développées au sein de sa culture » (Basque, 2004). Autrement dit, dans notre étude, la cognition se trouve dans l'interaction entre les agriculteurs et leurs pairs, avec les conseillers et les outils qu'ils ont à leur disposition pour la pratique de la fertilisation (ici la méthode APPI-N). Cela nous permet de considérer que si les apprentissages se construisent autour de l'expérience d'utilisation de la méthode par les agriculteurs eux-mêmes et stabilisent des savoirs pour les agriculteurs, ils se réalisent aussi par les interactions avec leurs conseillers et leur situation de travail. Ainsi, cette théorie permet de questionner les types d'engagements sociaux qui créent un contexte favorable aux apprentissages ce qui nous permettra d'étudier en quoi les différentes modalités de mise en test de la méthode influent sur les apprentissages et d'en tirer des enseignements sur la façon dont la méthode et sa mise à disposition pourrait évoluer pour soutenir au mieux les apprentissages.

2.1.2. Les contenus des apprentissages

Le dernier axe d'étude concerne le contenu des apprentissages, autrement dit les changements que la méthode peut provoquer chez les agriculteurs dans leurs raisonnements de la fertilisation, leurs connaissances sur le cycle de l'azote et les modes opératoires touchant à la méthode elle-même. Nous distinguerons le contenu selon ces trois aspects (raisonnement, connaissance, mode opératoire) et nous mobiliserons les travaux de Bateson (1980) pour caractériser le type de changement qui s'opère. Bateson (1980) propose une mise en ordre hiérarchique des phénomènes d'apprentissages par la distinction de niveaux d'apprentissages (Tableau 2).

2.2. Objectif du stage

Je reformule donc la problématique posée par les chercheurs en mobilisant les cadres théoriques proposés ci-dessus. Il s'agit de caractériser les apprentissages liés à l'usage de la méthode APPI-N et à l'expérience de son test tout en cherchant à préciser la façon dont le contexte et les interactions entre les acteurs influencent aussi ces apprentissages. Il s'agit également, dans la mesure du possible, de saisir comment la méthode et les apprentissages qu'elle engendre influencent la relation d'interaction entre conseiller et agriculteur.

Le travail de stage s'est focalisé sur les enjeux d'apprentissage liés à la découverte et mise en œuvre de la méthode. L'objectif de mon travail a été de mettre au point un dispositif de suivi des apprentissages des agriculteurs afin d'analyser la capacité de la méthode à favoriser l'apprentissage des agriculteurs et en particulier lors de sa mise en œuvre dans le cadre du test de la méthode APPI-N. Il s'est attaché à caractériser les situations ou contextes d'apprentissage des agriculteurs, en précisant leur relation à leur conseiller, ce que le conseiller a fait pour le test de la méthode ou encore leur contexte propre.

Cette question des apprentissages a été abordée à travers 2 axes d'étude. Le premier vise à identifier les apprentissages en termes de contenus, que ceux-ci touchent à l'utilisation de la méthode en elle-même (utilisation de la pince, de l'abaque), au raisonnement la fertilisation et aux connaissances sur l'azote ; il vise aussi à caractériser les processus d'apprentissage associés à la mise en œuvre et au test de la méthode. Le second vise à relier ces contenus et ces processus à la diversité des situations d'apprentissages observées. Je discuterai alors de la pertinence et les limites des cadres théoriques mobilisés et de l'analyse effectuée pour répondre à l'objectif du stage et à la demande des chercheurs. Je conclurai sur des possibilités d'amélioration : (i) de la méthode APPI-N afin de mieux favoriser des apprentissages et (ii) du dispositif de suivi et d'analyse des apprentissages afin de mieux répondre à l'ensemble des objectifs qui avaient été formulés.

2.3. Pistes d'exploration : de nouveaux repères et modalités d'action, des nouvelles représentations de l'apport et de la dynamique de l'azote dans la plante

En l'absence de connaissances préalables bien établies, l'étude que j'ai réalisée vise avant tout à explorer les possibilités d'apprentissages induites par le test et la méthode APPI-N, ainsi que l'influence des situations dans lesquelles ils prennent place. Cette exploration doit aider à formuler des hypothèses plus précises pour la suite du test de la méthode et l'étude des apprentissages. Les propositions qui suivent restent donc assez générales et seront précisées par l'étude que je réalise. Ainsi donc je pars de l'hypothèse que les cadres théoriques mobilisés et le dispositif de suivi que j'ai mis en place me permettront d'analyser les données recueillies de façon à mieux expliciter ce qui peut être appris comme la façon dont cela est appris et les éléments contextuels qui peuvent influencer sur ces apprentissages.

Pour cela, je m'attacherai à appréhender la façon dont les interactions des agriculteurs entre eux et avec leur(s) conseiller(s) facilitent les apprentissages et je focaliserai mon attention sur la façon dont le test contribue à susciter les apprentissages sur le changement de paradigme sur lequel se base APPI-N, changement qui paraît essentiel aux concepteurs de la méthode pour que cette dernière soit utilisée de façon adéquate. Les apprentissages pourraient porter sur la manière dont les agriculteurs se représentent la dynamique de l'azote et sur leur raisonnement de la fertilisation. Plusieurs points de la méthode devraient permettre de faire évoluer les agriculteurs sur les deux aspects cités précédemment. Ces points sont :

- ➔ Le suivi dynamique de l'INN,
- ➔ Le fait que des carences puissent être tolérées,
- ➔ Le déclenchement de la fertilisation selon l'abaque de la méthode et la notion de jour favorable.

B. Matériel et méthodes :

Un dispositif a été mis en place pour la campagne 2018-2019 par les concepteurs de la méthode pour tester la méthode sur une diversité de situations. Le dispositif est mis en place avec des mesures demandées aux conseillers pour répondre à ces préoccupations agronomiques, mais aussi pour permettre l'appropriation de la méthode par des conseillers et des agriculteurs et capter ce que le test provoque sur le plan des apprentissages et révèle comme difficultés. L'annexe 2 présente le dispositif complet et met en lumière la partie du dispositif dans laquelle nous situons notre propre recueil de données.

1. Les acteurs cibles de l'étude : modalités de choix, échantillonnage

Le test de la méthode implique différents types d'acteurs : les agriculteurs qui utilisent la méthode, les conseillers qui accompagnent les agriculteurs dans ce test et les scientifiques qui ont conçu la méthode et encadrant le test. Pour les besoins de l'étude et le temps imparti relativement court (4 mois de test de février à fin mai), ce sont les 2 premiers types d'acteurs qui ont été mobilisés : les agriculteurs et les conseillers.

1.1. Les conseillers – animateurs

Le projet APPI-N n'étant pas financé, cela a restreint la diversité de l'échantillonnage des conseillers/animateurs et par conséquent des agriculteurs suivis cette année. En effet, c'est sur la base du volontariat que les conseillers ont été recrutés. En fonction de leur attrait dans le test de la méthode pour l'étude de la capitalisation des apprentissages permis par APPI-N, un premier tri a été fait. Parmi ceux intéressés par ce aspect, ce sont les conseillers avec qui le lancement du suivi a été une réussite cette année (entretiens réguliers, récupération de suivis des mesures et/ou des échanges, ...) qui ont été sélectionnés. Ces conseillers ont donc accepté de passer un peu de temps à échanger sur le test et à produire des documents pour le suivi.

Trois conseillers chacun associés à des numéros de 1 à 3 sont présentés ici par soucis de temps, sur un corpus de 7 conseillers avec qui le suivi a été mis en place.

1.2. Les agriculteurs

Les agriculteurs suivis cette année ont été sélectionnés selon leurs motivations à faire ce suivi sur les apprentissages. Ils sont tous accompagnés par des conseillers également suivis.

Il y a six agriculteurs en suivi approfondi des trajectoires individuelles d'apprentissage. Les agriculteurs ont été associés à un numéro correspondant au numéro du conseiller qui l'accompagne et à une lettre permettant de différencier les agriculteurs suivis par le même conseiller. Un seul agriculteur est suivi par le conseiller 1, deux par le 2 et trois par le 3. Seule six agriculteurs sont présentés ici, par manque de temps, sur un corpus de 9 agriculteur au totale dont le suivi a été approfondi.

Codage des agriculteurs : 1A ; 2A, 2B ; 3A, 3B, 3C.

2. Le dispositif de suivi

Le dispositif de suivi qui a été mis en place a pour but de capter les changements dans les connaissances de la dynamique de l'azote, le raisonnement de la fertilisation et l'utilisation de la méthode chez les agriculteurs ainsi que si possible les changements dans les relations entre conseillers et agriculteurs.

Ce dispositif a également servi à pouvoir caractériser les personnes (agriculteur et conseiller) et les contextes dans lesquels ils évoluent lors du test de la méthode.

2.1. Les différentes méthodes mobilisées.

Afin de pouvoir capter ces éléments au cours du test de la méthode APPI-N, différentes méthodes ont été mise en œuvre : entretiens téléphoniques, fichiers de suivi et réunions. L'intérêt de ces différentes méthodes est de pouvoir récolter différents types d'informations.

Il a tout d'abord été décidé d'effectuer le suivi par des entretiens téléphoniques réguliers avec les conseillers/animateurs comme les agriculteurs. Du fait du temps de suivi relativement court, seuls 2 entretiens téléphoniques ont été faits pour chacun des agriculteurs et conseiller/animateur suivi. Cela doit permettre de capter ce qui a été fait récemment en lien avec l'utilisation d'APPI-N : réaction, observation, réflexion, choix. Lors du premier entretien avec les agriculteurs (Point Zéro), j'ai opté pour une démarche d'entretien compréhensif pour accéder à leurs connaissances sur l'azote, leur raisonnement et leurs pratiques de la fertilisation. Le but de ce type d'entretien est de pouvoir d'accéder au point de vue que la personne adopte pour parler de ce qu'elle fait, et comment elle exprime cela avec ses propres termes. Ce type d'entretien a été choisi car moins rigide que les entretiens semi-directifs (Fugier, 2010) afin de permettre une meilleure exploration des pratiques et des éléments qui entourent sa manière de faire la fertilisation. Cette posture vis-à-vis de l'interviewé implique de s'approcher du cadre d'une conversation, d'une improvisation réglée par les pistes d'exploration que l'interviewer veut aborder avec l'interviewé et non par une liste de questions formatées. Ainsi donc c'est une adaptation constante des questions et relances qui a été faite pour chacun des entretiens avec les agriculteurs au Point Zéro. Concernant l'entretien du Point Final, le but a été de questionner les agriculteurs afin d'avoir capté l'expérience vécus avec Appi-N (les ressentis, leurs observations, les remarques, les idées) et de questionner ce qu'ils ont fait cette année sur les autres parcelles afin de creuser ce qui avait pu changer. L'approche adoptée a été la même que pour le Point Zéro.

Afin de pouvoir suivre de manière plus précise les choix faits sur la bande test (la méthode APPI-N n'est mise en œuvre que sur une bande chez chacun des agriculteurs), un fichier de suivi de mesures a été mis en place pour chaque agriculteur. Le suivi est réalisé directement par les conseillers qui nous l'ont adressé à l'issue de la période de mesures. Dans le but de récolter un maximum d'informations sur les modalités d'interactions entre le conseiller/animateur et l'agriculture, il a été proposé aux conseillers/animateurs de remplir, tout au long du test, un fichier de suivi des échanges avec les agriculteurs qu'ils accompagnent. Il n'y avait pas d'obligation afin d'être sûr que ceux qui se proposent le fasse réellement : un seul conseiller a été partant pour effectuer ce travail.

Enfin, des réunions organisées, soit par les chercheurs, soit par les conseillers/animateurs ont été enregistrées et utilisées afin de capter d'autres informations sur les questionnements, les avis et difficultés d'APPI-N. En particulier, j'ai organisé moi-même une réunion « bilan » avec les conseillers/animateurs pour échanger sur les premières analyses que j'avais faites et sur leur propre vécu à ce stade (fin mai) du test de la méthode.

2.2. Un dispositif de suivi organisé temporellement

Tout d'abord, la méthode APPI-N a été présentée le 11 janvier 2019 aux conseillers qui étaient intéressés de la tester lors d'une réunion organisée par les chercheurs. Ma présence à cette réunion m'a permis de capter les questionnements des conseillers et réactions des chercheurs et ainsi de nourrir une première analyse des réflexions faites par les conseillers sur APPI-N. Cette réunion a été l'occasion de recenser ceux qui était intéressés pour faire le suivi des apprentissages. La vidéo de la présentation par les chercheurs, et l'analyse faite ont été envoyées aux conseillers afin qu'ils puissent se préparer pour les réunions de présentation de la méthode à leurs agriculteurs.

Tableau 3 : Dates des entretiens point zéro (P0) et des entretiens point Final (PF) pour les agriculteurs

	1A	2A	2B	3A	3B	3C
P0	15/03	19/03	20/03	15/03	16/04	25/04
PF	13/05	15/05	13/05	14/05	16/05	17/05
Temps de décalage (en jour)	59	57	54	60	30	23

Tableau 4 : Dates des entretiens point 1 (P1) et des entretiens point 2 (P2) avec les conseillers

	1	2	3
P1	13/03	18/03	25/03
P2	10/04	05/04	26/04

Une première phase de prise de contact avec les conseiller/animateurs a permis de discuter avec eux des possibilités de mise en place du suivi des apprentissages, du nombre d'agriculteurs potentiellement intéressés et des modalités de mise en place des entretiens avec eux et les agriculteurs. Une première grille de recueil d'informations (Annexe 3) leur a été transmise afin d'avoir des informations contextuelles et les 1^{ères} réactions au test, des conseillers eux-mêmes et des agriculteurs qu'ils suivent. Cela aussi permis de définir les premiers axes d'exploration pour la mise au point du dispositif de suivi des apprentissages.

Ensuite a débuté le dispositif de suivi des apprentissages avec les agriculteurs et les conseillers. La synthèse des dates d'entretiens avec agriculteurs et des entretiens avec conseillers sont respectivement dans les Tableau 2 et Tableau 3. Un premier entretien a été organisé avec les conseillers pour compléter ou préciser les informations des grilles de recueil envoyées précédemment (P1). Il a aussi permis de capter les premières réactions des agriculteurs et des conseillers aux premières mesures ou apports sur la bande APPI-N, les difficultés qui se sont présentées. Lors de ce point, il leur a été proposé de choisir des agriculteurs qui seraient intéressés pour faire des entretiens. Par la suite un entretien point zéro (P0) avec les agriculteurs a été programmé pour explorer leurs raisonnements de la fertilisation et leurs connaissances sur la dynamique de l'azote dans le sol. Un second entretien a été réalisé avec les conseillers (P2) afin de compléter les informations fournies par les agriculteurs suivis et de continuer le recueil d'informations sur le test d'APPI-N comme lors du 1^{er} entretien. Enfin un entretien point final (PF) a été organisé avec les agriculteurs afin de récolter leurs retours, leurs réflexions sur APPI-N et de capter les changements induits par APPI-N sur leurs manières de raisonner la fertilisation et sur leurs connaissances concernant la dynamique de l'azote (semaine du 13 au 17 mai). Enfin, vers la fin de la campagne de fertilisation, le 28 mai, une réunion a été proposée aux conseillers/animateurs afin de pouvoir avoir un retour plus fin sur l'expérience vécue cette année, pour les faire discuter entre eux de cette expérience et enfin explorer les possibilités d'amélioration d'APPI-N et du dispositif de suivi.

3. Analyse des données

3.1. Analyse des trajectoires d'apprentissage des agriculteurs engendrées par l'utilisation de la méthode

Les évolutions captées et engendrées par la méthode ont été étudiées selon 3 dimensions : l'utilisation de la méthode (mise en œuvre opérationnelle de la méthode), les raisonnements (réflexion sur les choix que fait prendre APPI-N) et les connaissances sur l'absorption et la dynamique de l'azote (principes qui fondent la méthode et accès à des informations sur la dynamique grâce à la méthode). L'annexe 4 présente les données concernées pour chaque agriculteur. Ensuite, les évolutions sont analysées en mobilisant les cadres théoriques présentés pour tracer des trajectoires individuelles d'apprentissages des agriculteurs (niveau logique pour qualifier les changements dans les contenus d'apprentissage, étapes du processus expérientiel pour les processus). Pour finir, j'ai mis en regard les différents agriculteurs pour caractériser la diversité selon ces deux points de vue (contenus, processus) afin de préciser les éléments de la méthode qui impactait ces apprentissages.

Tableau 5 : Eléments de contexte relatifs aux conseillers

	1	2	3
Rôle	Animateur AAC	Animateur AAC	Animatrice AAC
Volonté de l'accompagnement	Questionnement des pratiques et des raisonnements	Autonomie des agriculteurs (guidage pour 2B et un autre conseiller fait le suivi pour 2A)	Questionnement et soumission de pistes d'évolution
Motivation à tester APPI-N	Diminution des doses (enjeux sur la qualité de l'eau) Entrée pour discuter des systèmes Outil qui fédère le groupe	Nouvelle méthode Meilleur ajustement des doses par rapport aux besoins de la plante (limitation des pertes)	Pas de motivation initialement (prédécesseur qui avait lancé le projet)

Tableau 6 : Eléments de contexte liés aux dispositifs mis en place par les conseillers

	1A	2A	2B	3A-B-C
Présentation d'APPI-N	En groupe	Rendez-vous individuel		En groupe
Support utilisé	Diaporama inspiré de celui présenté à la réunion de présentation, démonstration de l'utilisation de la pince, débat et échanges sur la méthode	Diaporama imprimé		Diaporama
Modalité d'accompagnement	Suivi individuel et en groupe (réunion/tour de plaine)	Suivi individuel (suivi plus léger)	Suivi individuel	Suivi individuel et en groupe (réunion)
Dispositif de suivi	Fichier de suivi des mesures et des apports + suivi des échanges	Fichier de suivi des mesures et des apports	Fichier de suivi des mesures et des apports	Fichier de suivi des mesures et des apports
Méthode d'accompagnement du test	Autonomie des agriculteurs dans le test (appel pour prendre des nouvelles du test)	Il ne fait que les apports quand cela lui ai dit (un autre conseiller qui le suit)	Agriculteur fait le pinçage et l'apport. Conseiller fait le ratio, utilise l'abaque et dit quand faire l'apport.	Autonomie des agriculteurs dans le test
Disponibilité de la pince	2 pinces pour 8 agriculteurs	Pas lui qui fait les mesures	A une pince à disposition	3 pinces pour 7 agriculteurs

3.2. Analyse de la relation entre la diversité des contextes d'usage et des trajectoires d'apprentissages individuels

Cette caractérisation des apprentissages a ensuite été mise en lien avec la diversité des contextes dans lesquels ils se placent : dispositif de suivi mis en place par le conseiller, motivations à faire le test des agriculteurs, présence dans un collectif. Le but était ici de voir s'il était possible d'identifier des contextes plus favorables à certains apprentissages que d'autres.

C. Résultats et Discussion

1. Quelle diversité des situations d'apprentissage ?

Les situations d'apprentissage correspondent aux contextes dans lesquels prennent place les potentiels apprentissages pendant le test d'APPI-N autrement dit l'environnement et le collectif dans lequel l'agriculteur se situe lors du test : le contexte du conseiller qui fait le suivi (Tableau 5), le contexte lié au dispositif mis en place par le conseiller (Tableau 6) et le contexte de l'agriculteur (Tableau 7). Seule la partie des données potentiellement utiles pour la mise en lien avec les contenus des apprentissages (utilisation de la méthode, raisonnement de la fertilisation et connaissance sur l'azote) et le processus des ceux-ci a été mobilisée ici.

Tout d'abord le contexte relatif au conseiller. Tous les agriculteurs ont été suivis par des animateurs au sein d'Aires d'Alimentation de Captage (AAC). Ils sont en relation avec ces animateurs lors de réunions, tours de plaines et expérimentations organisées pour sensibiliser les agriculteurs à l'effet de leurs activités agricoles sur la qualité de l'eau. La volonté d'accompagner des agriculteurs dans le test de la méthode APPI-N est de deux ordres. Pour deux animateurs (1,3) l'enjeu est de questionner les pratiques et les raisonnements des agriculteurs tandis que pour l'animateur 2, l'enjeu est que agriculteurs deviennent autonomes dans leur raisonnement de la fertilisation. Enfin leurs motivations propres à l'égard de l'usage d'APPI-N sont différentes, même si en lien avec leur rôle d'animateur de captage (1 et 2). Ils voient une possibilité de réduire les pertes azotées, l'un grâce à un meilleur ajustement des apports aux besoins de la plante (2), l'autre en pointant une possible diminution des doses (1). De plus pour ces deux conseillers, les motivations à tester APPI-N étaient pour l'un, un moyen de faire découvrir et de tester une nouvelle méthode aux agriculteurs (2) et pour l'autre, un moyen de pouvoir fédérer un groupe autour d'un projet mais aussi de faire entrer la notion de système dans les échanges entre eux (1). Enfin le dernier conseiller (3), lui n'avait pas de motivation initialement à s'intéresser à la méthode sinon la curiosité.

Ensuite la diversité des dispositifs mis en place pour le test de la méthode et son suivi par les conseillers pour les agriculteurs. L'approche adoptée par les animateurs pour la présentation d'APPI-N et de son test a été différente entre celui (2) qui a fait un rendez-vous individuel avec un diaporama imprimé pour les deux agriculteurs qu'il suit (2A et 2B) et les deux autres qui ont fait des réunions en groupe (1 et 3) ce qui s'explique par un nombre d'agriculteurs suivis plus important. En lien avec le nombre d'agriculteurs suivis, les modalités d'accompagnement n'ont pas été les mêmes : un suivi uniquement individuel a été fait par un des animateurs (2) et un suivi individuel complété de réunions a été fait par les deux autres (1 et 3). Pour le dispositif de suivi mis en place tous ont fait un fichier de suivi des mesures (créé par eux ou fourni par moi) et un seul a été motivé pour remplir le fichier de suivi des échanges avec les agriculteurs que j'avais fourni (1). Concernant la méthode d'accompagnement des agriculteurs, les animateurs ont adopté une démarche différente.

Tableau 7 : Eléments de contexte relatifs aux agriculteurs

	1A	2A	2B	3A	3B	3C
Présence sur une AAC	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui
Type d'exploitation	Polyculture élevage	Céréalière	Polyculture élevage	Grande culture	Grande culture	Grande culture
Type de fertilisant utilisé	Effluent d'élevage et engrais minéral (liquide)	Engrais minéral (solide et liquide)	Effluent d'élevage Engrais minéral (solide)	Engrais minéral (solide)	Azote liquide	Azote liquide et solide (selon la météo)
Enjeux fertilisation	Rendement	Protéine	Rendement	Rendement + Protéine	Rendement + Protéine	Rendement + protéine
Type d'indicateur utilisé pour la fertilisation	Stade de culture Météo	Météo (forme d'engrais)	Stade de culture Météo	Stade de culture Météo (fév et mars)	Stade de culture Météo	Stade de culture Météo
Utilisation OAD	Non	Pince N-testeur ®(3 ^{ème} apport)	Non	Pince N-testeur ®(3 ^{ème} apport)	Farmstar®	Pince N-testeur ®(3 ^{ème} apport)
Particularité de l'exploitation	Non	Non	Non	Irrigation à partir de début avril Terre sableuse	Techniques culturales simplifiées	Certaines parcelles très éloigné
Test d'APPI-N avant 2019	Non	Non	Non mais suivi INN bande zéro N	Non	Non	Non
Motivation à tester APPI-N	Pas convaincu OAD farmstar ® Retardement du 1 ^{er} apport Economie d'N Meilleure valorisation par les cultures	Optimisation du taux de protéine	En quête de nouvelle méthode (présence sur une AAC), Savoir comment réagit la plante à l'engrais	Retardement du 1 ^{er} apport, Suivi dynamique de N et apport selon les conditions climatiques Economie d'N	Pilotage de la fertilisation en fonction des besoins, suivi dynamique des besoins	Apport en fonction des conditions climatiques et des besoins du blé

L'animateur 1 a préféré les laisser expérimenter la méthode tout en réalisant des appels assez réguliers, le conseiller 3 en a fait de même mais pas forcément de manière régulière. Enfin pour les agriculteurs 2A et 2B (suivi par 2) : pour 2A le test était suivi par un autre conseiller qui faisait les mesures et lui disait quand aller apporter (il ne faisait donc que cela dans le test) alors que 2B faisait les pinçages et les apports selon les instructions du conseiller (2) qui réalisait le ratio et utilisait les abaques pour déterminer les doses. Enfin un dernier élément de contexte inhérent au dispositif mis en œuvre pour le test est la disponibilité de la pince dont dépend la méthode. Seul deux pinces étaient disponibles pour huit agriculteurs suivis pour l'agriculteur 1A, trois pour sept agriculteurs pour 3A, 3B et 3C. Pour les autres, 2A n'avait pas de pince et 2B en avait une pour lui.

Pour les éléments de contexte des agriculteurs eux-mêmes, une diversité et des points communs ont pu être observés. Tout d'abord, seul 1A n'est pas sur une AAC. Ensuite deux agriculteurs sont en polyculture-élevage et ont la possibilité de faire des apports sous forme organique à la différence des autres qui sont céréalier pour l'un d'eux (2A) ou en grande culture plus diversifiée (3A, 3B et 3C). Néanmoins tous utilisent de l'azote minéral, que ce soit sous forme uniquement liquide (1A et 3B), solide (2B et 3A) ou les deux (2A et 3C). Les enjeux de la fertilisation pour ces agriculteurs sont avant tout qualitatif et quantitatif (3A, 3B et 3C) mais certains se concentrent sur le quantitatif (1A et 3B) et pour d'autres sur le qualitatif (2A). Il semble que tous, au début du processus de test, déclenchent leurs apports à la fois en fonction du stade de culture et de la météo hormis l'agriculteur 2A pour qui c'est seulement la météo. Pour le raisonnement de la fertilisation, 4 agriculteurs utilisent des OAD (Outils d'Aide à la Décision) soit Farmstar® (3B) soit la pince N-testeur® avant le test d'APPI-N (2A, 3A et 3C). Enfin concernant leur attrait pour la méthode, aucun agriculteur n'avait déjà fait le test. Néanmoins 2B avait fait le suivi d'une bande zéro azote avec son conseiller et avait utilisé la pince l'année dernière. Enfin leurs motivations à faire le test étaient très diverses et reposent sur ce que propose de faire APPI-N : le retardement de la date du premier apport et les économies d'azote pour 1A et 2B ; une meilleure valorisation des apports, selon les besoins du blé pour 3A, 3B et 3C et selon les conditions climatiques pour 3C ; une optimisation du taux de protéines pour 2A ; un moyen de voir comment réagit la plante à l'engrais et de tester une nouvelle méthode pour 2B ou encore de suivre la dynamique de l'azote en plus pour 3A.

L'ensemble de ces éléments sera mis en regard des trajectoires d'apprentissage pour éclairer la façon dont ils ont pu les influencer.

2. Une diversité de trajectoires d'apprentissages individuels

Tout d'abord, nous avons résumé les diverses trajectoires des agriculteurs durant leurs tests de la méthode pour chacun des 6 agriculteurs suivis (Annexe 4). Pour chaque agriculteur, nous présentons les apprentissages relatifs à la méthode (i), puis au raisonnement de la fertilisation azotée (ii) et à ses connaissances sur l'azote (iii), puis nous décrivons le processus d'apprentissage par lequel l'agriculteur semble être passé (iv).

Pour l'agriculteur 1A :

(i) Concernant la méthode, l'agriculteur n'a eu qu'une fois l'occasion de pincer, d'avoir une mesure et d'utiliser les abaques. Sur le plan des niveaux logiques de Bateson, il n'y a pas de changement observé (**niveau 0** : simple réception du stimulus). En effet, il n'a pas évoqué ce qu'il a compris des conditions d'usage de la pince ni des conséquences de cet usage pour lui s'il devait généraliser la mesure à son exploitation. Ainsi donc, il n'a fait que recevoir un nouveau stimulus qui n'a pas induit de réflexion sur ce qu'il a fait au niveau opératoire pour décider sa fertilisation et observer son couvert.

(ii) Concernant l'évolution de son raisonnement, l'agriculteur a fait le constat grâce au pincage que le blé n'avait pas besoin d'azote au 13/03 ce qui l'a conforté dans son idée de retarder le 1^{er} apport dans son raisonnement de la fertilisation pour cette année. L'apport a été fait le 22 mars au lieu de début mars habituellement. Il a vu dans ce retardement et son impact sur la densité et le tallage un moyen de limiter le risque de développement de maladie et de verse. Ainsi donc il semblerait que l'usage de méthode a renforcé les nouvelles bases de son raisonnement de la fertilisation qu'il avait déjà initiées ce qui signifie qu'il reste dans le même niveau logique que celui qu'il a déjà atteint par une évolution antérieure (que j'ai assimilé donc à un **changement interne dans le niveau II**). Ainsi donc le changement a plus été issu de l'influence de l'expérience vécue antérieurement que de l'évolution dans son raisonnement grâce au fondement sur lequel s'appuie le raisonnement d'APPI-N.

(iii) Ses connaissances sur l'azote ne semblent pas avoir évolué non plus. En effet, il n'a pas parlé de ce qui lui a été présenté ou ce qu'il a pu voir grâce à APPI-N sur l'absorption de l'azote par la plante, sur les carences, ou sur la dynamique de l'azote ce qui est peu étonnant dans la mesure où cet agriculteur n'a pas vu la valorisation des apports, ni de remontée d'INN ce qui aurait été possible s'il avait pu faire plusieurs pincages

(iv) Du point de vue de l'apprentissage expérientiel, cet agriculteur avait déjà eu l'occasion de réfléchir sur une de ses expériences passées concernant le problème des conditions climatiques pour le 3^{ème} apport (passage de l'étape 1 à 2 dans le cycle de Kolb). Cela l'avait poussé à réfléchir, se renseigner sur une nouvelle manière de faire le raisonnement : faire son apport en 2 fois au lieu de 3 et enfin de retarder son 1^{er} apport (passage de l'étape 2 à l'étape 3). Et enfin il a mis en place sa nouvelle méthode en parallèle de d'APPI-N (passage de l'étape 3 à 4). Il semble être satisfait des choix qu'il a faits et renforcé par l'utilisation de la méthode. Ainsi il semble que le test de la méthode a favorisé le passage de l'étape 4 à l'étape 1 ce qui boucle le cycle de l'apprentissage de Kolb sur le changement de raisonnement de la fertilisation.

Pour l'agriculteur 2A :

(i) L'agriculteur n'a pas eu l'occasion d'utiliser directement la méthode. La réception de l'information d'apporter l'a conduit à faire son apport, comme il aurait sans doute fait habituellement à la réception d'une information via un autre outil. C'est donc un apprentissage de **niveau 0** sur l'utilisation d'APPI-N.

(ii) Les choix qu'APPI-N a fait prendre ont suscité chez l'agriculteur des réactions de frustration et d'étonnement sur le fait d'avoir décalé le 1^{er} apport sur APPI-N alors qu'il en avait déjà fait 2 sur les autres parcelles au 19/03.

Etant donné que c'était la 1^{ère} fois qu'il faisait cette expérience, il peut être considéré que le stimulus est nouveau et donc que c'est un **apprentissage de niveau zéro** par rapport au raisonnement de fertilisation.

(iii) Ses connaissances sur l'azote n'ont pas semblé évoluer du fait du test de la méthode. En effet, il semble que les bases de ses connaissances sur l'absorption et la dynamique de l'azote concernent le fractionnement des apports via la méthode du bilan et l'influence du type d'engrais utilisé sur les pertes. Ces connaissances ont été exprimées lors du point zéro et ne sont pas en lien ou issues du test. Néanmoins, il a pu enregistrer l'idée (selon ce qu'il a dit au point final) que le blé avait des périodes où il avait des besoins plus importants et donc qu'il était possible de faire des apports à des stades précis et des doses plus importantes ce qu'il interprète comme un élément clef de la méthode. C'est un biais d'interprétation d'APPI-N car elle se focalise sur la notion de jours favorables et non sur la notion de stade de culture pour faire les apports.

(iv) Le test d'APPI-N lui a permis de faire une nouvelle expérience (étape 1) qui a été le retardement du 1^{er} apport. Cela l'a poussé à se faire la réflexion qu'il ne fallait pas faire comme tout le monde et que c'était frustrant de devoir attendre pour faire l'apport. Il a donc eu une observation réflexive vis-à-vis de l'expérience qu'il avait vécue (étape 2). Néanmoins il ne semble pas être allé plus loin dans sa réflexion. Ainsi il semble que la méthode a poussé le passage de l'étape 1 à l'étape 2 du cycle de l'apprentissage de Kolb sur le raisonnement de fertilisation chez cet agriculteur.

Pour l'agriculteur 2B :

(i) L'utilisation d'APPI-N s'est résumée à pincer et faire les apports, il n'a pas fait le ratio ni utilisé les abaques, c'est le conseiller qui le faisait. Cela pourrait donc être assimilé à un apprentissage de niveau zéro néanmoins l'utilisation de la pince lui a permis de voir l'évolution de l'INN et l'a poussé à vouloir continuer à l'utiliser et faire ce suivi les prochaines années. Ainsi les apprentissages liés à l'utilisation de la méthode semblent être **de niveau I**.

(ii) De plus, vis-à-vis de son raisonnement, il souhaiterait appliquer la méthode au reste de ses parcelles au fur et à mesure. En effet, le retardement du 1^{er} apport APPI-N du fait des abaques lui a fait verbaliser que celui sur ses autres parcelles avait été fait trop tôt. De plus il a rajouté que les pinçages ne lui prenaient pas trop de temps et que cela permettait de voir comment la plante réagissait à l'engrais. L'expérience de cette année l'a aussi fait se questionner sur les possibles soucis d'organisation dans un contexte où la méthode serait élargie. Ainsi cette expérience d'utilisation de la méthode semble avoir suscité des apprentissages de **niveau II** car il a été conduit à réfléchir à son expérience d'utilisation de la méthode et à la généralisation des choix qu'elle fait prendre, ce qu'elle propose de faire et la remise en cause de la méthode du bilan.

(iii) La présentation de la méthode semble avoir eu un impact sur ses connaissances car il parle au point zéro du fait qu'il a découvert avec cette méthode que la plante pouvait supporter certaines carences, ce qu'il n'a pas remis en cause et qu'il a pu voir étant donné le raisonnement de la date du 1^{er} apport en fonction de cela de la méthode. Il ne semble pas y avoir eu d'autre évolution lors du test sur ce plan.

D'après ce qu'il dit au point final, les mesures d'INN lui ont permis de confirmer son intuition concernant l'impact des conditions climatiques sèches et froides sur l'absorption de l'azote. En effet il dit qu'il a vu que l'INN n'était pas remonté après le 1^{er} apport APPI-N ce qu'il associe au fait que les conditions étaient froides et sèches et donc que l'azote n'a pas bien été valorisé. Cependant cette interprétation paraît plus façonnée par ce qu'il cherche à valider que par les conditions effectives d'apport qui ont été faites dans des conditions favorables (18 mm) selon la règle donnée par la méthode (>10 mm). De fait, il aurait pu s'interroger sur la validité de la règle ou sur les conditions qui ont joué dans ce cas précis sur l'absorption. Ainsi donc il semble avoir relié la non valorisation de l'apport aux conditions de cette année et non aux bases de la méthode. Cela permet donc de situer les changements opérés dans le **niveau I** de l'apprentissage.

(iv) Cet agriculteur avait déjà réalisé un 1^{er} test en suivant avec son conseiller l'évolution de l'INN d'un témoin zéro azote. Cette nouvelle expérience lui avait fait remettre en cause l'utilisation des stades de cultures pour déclencher la fertilisation (passage de l'étape 1 à 2). Cela l'a poussé à faire le test de la méthode de cette année ce qui lui a permis d'avoir une nouvelle manière de faire sa fertilisation (passage de l'étape 2 à 3). Enfin les bases qui lui ont été présentées influençant le regard sur sa pratique classique l'ont poussé à remettre en cause les bases de raisonnement de cette pratique (passage de l'étape 3 à 4). Enfin il semble avoir été satisfait et veut déployer la méthode au reste de ses parcelles et continuer à faire le suivi à la pince (étape 4 à 1). On peut considérer que le test de cette année a permis de boucler le cycle d'apprentissage amorcé par la 1^{ère} expérience de l'année passée. Pour cet agriculteur, la méthode a permis de favoriser les passages de chaque étape de ce cycle même si la 1^{ère} a été amorcée par l'expérience de l'année passée.

Pour l'agriculteur 3A :

(i) L'utilisation de la méthode lui a fait prendre conscience que devoir prendre en compte la notion de jour favorable et le fait de retarder le 1^{er} apport entraînait un risque de ne pas pouvoir apporter et que l'azote ne soit pas valorisé dans d'autres contextes que le sien (possibilité d'utiliser l'irrigation). Cela pourrait donc être assimilé à un niveau d'apprentissage de niveau II mais il n'a pas parlé de généraliser l'utilisation de la méthode sur ses parcelles. De plus, il a fait son 1^{er} apport alors que la pince ne lui demandait pas d'apporter et que sa conseillère lui avait dit d'attendre des conditions favorables. Il a justifié cela à cause de ses terres filtrantes et séchantes. Enfin, l'agriculteur a mis 240 UN au lieu de 137 UN sur ses autres parcelles mais ne l'a pas verbalisé pendant l'entretien final. J'ai donc considéré qu'il n'a pas pris conscience de cela. Ainsi il est possible d'assimiler l'utilisation de la méthode à un **niveau zéro** c'est-à-dire que l'expérience de l'utilisation de la méthode ne l'a pas fait réfléchir à ce qu'elle permettait de faire au-delà de la présentation qui en a été faite.

(ii) Vis-à-vis de son raisonnement de la fertilisation, il n'a pas verbalisé le fait de généraliser sur son exploitation les raisonnements que lui avait fait faire APPI-N. En effet, il prenait déjà en compte la météo du fait de la contrainte de ses terres. Ensuite, il n'a pas retardé le 1^{er} apport en suivant la méthode jusqu'au bout, il a apporté selon son ressenti sur la contrainte de ses terres et enfin il n'a pas réagi au raisonnement que lui avait fait faire la pince. Ainsi donc, il semble que l'agriculteur n'a fait que recevoir les informations de la méthode et constaté certains choix comme le retardement du 1^{er} apport sans rien moduler en fonction de cela dans la manière de faire habituelle ce qui est un apprentissage de **niveau zéro**.

(iii) Enfin par rapport à ses connaissances sur l'azote, APPI-N ne semble pas avoir fait évoluer ses connaissances. En effet, au point zéro, il mentionne l'influence des conditions humides et sèches sur les pertes et leur impact sur la valorisation ou non de l'azote apporté mais il semble que le test ne lui pas permis de voir ces influences avec les mesures INN (INN stagnant à 0,6-0,7). Néanmoins il semble que la présentation d'APPI-N lui a permis de se dire que si les apports étaient faits au bon moment il y aurait moins de lessivage. Enfin, il a mentionné l'influence des formes d'engrais sur la disponibilité de l'azote au point final

(iv) Cet agriculteur avait eu l'occasion de vivre une expérience où il avait dû retarder son 1^{er} apport à cause des conditions climatiques. Le test lui a permis de prendre conscience de l'influence du retardement du 1^{er} apport sur le nombre talles ce qui ne l'a pas inquiété. Néanmoins il n'a pas parlé du fait d'avoir déclenché la fertilisation avant qu'APPI-N ne le demande. Ce test lui a donc permis de passer du niveau 1 à 2. Un autre point dont il n'a pas parlé lors du point final est le fait d'avoir apporté 240 au lieu de 137 sur ses autres parcelles. Il n'a donc pas pris conscience de ces aspects. Néanmoins concernant le retardement du 1^{er} apport, il explique le fait de ne pas avoir été inquiété car le nombre de talles n'est pas proportionnel au rendement selon ce qu'il tient pour vrai. Il explique le choix d'avoir attendu 15 jours pour le 2^{ème} apport par rapport à ce que lui recommandait la méthode car il voulait attendre le déclenchement de l'irrigation pour valoriser l'azote. Ces explications peuvent être considérées comme à un passage de l'étape 2 à 3. Et enfin il n'a pas verbalisé la volonté de continuer à utiliser la méthode ou à reproduire les choix que lui a fait faire APPI-N même s'il mentionne le fait que des communications intéressantes pourront être faites sur cette méthode. Ainsi il ne semble pas avoir passé une nouvelle étape de 3 à 4.

Pour l'agriculteur 3B :

(i) Pour cet agriculteur, il semble que l'utilisation de la méthode avec les mesures d'INN lui ait permis de voir la valorisation des apports. Néanmoins cette expérience lui a fait prendre conscience que les pinçages étaient fastidieux et que ce serait compliqué de le faire sur toutes ses parcelles. Cela pourrait correspondre à un changement de **niveau I** sur l'appropriation des modalités opératoires d'APPI-N comme quelque chose qu'il ne ferait pas sur toutes son exploitation même s'il a compris ce qu'elle propose de faire : observation de la valorisation de apports et apport quand la plante a besoin.

(ii) Concernant son raisonnement de la fertilisation, avant l'utilisation de la méthode, il prenait déjà en compte une certaine notion de jours favorable pour faire ses apports, ce n'est donc pas une nouvelle expérience. Le retardement du 1^{er} apport était une démarche qu'il avait adoptée avant le test également, il n'a donc pas été étonné du retardement du 1^{er} apport qu'il relie au fort RSH sur ses parcelles. Cela ne l'a pas fait verbaliser qu'il pourrait retarder plus son 1^{er} apport. Ainsi donc il semble qu'il était déjà dans **le niveau II** vis-à-vis des bases du raisonnement d'APPI-N et que son utilisation ne le fait pas changer de **niveau logique** dans cette dimension des apprentissages. Néanmoins cela semble avoir permis de renforcer son raisonnement.

(iii) A propos de ses connaissances sur l'azote, la présentation d'APPI-N semble l'avoir fait réfléchir aux conséquences du fait de piloter les apports selon les besoins du blé (fondement de la méthode) qui devrait permettre d'avoir moins de reliquat. Cela provient d'une réflexion sur ce que APPI-N engendrerait sur le cycle de l'azote mais il n'a pas encore pu voir si cette réflexion était vraie ou non.

De plus, il semble que ses connaissances n'aient pas évolué avec l'utilisation de la méthode. En effet, il évoque au point zéro l'influence des types d'engrais sur la disponibilité de l'azote et l'influence des conditions humides pour limiter les pertes par volatilisation. Ce sont des connaissances qu'il avait déjà en tête et qu'il n'a pas mis en lien avec la méthode. Il en est de même pour le point final où il relie l'influence du fait d'être en TCS sur l'augmentation de la quantité de minéralisation. Néanmoins il parle aussi des problèmes de mauvaise allocation de ces ressources quand les apports sont faits précocement, ce qui est logique par sa démarche de retardement des apports mais il n'a pas fait de lien avec APPI-N.

(iv) Le test de la méthode a été une nouvelle expérience de par l'utilisation des abaques et du suivi dynamique de l'INN. Ce suivi dynamique lui a permis de prendre conscience de la valorisation des apports sur APPI-N avec les mesures. Néanmoins il ne semble pas y avoir eu de prise en conscience de changement avec APPI-N du fait des bases du raisonnement de la fertilisation qu'il applique sur ses parcelles et qui ressemble à ce que fait faire APPI-N (retardement et prise en compte de la météo). Il n'a donc pas eu de réaction sur ce qu'APPI-N lui a fait faire à part sur le problème des pinçages sur lequel il a pris conscience du caractère fastidieux et chronophage des pinçages (passage de l'étape 1 à 2). Ensuite il a pu tirer des leçons de cette expérience par le fait qu'il n'appliquerait pas cela sur ses autres parcelles et qu'il faudrait changer d'outil de mesure de l'INN (passage de l'étape 2 à 3). Mais il n'a pas eu l'occasion cette année d'appliquer cette idée il n'est donc pas passé à l'étape 4 d'expérimentation. Ici, l'apprentissage n'est pas en faveur de la méthode et ne porte pas sur ce qu'elle permet de faire et son possible impact sur le raisonnement et les pratiques de l'agriculteur.

Pour l'agriculteur 3C :

(i) Du fait des instructions données à l'agriculteur sur le déclenchement des mesures vis-à-vis de la notion de jours favorable, il a fait 3 pinçages. Cela ne lui a pas fait verbaliser avoir vu la valorisation de l'apport avec les pinçages mais via la couleur du blé, ce qui n'est pas un indicateur issu de l'utilisation d'APPI-N. Il semble donc ne pas avoir pris conscience de la possibilité d'observer la valorisation des apports grâce aux pinçages. Néanmoins il a relié à APPI-N des différences de déclenchement des apports selon les parcelles et donc un souci pour l'organisation d'après ce qu'il mentionne dans le point zéro. Il a également mentionné lors du point final la difficulté ressentie de faire les pinçages seulement un jour favorable (synchronisation de sa volonté et des règles de pinçage). Ainsi, il semble avoir contextualisé ce que lui propose d'utiliser la méthode ce qui peut être considéré comme un changement de **niveau I** car il ne semble pas partant pour généraliser cette méthode.

(ii) Par rapport à son raisonnement de la fertilisation, le fait d'avoir retardé le 1^{er} apport lui a fait prendre conscience de la difficulté que cela peut représenter de faire des apports plus tard vis-à-vis des conditions favorables qui peuvent s'avérer, comme cette année, plus rares pour faire des apports. Ainsi il contextualise ce retardement en fonction des RSH et dit qu'il serait prêt à prendre le risque de retarder si son RSH est important et pas s'il est faible, quel que soit le résultat du pinçage. Cela pourrait donc représenter donc un changement de **niveau I** car il semble avoir pris conscience de la manière d'utiliser le RSH pour savoir s'il peut prendre le risque de retardé son 1^{er} apport. Cependant, cela est issu de l'expérience qu'il a vécue mais pas des indicateurs que propose APPI-N pour raisonner la fertilisation.

Tableau 8 : Synthèse des niveaux d'apprentissage captés lors du test d'APPI-N sur l'utilisation de la méthode

Niveaux d'apprentissage / méthode	1A	2A	2B	3A	3B	3C
(0)	X	X		X		
(1)			X		X	X
(2)						
(3)						

X : En faveur de la méthode
X : en défaveur de la méthode
X : ni l'un ni l'autre

De plus, l'utilisation de la météo pour décider de déclencher la fertilisation ne semble pas avoir eu d'impact sur son raisonnement de la fertilisation : il l'utilisait déjà avant pour adapter le type d'engrais utilisé (liquide ou solide) et le déclenchement des apports. Ainsi donc il a fait son 2^{ème} apport sur ses autres parcelles en même temps que le 1^{er} apport APPI-N. Néanmoins, il a exprimé que le fait de s'adapter aux conditions climatiques permettrait de réduire les doses apportées si les conditions étaient sèches à l'inverse de la méthode du bilan où il apporterait dans tout le cas. Ce qu'il a pu voir par la réduction des doses apportées mais il n'a pas verbalisé lors du point final le fait de pouvoir généraliser cela à toutes ses parcelles.

(iii) Par rapport à ses connaissances sur l'azote, lors du point zéro il mentionnait l'influence des conditions sèches sur les possibles pertes (impact sur la dynamique de l'azote : volatilisation) selon le type d'engrais utilisé. Cette connaissance n'est pas issue de l'expérience de cette année. Néanmoins au point final j'ai constaté que la présentation de la méthode, mise en regard de ses connaissances antérieures, a conforté l'agriculteur et renforcé son idée que des carences précoces n'étaient pas préjudiciables au rendement et que peu d'azote était absorbé au 1^{er} apport du fait de la dynamique d'absorption de l'azote et la dynamique de l'azote dans le sol.

(iv) Le test de cette année a permis à l'agriculteur 3C de vivre une nouvelle expérience. Lors de cette expérience il a retardé le 1^{er} apport sur APPI-N du fait des pinçages. Cela lui a fait prendre conscience de l'impact du retardement du 1^{er} apport : un manque de talles et une carence, ce qu'il avait déjà pu remarquer lors d'une expérience passée (passage de l'étape 1 à 2). Malgré tout, il a mis en perspective cette nouvelle expérience en remettant en cause son raisonnement classique sur la pertinence de la date de ce 1^{er} apport sur ses autres parcelles dont il dit qu'il aurait pu l'économiser. Il explique ce raisonnement par le fait qu'en théorie seulement 50% de l'azote est absorbé et donc qu'il y a une mauvaise absorption de l'azote (passage de l'étape 2 à 3). Il a également réfléchi sur la base de son expérience au fait de pouvoir prendre le risque ou non d'utiliser APPI-N pour faire son 1^{er} apport plus tard) s'il a de fort reliquats (même si la probabilité d'avoir des conditions favorables est plus faible). Ces deux éléments de remis en cause et de possible changement de ses pratiques peuvent être reliés au passage du niveau 2 à 3 du cycle. Le fait qu'il n'a pas évoqué sa volonté de refaire le test pour de confirmer ses interprétations semble montrer qu'il n'y a pas eu de passage à l'étape 4. Ainsi il semble que la méthode ait favorisé le passage de l'étape 1 à 3.

2.1. Comparaison des apprentissages engendrés par APPI-N selon les niveaux de Bateson

Dans cette partie nous avons comparé les différentes trajectoires qui ont pu être observées selon la caractérisation des apprentissages par les niveaux de Bateson. Pour cela, nous recroisons les informations obtenues par agriculteur selon les trois dimensions mobilisées précédemment (utilisation de méthode, raisonnement de la fertilisation et connaissances sur l'azote) (cf. Introduction de la partie 1. Quelle diversité des situations d'apprentissage ?

2.1.1. Utilisation de la méthode

Dans cette partie, nous cherchons à identifier la façon dont ces différentes modalités induisent des apprentissages à différents niveaux. La synthèse des niveaux d'apprentissage captés est présentée dans le Tableau 8.

Tableau 9 : Synthèse des changements sur le raisonnement de la fertilisation des agriculteurs associés au test de la méthode

Niveaux d'apprentissage / raisonnement de la fertilisation	1A	2A	2B	3A	3B	3C
(0)		X		X		
(1)						X
(2)	X		X		X	
(3)						

D'après ce tableau, le test de la méthode n'a pas entraîné de changement de niveau logique (niveau 0 selon Bateson) pour la moitié des agriculteurs enquêtés (1A, 2A, 3A). Plus précisément, l'utilisation de la méthode n'a pas permis à ces agriculteurs de réfléchir aux conditions d'usage de la pince, ni aux conséquences que cet usage pouvait avoir pour eux. Cela m'a conduit à considérer qu'ils n'ont fait qu'enregistrer un nouveau stimulus du fait de l'utilisation d'APPI-N. La raison principale de ce classement pour les agriculteurs 1A et 2A est qu'ils n'ont pas eu l'occasion d'utiliser la pince soit de manière régulière (1A), soit tout court (2A). L'agriculteur 3A a utilisé la méthode mais n'exprime rien sur l'impact de l'utilisation de la méthode sur sa façon d'appréhender ses parcelles et ne semble pas avoir suivi les recommandations de la méthode. Les raisons qui semblent à l'origine de cette absence d'apprentissage sont donc différentes.

Pour l'autre moitié des agriculteurs (2B, 3B et 3C), le test de la méthode se traduit par un changement de niveau (niveau I). Cela signifie que les agriculteurs ont eu une démarche de réflexion soit sur l'impact de leur contexte sur l'utilisation de la méthode, soit sur la possibilité de généraliser l'utilisation APPI-N sur le reste de leur exploitation. Même s'ils arrivent au même niveau d'apprentissage le contenu des apprentissages et leurs appréciations d'APPI-N sont différents. En effet, l'agriculteur 2B semble avoir été satisfait de l'utilisation d'APPI-N et souhaiterait continuer le test l'année prochaine car il a pris conscience de l'intérêt du suivi à la pince de l'évolution de l'INN. Les deux autres agriculteurs (3B et 3C), eux n'ont pas été satisfaits de la manière d'appliquer la méthode. Pour le premier (3B) cela concerne l'utilisation de la pince. En effet son utilisation lui a fait prendre conscience du caractère fastidieux des pinçages et il ne souhaiterait pas faire cela sur toute son exploitation, ce qui peut être considéré comme un apprentissage même s'il est en défaveur de la méthode. Pour le second (3C), c'est l'utilisation de la notion de jour favorable qui l'a fait apprendre. En effet, il a eu l'occasion de se rendre compte, lors du test, de la difficulté d'appliquer la notion de jour favorable pour déclencher les pinçages et les apports. Une autre difficulté à laquelle il a réfléchi touche à la généralisation de la méthode en soulevant le problème de la possibilité d'une absence de synchronisation des apports sur chaque parcelle ce qui entrainerait un problème d'organisation pour lui. Ainsi, de la même manière que le 3B, le niveau d'apprentissage associé à son utilisation d'APPI-N n'est pas en faveur de la méthode mais est tout de même considéré comme un apprentissage.

2.1.2. Raisonnement de la fertilisation

Ici, l'analyse se concentre sur les apprentissages engendrés par la méthode sur le raisonnement de la fertilisation. Elle porte donc sur une dimension plus globale, dépassant les questions opératoires liées à son usage pour mettre en lumière le raisonnement qu'elle induit (fondement théorique et ce qu'elle fait faire comme raisonnement). Pour rappel, APPI-N se base sur le fait d'accepter certaines carences en début de cycle (retardement du 1^{er} apport), de piloter la fertilisation en fonction des besoins du blé et de respecter la notion de jour favorable pour déclencher les apports. La synthèse des niveaux d'apprentissage identifiés est présentée dans le Tableau 8.

D'après le Tableau 9, l'usage d'APPI-N n'a pas eu d'impact sur le raisonnement mobilisé par les agriculteurs (niveau 0) pour deux agriculteurs sur six suivis (2A, 3A). Plus précisément, ces agriculteurs n'ont pas été conduits, via l'usage de la méthode, à réfléchir et contextualiser le raisonnement des choix que fait prendre APPI-N en comparaison à du raisonnement de la fertilisation qu'ils font classiquement, ce qui les auraient conduits à un apprentissage de niveau I selon nous.

Par ailleurs, nous pouvons aussi évoquer un niveau d'apprentissage II lorsque nous constatons que les agriculteurs ont eu une réflexion sur la possibilité de généraliser les raisonnements voire les bases qui les sous-tendent que l'usage d'APPI-N les a conduits à mener.

L'agriculteur 2A, à la différence de l'autre, n'avait jamais été conduit à raisonner un retardement du 1^{er} apport. Il a été étonné et frustré face à ce que faisaient ses voisins compte tenu des choix que lui a fait prendre APPI-N mais il n'a pas exprimé d'approfondissement de ce constat. Pour l'autre agriculteur (3A), il appliquait un raisonnement qui était assez similaire au raisonnement que fait appliquer APPI-N. Il raisonne sa fertilisation selon une certaine notion de jour favorable à cause des caractéristiques de son sol (séchant et filtrant) mais qui n'a pas l'air d'avoir de règle (3A).

Pour les autres agriculteurs (1A, 2B, 3B et 3C), nous avons considéré un niveau 1 pour 3C et un niveau 2 pour 1A, 2B et 3B. Concernant 3C, le retardement du 1^{er} apport l'a fait prendre du recul sur la raison de ce possible retardement qu'il ne fait pas habituellement. Cela l'a fait réfléchir aux conditions dans lesquelles il serait prêt à faire ce raisonnement de retarder le 1^{er} apport selon la valeur du RSH sans pour autant préciser qu'il le ferait sur le reste de son exploitation ce qui nous conduit à considérer que l'apprentissage est plutôt de niveau 1. Le point commun des agriculteurs 1A, 2B et 3B est d'être dans l'optique d'appliquer le raisonnement que fait faire APPI-N au reste de leurs parcelles, ce qui les classe dans le second niveau d'apprentissage. Les cas des agriculteurs 1A et 3B sont un peu particuliers car ils étaient déjà dans une démarche de retarder le 1^{er} apport. Ainsi le retardement du 1^{er} apport sur APPI-N du fait de la non demande d'apport lors du 1^{er} pinçage a confirmé et renforcé l'idée qu'il avait de retarder le 1^{er} apport sur ses autres parcelles pour l'agriculteur 1A. Et pour 3B, il n'a pas été étonné par le retardement du 1^{er} apport APPI-N qu'il explique par un fort RSH et pour lequel il n'y a pas eu de remise en perspective avec son raisonnement classique qui de fait se traduit par un retardement possible à faire sur le reste de ses parcelles du fait de cette explication. Ainsi ils ont généralisé la conséquence du raisonnement que leur a fait prendre APPI-N en se proposant de raisonner de même sur leurs parcelles même s'ils n'ont pas verbalisé le fait de généraliser APPI-N. De plus 3B appliquait déjà une certaine notion de jour favorable selon une règle de décision -pluie au maximum 10 jours avant l'apport- du fait qu'il utilise de l'azote liquide. Cela à la différence de 2B qui lui, a remis en cause son 1^{er} apport classique du fait du retardement préconisé sur la bande test APPI-N. Ce constat semble l'avoir poussé à vouloir généraliser le raisonnement sur le reste de ses parcelles au fur et à mesure en plus du fait d'avoir remis en cause le raisonnement que la méthode du bilan lui a fait appliquer.

2.1.3. Connaissance sur l'azote (absorption et dynamique)

Pour cette partie, nous n'avons pas mobilisé les niveaux de Bateson car ceux-ci sont difficiles à relier aux connaissances des agriculteurs sur l'absorption et le cycle de l'azote. La démarche d'analyse adoptée a été de comparer les informations captées sur ces connaissances entre le point zéro et le point final, afin d'identifier des évolutions éventuelles et de chercher le lien avec leur test d'APPI-N.

D'après les entretiens avec les agriculteurs que nous avons croisés avec les fichiers de suivi des mesures et des échanges, il semble que APPI-N n'a pas engendré de changement dans les connaissances pour deux des six agriculteurs suivis (1A, 2A). C'est-à-dire que ni la présentation d'APPI-N, ni son utilisation ne semblent avoir engendré d'évolution dans leur représentation de la dynamique de l'azote et son absorption par la plante.

Tableau 10 : Synthèse des étapes du cycle expérientiel franchises par les agriculteurs grâce au test d'APPI-N

Passage des étapes du cycle	1A	2A	2B	3A	3B	3C
1-->2	X	X	X	X	X	X
2-->3	X		X	X	X	X
3-->4	X		X			
4-->1	X		X			

Pour 1A et 2A, cela n'est pas étonnant du fait qu'ils n'ont pas ou peu utilisé la méthode, les pinçages et donc qu'ils n'ont pas eu l'occasion de voir l'INN qui est le principal moyen permettant d'observer la valorisation de l'azote apporté par la culture. Un point remarquable pour l'agriculteur 2A est le biais d'interprétation des fondements d'APPI-N quant à l'indicateur de déclenchement utilisé par APPI-N. Cela l'a donc tout de même fait réfléchir à ce qui lui a été présenté de la méthode du fait que les besoins du blé sont différents selon la période du cycle cultural et que cela devrait permettre de limiter les pertes par lessivage

Pour 3A et 3B, il semble que ce soit la présentation initiale faite par le conseiller qui ait permis de faire évoluer leurs connaissances sur l'azote. L'agriculteur 3A à lui eu l'occasion d'observer les mesures INN. Néanmoins, il n'a pas verbalisé, lors des entretiens, avoir fait le lien avec la valorisation ou non ou encore la perte des apports ou non. Malgré tout il semble que la présentation d'APPI-N lui ait permis de réfléchir à la conséquence sur le cycle de l'azote de faire des apports au moment où la plante en a besoin. C'est aussi le cas de l'agriculteur 3B, mais lui a fait le lien avec l'impact de cela sur le RSH. Ainsi donc il semble que le test de la méthode n'ait pas permis de faire évoluer leur représentation de l'azote malgré l'utilisation de la pince et le suivi d'INN.

Concernant les 2 agriculteurs restants (2B et 3C), leurs connaissances semblent avoir évolué entre les deux entretiens avec le test d'APPI-N. L'évolution des connaissances chez ces agriculteurs concerne la vision de l'impact des carences sur le blé. Pour 2B, c'est la présentation d'APPI-N qui lui a permis de découvrir que la plante pouvait supporter des carences, ce qu'il a pu observer grâce au retardement du 1^{er} apport que lui a fait faire APPI-N. Et enfin, 3C lui a vu, grâce à ce retardement et la présentation faite par le conseiller, ses connaissances antérieures et sa volonté de reculer le 1^{er} apport renforcées. En effet, il avait déjà une vision des carences précoces comme non préjudiciables au rendement du fait d'une faible absorption de l'azote en début de cycle.

Ainsi donc il semble que pour 2 d'entre eux (3A et 3B), c'est la présentation de la méthode qui a le plus permis de faire bouger les connaissances sur l'azote des agriculteurs mais il semble que ces évolutions n'ont pas été renforcées par l'utilisation de la méthode. Pour les 2 autres, c'est le retardement du 1^{er} apport qui leur a permis de mettre en lien soit des connaissances qu'ils avaient avant (3C) soit qu'ils ont découvertes lors de la présentation (2B).

2.2. Comparaison des processus d'apprentissage facilités par APPI-N

La synthèse des étapes franchies dans le cycle expérientiel est présentée dans le Tableau 10. D'après ce tableau, un cycle d'apprentissage complet a été effectué par 2 agriculteurs sur les 6 suivis (1A et 2B). Deux étapes du cycle ont été franchies pour 3 d'entre eux (3A, 3B et 3C), tous suivis par le même conseiller. Et enfin une seule étape l'a été pour un agriculteur (2A).

Tous partent de la première étape comme une première expérience vécue, néanmoins l'élément déclencheur de cette nouvelle expérience n'est pas toujours l'utilisation de la méthode. En effet, pour un agriculteur (1A) c'est une expérience passée qui lui avait fait passer les premières étapes du cycle jusqu'à la 4^{ème} et c'est l'expérience de cette année qui l'a conforté dans l'idée de retarder le 1^{er} apport.

Tableau 11 : Résultats de la classification des agriculteurs selon les types d'apprenant de Kolb (1984)

	Type d'apprenant
1A	Convergent
2A	Accommodateur
2B	Accommodateur
3A	Accommodateur
3B	Divergent
3C	Divergent

C'est donc un cas un peu particulier de l'étude où la méthode n'a fait passer l'agriculteur que de l'étape 4 à 1 bouclant le cycle par le renforcement des choix que l'agriculteur avait décidés sachant que ceux-ci étaient en accord avec ce qu'APPI-N préconisait de faire. Pour l'agriculteur 2B, c'est le suivi de l'INN réalisé l'année précédente (les prémisses d'APPI-N) qui lui a fait vivre une expérience qu'il a mis en lien avec le test de cette année et c'est d'ailleurs ce qu'il l'a poussé à faire ce test. Pour les autres (2A, 3A, 3B, 3C), c'est bien le test qui a amorcé les changements, en particulier le fait de retarder le 1^{er} apport (2A, 3A, 3C) ou l'utilisation des abaques et de l'INN pour faire le suivi (3B).

Il semble que les raisons du passage de l'étape 2 à 3 des agriculteurs 2B, 3A, 3B et 3C soient diverses. En effet, il semble que c'est d'un côté le test en lui-même qui a permis ce passage (2B) du fait de la réflexion que cela a entraîné chez lui sur le fait de pouvoir changer ses pratiques. Pour les agriculteurs 3A et 3C, c'est la réflexion sur le lien entre les conséquences du retardement du 1^{er} apport sur la culture et la notion de carences tolérables qu'ils ont fait dans leur raisonnement qui les ont fait passer à l'étape 3. Mais c'est aussi, pour 3A, l'adaptation des demandes de déclenchement de la fertilisation de la méthode selon son ressenti sur le respect du jour favorable. Concernant l'agriculteur 3B, c'est plutôt la réflexion et le ressenti qu'il a éprouvés avec l'utilisation de la pince qui le font passer à l'étape 3.

Ensuite, pour 3 agriculteurs (3A, 3B et 3C), j'ai considéré qu'ils n'avaient pas enclenché l'étape 4 car ils n'ont pas verbalisé vouloir ou non continuer d'expérimenter ce que leur propose de faire APPI-N ou le raisonnement qu'elle fait appliquer. L'agriculteur 2B lui nous semble avoir bouclé le cycle, le passage de l'étape 3 à 4. Nous avons relié cela à plusieurs éléments : la remise en cause de son raisonnement de la fertilisation (date selon le stade de culture) et sa volonté de ne plus l'appliquer ; sa volonté de pouvoir utiliser un autre outil pour pouvoir faire un suivi plus régulier de l'INN. Enfin il nous semble aussi prêt à continuer un cycle d'apprentissage (passer de l'étape 4 à une nouvelle étape 1) en exprimant son souhait (i) de vouloir continuer le test de la méthode sur ses autres parcelles (car il en est satisfait), (ii) d'augmenter au fur et à mesure la surface d'utilisation de la méthode.

Ainsi donc il semble que c'est avant tout ce que fait faire APPI-N avec le retardement du 1^{er} apport qui se manifeste pour l'instant dans le passage de l'étape 1 à 2. Le passage de l'étape 2 à 3 se caractérise plutôt par les réflexions qui sont issues de ce retardement mais également par la mobilisation de la notion de carence tolérable qui leur a été présentée au démarrage du test. Ainsi ils relient ensemble ces deux aspects : carence tolérable et retardement du 1^{er} apport. Enfin la poursuite du cycle ne semble avoir été effective que chez un seul agriculteur ce que nous relierions au fait qu'il a eu la possibilité de voir comment la plante réagit à l'engrais grâce à l'opportunité qu'il a eue de réaliser le suivi de l'INN.

Par ailleurs, il nous a semblé utile de chercher, sur la base de ces données, à identifier, pour les six agriculteurs, leur type d'apprenant. Les résultats de cette classification sont présentés dans le Tableau 11. Les justifications des types d'apprenants définis sont présentées dans l'annexe 5.

Trois agriculteurs (2A, 2B, 3A) semblent être des accommodateurs (ressent et fait) car nous avons considéré, à partir des données, qu'ils préfèrent s'engager dans l'expérimentation active et le traduisent rapidement en expérience concrète. Deux autres (3B et 3C) semblent plutôt pouvoir être qualifiés de divergents (ressent et observe) car ils valorisent une expérience concrète pour conduire une étape d'observation réfléchie.

Enfin, le dernier agriculteur (1A) pourrait être qualifié de convergent (pense et fait) : il semble partir d'une conceptualisation abstraite pour s'engager dans une expérimentation active.

Le but de cette analyse était de définir un type d'apprenant pour chaque agriculteur afin d'identifier les liens éventuels avec la façon dont la mise en œuvre du test de la méthode permettait de pousser le franchissement des étapes mais nous n'avons pas pu faire un tel lien entre les processus d'apprentissage observés et les types d'apprenant.

3. Lien des apprentissages captés avec la diversité des contextes

Je creuse ici la façon dont les quatre catégories explorées plus haut (apprentissages relatifs à la méthode, apprentissages relatifs au raisonnement de fertilisation, apprentissages relatifs aux connaissances sur l'azote et processus d'apprentissage) semblent être influencées par les contextes d'apprentissages.

D'une manière assez logique, dans la mesure où la méthode APPI-N repose sur l'observation de l'INN, l'utilisation de la pince est centrale pour pouvoir mener à bien la mise en œuvre de la méthode. Il semble que le principal facteur ayant favorisé des apprentissages pour l'utilisation de la méthode a été l'utilisation effective de cette pince comme cela a été le cas pour 2B, 3B, 3C et n'a pas été le cas pour 1A et 2A. Pour l'agriculteur 3C, il est possible de relier le fait d'avoir des parcelles très éloignées qui l'a fait verbaliser ne pas vouloir appliquer ce raisonnement à toute son exploitation et être en défaveur de la méthode. En revanche, je n'ai pas pu identifier de lien avec le contexte pour 3B.

Concernant les apprentissages engendrés sur le raisonnement de la fertilisation, peu de liens semblent être formulables sur l'influence du contexte sur ceux-ci. Il est néanmoins possible de faire des hypothèses sur par exemple l'influence de la méthode d'accompagnement qui pourrait avoir un rôle si on observe les différences entre 2B et les agriculteurs suivis par le conseiller 3. En effet, les différences dans les accompagnements et les apprentissages engendrés semblent laisser voir qu'il pourrait y avoir une interaction forte entre ces deux éléments ou encore la manière dont les apprentissages sont influencés par la disponibilité de la pince. Néanmoins, il faudrait approfondir ces angles de vue et avoir un nombre plus important de cas d'étude pour pouvoir explorer ces hypothèses.

Concernant l'évolution des connaissances sur l'azote, il est possible de faire l'hypothèse que la présentation initiale que fait l'animateur/conseiller de la méthode est primordiale pour initier les apprentissages et l'évolution des connaissances en particulier en mettant en lumière les connaissances sur l'absorption et la dynamique de l'azote que la méthode leur propose de pouvoir observer et en soulignant ce qu'ils pourront observer. De plus, il est également possible de faire l'hypothèse du lien entre la méthode d'accompagnement et l'évolution des connaissances du fait de la possibilité d'interagir avec l'agriculteur plus souvent, de discuter des mesures. Il nous semble qu'il serait intéressant de creuser ces idées.

Enfin, vis-à-vis des processus d'apprentissage, il semblerait, pour attester les hypothèses formulées précédemment, que la méthode d'accompagnement a eu un impact sur les étapes franchies par chaque agriculteur hormis pour le 1A qui est un cas plus particulier dans l'étude du fait d'avoir eu une expérience antérieure qui l'avait fait adopter une démarche de retardement des apports.

En effet, pour l'agriculteur 2B dont le test de la méthode était très assisté par le conseiller (2), il semble avoir passé le plus d'étapes en comparaison des 5 autres agriculteurs. En enfin, pour continuer la comparaison, les agriculteurs suivis par le conseiller (3) qui étaient en autonomie pour le test ne semblent pas avoir passé l'étape de conceptualisation abstraite. Néanmoins le nombre d'agriculteurs suivis par chaque conseiller était différent, la solidité des conclusions quant à l'influence de la méthode d'accompagnement serait à explorer plus finement.

En résumé, à ce stade de l'analyse, il m'a été difficile d'établir des liens clairs entre le contexte (conseiller, mise en place de la méthode et agriculteur) et les apprentissages opérés ou leurs processus et de voir comment ces liens éventuels permettent de comprendre la diversité constatée au sein de mon échantillon.

Cela peut s'expliquer par le lien indirect entre le contexte et les apprentissages. En effet, l'intermédiaire de ces deux éléments est l'agriculteur qui, lui, va se saisir des éléments de l'environnement pour fixer dans un cadre les expériences qu'il a vécues. Ainsi la disposition de l'agriculteur à vivre une nouvelle expérience et donc à apprendre agit sur le lien que l'on peut faire entre le contexte et les apprentissages captés. Il est possible de dire cela d'autant plus que justement les contextes créés par les conseillers sont différents (mais on ne constate pas des différences clés entre les agriculteurs à travers leur appartenance à un type de suivi) et que pour un même suivi, on a des agriculteurs qui font des apprentissages très différents (entre 2A et 2B ou entre 3A, B, C).

4. Critique et limites de l'analyse réalisée

Dans l'étude des apprentissages qui a été présentée ici, il m'a souvent été difficile d'affecter à un changement un niveau d'apprentissage selon les niveaux logiques de Bateson et les processus de Kolb. Il serait intéressant de creuser d'autres cadres théoriques pour traiter des apprentissages et voir s'ils sont plus pertinents à utiliser pour classifier ces changements.

Les cadres théoriques mobilisés ont permis de néanmoins de mettre en valeur certains points de la méthode qui semblaient favoriser des apprentissages chez les agriculteurs. Cependant, ils n'ont pas permis avec les données recueillies et dans le temps imparti, de creuser le lien d'interaction entre des apprentissages (contenu et processus) permis par la méthode et le contexte, le type d'apprenant ou encore le rôle du collectif et des interactions avec le conseiller sur les apprentissages générés. De la même manière, l'étude des évolutions des interactions conseillers-agriculteurs n'ont pas pu être étudiées ici, du fait d'avoir eu un seul fichier de suivi des échanges qui a été mis en place avec le conseiller 1.

La quantité de données qualitatives importantes a nécessité de faire un tri et de se focaliser sur certains aspects sur lesquelles il y a eu des apprentissages. Il serait pertinent de poursuivre l'analyse de l'ensemble du corpus recueilli pour pouvoir mieux explorer les points abordés dans le paragraphe précédent.

Enfin, il est important de préciser que les données récoltées n'étaient pas nécessairement représentatives de la diversité des agriculteurs suivis par les conseillers. L'analyse de celle-ci aurait nécessité plus de temps d'étude et un dispositif de plus grand ampleur.

D. Conclusions et Perspectives :

En conclusion de ce travail, les données recueillies grâce au dispositif de suivi mis en place avec les conseiller et les agriculteurs suggèrent que le test de la méthode APPI-N a bien permis d'engendrer des apprentissages.

Malgré la difficulté à relier le contexte aux analyses faites sur les apprentissages dans le temps imparti, certains éléments du contexte des agriculteurs semblent leur permettre de fixer dans leur mémoire des éléments d'expérience qui pourront être remobilisés dans un contexte similaire comme sur un nouveau test d'APPI-N par exemple. Ces éléments de contexte varient finalement en fonction des expériences passées des agriculteurs et de celles qu'ils sont prêts à vivre.

Quant au lien entre le contexte d'accompagnement relatif au conseiller et les apprentissages, j'ai pu émettre un certain nombre d'hypothèses (importance d'une présentation initiale de la méthode, variété des effets des modes d'accompagnement – en autonomie ou plus suivi- selon les types d'apprentissages ciblés, etc) qui nécessiteront d'être confortées, à la fois par une analyse plus poussée des données déjà collectées et par leur confrontation à un échantillon plus grand d'analyse. Ainsi, pour comprendre l'influence du contexte des agriculteurs et de l'accompagnement sur les apprentissages, on peut imaginer qu'un nombre plus important d'agriculteurs et de conseillers aurait permis d'avoir accès à une plus grande diversité de cas et donc de pouvoir avoir une vision plus globale de l'impact d'APPI-N sur ce qui est appris par les agriculteurs sur les différents aspects mobilisés ici.

Malgré le fait qu'ils aient parfois pu être complexes à décliner dans l'analyse, les cadres théoriques qui ont été mobilisés ont bien permis de comparer les apprentissages des agriculteurs entre eux. Cela a nécessité de définir comment catégoriser les apprentissages et aller au bout de chaque cas pour pouvoir les comparer de manière satisfaisante. L'utilisation des niveaux d'apprentissage de Bateson s'est appuyée sur les principales différences que les concepteurs voyaient entre APPI-N et la méthode du bilan puis a visé à classer les éléments évoqués par les agriculteurs dans ces catégories. Pour les processus, il était nécessaire de regarder comment le test venait s'inscrire dans un processus déjà enclenché ou non par d'autres expériences, ce qui a été permis par le point zéro effectué avec les agriculteurs.

Certains aspects que les concepteurs de la méthode voulaient explorer n'ont pas pu l'être dans le temps imparti : c'est le cas de l'étude de l'évolution des interactions agriculteur-conseiller et des apprentissages des conseillers. Malgré tout, de nombreuses informations ont été récoltées grâce au dispositif mis en place et elles pourront être exploitées pour fournir de premières réponses sur ces sujets.

Je propose maintenant de faire ressortir des pistes que je dégage, d'une part sur les différents moyens d'améliorer APPI-N et d'autre part sur la façon d'améliorer le dispositif de suivi des apprentissages engendrés par APPI-N.

1. Recommandations par rapport à la méthode AppiN

Grâce à la réunion de fin de campagne et aux réunions qui ont été faites entre les conseillers et les agriculteurs, des remarques, des difficultés et des propositions ont pu être formulées par les agriculteurs, les conseillers et par nous-même quant à l'utilisation de la méthode, aux idées de perspective pour son amélioration.

Les mesures d'INN avec la pince ont bien permis que l'INN soit vu comme un moyen de faire un suivi des besoins et de suivre la fourniture de l'azote par le sol. Malgré les apprentissages qui ont pu être vu avec APPI-N, un certain nombre de défauts d'interprétation ont pu être captés sur les fondements de la méthode (vis-à-vis des indicateurs utilisés : remise en question de la pince, problématique de la bande sur-fertilisée, volonté de tester d'autres outils permettant d'accéder à l'INN de la plante), sur ce qu'elle fait faire (exemple d'une parcelle sur laquelle ont été apportées 240 unités d'azote au total au lieu 140 en classique).

Ensuite, il semble que, pour les agriculteurs, un amorçage du test de la méthode avec un suivi de l'INN sur une bande témoin zéro azote permette de mieux leur présenter les observations qu'ils pourront faire dans leur propre test ce qui semble faciliter les apprentissages.

De la même manière les agriculteurs qui avaient déjà fait une expérience de retardement du 1^{er} d'apport semblent être plus enclins à apprendre du test et à changer leurs pratiques et leurs raisonnements. D'autres constats ont été faits sur l'impact de ce que cherche à valider l'agriculteur par l'utilisation de la méthode. Cela semble entraîner un effet de fixation sur l'attention qu'ils portent à ce que leur fait faire la méthode et à ce qu'ils observent. Enfin la façon dont les conseillers et animateurs présentent la méthode aux agriculteurs semble être un élément qui a un impact non négligeable sur les connaissances des agriculteurs et qu'une attention particulière doit y être apportée.

Les autres points d'amélioration sont listés dans l'annexe 6 de ce mémoire et seront partagés avec les concepteurs de la méthode APPI-N pour continuer sa conception.

2. Recommandations par rapport à la méthode de suivi des apprentissages engendrés par AppiN

Le dispositif de suivi que j'ai mis en place dans mon stage faisait partie de ses objectifs : il s'agissait de profiter de cette année de test pour tester une façon de suivre (et éventuellement favoriser) les apprentissages des agriculteurs (et des conseillers). Je reviens donc ici sur ce qui a bien ou moins bien fonctionné dans le dispositif de suivi que j'ai imaginé.

D'après les retours des conseillers suivis, une programmation d'un entretien entre le conseiller et l'analyste toutes les deux semaines (même s'il n'y en a eu que 2 cette année) semble permettre de capter des évolutions dans les apprentissages. Il serait intéressant d'avoir pu faire plus d'entretiens avec eux jusqu'à la moisson, ce qui serait donc à préconiser pour les prochaines années. Cela permettrait d'avoir les résultats de la moisson qui vont être des critères d'évaluation primordiaux pour les agriculteurs et qui influenceront certainement sur les apprentissages qu'ils retiendront de l'utilisation de la méthode.

Il semble dans le temps imparti de l'étude que deux points d'entretien avec les agriculteurs permettent de capter des évolutions et des apprentissages néanmoins, il serait préférable de faire un point supplémentaire après la récolte, celle-ci étant un élément clef dans les potentielles renforcements du raisonnement et de leurs choix ou de ceux que fait prendre Appi-N qui peuvent s'opérer. Il semble que pour mieux explorer les points qui sont mis en avant dans ce rapport, il serait préférable pour la suite du travail de faire des entretiens semi-directif.

Le fichier de suivi des échanges semble être une bonne idée du fait qu'il permette de capter une grande quantité d'informations pour certains agriculteurs. Il devrait permettre de pouvoir mieux explorer les interactions entre les conseillers et les agriculteurs et de voir ce qui change dans leurs manières de réagir sur un plus long terme. Il serait cependant préférable de revoir sa forme et d'imaginer un fichier regroupant le fichier des mesures-apports et celui des échanges avec les éventuels outils que les conseillers ont mis en place. Cela inciterait les conseillers à le remplir même si effectivement ce fichier peut prendre du temps à remplir, du fait de devoir recueillir des informations auprès des agriculteurs.

Concernant la réunion collective entre les conseillers qui a été faite à la fin de mon stage, elle a été très instructive à la fois pour la recherche et pour les conseillers. En effet, cela permet aux conseillers d'échanger sur leurs expériences, sur les cas des agriculteurs qu'ils ont suivis, de comparer les dispositifs d'accompagnement.

On touche ici aux apprentissages que APPI-N peut générer dans le métier de conseil, apprentissages que je n'ai pas pu creuser pendant mon stage mais qui est un objet d'intérêt pour les chercheurs. Pour les chercheurs, ces réunions permettent de pouvoir identifier des points de difficultés des conseillers, les points communs entre eux et de plus facilement les questionner. De plus il semble que les conseillers soient demandeurs de moment d'interaction entre pairs en particulier pour le test d'une nouvelle méthode. Ces réunions seraient donc à garder voire à multiplier au long de la campagne.

En gardant cette vision de l'intérêt de ces réunions, il semble qu'il serait intéressant que les chercheurs organisent les mêmes types de réunions avec les agriculteurs pour avoir un autre point de vue des interactions et pour leurs permettre d'échanger sur leurs expériences vécues, confrontés ce qu'ils ont vu, compris, conclu de leurs expériences d'utilisation d'APPI-N.

Bibliographie :

- Agogué, M., Hooge, S., 2014. Conception, Recherche, Innovation. Centre de Gestion Scientifique, Mines Paris Tech, 24-28 Mars, 2014.
- Basque, J., 2004. Le transfert des apprentissages, qu'en disent les contextualistes : Dans A.Presseau et M. Freinay, Le Transfert des apprentissages : comprendre pour mieux intervenir (pp49-76).
- Bateson, G., 1980. « Vers une théorie de la schizophrénie » in : « Vers une écologie de l'esprit », Le seuil, Paris, Tome II, (p. 9-34.)
- Bateson, G., 1972. 'Steps to an Ecology of Mind : Collected Essays in Anthropology, Psychiatry, Evolution, and Epistemology.' (Chandler Press : Bolton, MA.)
- Campbell, C.A., Myers, R.J.K., Curtin, D., 1995. Managing nitrogen for sustainable crop production. Fertilizer Research 42, 277–296. <https://doi.org/10.1007/BF00750521>
- Chantre, E., 2011. Apprentissages des agriculteurs vers la réduction d'intrants en grandes cultures: Cas de la Champagne Berrichonne dans les années 1985-2010. Agronomie. AgroParisTech. Français. <NNT: 2011AGPT0046>. <tel-00675226>
- COMIFER (Comité Français d'Etude et de Développement de la Fertilisation Raisonnée), 2013. Calcul de la fertilisation azotée: guide méthodologique pour l'établissement des prescriptions locales : cultures annuelles et prairies.
- Demotes-Mainard, S., Jeuffroy, M.-H., Robin, S., 1999. Spike dry matter and nitrogen accumulation before anthesis in wheat as affected by nitrogen fertilizer: relationship to kernels per spike. Field Crops Research 64, 249–259. [https://doi.org/10.1016/S0378-4290\(99\)00046-5](https://doi.org/10.1016/S0378-4290(99)00046-5)
- Fugier Pascal, « Les approches compr hensives et cliniques des entretiens sociologiques », in revue   Interrogations ?, N 11 - Varia, décembre 2010 [en ligne], <https://www.revue-interrogations.org/Les-approches-comprehensives-et> (Consult  le 11 juin 2019).
- Fox, R.H., W.P. Piekielek, and K.M. Macneal. 1994. Using a chlorophyll meter to predict nitrogen fertilizer needs of winter wheat. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 25:171–181.
- Hatchuel, A., Weil, B., 2009. C-K design theory: an advanced formulation. Research in Engineering Design 19, 181–192. <https://doi.org/10.1007/s00163-008-0043-4>
- Hébert, J.C., 1969. La fumure azotée du bl . Bulletin technique d'information. 244, 755-766.
- Kolb, D.A., 1984. "Experiential learning : Experience as the Source of Learning and Development". (Prentice Hall, Inc. : Englewood Cliffs, NJ.)
- Lave, J., 1988. 'Cognition in practice : Mind, mathematics, and culture in everyday life.' (Cambridge University Press : Cambridge)
- Limaux, F., Meynard, J.M., Recous, S., 2001. Déclencher la fertilisation azotée du bl  : bases théoriques et principes g n raux. PA 273, 62 -- 70

- Lopez-Bellido, R.J., Shepherd C.E., and Barraclough, P.B., 2004. Predicting postanthesis N requirements of bread wheat with a Minolta SPAD meter. *Eur. J. Agron.* 20:313–320.
- Lemaire, G., Gastal, F., 1997. N Uptake and Distribution in Plant Canopies, in: Lemaire, Gilles (Ed.), *Diagnosis of the Nitrogen Status in Crops*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, pp. 3–43. https://doi.org/10.1007/978-3-642-60684-7_1
- Le Masson P., Hatchuel A., Weil B., 2011. The interplay between creativity issues and design theories: A new perspective for design management studies? *Creativity and Innovation management*, 20(4): 217-237.
- Powlson, D.S., Hart, P.B.S., Poulton, P.R., Johnston, A.E., Jenkinson, D.S., 1992. Influence of soil type, crop management and weather on the recovery of ¹⁵N-labelled fertilizer applied
- Ravier, C., 2017. Conception innovante d'une méthode de fertilisation azotée : Articulation entre diagnostic des usages, ateliers participatifs et modélisation. PARIS-SACLAY.
- Ravier, C., Jeuffroy, M.-H., Meynard, J.-M., 2016. Mismatch between a science-based decision tool and its use: The case of the balance-sheet method for nitrogen fertilization in France. *NJAS - Wageningen Journal of Life Sciences* 79, 31–40. <https://doi.org/10.1016/j.njas.2016.10.001>
- Ravier, C., Jeuffroy, M.-H., Meynard, J. M., 2015. Les travaux des GREN, révélateurs de controverses autour de la méthode du bilan. In: 12èmes rencontres de la Fertilisation Raisonnée et de l'Analyse de Terre (p. 10 p.). Presented at 12. rencontres de la Fertilisation Raisonnée et de l'Analyse de Terre, Lyon, FRA (2015-10-22 - 2015-10-22). <https://prodinra.inra.fr/record/435179>
- Rémy, J.-C., Hébert, J., 1977. Le devenir des engrais azotés dans le sol. *Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture de France.* 63, 700-710.
- Schvartz, C., Muller, J.-C., Decroux, J., Comité Français d'Etude et de Développement de la Fertilisation Raisonnée, 2005. *Guide de la fertilisation raisonnée: grandes cultures et prairies*. France Agricole, Paris.
- Vaughan, B., D.G. Westfall, and K.A. Barbarick. 1990. Spring nitrogen fertilizer recommendation models for dryland hard red winter wheat. *Agron. J.* 82:565–571.

Annexes :

Annexe 1 : Présentation du protocole de mise en place et de mise en application de la méthode APPI-N

Mise en place de l'essai :

Choisir une parcelle de blé, et installer 3 voire 4 bandes test à l'intérieur :

- T0 : Témoin non-fertilisé
- T1 : Méthode du bilan (recommandations locales, validées par le conseiller)
- T2 : Méthode APPI-N + une placette sur-fertilisée dans la bande APPI-N (environ 1 à 2 m²)
- T3 : Méthode classiquement appliquée par l'agriculteur (qui sera *a priori* appliquée sur le reste de la parcelle)

Dimensions des bandes : 2 largeurs du pulvérisateur (~ 50 m) * 50 m de long minimum (sauf pour le témoin non fertilisé, qui pourra ne faire qu'une largeur de pulvérisateur)

Apports d'N à réaliser sur la placette sur-fertilisée :

- Sortie hiver (à partir du 15 février, si pluie) : 80 u/ha
- Apport Épi 1 cm (si pluie) : dose bilan + 50 u/ha
- Apport 2 nœuds (si pluie) : dose bilan + 50 u/ha

Conduite de la méthode APPI-N :

Principe de la méthode APPI-N :

Définition d'un Jour favorable :

Pluie (si possible supérieure à 10 mm) prévue dans les 3 jours suivants

OU humidité du sol suffisante pour valoriser l'apport

Uniquement à l'apparition d'un Jour Favorable :

- ➔ Réaliser 30 mesures HNT sur la bande APPI-N et noter la moyenne ; puis réaliser 30 mesures sur la placette étalon sur-fertilisée et noter la moyenne. Calculer le ratio HNT bande APPI-N/HNT étalon.
- ➔ Reporter la valeur de ce ratio dans l'abaque pour décider de l'apport d'N à réaliser
- ➔ Réaliser de nouveau les mesures, en jour favorable, 1 semaine après (environ) si on n'a pas apporté d'engrais ; 15 jours après (environ) si on a apporté de l'engrais.

A chaque mesure HNT sur la bande « APPI-N », on peut en réaliser aussi sur la bande non fertilisée ou sur les autres bandes fertilisées : l'estimation de l'INN est un bon moyen de percevoir les différences de nutrition liées aux différentes stratégies de fertilisation (source d'apprentissage)

Utilisation du N-Tester ® :

Pour chaque mesure, choisir une tige au hasard, pincer 1 fois la dernière feuille totalement développée, au milieu de sa longueur.

Noter la valeur moyenne des 30 mesures obtenues sur la parcelle et sur la placette sur-fertilisée.

$$\text{Ratio de correspondance d'INN} = \frac{\text{Moyenne des 30 mesures HNT sur la bande APPI - N}}{\text{Moyenne des 30 mesures HNT sur la placette surfertilisée}}$$

Ratio HNT	INN
0,66 à 0,73	0,4 à 0,5
0,74 à 0,81	0,5 à 0,6
0,82 à 0,86	0,6 à 0,7
0,87 à 0,91	0,7 à 0,8
0,92 à 0,93	0,8 à 0,9
0,94 à 0,96	0,9 à 1,0
0,96 à 0,97	1,0 à 1,1
0,97 à 0,98	1,1 à 1,2

De la valeur de ce ratio est ensuite déterminé un INN (sur le tableau à droite de correspondance du ratio avec l'INN) et celui-ci, couplé avec la date de la mesure, permettent de déterminer, grâce à l'abaque fournie, la quantité d'N préconisé par APPI-N.

Annexe 2 : Présentation du dispositif mise en place par les concepteurs de la méthode APPI-N

En rouge : partie du dispositif dans laquelle nous situons notre propre recueil de données

Action 1 : Evaluation des performances de la méthode dans une large gamme de situations agricoles :

Tâche 1.1 : Adaptation des « abaques » à la diversité des situations agricoles

Tâche 1.2 : Evaluation d'APPI-N dans un réseau de parcelles agricoles

Tâche 1.3 : Estimation des impacts à des échelles larges (AAC et France)

Tâche 1.4 : Adaptation de la méthode à de nouveaux capteurs

Action 2 : Capitalisation des apprentissages des acteurs

Tâche 2.1 : Suivi de l'apprentissage des agriculteurs

Tâche 2.2 : Suivi de l'apprentissage des conseillers

Annexe 3 : Première grille de recueil des informations envoyé aux conseillers suivi

Informations les agriculteurs suivis	
Agriculteur	
Localisation	
Type d'exploitation (polyculture élevage, culture seulement,...)	
type de fertilisant	
Modalité d'essais (bande/micro-parcelle)	
Test en plus que l'agriculteur veut faire ?	
Test l'année précédente ?	
Outil pour la mesure : échange de pince ? En a-t-il une pour lui ?	
Difficulté dans la compréhension de la méthode ? Si oui sur quel point ?	
Quelles ont été ses motivations à tester la méthode APPI-N ?	
Ancrage dans l'action 1 (aussi mise en place du protocole de l'action 1) ?	
Intéressé pour faire un entretien avec Lebreton Pierre dans la deuxième 15ème d'avril ?	

Informations conseiller (si vous êtes animateur veuillez le précisez)	
Type de dispositif de suivi de(s) agriculteur(s) (Tableur Excel, résumé des interactions, suivi par SMS,...)	
Dispositif de suivi en individuel ou en groupe ? Si en groupe, chez quel(s) agriculteur(s) ? Combien d'agriculteurs dans le groupe ?	
Quelles sont les motivations qui vous ont poussées à vous intéresser à la méthode ?	
Date de réunion de présentation	
Type de support utilisé pour la présentation	
Difficultés auxquelles vous avez été confronté(e) durant la présentation ? (à répondre aux questions des agriculteurs ? Si oui les quelles ? A comprendre la méthode pour la présenter ? Sur quels sujets ?	
Date de début des mesures	
Date de la première fertilisation ? (si elle a été faite)	
Avez-vous été étonné(e) de quelque chose durant la présentation ou la première prise de décision dans l'interaction avec les agriculteurs ? Si oui sur quoi ?	
Que pensez-vous que la méthode va changer dans les échanges que vous entretenez avec les agriculteurs par rapport au raisonnement de la fertilisation ?	

Annexe 4 : Résumé des analyses informations recueillies sur le test de la méthode pour chaque agriculteur

1A

Lors du test de cette année, cet agriculteur a peu eu l'occasion d'utiliser APPI-N. En effet, un problème d'échange de pince qui s'est produit entre P0 et PF, a eu pour conséquence qu'il n'a fait qu'un 1^{er} pinçage le 13 mars. La pince étant l'outil de mesure qui permet la mise en œuvre de la méthode, il n'a pas pu utiliser les abaques afin de savoir quand déclencher la fertilisation, ni observer l'évolution de l'INN lors des mesures successives. Ainsi donc peu de changements ont pu être observables entre les 2 points du suivi avec lui. Néanmoins, il était déjà dans une démarche de retardement du 1^{er} apport, en effet il a fait son 1^{er} apport sur le reste de ses parcelles le 21 mars au lieu de début mars comme habituellement en raison des conditions climatiques et de sa volonté de ne faire que 2 apports cette année à la place de 3 généralement. Ainsi, l'utilisation d'APPI-N et les résultats du seul pinçage effectué lui ont permis de se faire la réflexion que le blé n'avait pas de besoin au point zéro le 13/03. Le retardement de cet apport lui a fait remarquer un nombre de talles moins important, une densité et une hauteur de blé plus faible. Il voit ces éléments comme un point positif permettant d'avoir des conditions moins favorables au développement de maladie et de verse.

2A

Ce n'est pas l'agriculteur qui a fait les mesures, il n'a reçu que les instructions d'aller apporter à un moment T par le conseiller qui est son interlocuteur pour le conseil technique alors que les mesures ont été faites par un autre conseiller. Même s'il n'a pas vu l'évolution de l'INN avant et après les apports, il a eu l'occasion d'observer la valorisation des apports par le reverdissement du blé mais il n'a pas eu de réflexion approfondie sur cette observation. De plus, étant donné que c'est lui qui fait les apports, il a été étonné du retardement du 1^{er} apport sur la bande APPI-N fait le 01/04, alors qu'il avait déjà fait 2 apports sur le reste de ses parcelles. Il s'est également posé des questions la façon dont la méthode pourrait être adaptée à toute son exploitation pour éviter que cela ne soit trop contraignant. Il posait l'éventualité de faire la modalité sur-fertilisée sur une seule parcelle et ensuite de généraliser la mesure pour le pilotage des autres parcelles. Ainsi, donc il semble volontaire pour faire le test sur toutes ses parcelles.

2B

Pour cet agriculteur, c'est le conseiller qui lui dit quand aller faire les pinçages puis récupérer les valeurs des mesures par téléphone pour faire le ratio et qui lui dit s'il faut aller apporter ou pas. Lors du test de cette année, le retardement du 1^{er} apport sur APPI-N lui a fait verbaliser le fait qu'il est passé trop tôt sur ses autres parcelles dès l'entretien du point zéro du 20/03 qui a eu lieu alors qu'il avait fait 2 pinçages en amont. Il semble donc que la présentation des bases d'APPI-N lui aient permis de déjà enclencher un changement dans la manière dont il raisonne pour la fertilisation, ceci étant corrélé au fait qu'avant cette présentation, il ne savait pas que la plante pouvait supporter certaines carences. Le retardement du 1^{er} apport lui a également fait remarquer un nombre légèrement moins important de talles par rapport à la placette sur-fertilisée. Il n'a pas été inquiet de cela et dit *qu'a priori* cela n'aura pas une grande incidence sur le rendement. Malgré cela, lors du 2^{ème} apport qu'il a fait sur la bande il n'avait pas eu le retour du conseiller sur les mesures et a décidé faire l'apport tout de même certainement du fait que le dernier pinçage fait 10 jours avant demandait d'apporter mais avait été décalé du fait d'un doute sur la valorisation de l'apport fait précédemment et sur la pluie annoncée. Le ratio fait après coup à montrer que l'abaque ne conduisait pas à recommander un apport car l'INN était remonté à 1,1. Néanmoins, il semble que la placette sur-fertilisée qui a été mise en place pour faire ce ratio ne l'était plus suffisamment, ce qui a pu être le cas pour cette mesure. En effet, lors du dernier pinçage enregistré les mesures sur APPI-N étaient supérieures à celle de la placette, ainsi donc le ratio a été biaisé mais l'agriculteur n'a pas mentionné cela lors du point final.

En conclusion pour cet agriculteur, il semble avoir été convaincu de l'intérêt de la méthode à pouvoir faire évoluer ses pratiques du fait de la remise en cause des décisions prises pour ses autres parcelles et la manière de raisonner la fertilisation. En effet, le test de l'année dernière, où il n'avait fait que suivre avec son conseiller les mesures d'une bande témoin zéro azote, lui avait fait remettre en cause le fait d'utiliser les stades de cultures pour déclencher la fertilisation. De plus, il voit APPI-N et l'idée du suivi avec la pince comme permettant de faire les apports au moment où la plante en a vraiment besoin (à l'inverse de ce qu'il fait pour ses autres parcelles d'après son ressenti de l'année dernière), donc de mieux valoriser l'azote et limiter les pertes dans l'environnement mais aussi un moyen de suivre la valorisation de l'engrais avec l'évolution de l'INN donc de savoir comment la plante réagit à l'engrais. Enfin, un point corroborant cela est qu'il a mentionné la possibilité selon son avis d'étendre la mise en œuvre d'APPI-N sur son exploitation (une parcelle complète et après augmenter au fur-et-à-mesure), de plus il souhaiterait pouvoir faire des mesures plus régulièrement pour mieux voir ce qui se passe mais est en recherche d'un outil pour le faire plus rapidement qu'avec la pince. Pour autant, il n'a pas déjà changé ses pratiques ni son raisonnement pour cette année.

A l'occasion des pinçages, il a pu voir une décoloration à partir de la 3^{ème} mesure qui a été la première à demander de faire un apport, de plus il a pu verbaliser le fait que les pinçages lui avaient permis de mieux se rendre compte de l'évolution de l'INN associée à l'observation du reverdissement du blé.

Le cas cet agriculteur est un peu particulier en comparaison des autres vis-à-vis des bases du déclenchement de la fertilisation. En effet, là où la notion de jours favorable est centrale dans la méthode, cet agriculteur pratique l'irrigation à partir du mois d'avril, il n'a donc plus la contrainte de devoir attendre un jour de pluie pour déclencher la fertilisation après cette date. Ainsi, cela lui a permis d'être serein vis-à-vis du fait que le retardement du 1^{er} apport entraîne le fait d'avoir un risque de ne pas pouvoir faire un apport (augmentation de la probabilité de sécheresse). Néanmoins il est obligé de prendre cela en compte pour février et mars, donc pour le 1^{er} apport APPI-N. Celui-ci a été fait le 13/03 sur APPI-N. Cet agriculteur a décidé d'apporter 80 UN malgré la préconisation de 0 UN de l'abaque lors de la 1^{ère} mesure le 12/03. Il justifie cela par une pluie conséquente prévu après l'apport et un risque de sécheresse dans la période qui suivait d'autant plus grand du fait que sa terre est très filtrante (faible réserve utile). Ainsi il semblait vouloir se rassurer en apportant de l'azote afin d'éviter que l'INN risque de passer sous la trajectoire seuil de carence tolérable. A l'occasion de cette apport il a également pu observer un nombre de talle différent selon les modalités (sur-fertilisé (5 talles) > bande méthode agriculteur (Avec OAD : pince Yara® pour le dernier apport) (4) > bande APPI-N, témoin zéro azote (3)). Il relie le nombre de talles moins important sur APPI-N au fait d'avoir retardé le 1^{er} apport sur la bande APPI-N (26 jours de décalage avec celui sur les autres parcelles). D'après ce qu'il a dit lors de l'entretien du point zéro du 15/03, il n'était pas inquiet de cette différence de talles et dit que cela pourra se compenser au moment du remplissage de l'épi du fait que le rendement n'est pas proportionnel au nombre d'épis.

Pour le déclenchement du 2^{ème} apport APPI-N le 11/04, suite à la mesure du 01/04 préconisant d'apporter 80 UN, a été décalé du fait d'un manque de précipitation prévu (5 mm) et du déclenchement de l'irrigation le 11/04 après concertation avec le conseiller (car au départ volonté de l'agriculteur de déclencher plus tôt l'irrigation pour palier à ce manque).

Un fait étonnant durant l'entretien du point final du 14/05, est qu'il n'a pas réagi au fait que la bande APPI-N a reçu 240 UN d'azote pour 137 UN avec la méthode agriculteur. Il n'a mentionné que le fait qu'APPI-N avait reçu un peu plus d'azote et qu'il n'y avait pas de différence visuelle entre ces 2 modalités. De plus, aucun des apports n'a occasionné une remonté d'INN d'après les mesures de la pince, ce qui n'a pas non plus été mentionné durant l'entretien du point final, il n'a parlé que de la couleur qui montrait que le blé n'était pas en carence. Ce manque de réaction explique peut-être le fait qu'il disait être satisfait ainsi qu'être intéressé par APPI-N et a parlé que pour lui il serait intéressant de faire des communications sur celle-ci. En conclusion, il apparaît que cet agriculteur ne semble pas avoir été affecté par les choix que fait prendre APPI-N et le fait de ne pas avoir observé de remontée d'INN. Cela pourrait s'expliquer par le fait qu'il s'intéressait à la méthode afin de retarder le 1^{er} apport et approfondir l'expérience qu'il avait fait de retarder le 1^{er} apport à cause des conditions climatique non favorables qui n'avait pas eu beaucoup d'impact sur le rendement. En effet, il s'est peut-être plus focalisé sur le fait que la méthode a bien permis de pousser au retardement du 1^{er} apport (même s'il l'a fait avant que la méthode ne lui demande de déclencher) et non pas sur l'augmentation conséquente de la dose totale apportée sur la bande test ou ce qui serait interprétable comme une non valorisation des apports effectués même s'ils ont dû l'être un minimum du fait que l'INN n'a pas chuté mais stagné à 0,6-0,7.

3B

Dans le cas de cet agriculteur, la présentation de la méthode lui a fait poser des questions par rapport à la méthode sur (i) ce que signifie un passage sous la courbe seuil du point de vue de l'impact sur le rendement, (ii) le fait de peut-être remettre en cause avec cette méthode l'idée du fractionnement où 75% de la dose totale soit apportée au 2^{ème} apport (stade épi 1cm) avec la méthode du bilan et enfin (iii) le possible biais lié aux engrais couplant azote et soufre. Sa seconde question s'explique par ses connaissances sur la dynamique de l'azote et/ou sur les recommandations des doses de fractionnement de la méthode du bilan où la dose du 1^{er} apport est de ¼ de la dose totale puis ½ pour le 2nd. En effet il relie la raison de ce choix par le fait que les besoins de la plante son plus important lors ce 2nd apport.

Au lancement du test, la 1^{ère} mesure a montré que la bande sur-fertilisée ne l'était pas vraiment et donc que le ratio était supérieur à 1 mais cela a été réglé car un apport avait été fait 4-5 jours avant mais n'avait pas été valorisé. Malgré cela le problème s'est de nouveau posé lors de la 7^{ème} mesure puis s'est de nouveau résolu au moment du dernier et 8^{ème} pinçage.

La 2^{nde} mesure faite le 20/03 lui a demandé d'apporter 80UN mais il a décidé de le reculer encore du fait que les conditions n'étaient pas favorables à l'apport (pas de pluie prévu). C'est lors de la 3^{ème} mesure le 01/04 que l'apport a été effectué avec la dose préconisée par l'abaque de 60 UN. A la même occasion, il a pu remarquer une couleurs plus claire de la bande APPI-N et a décidé de faire l'apport ce jour-là car une pluie importante dans les prochains jours. Le 1^{er} apport APPI-N a donc été décalé de 26 jours par rapport à ses autres parcelles. Il dit ne pas en avoir été étonné car avait de fort reliquat sur ses parcelles mais plutôt légèrement inquieté (qu'il a relativisé par le fait que ce soit juste une bande). Il a fait le même jour son 2^{ème} apport CLASSIQUE. Concernant ce retardement, il semble en avoir un bon *a priori*. En effet, il a parlé lors de l'entretien du point final de biais de chercher à avoir une grosse végétation grâce au premier apport précoce du fait de cas d'autre personnes pour lesquelles le fort 1^{er} apport précoce sur les blés, les avait faits bien tallés mais dont les talles avaient régressé par la suite, ce qui avait entraîné, d'après ce que j'interprète, un gâchis d'azote. Autrement dit il semble avoir une vision plutôt favorable du retardement du 1^{er} apport qui sera peut-être renforcé si les résultats du test sont satisfaisants.

Le 2^{ème} apport APPI-N fait le 15/04 a été déclenché en raison de la préconisation de 60 UN du 4^{ème} pinçage fait le même jour que l'apport. Ce pinçage a été fait car le 1^{er} apport datait de 2 semaines comme recommandé par la méthode APPI-N. Les 3 pinçages suivants (5^{ème}, 6^{ème}, 7^{ème}) n'ont pas demandé d'apporter mais la valeur de la placette sur-fertilisée a été inférieure à APPI-N lors du 7^{ème} pinçage. Il a pu observer lors de ses pinçages la remonté d'INN qu'il relie à la valorisation de l'apport qu'il a fait.

Lors de l'entretien du point final fait le 16/05, il était très intéressé et impatient de voir les résultats car il avait mis 60 UN de moins sur APPI-N et n'attendait pas vraiment au départ une diminution de la dose apportée et il se faisait la réflexion qu'il y avait vraiment un souci si les rendements entre les deux modalités étaient similaires. Néanmoins, le même jour, un 3^{ème} et dernier apport de 40UN, comme préconisé par l'abaque, a été fait sur la bande le 16/05 du fait du résultat de la 8^{ème} mesure. Cette mesure a été faite car cela faisait 1 mois que le dernier apport avait été fait. Ainsi donc, les doses apportées sur les deux modalités sont très similaires : 160 pour APPI-N et 168 pour les autres. Cela va certainement lui confirmer le 1^{er} apriori sur la méthode et qu'il avait communiqué sur la APPI-N lors de l'entretien du point

zéro concernant le fait qu'elle ne permette pas vraiment de réduire les doses et que selon les années les doses pouvaient être plus faibles ou plus fortes. Malgré, cela la faible différence constatée ici peu s'expliquer par le fait qu'il a réduit de 15 UN la dose préconisée l'OAD qu'il utilise (Farmstar).

Par rapport à la méthode il a trouvé quelques points négatifs concernant le caractère chronophage et fastidieux de faire les pinçages, ce qui ne l'a pas empêché de faire 8 pinçages. Ainsi il trouverait intéressant de pouvoir utiliser une autre méthode pour mesurer l'INN et se dit également que si la méthode n'est pas plus simple à mettre en œuvre cela sera compliqué de l'appliquer à plus grand échelle (plus de surface), ce dernier point qu'il met également en lien avec les potentiels soucis d'organisation si les demandes de déclenchement de la fertilisation et donc des besoins ne sont pas synchroniser dans le temps.

3C

Pour l'agriculteur 3C, il avait déjà vécu une expérience où il avait décidé de faire l'impasse sur le 1^{er} apport en raison de gros RSH. Après cette impasse il avait pu remarquer que son blé avait peu tallé et était en carence (couleur jaune). Même si le rendement ne lui a pas paru mauvais, il a fait le choix pour son raisonnement de fertilisation comme c'est le cas cette année de faire un 1^{er} apport de 20-25 UN sur toute ses parcelles même s'il a de gros reliquats. Malgré cela, le retardement du 1^{er} apport cette année sur la bande APPI-N lui a tout de même fait remettre en cause le 1^{er} apport sur le reste des parcelles pour lequel il se dit qu'il aurait pu l'économiser. Ce 1^{er} apport sur la bande a été fait le 01/04 (27 jours plus tard que sur les autres parcelles) à la dose de 80 UN comme préconisé par la 1^{ère} mesure faite le même jour, c'est aussi la date à laquelle a été fait le 2nd apport sur ses autres parcelles. Lors de cette 1^{ère} utilisation d'APPI-N, il a eu l'occasion de faire les mêmes observations que lors de son expérience antérieure de retardement du 1^{er} apport c'est-à-dire un blé moins développé et plus jaune que ses autres parcelles. La 2nde mesure et la couleur du blé lui a permis de voir que l'apport avait bien été valorisé avec un INN de 1,1 pour 0,6 avant apport et qu'il avait repris une couleur similaire au reste de ses parcelles. Le 2^{ème} et dernier apport APPI-N a été fait le 07/05 lors de la 3^{ème} mesure préconisant d'après l'abaque 40 UN, il a décidé d'en mettre 50 du fais qu'il avait trop d'engrais et s'est également dit que la parcelle avait reçu moins d'azote que les autres parcelles

L'expérience de cette année telle qu'il l'exprime lors de l'entretien du point initial, lui avait fait dire par rapport à la possibilité d'appliquer APPI-N sur ses autres parcelles que le fait de devoir synchroniser les mesures, faire les apports selon la météo engendrerait un problème d'organisation du raisonnement de l'azote à la parcelle si les apports ne sont pas déclenchés en même temps sur toute les parcelles. Le fait de conditionner la réalisation d'une mesure à l'apparition d'un jour favorable et les conditions plutôt sèches de cette année ont eu pour conséquence qu'il n'a pas fait de mesures régulièrement : seulement 3 mesures. Cela lui a fait verbaliser la difficulté qu'il a ressentie à devoir faire ces mesures et ces apports selon les précipitations annoncées ou les conditions pédoclimatique lors de l'entretien du point final. Un autre aspect qui explique cette difficulté, peut-être qu'en comparaison avec sa méthode classique, où il adapte le type d'engrais selon la météo pour limiter les pertes, là, il doit déclencher l'apport seulement si la notion de jour favorable est respectée.

Il voit dans la méthode un moyen de changer son raisonnement de la fertilisation par la réduction de la dose totale par exemple lors d'une année sèche. En effet, il parle que du fait de l'adaptation aux conditions climatiques, centrale pour déclencher les apport APPI-N, si les conditions d'une année sont sèches, alors potentiellement moins d'azote aura été apporté à l'inverse du raisonnement selon la méthode du bilan où il faut apporter ce qui est préconisé par la méthode même si cela entraîne des pertes économiques et de rendement (dans sa vision). Ainsi selon lui le fait de s'adapter aux conditions climatiques est un moyen pour réduire les doses d'azote apportées en plus du fait de permettre mieux valoriser l'azote en particulier en retardant le 1^{er} apport car jusqu'à 50%, d'après ce qu'il dit, peut être perdu s'il est fait précocement. Cet aspect l'a également faire réfléchir sur la notion de carence préjudiciable. En effet, il a eu l'occasion de se dire, d'après l'expérience qu'il avait vécue où le rendement avait été correct, et l'expérience de cette année, qu'un blé en carence au début n'était peut-être pas préjudiciable au rendement. Néanmoins sur ce point, il émet quand même l'idée qu'une probabilité de sécheresse étant plus importante plus la campagne passe, il est probable qu'une année sèche, les conditions climatiques font qu'une perte de rendement puisse être engendrée, à l'inverse d'une situation où l'apport aura été fait en février et où la plante aura pu absorber un peu plus d'azote même s'il y aurait eu des pertes.

Annexe 5 : Résumé des Justification des types d'apprenant de Kolb définis pour chaque agriculteur

	Type d'apprenant	Justification
1A	Convergent	<p>Efficace dans la résolution de problème :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Proposition d'une autre manière de faire pour les échanges de pince N-testeur, ■ Mise en place d'un fractionnement en 2 apports pour pallier au souci du 3^{ème} apport « limite » du fais généralement des conditions plutôt sèches à la période où il est fait <p>Ils semblent plutôt attirés par de nouvelles idées et de leurs applications :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Mise en application de théorie d'agronome sur le pouvoir tampon du sol : test cette année (2 apports au lieu de 3) ■ Teste d'AOD farmstar (peu réactif au déclenchement) ■ Test OAD modèle développement maladie Noriap (pas assez fiable pour le déclenchement, c'était déjà trop tard) : mais constant intérêt de ses fonctionnalité (prévision météo, hygrométrie, vent) → utilisation pratique de ce que proposais le modèle mais pas ce qu'il proposait de faire

2A	Accommodateur	<p>Volonté de testé de nouvelles méthodes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Même s'il n'avait jamais fait de test avant cela sur son exploitation, cela ne fait que 2 ans qu'il a repris cette exploitation à ses parents (peu d'expérience) <p>Il semble se focaliser sur la mise en pratique et l'analyse d'autres personnes :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Il ne pince pas mais applique les directives du conseiller qui pince pour les doses et les dates des apports (il n'a pas discuté avec lui des valeurs) ■ « Je me fis aussi ce que me dit mon père et à ce que me dise les anciens que j'ai autour de moi, j'ai toujours fais comme ça donc peut-être qu'on peut s'améliorer la dessus » (réinterprétation d'une situation existante ?)
2B	Accommodateur	<p>Bonne adaptation aux situations, il avait fait la réflexion des soucis logistiques au Point zéro mais a parlé au Point finale d'augmenter au fir et à mesure.</p> <p>Il utilise l'analyse des autres personnes : lison fait le ratio et lui applique les doses qu'elle a mis cependant il a également mis de l'azote avant d'avoir fait le ratio et après coup de se rendre compte qu'il ne fallait pas apporter mais néanmoins, l'abaque selon le ratio demandais d'apporter 80 UN la semaine précédente et avait été reporté du fait de mauvaise conditions climatique.</p> <p>En recherche de nouvelle méthode :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Aime faire de nouvelle expérience ■ Echanger sur ses pratiques ■ Volonté de testé la méthode en plus car en cours d'élaboration

3A	Accommodateur	<p>Attiré par de nouvelle expérience :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ pour résoudre ses problèmes envie de testé la méthode pour résoudre son problème de protéine → très intéressé et content de faire cette expérience ■ Test d'une fertilisation avec et sans OASD en même temps que le test ■ Idée de tester le drone pour la faire et moduler en fonction des zones des parcelles <p>Bonne capacité d'adaptation fondée sur son intuition et son expérience :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Expérience d'avoir perdu de l'azote t donc d'en avoir manqué, il avait donc faite attention l'année suivante de ne pas mettre tout l'azote pour éviter au moment des grosses pluies d'en perdre et donc d'en manquer. Satisfait de son choix (« azote n'a pas été un facteur limitant pour la culture ») → mise en application d'action fondé sur cette expérience ■ Décision d'attendre pour faire apport car conditions sèche et déclanchement 2 semaine plus tard
3B	Divergent	<p>Bonne capacité de généralisation d'idée à partir de ses expériences :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Il me parle de la raison de faire le fractionnement en $\frac{1}{4}$ $\frac{1}{2}$ → nombre important de tallage quand fertilisation important, qui avorte, azote → mieux de faire apporte plus important plus tard dans le cycle. <p>De plus il parait imaginatif, il parle de possibilité d'utilisé d'autre outils pour faire le suivi de l'INN</p> <p>Il accorde de l'importance au sentiment :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Il dit qu'il est surpris de décision que fais prendre farmstar par rapport à APPI-N (dose) ■ N'aime pas l'utilisation de la méthode car c'est très fastidieux ■ Inquiétude par rapport au retardement du 1^{er} apport sur APPI-N

3C	Divergent	<p>Bonne visualisation des situations de plusieurs points de vue :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Il m'a parlé des différentes possibilités d'apporté en fonction de la météo, du fait qu'il faut apporter d'un côté de l'azote au début pour que s'il pleut qu'il soit un peu absorbé et de l'autre que le fait de retardé et de parier sur le fait qu'il allait pleuvoir pour faire les apports ■ Différente possibilité de résultat d'APPI-N du fait qu'il a mis moins d'azote ■ Il dit qu'il a tendance à faire un RSH par type de sol et de précédents pour s'adapter aux situations ■ Possibilité de mettre soit moins soit plus d'azote avec la méthode APPI-N par rapport à la méthode du bilan selon que les conditions soient mauvaises ou optimales <p>Bonne capacité généralisé une situation :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Après son expérience de cette année me dis qu'il aurait dû attendre pour faire le 1^{er} apport car il a de gros reliquat mais me dis aussi que s'il avait eu peu de reliquat pour lui il ne faut pas zapper le 1^{er} apport. ■ Idée de faire un reliquat pour chacune les parcelles : généralisation de l'idée d'APPI-N <p>Donne une importance aux sentiments :</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Il me qu'il avait choisi après une perte de toujours en mettre au 1^{er} apport pour sécuriser le rendement + utilisation de la pince au 3^{ème} apport pour sécuriser aussi le rendement et donc pour se rassurer ■ Il me dit qu'il est content d'avoir réduit les doses (au début de l'expérience)
----	------------------	---

Annexe 6 : Listing de ce qui a été suggéré sur la méthode

D'après les données qui ont été recueillies grâce aux documents de réunions transmis par certains conseillers, à la réunion de fin de campagne et aux informations qui ressortent des entretiens, voici le listing des différentes suggestions qui ont pu être mises en avant et pourront servir au concepteur de la méthode :

- L'utilisation d'une parcelle sur-fertilisée pour faire le ratio permettant d'avoir l'INN semble avoir entraîné des erreurs dans les valeurs d'INN calculées du fait d'une sur-fertilisation trop faible qui a donné lieu à des mesures où la bande APPI-N était supérieure à la placette sur-fertilisée ainsi donc l'INN calculé n'était pas fiable. La raison de ce problème semble être liée à un manque de clarté de la notion de sur-fertilisation et une mauvaise adaptation au contexte des agriculteurs. Il serait donc important d'approfondir la manière de présenter cette notion et de s'adapter le protocole de sur-fertilisation aux stratégies de fertilisation des agriculteurs afin d'être sûr de la validité de l'INN mesuré. Un dernier point remarquable par rapport à cette placette sur-fertilisée est la vigilance qu'il faudra que les agriculteurs et le conseiller aient, pour pouvoir mener à bien le test, donc un point de vigilance doit être fait sur l'importance de ne pas l'oublier ce qui a pu se produire cette année.
- La notion de jour favorable semble entraînée des difficultés lorsque la méthode ne demande pas d'apport. En effet, cela a entraîné des craintes vis-à-vis du fait de ne pas savoir quand un autre jour favorable se présentera, en conséquence certains agriculteurs ont apportés alors que cela n'était pas demandé par APPI-N. Par ce constat il semble qu'il serait important de creuser l'adaptation la manière de présenter aux agriculteurs comment ont été faits les abaques pour qu'ils comprennent mieux le fondement sur lequel ils reposent, cela permettrait peut-être de mieux les faire suivre la méthode et les faire comprendre l'intérêt de ce jour favorable. Néanmoins, il semble que le contexte de cette année où certains agriculteurs ont eu une grosse période de sec durant mars et début avril. Ainsi, il est possible de se poser la question : est-ce que le nombre d'années utilisé est suffisant pour une bonne prise en compte des conditions climatiques pour le développement des abaques et la bonne prise en compte de la variabilité climatiques ? Cependant cette hypothèse est posée sans avoir eu de retour des résultats quantitatifs du test. Cela serait donc à approfondir en fonction du résultat.
- Il semble qu'il y a une demande d'avoir des abaques spécifiques selon les types d'engrais utilisés (liquide ou solide) qui provient du fait que l'azote solide permet une meilleure flexibilité des apports au jour favorable ce qui est lié au fait d'avoir moins de risque de volatilisation.
- En rapport avec les abaques des questionnements qui seraient à creuser concerne l'influence du type de techniques culturales tel que le semis direct sur la dynamique de l'azote et donc éventuellement étudier la manière dont les abaques sont adaptés à celle-ci.

- Ensuite il serait important de réfléchir à la manière de mettre en place la méthode sur une parcelle entière en collaboration avec les conseillers qui ont eu beaucoup de retour et de questions dans cette éventualité de leurs agriculteurs et ont commencés à explorer des pistes
- Il semble qu'il serait intéressant d'avoir de préconiser au conseiller de faire des fichiers techniques expliquant toute la démarché d'APPI-N comme outils pédagogique qu'ils prendraient avec eux lors des pinçages. Cela leurs permettrait d'avoir toutes les informations sur ce qu'ils doivent faire et d'avoir un outil plus intuitif que les fichiers Excel qui avait pu être produit.
- Concernant la pince N-tester®, certaines demandes ont émergé que le suivi de l'INN puisse être fait avec d'autre outils comme le satellite Sentinel 2 ou encore des drones. Ce besoin provient des remarques des agriculteurs sur l'utilisation de la pince N-tester® qui semble avoir été pour certains fastidieuse et chronophage

 	Diplôme et Mention : Master Biologie, Agrosociétés Parcours : Amélioration, Production et Valorisation du Végétal Option : FGA Responsable d'option : Matthieu CAROF
Auteur(s) : LEBRETON Pierre Date de naissance* : 16/05/1996	Organisme d'accueil : INRA Adresse : UMR Agronomie 1 avenue Lucien Brétignières 78850 Thiverval-grignon
Nb pages : 31 Annexe(s) :13	78850 Thiverval-grignon
Année de soutenance : 2019	Maître de stage : Lorène PROST
Titre français : Apprentissage engendrés par la mise en pratique de la méthode APPI-N chez les agriculteurs et son influence sur les rapports agriculteurs-conseillers Titre anglais : Learning generated from the application of the APPI-N method to farmers and influence on farmer-agricultural advisor	
Résumé (1600 caractères maximum) : Une nouvelle méthode de raisonnement de la fertilisation azotée, nommée APPI-N a été conçue lors de la thèse de Clémence Ravier (2017). Elle est fondée sur des connaissances touchant à la tolérance du blé aux carences précoces et celles liées aux conditions d'absorption de l'azote par les plantes. Elle repose sur le suivi de l'INN (Indice de Nutrition azotée) de la sortie de l'hiver à la floraison. D'après les premiers résultats du test fait en 2017, cette méthode permet, entre autres, de stimuler les apprentissages des agriculteurs. C'est pourquoi, l'objectif de l'étude menée ici a été de mettre au point un dispositif de suivi des apprentissages lors d'un test de la méthode APPI-N auprès avec un nombre plus large de conseillers ou animateurs et agriculteurs, dans une diversité de contextes agronomiques. Différentes méthodes de suivi ont été associées pour identifier tant les contenus que les processus d'apprentissage et appréhender l'effet des contextes d'apprentissage. L'analyse s'est appuyée sur les cadres théoriques des niveaux logiques d'apprentissage, du cycle d'apprentissage expérientiel et de l'apprentissage situé. L'analyse des données recueillies auprès de 6 agriculteurs et 3 conseillers met en évidence une diversité de trajectoires d'apprentissage des agriculteurs et permet de pointer les stimuli liés à la méthode et sa mise en contexte que les agriculteurs saisissent dans le cadre du test qu'ils réalisent. Pour conclure, des améliorations possibles de la méthode APPI-N en vue de favoriser les apprentissages des agriculteurs comme du dispositif de suivi des apprentissages des agriculteurs sont proposées.	
Abstract (1600 caractères maximum) : APPI-N is a method developed during Clémence Ravier's thesis (2017) which renews the decision process for nitrogen fertilization. It is based on knowledge related to the tolerance of wheat to early nitrogen deficiencies and knowledge related to the conditions of nitrogen absorption by the plants. It is based on the monitoring of the NNI (Nitrogen Nutrient Index) from winter end to flowering time. According to the first results of the 2017 test this method forster, among other things, farmers' learning. For this reason, the objective of this study was to develop a system to follow-up the learning occurring along the test of the method APPI-N among a larger number of advisors/facilitators and farmers. Various follow-up methods were combined to identify the learning contents, learning processes and to point the effects of learning contexts. The analysis is based on various theoretical frameworks, e.g. the learning logic levels, the experiential learning cycle, the situated learning theory. The analysis of the data collected among 6 farmers and 3 advisors enables to illustrate the diversity of farmers' learning trajectories, and to point out the stimuli related to the contextual use of the method which the farmers grasp during the test of the method. Finally, we propose possible improvements of the APPI-N method in order to boost farmers' learning and of the device which we developed to follow-up farmers' learning.	
Mots-clés : Apprentissage – Raisonnement de la fertilisation azotée – Appi-N - Agriculteurs – Conseiller Key Words: Learning – Reasoning for nitrogen fertilisation – Appi-N – Farmers - agricultural advisor	

* Élément qui permet d'enregistrer les notices auteurs dans le catalogue des bibliothèques universitaires