ISA Lille
48 Boulevard Vauban
59046 Lille cedex

Unité SEV de l'Anjouère
Domaine de l'Anjouère
49370 Erdre-en-Anjou

Mémoire de fin d'études
En vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur diplômé de
l'Institut Supérieur d'Agriculture- JUNIA

# Quelles pistes pour encourager l'inscription de variétés de colza et de blé tendre plus efficientes vis-à-vis de l'azote ?

*Sources : Terres Inovia et Semences de France*

Par Axelle Mabille
Promotion ISA 56
Août 2023

Année académique 2022 – 2023

Maitre d'apprentissage : Julie Gombert, Responsable Nationale Expertise et Animation VATE

Enseignant référent : Ali Siah, Professeur en Pathologie végétale et Biocontrôle

Résumé :

Le secteur agricole émet 20 % de gaz à effet de serre sur le territoire français (environ 100 millions de tonnes éqCO2). Près de la moitié de ces émissions sont liées à la fertilisation azotée (épandage d'engrais azotés minéraux ou organiques). Le nouveau Plan SPAD (Semences et Plants pour une agriculture durable) de 2021 préconise à travers son Action 12 de renforcer l'évaluation de l'efficience d'utilisation des éléments minéraux et en particulier de l'azote par les variétés. Le GEVES travaille à l'amélioration de son système d'évaluation des variétés vis-à-vis de l'azote et souhaite aller plus loin pour le blé tendre et le colza, deux espèces pour lesquelles la fertilisation azotée est importante. L'objectif de ce travail est d'identifier des pistes pour encourager l'inscription de variétés de blé tendre et de colza plus efficientes vis-à-vis de l'azote. L'étude se base sur les résultats d'un questionnaire d'enquête complété par 90 acteurs de la filière semences, la synthèse de 23 entretiens individuels menés avec des sélectionneurs, des transformateurs et des développeurs commerciaux ainsi que la synthèse de deux ateliers effectués avec 20 membres d'un groupe de travail, mis en place pour travailler sur la thématique. Parmi les pistes envisagées, deux se dégagent particulièrement : (i) une réduction de la fertilisation azotée sur l'ensemble du réseau d'essais VATE pour le blé tendre dans une approche similaire à celle du colza et (ii) la caractérisation des environnements des lieux d'essais VATE afin d'être en capacité d'évaluer les stress azotés présents sur les essais. D'autres pistes de travaux de recherche ont été évoquées notamment évaluer l'impact du stress azoté sur la qualité des variétés de blé et améliorer les outils de phénotypage numérique actuels. Les résultats issus de ce travail seront présentés et discutés au sein du groupe de travail Azote afin de sélectionner les thématiques prioritaires à travailler et les types d'approches envisageables (collaborations, projet de recherche).

**Mots clés** : Variétés, Azote, Efficience, Blé, Colza

Abstract :

The agricultural sector emits 20% of France's greenhouse gases (around 100 million tonnes of CO2-eq). Almost half of these emissions are linked to nitrogen fertilization (spreading of mineral or organic nitrogen fertilizers). Action 12 of the new SPAD Plan (Seeds and Plants for Sustainable Agriculture) for 2021 calls to strenghten the evaluation of the efficiency of use of mineral elements, particularly nitrogen, by varieties. GEVES is working to improve its system for evaluating varieties with regard to nitrogen, and would like to go further for soft wheat and rapeseed, two species for which nitrogen fertilization is important. The aim of this study is to identify ways of encouraging the registration of more nitrogen-efficient soft wheat and rapeseed varieties. The study is based on the results of a survey questionnaire completed by 90 seed industry members, a summary of 23 individual interviews conducted with breeders, processors and commercial developers, and a summary of two workshops held with 20 members of a working group. Among the ideas considered, two in particular stand out: (i) a nitrogen fertilization reduction across the entire VCU trial network for soft wheat, in a similar approach to that for rapeseed, and (ii) characterization of the environments of VCU trial sites, in order to be able to assess the nitrogen stresses present on the trials. Other research ideas were also mentioned, including assessing the impact of nitrogen stress on the quality of wheat varieties, and improving current digital phenotyping tools. The results of this work will be presented and discussed by the Nitrogen working group in order to select the priority themes to be worked on and the types of approach that could be possible (collaborations, research projects).

**Keywords:** Varieties, Nitrogen, Efficiency, Wheat, Rapeseed

## REMERCIEMENTS

Mes remerciements s'adressent tout d'abord à Julie Gombert, Responsable Nationale Expertise et Animation VATE pour sa confiance et ses conseils tout au long de mon contrat de professionnalisation. Je tiens également à remercier Solène Barrais, Responsable des études VATE Blé tendre, Aurélie Maillard, Responsable des études VATE Triticale, Anne-Sophie Poisson, Ingénieure méthodes VATE et Arnaud Mousseau, Responsable des études VATE Colza et Autres crucifères pour leur implication dans la réflexion du projet et leur disponibilité lors des entretiens.

Mes remerciements s'adressent aussi aux membres du groupe de travail Azote et Variétés pour leurs participations aux réunions d'échange et leurs conseils ainsi qu'à tous les sélectionneurs, développeurs et transformateurs interrogés dans le cadre de ce mémoire.

Je souhaite remercier l'ensemble des agents de la station expérimentale de l'Anjouère pour leur accueil et en particulier Laure Jolly avec qui j'ai partagé mon bureau pendant cinq mois. J'ai passé une très bonne année en alternance au sein de la structure.

Par ailleurs, je remercie Ali Siah, mon professeur référent de mémoire pour ses conseils tout au long de l'année ainsi que l'ensemble des professeurs de Junia ISA pour leurs enseignements pendant mes quatre premières années d'études.

Et enfin, l'ESA d'Angers de m'avoir accueillie en Master 2 spécialité « Agroécologues pour la filière semencière » et particulièrement la référente du Domaine d'Approfondissement Marie-Paule Raveneau pour la qualité de ses enseignements.

## GLOSSAIRE

AMM : Autorisation de Mise sur le Marché

COV : Certificat d'Obtention Végétale

CTPS : Comité Technique Permanent de la Sélection

CV : Contrôle Variétal

DHS : Distinction Homogénéité Stabilité

GEVES : Groupe d'Etude et de Contrôle des Variétés et des Semences

GIP : Groupement d'Intérêt Public

GNIS : Groupement National Interprofessionnel des Semences et des plants (aujourd'hui SEMAE)

INOV : Instance Nationale des Obtentions Végétales

INRAE : Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement

OCVV : Office Communautaire des Variétés Végétales

SEV : Secteur d'Etude des Variétés

SNES : Station Nationale d'Essais de Semences

SPAD : Semences & Plants pour une Agriculture Durable

UPOV : Union internationale pour la Protection des Obtentions Végétales

VATE : Valeur Agronomique Technologique et Environnementale

## SOMMAIRE


Introduction ..... 1

1. Cadre de l'étude ..... 2

1.1 Le GEVES au sein de la filière semences ..... 2

1.2 Le GEVES, une structure officielle de référence au niveau national et international sur l'ensemble des espèces cultivées. ..... 3

1.3 Missions et Organisation du Secteur d'Etude des Variétés ..... 4

2. Contexte, problématique et état de l'art ..... 6

2.1 Le blé tendre et le colza, deux espèces agricoles majeures ..... 6

2.2 L'azote en agriculture ..... 6

2.2.1 L'intérêt de l'azote en agriculture ..... 6

2.2.2 Les enjeux et le contexte règlementaire de la fertilisation azotée ..... 7

2.3 Le raisonnement de la fertilisation azoté du blé tendre et du colza ..... 9

2.3.1 La méthode du bilan prévisionnel ..... 9

2.3.2 Le fractionnement de la fertilisation azotée ..... 10

2.3.3 Le pilotage intégral de la fertilisation azotée ..... 10

2.3.4 Les types, formes d'engrais et innovations ..... 10

2.4 L'efficience d'utilisation de l'azote du blé tendre et du colza ..... 11

2.4.1 L'absorption et la remobilisation de l'azote du blé et du colza ..... 11

2.4.2 Les travaux d'amélioration variétale ..... 12

2.5 Les études VATE blé tendre d'hiver ..... 14

2.6 Les études VATE colza oléagineux d'hiver ..... 16

2.7 Evaluation des variétés vis-à-vis de l'azote ..... 17

2.7.1 Le blé tendre ..... 17

2.7.2 Le colza ..... 22

2.8 Problématique ..... 23

3. Méthodologie et moyens mis en œuvre ..... 24

3.1 Présentation de la méthodologie globale ..... 24

3.2 Le questionnaire d'enquête, objectifs et moyens mis en œuvre ..... 24

3.1 Les entretiens individuels, objectifs et moyens mis en œuvre ..... 25

3.2 Le groupe de travail azote et variétés, objectifs et moyens mis en œuvre ..... 26

4. Présentation et analyse des résultats ..... 28

4.1 Le questionnaire pour évaluer l'intérêt des acteurs de la filière semences pour la thématique 28

4.1.1 Données générales : nombre de réponses et répartition par espèce ..... 28

4.1.2 Leviers existants et leur potentiel d'amélioration afin de réduire l'utilisation de l'azote minéral 29

4.1.3 Le levier variétal, une thématique à approfondir ..... 30

4.1.4 Les attentes de la filière des futures variétés vis-à-vis de l'azote ..... 31
4.1.5 Les principaux enjeux à venir vis-à-vis de la fertilisation azotée ..... 32
4.1.6 Commentaires libres des experts exprimés en fin de questionnaire ..... 32
4.2 Les entretiens individuels menés avec les sélectionneurs de colza et de blé tendre ..... 33
4.2.1 Etat des lieux de la prise en compte de l'efficience d'utilisation de l'azote par les sélectionneurs colza ..... 33
4.2.2 Approches envisageables au niveau du réseau d'essais VATE de colza ..... 35
4.2.3 Autres thématiques abordées lors des entretiens ..... 36
4.2.4 Etat des lieux de la prise en compte de l'efficience d'utilisation de l'azote par les sélectionneurs blé tendre ..... 37
4.2.5 Approches envisageables au niveau du réseau d'essais VATE blé tendre ..... 39
4.2.6 Autres thématiques abordées lors des entretiens ..... 40
4.3 Les entretiens individuels menés avec les transformateurs de blé tendre ..... 41
4.3.1 Une volonté de réduction de l'empreinte carbone ..... 41
4.3.2 Conserver une teneur en protéines importante ..... 42
4.4 Les entretiens individuels menés avec les développeurs commerciaux de blé tendre et de colza 42
4.5 La synthèse des ateliers du groupe de travail ..... 43
5. Discussion et perspectives ..... 46
5.1 Synthèse des résultats ..... 46
5.2 Analyse critique méthodologique ..... 46
5.3 Les pistes principales et leurs limites ..... 47
5.4 Perspectives ..... 49
Conclusion ..... 52
Bibliographie ..... 53
6. Liste des annexes ..... 56
7. Annexes ..... 57
8. Table des figures ..... 74
9. Table des tableaux ..... 75

## INTRODUCTION

L'azote (N) est un élément nutritif crucial à la croissance des plantes. Il entre dans la structure des acides aminés constituant les protéines, des acides nucléiques constituant l'ADN et de certains pigments assimilateurs comme la chlorophylle.

Au cours de sa croissance, la culture absorbe de l'azote qui sera exporté hors du sol au moment de la récolte. Il doit donc être restitué à l'aide de sources d'azote organique ou minéral. Aujourd'hui, une large partie de la superficie agricole mondiale reçoit des fertilisants azotés. Appliqué en excès sur le sol, l'azote peut en revanche s'infiltrer dans les eaux souterraines, causer une eutrophisation des eaux de surface ou s'échapper dans l'atmosphère, contribuant ainsi à la pollution et au réchauffement climatique.

L'Union européenne se place parmi les puissances économiques les plus dynamiques en matière de lutte contre les émissions de gaz à effet de serre (GES). Parmi les objectifs du Green Deal, l'utilisation des engrais chimiques devra être réduite de 20% à l'horizon 2030 afin de contribuer à réduire les émissions de GES.

Afin d'atteindre les objectifs du Green Deal, un Plan d'Action National Eco-Azot a été mis en place en vue de la réduction des gaz à effet de serre liés aux usages d'engrais azotés minéraux. Il fixe un objectif de réduction de 15% des émissions de protoxyde d'azote ($N_2O$) et de 13% d'ammoniac (NH3) à l'horizon 2030.

Or, les engrais azotés jouent un rôle majeur dans l'élaboration du rendement et de la qualité des graines de blé tendre et de colza. Les deux cultures ont un besoin en azote important. Le besoin unitaire du blé tendre est d'environ 3 kg d'azote absorbé par quintal de grains produits et celui du colza est de 7 kg N/q.

Plusieurs leviers ont été identifiés en blé tendre et en colza afin d'optimiser l'utilisation de l'azote. D'importants travaux de recherche et développement sont menés depuis 30 ans notamment l'élaboration de la méthode du bilan prévisionnel (Comifer 2013), le développement d'outils de pilotage de la fertilisation azotée (Cohan 2018) et l'adoption des formes d'engrais les plus efficaces (Chambers, Dampney 2009). En parallèle, plusieurs programmes de recherche se sont penchés sur l'amélioration de l'efficience azotée des variétés de blé tendre et de colza.

Le GEVES (Groupe d'Etude et de Contrôle des Variétés et des Semences) a pour mission principale l'évaluation des nouvelles variétés végétales proposées à l'inscription au Catalogue Officiel français. Le Groupe d'Etude travaille actuellement à l'amélioration de son système d'évaluation des variétés vis-à-vis de l'azote. Il souhaite poursuivre et mettre à jour ses travaux en se questionnant sur les différentes approches qui pourraient être utilisées afin d'encourager l'inscription de variétés de blé tendre et de colza plus efficientes vis-à-vis de l'azote.

Pour ce faire, il sera question d'établir un état des lieux des connaissances sur la fertilisation azotée du blé tendre et du colza ainsi que sur la notion d'efficience d'utilisation de l'azote. Une partie méthodologique décrira les moyens mis en œuvre afin de répondre à la demande du GEVES, suivie d'une présentation et analyse des différentes pistes identifiées afin d'encourager l'inscription de variétés de blé tendre et de colza plus efficientes vis-à-vis de l'azote. Enfin, une discussion sur les différentes pistes abordées dans le cadre de ce travail ainsi qu'une présentation des perspectives clôtureront ce rapport.

# 1. CADRE DE L'ETUDE

## 1.1 LE GEVES AU SEIN DE LA FILIERE SEMENCES

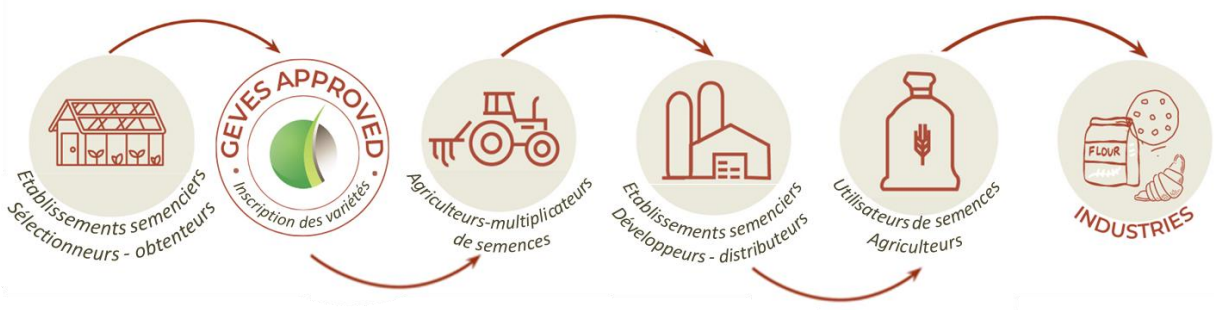



*Figure 1: Frise simplifiée des acteurs de la filière blé tendre (source : Axelle Mabille, d'après SEMAE)*

Les acteurs de la filière semences sont tous étroitement liés. Ils forment les différents maillons d'une chaîne allant de la création des variétés à l'utilisation des productions végétales qui en sont issues (source : SEMAE).

Au départ, les **sélectionneurs et obtenteurs** créent à partir de ressources phytogénétiques des nouvelles variétés. Au bout de 6 à 8 cycles de recherches organisées selon différentes techniques, les schémas de sélection conduisent à faire un tri afin de ne conserver que les meilleurs génotypes. Un ou plusieurs génotypes « élites », appelés cultivars sont alors obtenus.

Afin d'être commercialisée, une variété doit obtenir une Autorisation de Mise sur le Marché (AMM). Pour cela, la future variété (cultivar) est décrite et évaluée par un réseau multipartenaire comprenant le GEVES, l'INRAE, des instituts techniques, des établissements de sélection et d'autres établissements agricoles. Le **GEVES** assure l'organisation et la programmation des essais, leur homologation et l'exploitation des résultats. Une fois testé et mesuré, si le cultivar passe les différents tests avec succès, il obtient son AMM d'une durée de vie de 10 ans par **inscription au Catalogue officiel des espèces et variétés** de plantes cultivées en France. Cette AMM est renouvelable tous les 5 ans. Plus de 9 000 variétés pour 190 espèces sont répertoriées au Catalogue Officiel français, consultable sur le site internet du GEVES dont 403 variétés de blé tendre d'hiver et 280 variétés de colza oléagineux d'hiver**.** Le Catalogue est de la responsabilité du Ministère chargé de l'Agriculture qui publie au Journal Officiel de la République Française les différents arrêtés relatifs à l'inscription et à la radiation des variétés sur propositions du Comité Technique Permanent de la Sélection des plantes cultivées (CTPS). Toute variété inscrite sur un Catalogue national est portée au Catalogue commun de l'Union Européenne et peut ainsi être commercialisée sur le territoire de l'Union Européenne. Plus de 56 500 variétés sont répertoriées au Catalogue Européen.

Simultanément et jusqu'à douze mois après l'inscription, l'obtenteur peut demander un titre de protection intellectuelle de sa variété par un **Certificat d'Obtention Végétale** (COV). Ce certificat délivré par **l'INOV** (Instance Nationale des Obtentions Végétales), donne à son détenteur le droit d'exploiter exclusivement la variété protégée pendant 25 ou 30 ans selon l'espèce. L'obtenteur peut également opter pour une protection communautaire qui couvre l'ensemble du territoire de l'UE. De même durée que la précédente, cette protection est délivrée par l'**OCVV** (Office Communautaire des Variétés Végétales), installé à Angers.

Le réseau de **Post-Inscription** couvre les différentes zones de production de l'espèce et permet d'affiner le positionnement géographique des variétés. L'institut technique qui anime le réseau du blé tendre en France est Arvalis-Institut du Végétal. C'est un organisme de recherche appliquée agricole et le premier référent technique pour les grandes cultures.

L'institut technique qui anime le réseau du colza en France est Terres Inovia. Il accompagne les producteurs de colza et autres oléagineux, protéagineux et chanvre pour faire évoluer leurs systèmes de production vers plus de diversification et de durabilité.

Les **agriculteurs-multiplicateurs de semences** produisent dans leurs champs les semences inscrites qui leur sont fournies par les établissements semenciers.

Les **entreprises de production de semences** et les **distributeurs** ont ensuite la charge de la commercialisation des semences aux **utilisateurs de semences,** soit majoritairement les **agriculteurs.**

Enfin, les **utilisateurs industriels** ont en charge la transformation du blé tendre et du colza.

### 1.2 LE GEVES, UNE STRUCTURE OFFICIELLE DE REFERENCE AU NIVEAU NATIONAL ET INTERNATIONAL SUR L'ENSEMBLE DES ESPECES CULTIVEES.

Créée en 1989, le Groupement d'Intérêt Public (GIP) GEVES associe l'INRAE (Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement), le ministère de l'Agriculture et le GNIS (aujourd'hui SEMAE). Le statut de GIP lie l'Etat, la recherche et les représentants professionnels garantissant ainsi une bonne prise en compte des enjeux de la filière et une neutralité dans un esprit de service public.

Le ministère de l'Agriculture confie au CTPS (Comité Technique Permanent de la Sélection) l'expertise technique des variétés en vue de leur évaluation pour l'inscription sur le catalogue nationale. Le CTPS confie la réalisation des études techniques au GEVES.

Les missions officielles du GEVES sont :

- **Evaluer les nouvelles variétés végétales proposées à l'inscription** au Catalogue Officiel français et à la protection des obtentions végétales
- **Effectuer des contrôles variétaux pour la certification des semences** avant leur commercialisation.
- Le GEVES est également **Laboratoire National de Référence** pour la détection d'OGM et l'évaluation de la qualité des semences et plants.
- Le GEVES assure la coordination nationale de la **conservation des ressources phytogénétiques** pour le compte du Ministère en charge de l'Agriculture.

Afin d'effectuer ces missions, le GEVES est divisé en 3 secteurs principaux :

- Le Secteur d'Etude des Variétés (SEV)
- La Station Nationale d'Essais de Semences (SNES)
- Le Laboratoire de Biologie Moléculaire et de Biochimie (BioGEVES).

Comme illustré sur la figure n°2, le siège social du GEVES, deux unités autonomes du SEV, la SNES et le laboratoire BioGeves sont situés dans le Maine-et-Loire (49).

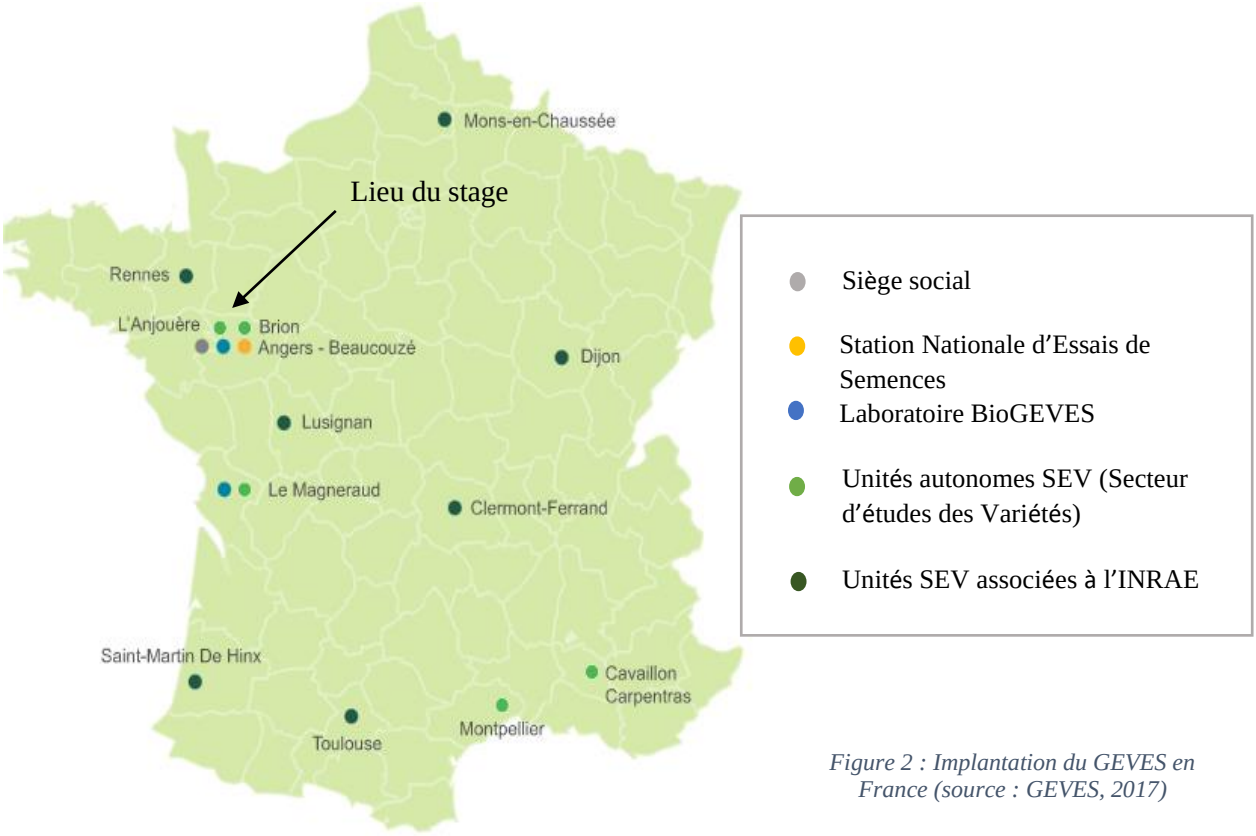



*Figure 2 : Implantation du GEVES en France (source : GEVES, 2017)*

La station expérimentale de l'Anjouère a été aménagée entre 2008 et 2010. Elle est chargée des études variétales des **espèces de grandes cultures** en lien avec deux autres stations expérimentales : celle du Magneraud (17) et de Montpellier (34).

Le site s'étend sur 200 ha sur la commune d'Erdre-en-Anjou (La Pouëze, Vern d'Anjou et Brain-sur-Longuenée) et implante 62 ha/an destinés à l'expérimentation. Au total, sur les 78 000 micro-parcelles évaluées par le GEVES, 35 000 sont traitées par le site de l'Anjouère.[1]

32 agents travaillent sur cette station.

## 1.3 Missions et Organisation du Secteur d'Etude des Varietes

Le Secteur d'étude des variétés du GEVES a pour principale mission **l'étude au champ des nouvelles variétés et le contrôle variétal des lots de semences** pour la certification de l'ensemble des espèces végétales cultivées.

L'étude des nouvelles variétés repose sur :

- Les Etudes de DHS (Distinction, Homogénéité, Stabilité)
- Les Etudes de VATE (Valeur Agronomique, Technologique et Environnementale)

Les études de **DHS** permettent de vérifier que la variété est Distincte des variétés notoirement connues, Homogène et Stable, c'est à dire qu'elle conserve ses caractéristiques phénotypiques de génération en génération.

[1] Une présentation de l'unité est disponible en annexe 1

Les études de **VATE** permettent de décrire la valeur culturale de la variété dans les principaux contextes pédoclimatiques qu'elle rencontrera en France ainsi que la valeur d'usage des produits de récolte issus de la variété.

3 271 cycles d'études DHS pour toutes espèces, 1 318 cycles d'études VATE pour les espèces agricoles et 3 757 lots de contrôles variétaux pour la certification ont été effectués en 2022. De plus, 610 nouvelles variétés ont été inscrites au catalogue en 2022 (Rapport d'activités GEVES 2022).

En outre, le SEV mène des **études méthodologiques**, généralement en collaboration avec des organismes de recherche publics ou privés. Ces recherches ont pour but d'améliorer les méthodes utilisées pour décrire et évaluer les variétés.

Les variétés de blé tendre et de colza font respectivement partie des Sections « Céréales à paille » et « Colza et autres crucifères ». Ces sections sont animées par un Président et un Secrétaire Technique (ST).

Les Responsables VATE (RVATE) jouent un rôle moteur dans l'évolution des protocoles et des méthodes d'examen à l'échelle nationale et internationale, par leur implication dans les instances du CTPS et également par les projets de recherche méthodologique qui sont conduits sur les différentes stations.

La RVATE Blé tendre est Solène BARRAIS et le RVATE Colza et autres crucifères est Arnaud MOUSSEAU. Ils animent les réseaux d'essais depuis la station de l'Anjouère. Plusieurs essais VATE sont mis en place sur la commune d'Erdre-en-Anjou pour les deux espèces chaque année. Au sein du GEVES, la Responsable Nationale Expertise et Animation VATE est Julie GOMBERT, responsable notamment du pôle transversale VATE et encadrante de ce stage.

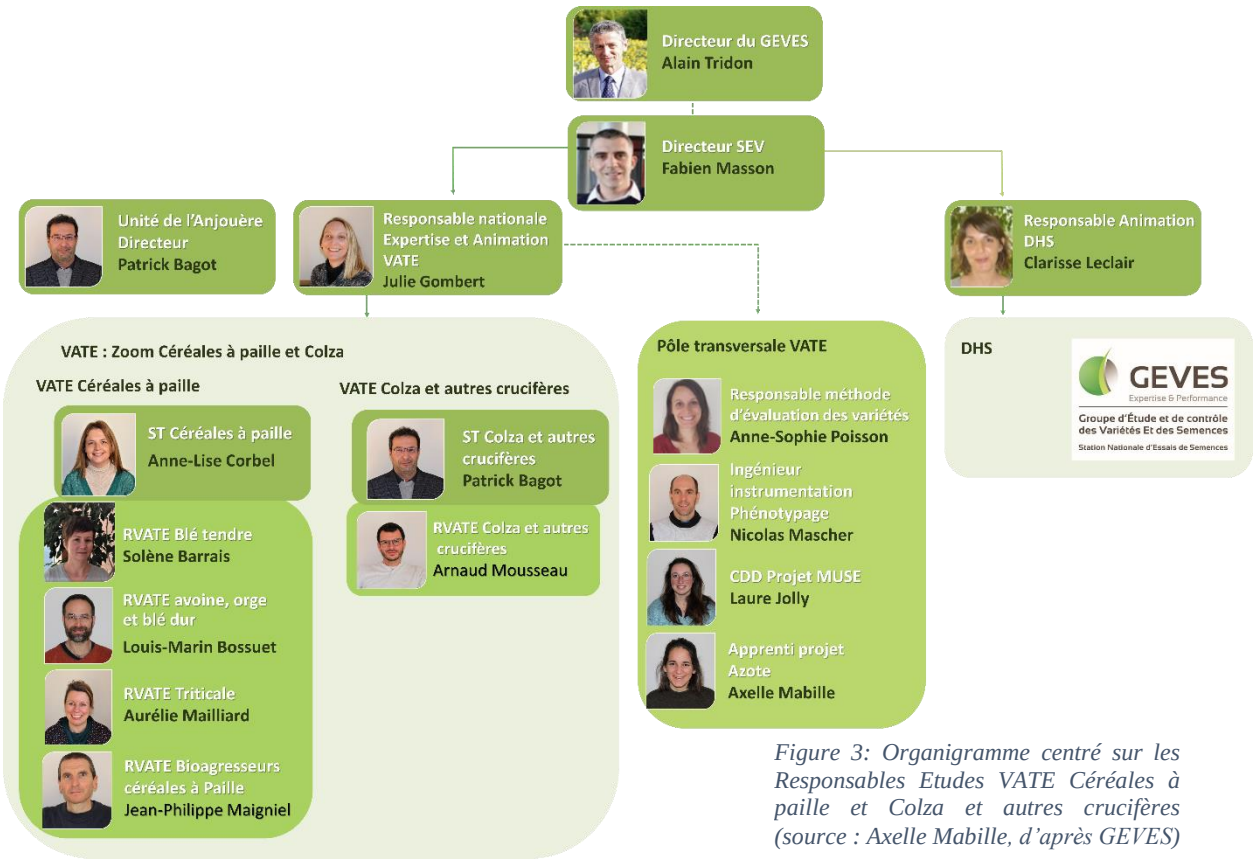



*Figure 3: Organigramme centré sur les Responsables Etudes VATE Céréales à paille et Colza et autres crucifères (source : Axelle Mabille, d'après GEVES)*

# 2. CONTEXTE, PROBLEMATIQUE ET ETAT DE L'ART

## 2.1 LE BLE TENDRE ET LE COLZA, DEUX ESPECES AGRICOLES MAJEURES

Avec 4.9 millions d'hectares implantés en **blé tendre** et un rendement moyen national de 71 q/ha, la France a produit 35 millions de tonnes de blé. Le pays était le 1er producteur européen de blé tendre et le 5ème exportateur mondial sur la campagne 2021/2022 (FranceAgriMer, 2023).

Un peu moins de 50% du blé tendre produit en France a été exporté majoritairement en Europe puis au Maghreb. En France, la consommation intérieure se divise en deux principaux débouchés, 2/3 pour l'alimentation humaine (via la meunerie, l'amidonnerie, la glutennerie, l'alcool, la biscuiterie et malterie) et 1/3 à l'alimentation animale (FranceAgriMer, 2023).

Avec 1.2 million d'hectares implantés en **colza** et un rendement moyen national de 36.8 q/ha, la France a produit 4.5 millions de tonnes de colza. L'UE se hisse au rang de 1er producteur mondial devant le Canada (premier exportateur mondial) d'après le bilan prévisionnel de campagne 2022/2023 (FranceAgriMer, 2023).

Sur le bilan prévisionnel de campagne 2022/2023, 23% du colza produit en France est exporté, essentiellement en Europe. Environ deux tiers des surfaces de colza oléagineux cultivées en France trouvent une valorisation grâce au débouché biodiesel et un tiers en huiles alimentaires (FEDIOL, 2021). De plus, les tourteaux de colza (coproduits) contiennent entre 32 et 36% de protéines et sont utilisés pour l'alimentation des animaux d'élevage.

## 2.2 L'AZOTE EN AGRICULTURE

### 2.2.1 L'intérêt de l'azote en agriculture

L'azote (N) est un élément nutritif crucial à la croissance des plantes. Il entre dans la structure des acides aminés constituant les protéines, des acides nucléiques constituant l'ADN et de certains pigments assimilateurs comme la chlorophylle. C'est également un élément chimique abondant à la surface de la Terre (Ministère de la Transition écologique, 2020). L'azote peut être présent dans le sol sous forme organique, sa forme majoritaire (détritus végétaux ou animaux en décomposition, animaux du sol, micro-organismes etc.) ou sous forme minérale (nitrate NO3-, ammonium NH4+, ammoniac NH3, urée CO(NH2)). L'activité biologique du sol transforme l'azote d'une forme à une autre. Ces formes de l'azote sont reliées entre elles dans ce qu'on appelle « le cycle de l'azote » (Figure 4). C'est principalement sous forme de nitrates que l'azote est assimilé par les plantes. Le cycle de l'azote est un cycle biogéochimique qui décrit la succession des modifications subies par les différentes formes de l'azote neutre en formes réactives et vice-versa.

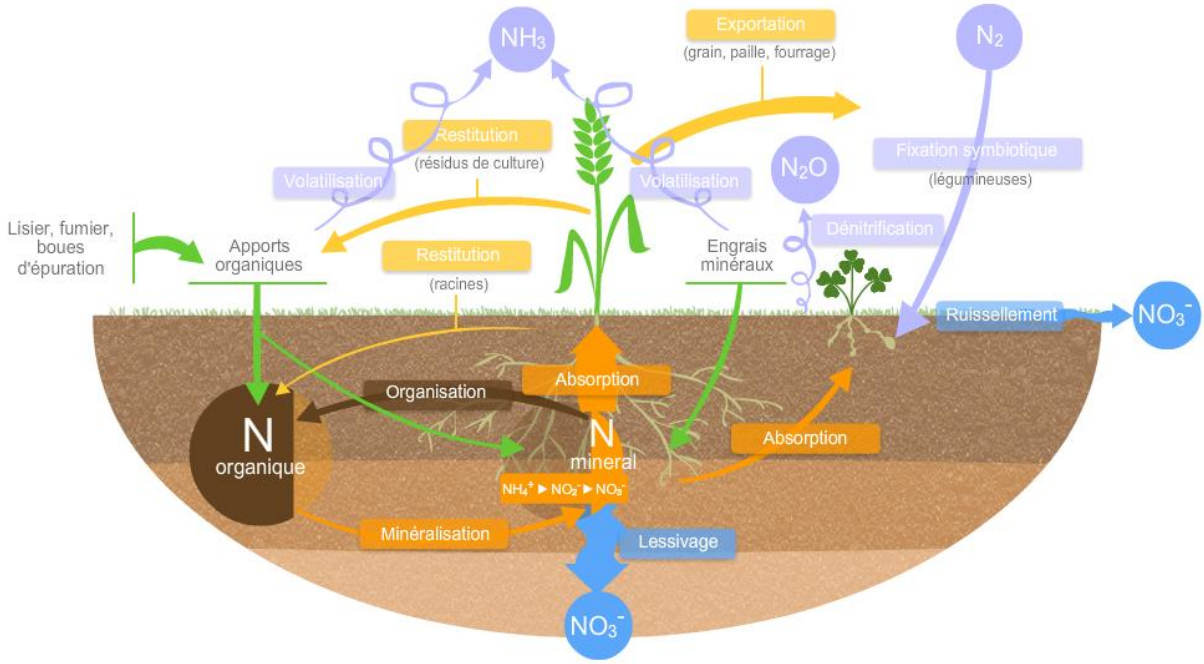



*Figure 4: Le cycle de l'azote au sein d'une parcelle agricole (source :programme-nitrate.gouv)*

L'activité agricole vient puiser dans les réserves d'azote réactif contenues dans le sol. Au cours de sa croissance, la culture absorbe de l'azote qui sera exporté hors du sol au moment de la récolte. Il doit donc être restitué à l'aide de sources d'azote organique ou minéral. Aujourd'hui, une large partie de la superficie agricole mondiale reçoit des fertilisants azotés en grande partie car il contribue à augmenter le rendement des cultures. Les principales sources d'azote des cultures au niveau mondial sont, par ordre décroissant, les engrais minéraux (120 Tg N.an-1), la fixation symbiotique (60 Tg N.an-1) et les déjections animales (57 Tg N.an-1) (Sutton et al., 2013).
La nutrition azotée a un rôle majeur dans l'élaboration du rendement et la qualité des grains de blé tendre et de colza. Chez le colza, le taux d'huile décroit linéairement avec l'augmentation de la dose d'engrais azoté. Pour ce qui est du blé tendre, selon le stade de la culture au moment de l'apport azoté, on favorisera le rendement ou la teneur en protéines.

### 2.2.2 Les enjeux et le contexte règlementaire de la fertilisation azotée

L'accumulation d'azote dans les différents compartiments environnementaux (eau, sol, atmosphère) engendre des impacts environnementaux, sociaux et économiques majeurs qu'il est important de réduire. En effet, appliqué en excès sur le sol, l'azote peut s'infiltrer dans les eaux souterraines, causer une eutrophisation des eaux de surface ou s'échapper dans l'atmosphère, contribuant ainsi à la pollution et au réchauffement climatique

Dans le monde, le secteur agricole est responsable de 23 % des émissions anthropiques de gaz à effet de serre (GES), soit 12 GtCO2 équivalent/an (GIEC 2020). En France, il représente le deuxième poste d'émissions de GES après les transports soit 21% (Robert, 2023). Les principaux GES émis en agriculture sont le méthane ($CH_4$), le protoxyde d'azote ($N_2O$) et le dioxyde de carbone ($CO_2$). En 2022, les émissions françaises de $N_2O$ étaient responsables de 42% des émissions de GES en agriculture via l'épandage d'engrais azotés, les effluents d'élevage et les résidus de cultures, soit directement au sol, soit indirectement via la volatilisation de l'ammoniac et le lessivage des nitrates (Robert, 2023).

L'Union européenne se place parmi les puissances économiques les plus dynamiques en matière de lutte contre les émissions de GES. Parmi les objectifs du Green Deal, afin de contribuer à réduire les émissions de gaz à effet de serre, l'utilisation des engrais chimiques devra être réduite de 20% à l'horizon 2030.

Des mesures règlementaires ont été mises en place sur le territoire français afin de limiter les pertes d'azote dans l'environnement. C'est notamment le cas du 7ème Programme d'Action Nationale pour la directive « nitrates » qui a vu le jour début 2023 mais aussi du Plan d'Action National « Eco'Azote » issu de la loi climat et résilience de 2021. Ce plan stipule une trajectoire de réduction des émissions en provenance des fertilisants minéraux et notamment une réduction de 15% des émissions de protoxyde d'azote ($N_2O$) et de 13% d'ammoniac (NH3) en 2030 par rapport à 2015 avec une mise en place d'une redevance d'usage d'engrais minéraux en cas de trajectoire à la baisse non respectée (Ministère de la transition écologique, 2021).

De même, le Plan national de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques (PREPA) issu de la Directive européenne NEC 2 (National Emission Ceilings) a été instauré en 2016. Plus récemment, un indicateur du nouveau cahier des charges HVE (Haute Valeur Environnementale) concerne la fertilisation et un appel à manifestation d'intérêt « Innov'Azote » a vu le jour en 2022 afin de financer des projets expérimentaux d'agriculteurs en faveur d'une réduction des pertes d'azote (Ministères Écologie Énergie Territoires, 2022).

Ces deux dernières années, les prix des engrais azotés ont subi une forte hausse renforcée par la guerre en Ukraine. En effet, la Russie est le principal pays exportateur de gaz nécessaire à la fabrication de l'engrais azoté mais aussi le principal exportateur d'engrais azotés.

La Figure 5 illustre l'évolution des prix moyens du blé tendre et de l'azote en France entre 2006 et 2023. On constate une forte corrélation entre la courbe du prix de l'azote moyen en France et celle du prix du blé tendre. En effet, une analyste d'Agritel (société experte en stratégies des marchés agricoles) fait, en 2021, le lien entre la hausse des prix des engrais et l'évolution de la production de blé tendre meunier disponible sur le marché. Elle explique que les coûts élevés de la fertilisation azotée incitent certains agriculteurs à moins fertiliser (ce qui influence les rendements de la culture) et à diminuer leur surface d'implantation annuelle de blé tendre (Perrot, 2021). Ces mouvements soulignent l'importance d'identifier des moyens pour réduire la dépendance de la culture du blé tendre vis-à-vis des engrais azotés minéraux.

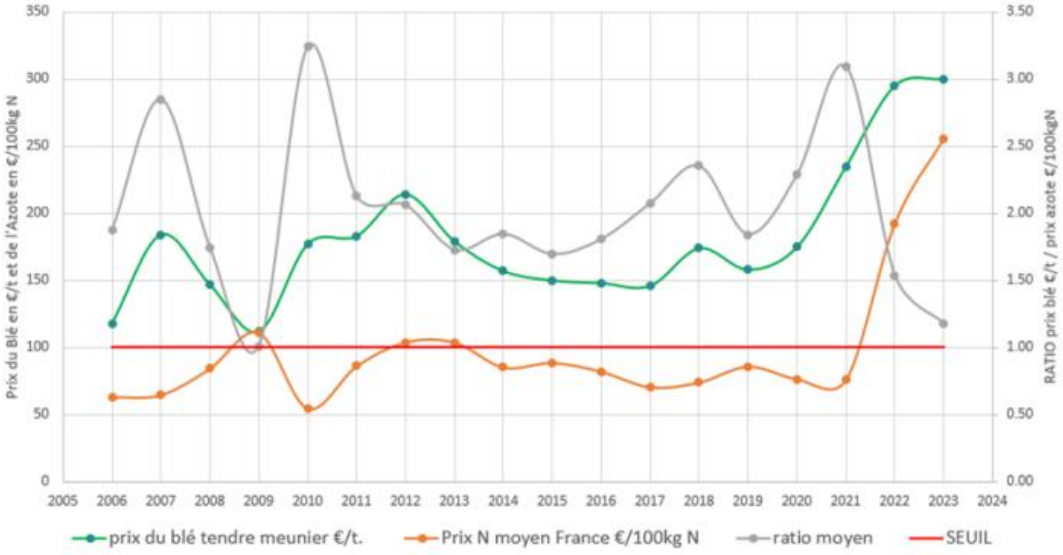



Figure 5: Graphique de l'évolution des prix moyens du blé tendre et de l'azote en France entre 2006 et 2023 (source : Arvalis, 2023)

## 2.3 LE RAISONNEMENT DE LA FERTILISATION AZOTE DU BLE TENDRE ET DU COLZA

L'objectif du raisonnement de la fertilisation est de maximiser l'utilisation de l'azote des engrais afin de limiter l'impact écologique et économique de ces intrants tout en maintenant de bons niveaux de rendement.

Afin de raisonner l'utilisation d'engrais azotés minéraux, plusieurs leviers directs sont à la disposition des agriculteurs notamment le calcul de la dose totale prévisionnelle, le fractionnement, les outils de pilotage ainsi que les types, formes d'engrais et innovations.

Il existe également des pratiques de fertilisation se substituant à l'utilisation d'engrais azotés de synthèse notamment l'implantation de légumineuses (dans la rotation ou en association). Celles-ci peuvent permettre une réduction des apports azotés allant jusque 100 kg N/ha en colza dans le cas d'un couvert très développé (dépassant 4 t de MS/ha) en interculture et jusque 30 kg N/ha en colza associé (Terres Inovia, 2022).

### 2.3.1 La méthode du bilan prévisionnel

La méthode de **calcul de la dose totale d'azote à épandre** permet d'ajuster les apports en engrais minéraux ou organiques aux besoins de la culture afin d'atteindre un objectif de production donné (Comifer, 2013)**.** La méthode du bilan prévisionnel s'applique à la plupart des grandes cultures dont le blé tendre et le colza. Elle équivaut à une balance entre les besoins des plantes en azote et les fournitures du milieu en azote (Figure 6).

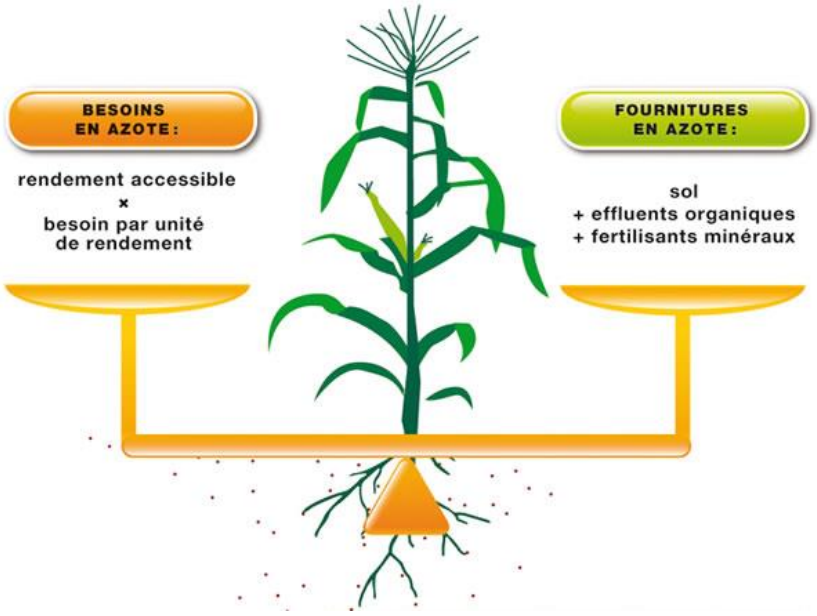



*Figure 6: Balance entre les besoins de la culture et les fournitures de l'azote minéral (source : UNIFA)*

Bien que la logique du calcul soit similaire entre espèces, certaines spécificités sont à prendre en compte par espèce dans le calcul. Par exemple, les **besoins par unité de rendement** des plantes de blé tendre et de colza ne sont pas les mêmes. Le besoin unitaire du blé tendre est d'environ 3 kg d'azote absorbé par quintal de grains produits tandis que celui du colza est de 7 kg N/q. Terres Inovia a mis au point un outil de calcul en ligne appelé **Réglette azote colza**. Basé sur la méthode du bilan prévisionnel, l'outil facilite le calcul de la quantité d'azote à apporter à l'hectare sur le colza.[2]

[2] Voir en annexe n°2 l'outil Réglette Azote colza (Terres Inovia)

### 2.3.2 Le fractionnement de la fertilisation azotée

Le fractionnement des apports d'engrais permet de (i) favoriser l'absorption de l'azote en privilégiant des périodes de sensibilité de la culture aux carences azotées, (ii) minimiser les risques de pertes d'azote liées aux conditions climatiques et (iii) assurer une fourniture d'azote constante afin de sécuriser la qualité des récoltes (COMIFER 2013).

**L'intérêt du fractionnement de l'azote en blé a largement fait ses preuves**. Il a été démontré que, fractionner en trois apports au lieu de deux la fumure azotée augmentait significativement la teneur en protéine pour la plupart des variétés de blé tendre (Häner and Brabant, 2016).

**Le fractionnement de la dose à épandre est également possible en colza** à partir de la reprise de végétation. Toutefois, il n'est pas systématiquement préconisé par Terres Inovia car des impasses dans les doses à apporter sont possibles lorsque la biomasse du colza en sortie hiver est importante (Champoliver, 2020).

### 2.3.3 Le pilotage intégral de la fertilisation azotée

L'émergence d'un nouveau concept de raisonnement de la fertilisation azotée sur la culture de blé, appelé pilotage intégral, ouvre des perspectives d'amélioration de l'efficience de l'azote apporté.

Ce concept est mis en application depuis 2017, de manière complémentaire, par Arvalis, à travers un outil de pilotage (CHN-conduite), et par l'INRAE qui l'a décliné en une méthode (Appi-N)[3] basée sur une mesure au champ (Figure 7) de la nutrition azotée de la culture (Taulemesse 2022).

*Figure 7: Mesure au champ de l'Indice de Nutrition azotée (INN) – avec un analyseur de teneur en chlorophylle (source : Perspectives Agricoles, 2022)*

Contrairement au blé tendre, il n'y a pas de méthode de pilotage de la fertilisation azotée en colza. Cependant, des travaux sur la mise au point d'une méthode de pilotage intégral de la fertilisation azotée basé sur le suivi en temps réel d'un indicateur d'état d'alimentation azotée des plantes (INN) sont en cours (projet Carnot Plant2Pro et projet DECOPROZE de Saipol).

### 2.3.4 Les types, formes d'engrais et innovations

Les différents **types d'engrais** sont les engrais minéraux, organiques et organo-minéraux. Chaque type d'engrais a une valeur fertilisante différente. Il existe une diversité d'engrais organiques notamment le fumier, le compost et les engrais verts. La vitesse de minéralisation de l'azote des engrais organiques est très variable. Elle est donc importante à prendre en compte pour assurer une fourniture d'azote constante à la culture.

[3] Voir Annexe n°3 : Détail du fonctionnement des modèles de culture CHN et Appi-N

Les **formes d'engrais** n'ont pas toutes la même efficacité. Par exemple, apporter un engrais minéral en solution azotée par temps sec et venteux favorisera le risque de brûlures sur les feuilles (Arvalis, 2021). Le choix de la forme d'azote impacte le rendement mais aussi la qualité de la récolte. De nombreuses études en céréales ont montré que sur le plan de l'efficience de l'absorption de l'azote, l'ammonitrate sort gagnant devant l'urée et surtout devant les solutions azotées lorsque ces deux dernières formes sont sans adjuvant ni enrobage (Champolivier, 2022).

Depuis une dizaine d'années, le marché des biostimulants est en plein essor. Qu'il soit inorganique, organique ou microbien, un biostimulant est, d'après la définition européenne inscrite au règlement (UE) 2019/1009, un produit qui stimule les processus de nutrition des végétaux indépendamment des éléments nutritifs qu'il contient. Les biostimulants permettent notamment d'améliorer l'efficacité d'utilisation des éléments nutritifs par une meilleure implantation, une augmentation de l'exploitation racinaire et une amélioration de la captation des nutriments. Très souvent, leur utilisation est combinée à un engrais minéral lors de l'épandage pour faciliter leur utilisation et augmenter l'efficacité de la fertilisation (Patrick Du Jardin 2021).

## 2.4 L'EFFICIENCE D'UTILISATION DE L'AZOTE DU BLE TENDRE ET DU COLZA

Le terme efficience est souvent utilisé comme synonyme d'efficacité. Leurs sens sont pourtant différents : l'efficacité correspond à la capacité à atteindre un objectif donné alors que l'efficience exprime le rapport entre un résultat et les moyens mis en œuvre pour y parvenir (ISO 9241, 1998). A titre d'illustration, une fertilisation azotée sera qualifiée d'efficace si elle permet d'atteindre un rendement objectif (quelle que soit la quantité d'azote apportée) alors qu'une fertilisation azotée sera qualifiée d'efficiente si elle permet de maximiser le rendement par unité de fertilisant appliquée, ou de minimiser la quantité d'azote à utiliser par unité de rendement.

Les définitions d'efficience d'utilisation de l'azote varient dans la littérature selon les auteurs. Ainsi, l'efficience d'utilisation de l'azote peut être définie comme le rapport du rendement sur la quantité d'azote accumulée dans les parties aériennes à la récolte. Les travaux de Sattelmacher et al. (1994) attribuent à l'efficience de l'azote la capacité d'une plante à réaliser un rendement au-dessus de la moyenne dans des conditions non optimales de fertilisation azotée (Gombert 2006).

### 2.4.1 L'absorption et la remobilisation de l'azote du blé et du colza

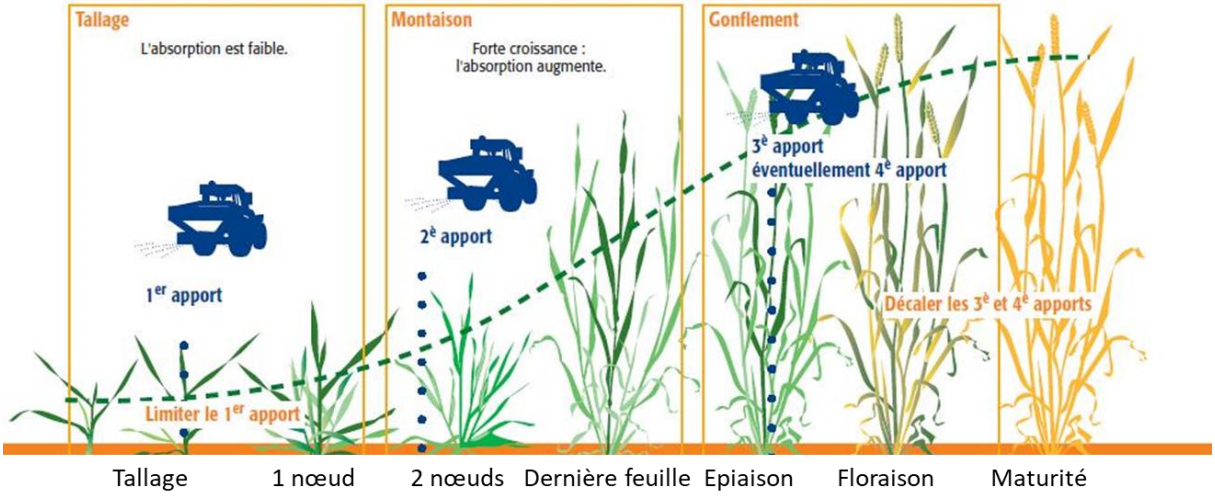



*Figure 8: Besoins en azote du blé tendre en fonction des stades de la culture (source : Arvalis, 2023)*

**La cinétique d'absorption du blé** en azote est loin d'être linéaire. En effet, les besoins en azote du blé tendre augmentent sensiblement au cours de son cycle (Arvalis, 2023). Faibles en début de cycle, ils augmentent à partir de la montaison, phase durant laquelle la production de biomasse est la plus importante. Les besoins en azote atteignent un pic entre le stade « 2 nœuds » et le stade « floraison », phase de production et d'alimentation des grains du blé. L'accumulation de protéines dans les grains de blé résulte du parcours d'absorption et de remobilisation de l'azote dans la plante, et d'un jeu de concentration ou de dilution dans le grain (Figure 8).

**Il existe de forts décalages temporels entre absorption d'azote et besoins élevés en azote chez le colza**. En effet, la plante peut absorber des quantités d'azote très importantes pendant l'automne (jusqu'à 250 kg/ha) et sera en mesure de remobiliser ces réserves azotées accumulées plus tard, au cours de son cycle. D'autre part, une fraction variable de l'azote est perdue par la chute des feuilles du colza pendant l'hiver. La minéralisation de l'azote issue des feuilles tombées est suffisamment rapide pour rendre disponible une fraction de cet azote pour la culture pendant le printemps suivant.

Les difficultés à tenir compte de l'azote accumulé par la culture mais perdue par la chute continue des feuilles, rendent difficile la quantification de l'accumulation maximale d'azote par la culture. L'efficience d'utilisation de l'azote du colza prend en compte les dynamiques d'absorption, de transport et de remobilisation de l'azote qui ont lieu pendant tout le cycle de la culture.

### 2.4.2 Les travaux d'amélioration variétale

La sélection de variétés efficientes en utilisation de l'azote est un sujet qui est travaillé depuis plus de vingt ans par la recherche publique et privée en blé tendre et en colza. L'amélioration du colza sur la base d'une meilleure efficience de l'azote est une thématique plus récente en colza comparativement au blé tendre.

En colza, certains mécanismes de gestion de l'azote (absorption, répartition et remobilisation) ont été étudiés afin d'identifier des pistes d'amélioration variétale dans le cadre de la thèse de Julie Gombert en 2006. Afin d'améliorer l'efficience d'utilisation de l'azote des variétés de colza, la détermination des régions génomiques impliquées dans la remobilisation de l'azote au cours du remplissage des graines semblait être la piste la plus intéressante de cette thèse.

Le projet de recherche Rapsodyn (2012-2021), coordonné par l'INRAE, a permis l'identification de traits génétiques différentiels reliés à l'azote en termes de remobilisation, dégradation de protéines et épaisseur des racines ainsi que des recherches de régions génomiques impliquées dans le rendement. Des travaux ont notamment été menés sur la glutamine synthetase, l'accumulation de proline, la régulation de la protéolyse et le recyclage des glutamates. Il a été mis en évidence que deux familles de gènes (BnaGLN1.1 et BnaGLN1.4) étaient surexprimées au moment de la senescence des feuilles de colza en réponse au stress azoté. Ce projet a contribué à comprendre les bases physiologiques de l'efficience d'utilisation de l'azote qui ont aidé à caractériser des profils génotypiques et qui pourraient également contribuer à repenser les idéotypes de variétés efficientes.

Depuis 2014, certains établissements semenciers revendiquent le comportement intéressant de certaines variétés de colza vis-à-vis de l'azote. C'est le cas des variétés labelisées « N-flex » et « Optimisation Azote » qui présenteraient de meilleurs potentiels que les autres variétés de colza à différents niveaux de fertilisation (Tableau 1).

*Tableau 1: Variétés de colza identifiées pour leur bon comportement à l'azote (source : www. limagrain.com / www.bayer.com)*

| | Nom du « label » | Noms des variétés et sociétés | Année d'inscription | Arguments de vente |
|---|---|---|---|---|
| | N-flex | LG Aviron<br>LG Ambassador<br><br>(Limagrain) | 2019 | « Capacité génétique à optimiser l'azote disponible durant le cycle végétatif » |
| | Optimisation Azote | DK Exception<br>DK Exentiel<br><br>(Dekalb-Bayer) | 2014 | « Un maximum de potentiel quel que soit le niveau de fertilisation » |

Pour ce qui est du blé tendre, plusieurs traits génétiques permettant d'augmenter l'efficience d'utilisation de l'azote ont été publiés dans un article en 2012 (Le Gouis 2012). Dans son article, l'auteur détaille des caractères permettant de maximiser l'absorption d'azote (notamment l'architecture racinaire, système d'absorption), d'optimiser l'assimilation du nitrate (notamment par les activités enzymatiques) et d'optimiser la remobilisation et les protéines du grain (notamment par la concentration en azote du grain).

L'identification de ces traits génétiques d'intérêt a permis de distinguer des régions chromosomiques et des gènes impliqués dans l'efficacité d'utilisation de l'azote, dont certaines liées à l'architecture et au fonctionnement racinaire. Plusieurs de ces régions et des gènes candidats associés ont été cités dans l'article notamment le facteur de transcription NAM-B1 qui agit sur la concentration en protéines du grain. Ce facteur est l'un des plus avancé sur le sujet car du matériel génétique possédant l'allèle favorable et des marqueurs moléculaires permettant une sélection assistée par marqueur sont disponibles.

## 2.5 LES ETUDES VATE BLE TENDRE D'HIVER

L'étude de la VATE blé tendre porte sur la productivité, sur le comportement vis-à-vis des bioagresseurs et autres facteurs de régularité du rendement ainsi que sur la valeur d'utilisation à l'issue d'au moins deux années d'observations.

L'étude de la productivité est réalisée à travers le Réseau National d'Expérimentation (RNE) regroupant des essais implantés dans des stations de l'INRAE, du GEVES, d'Arvalis, des établissements de sélection et d'autres établissements agricoles. Le GEVES assure l'organisation et la programmation des essais, leur homologation et l'exploitation des résultats.

Le règlement technique distingue plusieurs cas d'étude pour le blé tendre, en fonction du cycle de développement de la variété (hiver ou printemps) et de son usage (agriculture biologique ou non).

Pour les réseaux dits conventionnels, **deux protocoles** sont mis en place :

- Des essais où les variétés sont évaluées pour leur rendement en conduite Traitée fongicides (T) et en conduite Non Traitée fongicides (NT).

- **Des essais où les variétés sont soumises à 2 niveaux de fertilisation azotée** : une dose à X unités d'azote raisonnée sur la base de la méthode du bilan et une dose à X-80 unités. Ce dispositif, mis en place depuis la récolte 2013, a pour objectif d'observer le comportement des variétés en situation de restriction azotée.

Les différents critères mesurés dans les essais expérimentaux sont pris en compte sous la forme d'un index appelé **cotation variétale.**

**La base de la cotation des variétés repose sur l'évaluation du rendement** en référence à des variétés témoins, évaluées pour moitié en condition traitée fongicides et pour moitié en condition absence de traitements fongicides avec une fertilisation azotée classique. La cotation rendement est la moyenne des pourcentages aux témoins de référence sur l'ensemble des essais à l'issue des deux années d'étude. Les seuils de rendement à atteindre pour l'inscription dépendent de la classe technologique de la variété. Six classes technologiques permettent de rendre compte des différents usages du blé :

| | |
|---|---|
| A | Blé Améliorant ou de force |
| A' | Blé ayant des caractéristiques technologiques originales |
| BPS | Blé Panifiable Supérieur |
| BP | Blé Panifiable |
| BB | Blé Biscuitier |
| BAU | Blé Autres Usages |

Au-delà de l'évaluation du rendement, **des bonus et malus peuvent être attribués** sur différents critères (poids spécifique, relation rendement et teneur en protéines, caractéristiques vis-à-vis des facteurs biotiques et abiotiques et écart rendement traité / non traité) ainsi que sur des essais spécifiques demandés par les déposants.

**Focus sur la relation rendement / teneur en protéines**

Il existe une relation négative entre rendement et teneur en protéines. La Grain Protein Deviation (GPD, Oury et Godin 2007) représente l'écart de chaque variété à la droite de régression entre rendement et teneur en protéines obtenue sur l'ensemble des variétés étudiées.

L'examen de la GPD permet d'identifier et de favoriser l'inscription des variétés qui s'écartent de manière favorable de la régression linéaire (Figure 9).

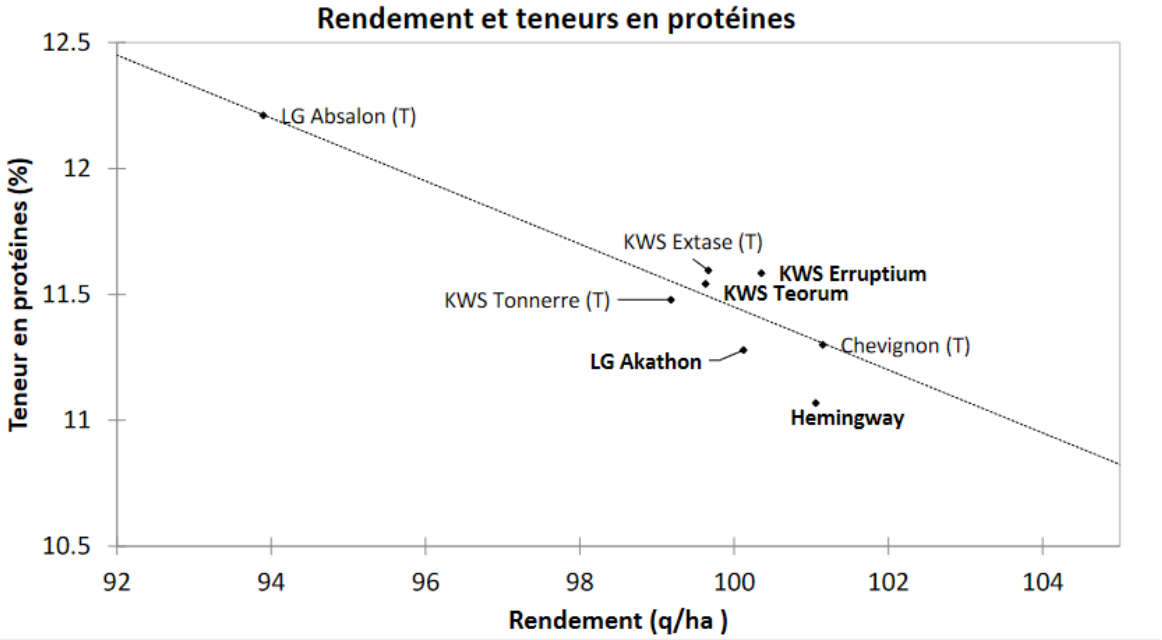



*Figure 9: Graphique représentant la relation négative entre rendement et teneur en protéines (source : Plaquette résultats VATE, 2022)*

En blé tendre, l**a pente de la régression est calculée en fonction de la série variétale sur 2 ans,** elle est donc très dépendante du jeu de données de la série (2 fois 8 lieux). Un double bonus de **+2** est appliqué dans la cotation finale pour les variétés à GPD très positives, un bonus de **+1** est appliqué dans la cotation finale pour les variétés à GPD positives et un malus de **-1** est appliqué dans la cotation finale pour les variétés à GPD négatives.

La carte du réseau d'essais 2022-2023 du blé tendre d'hiver avec modalités T/NT, Azote et AB est disponible en annexe n°4 et tous les éléments relatifs aux droits applicables aux examens d'inscription au Catalogue officiel, aux règles d'inscription et aux protocoles d'expérimentation VATE sont disponibles en ligne[4].

[4] Lien internet des barèmes des droits applicables CTPS, Règlements Techniques d'Examen et protocoles : https://www.geves.fr/acces-documents/

## 2.6 LES ETUDES VATE COLZA OLEAGINEUX D'HIVER

L'étude de la VATE colza oléagineux porte sur la productivité, la qualité de l'huile et du tourteau et les facteurs intervenant sur la régularité du rendement.

Les variétés nouvelles sont expérimentées dans un **réseau d'essais unique** couvrant les principales régions françaises de production du colza.

A la différence du blé tendre, les variétés de colza sont étudiées en fonction de leur structure génétique. Cependant la seule structure présente au dépôt depuis 2013 est l'hybride restaurés.

Les essais sont conduits selon les pratiques agricoles classiques avec, pour favoriser l'inscription de variétés plus **économes en azote**, une fertilisation azotée minorée de 40 unités par rapport à la dose préconisée par le calcul de la méthode du bilan.

Ces essais permettent d'évaluer le rendement, la résistance aux bioagresseurs, la verse et de fournir des échantillons pour l'appréciation de la valeur technologique (teneurs en huile, protéines et glucosinolates). Une série d'essais spécifiques est également mise en place pour évaluer la résistance des variétés aux maladies (phoma et cylindrosporiose). Des tests spécifiques sont également possibles au champ ou au laboratoire à la demande de l'obtenteur. [5]

Chez le colza d'hiver, la cotation est établie de la manière suivante : Cotation = Rdt + H + P + M

- **Rdt** = Rendement moyen de la variété calculé par rapport au témoin de référence à l'issue des deux années d'étude.
- **H** = % d'huile de la variété en étude par rapport au témoin de référence (bonus/ malus)
- **P** = Relation rendement / teneur en protéines (bonus/malus GPD)
- **M** = Indice d'attaque maladie Phoma par rapport au témoin de référence (seuil éliminatoire et intégré à la cotation).

**La relation rendement / teneur en protéines**

En colza, une régression linéaire à partir d'une base de **données historiques des hybrides restaurés** (2007 – 2022) est calculée. Une correction de l'effet année est effectuée chaque année. Un double bonus de **+1.5** est appliqué dans la cotation finale pour les variétés à GPD très positives, un bonus de **+0.75** est appliqué dans la cotation finale pour les variétés à GPD positives, un double malus de **-1.5** est appliqué dans la cotation finale pour les variétés à GPD très négatives, un malus de **-0.75** est appliqué dans la cotation finale pour les variétés à GPD négatives.

Bien qu'intégrée dans le calcul de la GPD pour le blé tendre et le colza, la teneur en protéines n'est donc pas utilisée à part entière dans la décision d'inscription des variétés.

[5] La carte du réseau d'essais des variétés de colza d'hiver évaluée en 2021-2022 est disponible en annexe 5.

## 2.7 EVALUATION DES VARIETES VIS-A-VIS DE L'AZOTE

### 2.7.1 Le blé tendre

L'évaluation des variétés de blé tendre vis-à-vis de l'azote dans les essais CTPS via le protocole Azote actuel a été initiée à la suite de trois grands projets de recherche.

#### *2.7.1.1 Le projet BNI : Bas Niveaux d'Intrants (2008-2011)*

L'objectif de ce projet était d'évaluer les variétés avec une conduite plus représentative de la conduite agriculteur que la conduite Non Traitée fongicides tout en voulant garantir la description des variétés vis-à-vis des bioagresseurs. Pour cela, une nouvelle conduite appelée BNI « Bas Niveaux d'Intrants » a été mise en place au côté du réseau d'essais classique T/NT du CTPS. La modalité consistait à une diminution de 30% de la densité de semis, une réduction de la dose d'azote totale d'environ 25% (suppression du premier apport, connu comme étant le moins efficace) et une suppression des traitements fongicides et des régulateurs de croissance.

L'étude a révélé en combinant les facteurs azote et bioagresseurs qu'il était plus compliqué de décrire les variétés de manière factorielle : Effet des bioagresseurs / effet de la réduction de l'azote.

La réduction d'azote diminuait la pression maladie et par conséquent la qualité de la description des variétés pouvaient être impactée. Les outils d'analyses d'interaction envisagés ne permettaient pas suffisamment d'expliquer chacun des effets notamment par un manque de caractérisation des environnements (envirotypage). L'interaction faible qui existe entre ces deux facteurs a amené à repenser la démarche expérimentale.

A l'issue de cette expérimentation, la Section « Céréales à Paille » a considéré qu'il était préférable de s'orienter vers des essais spécifiques mono facteur pour améliorer l'évaluation et la caractérisation des variétés plus économes en azote tout en maintenant leur potentiel et leur régularité de rendement ainsi que leur qualité technologique. D'autre part le poids de la volonté de caractériser les variétés vis à vis de l'azote étant de plus en plus prégnant, la Section a souhaité mettre en place un nouveau dispositif à l'automne 2012 pour évaluer l'efficience en azote des variétés.

#### *2.7.1.2 FSOV N-BT (2014 – 2018)*

Suite au projet BNI, le projet FSOV (Fonds de Soutien à l'Obtention Végétale) N-BT « Méthodes d'estimation des indicateurs d'efficacité de valorisation de l'azote par les nouvelles variétés de blé tendre » a vu le jour en 2014.

Les objectifs du projet étaient (i) Elaborer de nouveaux indicateurs d'efficacité de valorisation de l'azote disponible, à l'optimum et en situation de carence azotée, (ii) Evaluer leurs conditions de mise en pratique et (iii) Mettre à disposition les résultats et méthodes aux équipes de recherche (sélectionneurs, généticiens et agronomes).

Pour cela, trois réseaux d'essais ont été mis en place :

- Le réseau 1 comprenaient 12 essais à 6 doses d'azote. Il avait pour but d'étudier les interactions entre la variété et l'azote.

- Le réseau 2 comprenait 37 essais à 3 doses d'azote (X, X-80 et X+40). Il avait pour but d'identifier des indicateurs azotés bisannuels pour l'inscription.

- Le réseau 3 comprenait 115 essais à 1 dose d'azote. L'objectif de ce réseau était d'identifier des indicateurs azotés annuels pour la conduite de la fertilisation en post-inscription.

Au terme de ce projet et grâce au réseau 1, il a été constaté des différences significatives des capacités des variétés de blé tendre à absorber l'azote de l'engrais apporté à l'optimum de fertilisation puis à valoriser cet azote absorbé en rendement et en teneur en protéines (COHAN 2019).

De plus, les modalités X-80 et X du réseau 2 ont notamment été le support de l'étude d'un indicateur de tolérance à la carence azotée sur le rendement et la teneur en protéines du grain. Celui-ci correspond à la perte de rendement (ou teneur en protéines) de la modalité X-80 par rapport à la modalité X, exprimée en pourcentage du rendement (ou teneur en protéines) à la dose X, soit la formule suivante :

$$\textit{Indicateur de tolérance pour le rendement} = \frac{rdt_X - rdt_{X\text{-}80}}{rdt_X}$$

L'objectif de cet indicateur est de mettre en évidence les génotypes qui présentent une perte de rendement (ou de teneur en protéines) en situation de carence azotée moins importante que les autres.

A l'issu du projet, il a été déduit qu'on ne pouvait pas discriminer directement les génotypes présentant des comportements contrastés à l'inscription via l'utilisation de « seuils » de tolérance à la carence azotée car les seuils étaient trop dépendants du jeu de données.

En revanche, un transfert de la méthode T/NT, dont le calcul attribue un bonus/malus aux génotypes dont la valeur de l'écart de rendement obtenu entre les conduites T/NT est faible, est applicable à la mesure de la tolérance à la carence azotée. Cette méthode de calcul permet aux indicateurs de tolérance d'avoir une stabilité suffisante pour être utilisés pour la caractérisation des génotypes et ainsi mettre en évidence des lignées ayant un comportement différencié face à une réduction des apports d'azote. Il est alors possible de distinguer des lignées qui supportent mieux que d'autres une baisse de la fertilisation azotée, soit en termes de rendement, soit en termes de teneur en protéines.

D'autres indicateurs de tolérance à la carence et d'efficience à l'azote ont été calculés dans le cadre de ce projet mais non retenus par le CTPS car ils présentaient une redondance ou nécessitaient des mesures complémentaires au champ trop lourdes à mettre en place dans le cadre des essais CTPS. Enfin, l'absence de corrélation entre les indicateurs de tolérance à la carence azotée et les valeurs des GPD a été démontrée.

Le niveau d'imprécision assez élevé dans l'estimation des indicateurs de tolérance et la faible puissance du réseau d'essais Azote a conduit à ne pas intégrer le critère à la cotation des variétés de blé tendre mais plutôt à poursuivre la démarche expérimentale en conservant un protocole azote dans les essais du CTPS.

Ce projet a également permis d'intégrer un objectif protéines aux besoins unitaires en azote des variétés pour concilier à la fois rendement et teneur en protéines. Arvalis publie depuis 2017, à partir de ces données d'essais de caractérisation variétale, le besoin en azote à prendre en compte dans le calcul de la dose totale à apporter selon deux voies :

- Le besoin unitaire « b » associé à la variété si l'objectif de production est uniquement d'optimiser le rendement
- Le besoin unitaire « bq » si l'objectif associe un rendement optimal et une teneur en protéines d'au moins 11,5 %. Il correspond au besoin unitaire pour le rendement « b » auquel s'ajoute un besoin complémentaire « bc » pour viser une teneur en protéines de 11,5 %

Un classement des variétés de blé tendre selon leurs besoins unitaires en azote est réactualisé chaque année[6].

En parallèle du projet FSOV N-BT, le projet BreedWheat, financé par le Programme d'Investissements d'Avenir, coordonné par l'INRAE avait notamment pour objectif d'identifier des scénarios de stress azoté dans un large réseau d'expérimentation et de quantifier la tolérance au stress azoté des variétés dans les différents scénarios. Le projet a permis de regrouper et classer les essais en 4 groupes selon leurs résultats (à fort potentiel, ayant subi un stress azoté précoce, un stress azoté tardif ou un stress azoté continu et important) et de calculer deux indices de tolérance pour 3 types de carence (modérée et précoce, forte et tardive et forte durant l'ensemble du cycle). La méthode de calcul de l'indicateur de tolérance azoté retenu (écart à la régression) dans le cadre de ce projet est différente de celle retenue par le projet FSOV.

#### *2.7.1.3 Protocole d'expérimentation Azote CTPS*

Dans le cadre du réseau 2 du FSOV, le CTPS a mis en place des essais spécifiques d'évaluation des variétés économes en Azote. Les variétés candidates ont été étudiées à 3 niveaux d'apports d'engrais azoté :

- X-80 kg N/ha : dose susceptible d'induire une carence azotée significative,
- X kg N/ha : dose d'azote prévisionnelle raisonnée sur la base de la méthode du bilan,
- X+40 kg N/ha : dose en sur-fertilisation a priori, servant à définir a posteriori la dose d'engrais azoté nécessaire pour atteindre l'optimum de rendement.

Suite à la fin du projet FSOV N-BT en 2018, seules les modalités X et X-80 kg N/ha ont été conservées dans les essais du protocole Azote du CTPS afin de poursuivre l'étude des variétés sur leur tolérance à la carence azotée.

Aujourd'hui, sur les 133 essais VATE blé tendre d'hiver répartis en 3 réseaux, 33 essais sont soumis au protocole azote. Une variété sera implantée au total dans 8 essais azote sur ces 2 années d'étude VATE (Figure 10).

[6] Le classement 2023 des variétés de blé tendre selon leurs besoins unitaires en azote par objectif de production est disponible en annexe n°6

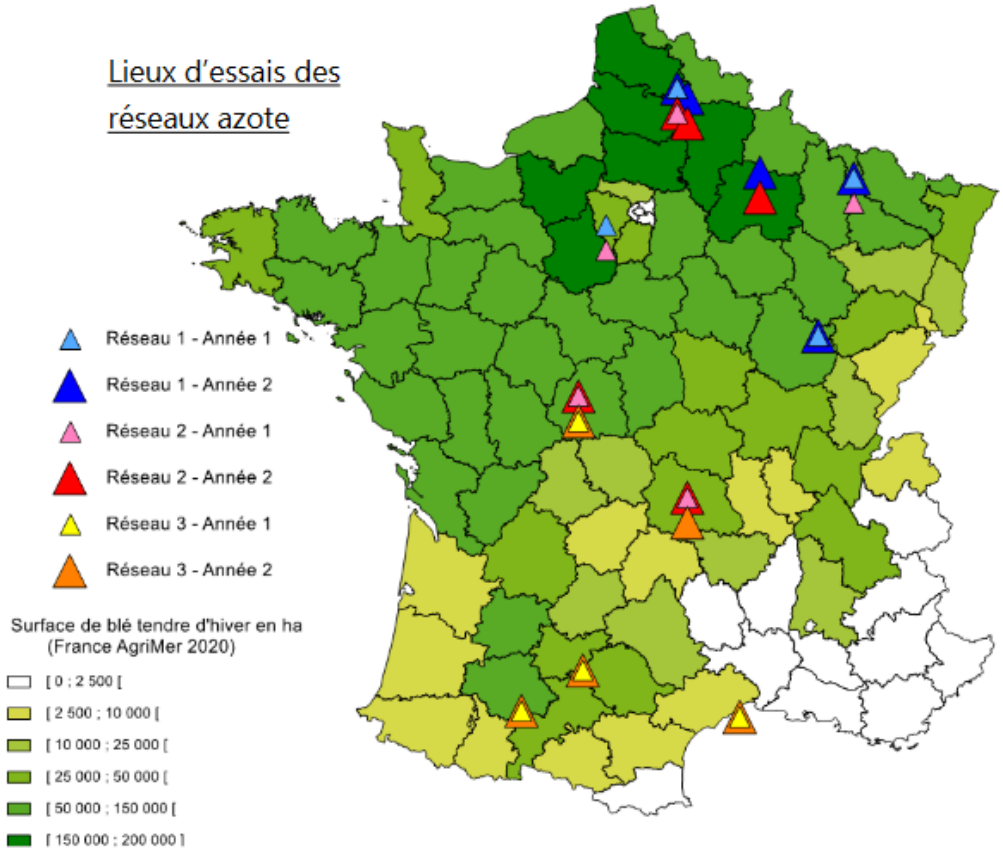



*Figure 10: Carte des lieux d'essais du protocole azote (source : plaquette des résultats blé tendre 2022)*

L'azote est apporté en 3 à 4 apports dans les essais. Toutes les modalités d'azote ont un apport tallage et un apport autour de la dernière feuille étalée, la différenciation entre les doses se fait sur les apports réalisés pendant la montaison, autour du stade épi 1 cm (Figure 11).

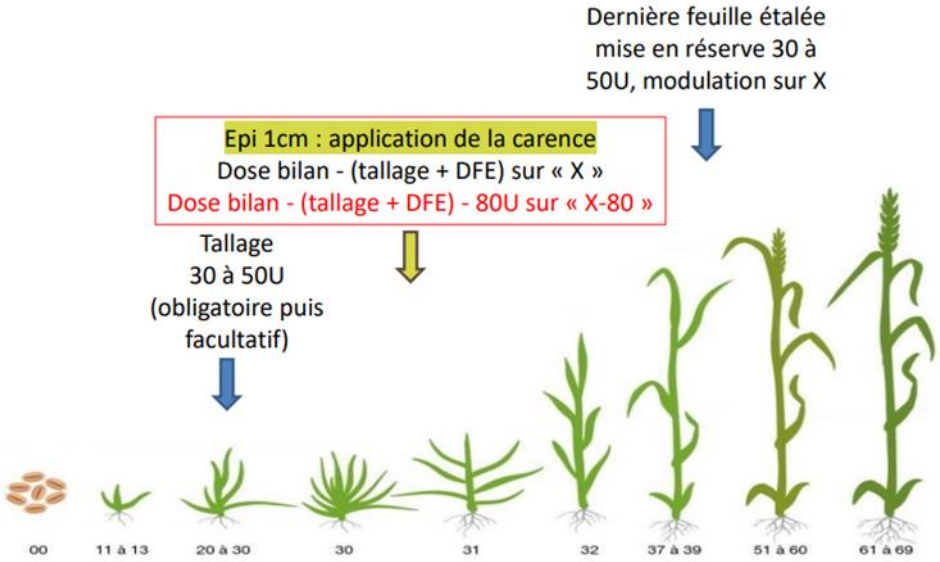



*Figure 11: Protocole de fertilisation des essais azote (source : S.Barrais, 2023)*

Les indicateurs de tolérance à la carence azotée rendement et de teneur en protéines sont publiés à titre informatif dans la plaquette de résultats des essais CTPS comme illustré sur la Figure 12. Ces indicateurs n'étant pas intégrés à la cotation, les experts VATE blé tendre souhaitent aujourd'hui se positionner sur la réalisation et la valorisation de ces essais avec protocole azote.

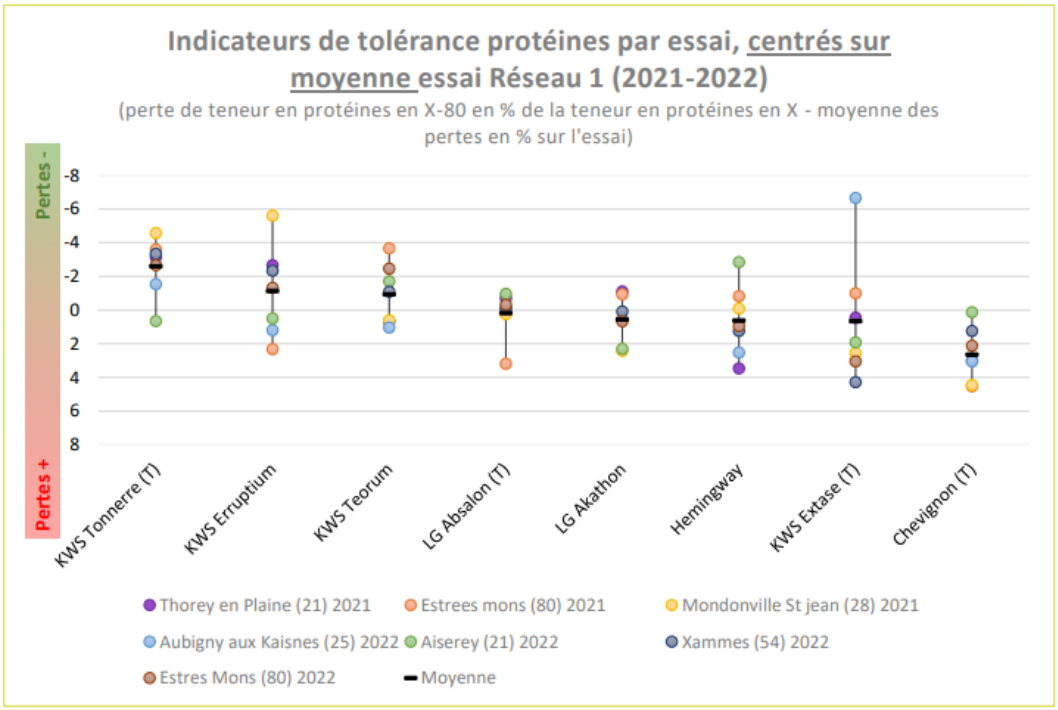



*Figure 12: Résultat variétal de l'indicateur de tolérance protéines par essai du réseau 1 sur 2 années d'étude (source : plaquette des résultats blé tendre 2021-2022)*

Cela fait 16 ans (Figure 13) que la prise en compte de l'azote dans l'évaluation des variétés de blé tendre à l'inscription a été initiée. A l'automne 2022, un Groupe de Travail associant recherche publique, recherche privée, instituts techniques, experts des commissions VATE et autres organismes (chambres d'agriculture...) a été initié afin d'aller plus loin dans la démarche.

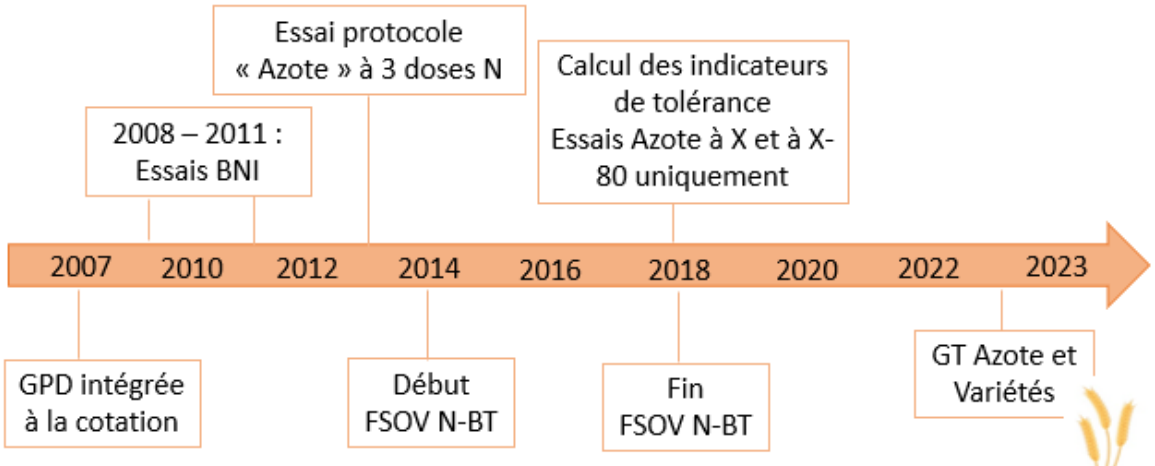



*Figure 13: Frise chronologique de la démarche d'évaluation des variétés vis-à-vis de l'azote à l'inscription du blé tendre*

### 2.7.2 Le colza

#### *2.7.2.1 Réduction des apports azotés et mesures d'INN*

Contrairement au blé, le comportement des variétés par rapport à l'azote n'est pas évalué dans un réseau d'essais à ce jour en colza.

En 2012, la Commission VATE a cependant décidé de diminuer la dose d'azote apportée sur le réseau de 20 unités par rapport à la dose préconisée par la Réglette Azote de Terres Inovia.

Suite à la refonte de la Réglette Azote par Terres Inovia avec de nouveaux critères en 2014, les experts VATE ont décidé que les apports azotés devaient être réduits de 40 unités, sur l'ensemble du réseau d'expérimentation du CTPS dès la campagne 2015/2016. Le système permet ainsi d'inscrire des variétés a priori plus efficientes en azote, qui répondent également aux exigences du cahier des charges.

De plus, deux mesures d'indice de nutrition azotée (INN)[7] de deux témoins en bordure de chaque répétition des essais VATE ont été mises en application depuis la campagne 2014/2015. Ces données sont publiées et disponibles en ligne dans la plaquette des résultats VATE et permettent de rendre compte de l'état de nutrition azotée des parcelles d'essais de colza.

Les variétés de colza labélisées par certains obtenteurs pour leur comportement azoté intéressant remettent en cause l'intégration du critère azote dans le système d'évaluation actuel. A ce jour, aucun essai ou expérimentation spéciale n'a évalué ce caractère à l'inscription.

L'historique de la démarche d'évaluation des variétés de colza vis-à-vis de l'azote à l'inscription est résumé dans la frise suivante. Cela fait 11 ans que l'ensemble des essais du réseau colza est soumis à une restriction azotée (Figure 14).

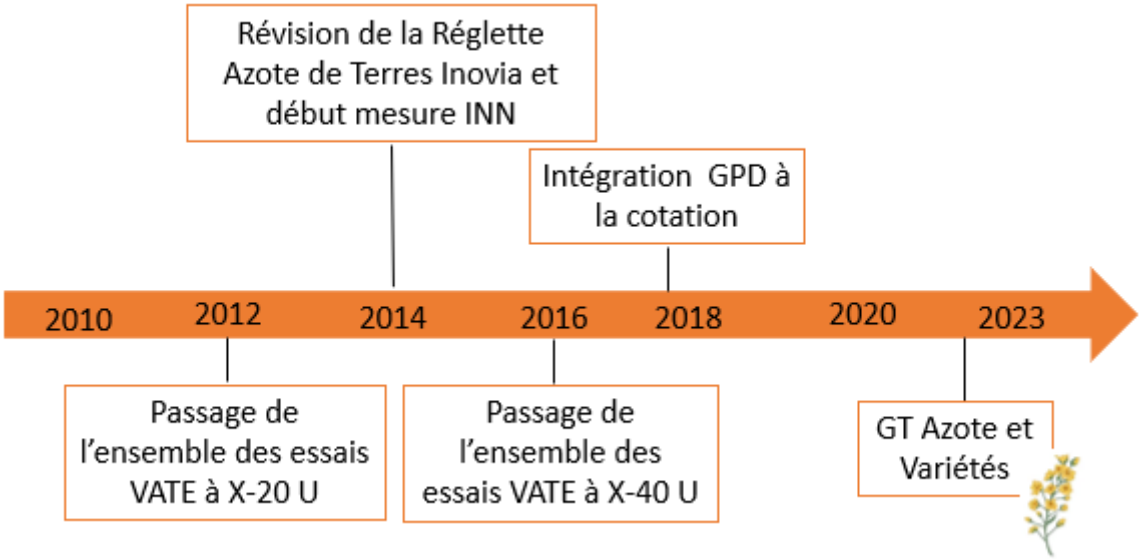



*Figure 14: Frise chronologique de la démarche d'évaluation des variétés vis-à-vis de l'azote à l'inscription du colza*

[7] Le protocole de mesure de l'INN est disponible en annexe 7

*Tableau 2 : Comparaison des démarches entreprises par les acteurs des filières blé tendre et colza vis-à-vis de l'azote*

| Acteurs | Blé | Colza |
|---|---|---|
| Inscription | Essais VATE avec protocole azote, publication d'indicateurs de tolérance, GPD | Evaluation de l'ensemble des variétés à X-40 unités, GPD, mesures d'INN |
| Post-inscription | Classement variétal selon le besoin unitaire en azote, note GPD | Ø |

Les filières blé tendre et colza travaillent séparément, elles n'ont pas abouti aux mêmes décisions concernant la caractérisation des variétés vis-à-vis de leur comportement à l'azote. Confronter les réflexions des deux espèces permet de constater des différences en termes d'acteurs mobilisés sur la thématique et de démarches entreprises (Tableau 2).

## 2.8 PROBLEMATIQUE

Le levier génétique peut contribuer à réduire l'utilisation de l'azote sur les cultures. Pour favoriser l'inscription de variétés plus efficientes vis-à-vis de l'azote et ainsi contribuer à orienter la sélection variétale, une modification des conditions d'évaluation VATE et/ou des critères en vue de l'inscription au Catalogue Officiel français d'inscription est nécessaire. Avant toute modification du système d'inscription actuel, il est nécessaire de définir et de partager collectivement ce que l'on attend des variétés de demain vis-à-vis de l'azote. Ainsi, il est apparu important (i) d'évaluer l'intérêt des acteurs de la filière semences pour la thématique « azote » et le rôle du levier génétique dans cette thématique par le biais d'un questionnaire en ligne, (ii) d'aborder dans le cadre d'entretiens individuels des points plus spécifiques avec certains acteurs (sélectionneurs, transformateurs…) et (iii) d'animer un groupe de travail réunissant des experts de l'azote aux compétences variés, ayant un lien ou non avec l'évaluation variétale. La réflexion se concentre sur deux espèces pour lesquelles l'azote constitue un réel enjeu : le blé tendre et le colza.

# 3. METHODOLOGIE ET MOYENS MIS EN ŒUVRE

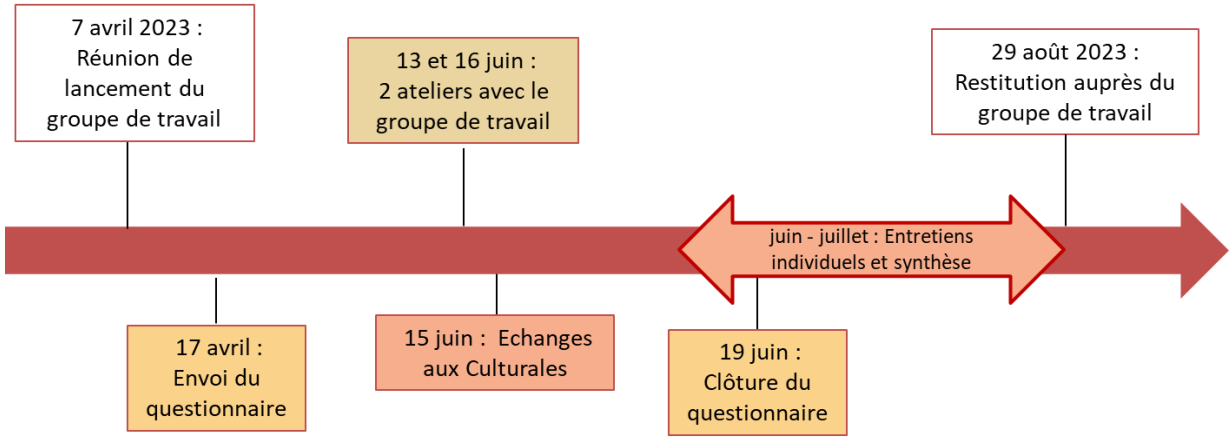



*Figure 15 : Frise chronologique de la démarche méthodologique adoptée dans le cadre de ce rapport*

## 3.1 PRESENTATION DE LA METHODOLOGIE GLOBALE

Afin de répondre à la problématique, ce rapport synthétise les réflexions de différents acteurs de la filière semences. Pour ce faire, il a été question d'utiliser différents moyens :

- La diffusion d'un questionnaire Forms afin d'identifier l'intérêt des acteurs de la filière semences
- La réalisation d'entretiens individuels afin de recueillir l'avis des sélectionneurs, développeurs et transformateurs sur la thématique
- L'animation de deux ateliers afin d'identifier les attentes d'un groupe de travail

## 3.2 LE QUESTIONNAIRE D'ENQUETE, OBJECTIFS ET MOYENS MIS EN ŒUVRE

Ce questionnaire a pour objectif d'évaluer l'intérêt des différents acteurs de la filière semences sur la thématique « Azote et Variétés ».

Afin de recueillir le retour de l'ensemble de la filière semences (sélectionneurs, conseillers, distributeurs, agriculteurs, transformateurs, instituts techniques et chercheurs) le choix du format s'est porté vers un questionnaire unique en ligne. Microsoft Forms a été l'outil de formulaire utilisé car il permet notamment d'enregistrer un nombre de questions et de réponses illimitées, proposer des possibilités de designs appropriés tel que des listes déroulantes et d'extraire facilement les réponses via Excel.

Le travail de préparation du questionnaire a conduit à l'identification de 5 thématiques principales :

1) Les leviers existants afin de réduire l'utilisation de l'azote minéral
2) Les leviers à approfondir afin de réduire l'utilisation de l'azote minéral
3) L'avis des répondants sur le fait d'approfondir les travaux de recherche sur l'efficience d'utilisation de l'azote des variétés
4) Leurs attentes des futures variétés vis-à-vis de l'azote
5) Les principaux enjeux à venir vis-à-vis de la fertilisation azotée minérale[8]

[8] Le questionnaire complet est disponible en annexe 8.

Une diffusion large a été retenue incluant les membres du groupe de travail « Azote et Variétés », les experts des différentes commissions CTPS (VATE, Catalogue, Bioagresseurs, Technologique) ainsi que les membres des 2 sections CTPS (Céréales à Paille et Colza et autres crucifères). Le questionnaire a été envoyé à tous par mail le 17 avril 2023 par le biais des secrétaires techniques.

Le questionnaire a également été publié et partagé sur les réseaux sociaux (Facebook et LinkedIn) via : la page du GEVES, les pages et groupes privés en lien avec l'agriculture et autres contacts personnels afin qu'il soit relayé plus largement au-delà des contacts du GEVES. Toutefois, afin de conserver la qualité des réponses des contacts identifiés du GEVES, il a été prévu d'analyser de manière distincte les retours du questionnaire envoyé par mail et diffusé sur les réseaux sociaux.

L'objectif fixé au départ était d'atteindre un total de 100 répondants sur deux mois.

## 3.1 LES ENTRETIENS INDIVIDUELS, OBJECTIFS ET MOYENS MIS EN ŒUVRE

L'objectif de ces entretiens était de solliciter l'aide de différents acteurs de la filière semences afin d'identifier des pistes pour encourager l'inscription de variétés de blé tendre et de colza plus efficientes vis-à-vis de l'azote.

Ces entretiens ont été effectués auprès des sélectionneurs de blé tendre et de colza, des transformateurs de blé tendre et des développeurs de blé tendre et de colza.

Afin d'effectuer ces entretiens, deux moyens ont été utilisés selon le type d'acteurs à interroger. Tout d'abord, des entretiens individuels d'une heure en distanciel via la plateforme Microsoft Teams ont été mis en place entre le 19 juin et le 13 juillet avec des sélectionneurs et des transformateurs identifiés au préalable.[9]

Au total, 14 entretiens de type semi-directif ont été effectués auprès de **sept sélectionneurs colza et sept sélectionneurs blé tendre**. Chaque année, en moyenne une quinzaine d'établissements semenciers déposent un dossier d'inscription pour une à plusieurs variétés de chacune des deux espèces. Les entretiens effectués sont donc représentatifs à environ 50% de l'avis de l'ensemble des déposants « habituels » pour les deux espèces. Un transformateur de blé tendre a également été interrogés via un entretien individuel.

De plus, des échanges informels ont eu lieu à l'occasion du Salon des Culturales le 15 juin 2023 avec des développeurs de blé tendre et colza ainsi que des transformateurs de blé tendre.

Au total, **sept échanges informels ont été effectués avec des développeurs commerciaux** (chef produits, directeurs de ventes, chef de marché, distributeurs de semences) : quatre experts colza et trois en blé tendre ainsi que **deux échanges informels avec des transformateurs de blé tendre.**

La mission principale du développeur commercial étant d'assurer la promotion des variétés de l'établissement semencier auquel il est rattaché auprès des forces de vente de la distribution, ce corps de métier était largement représenté lors du Salon ce qui facilitait les échanges.

Les entretiens de type semi-directif ont été identifiés comme les plus adaptés car ils permettent de recueillir des données qualitatives plus ouvertes que via l'utilisation d'un questionnaire ou d'un

[9] La fiche de présentation de la démarche envoyée aux sélectionneurs est consultable en annexe 9

entretien de type directif. En effet, ils offrent la possibilité d'affiner des hypothèses en cours d'entretien en faisant évoluer les questions (Blanchet, A. 1991). Le guide d'entretien[10] contient des suggestions de questions permettant de structurer le déroulement de l'entretien sans pour autant le diriger. Cette méthode avait également été utilisée dans le cadre de la thèse de Clémence Ravier auprès d'agriculteurs et de conseillers pour connaitre leurs pratiques de fertilisation sans orienter leurs réponses (Ravier, Jeuffroy, et Meynard 2016).

La structure du guide d'entretien divisée en 3 parties est détaillée dans la Figure 16 ci-dessous.

| | |
|---|---|
| 1. Qu'est-ce qu'une variété efficiente en utilisation de l'azote ? | 1.1 Définition de l'efficience d'utilisation de l'azote |
| | 1.2 Critères de performances variétales |
| | 1.3 Attentes vis-à-vis de l'azote |
| 2. Quelles seraient les approches envisageables au sein du réseau d'essais VATE ? | 2.1 Opinion sur la situation actuelle |
| | 2.2 Mise en place d'un réseau d'essais azote |
| | 2.3 Modifications du réseau d'essais classiques |
| 3. Quelles autres thématiques de travail et quelle valorisation de l'efficience azotée dans la cotation variétale ? | 3.1 Travaux de recherche complémentaires évoqués |
| | 3.2 Valorisation de l'efficience azotée dans la cotation |

*Figure 16: Structure du guide d'entretien des experts blé tendre et colza*

Tous les entretiens ont été enregistrés afin de pouvoir les réécouter en interne et faciliter la prise de note. Les sélectionneurs et transformateurs interrogés ont chacun pu préciser s'ils souhaitaient que leur entretien soit confidentiel, anonyme ou sans anonymisation dans la retranscription finale.

Sur le total des interrogés, sept sélectionneurs ont souhaité que leurs propos restent anonymes, six ne voient pas d'inconvénients à ce que leurs propos soient diffusés publiquement sans anonymat et un souhaite qu'une partie de l'échange reste confidentielle. Dans le cadre de ce rapport, l'ensemble des propos dont la diffusion a été préalablement autorisée sera présentée de manière anonyme.

Afin de traiter l'ensemble des données évoquées lors des entretiens, un tableau Excel par espèce a été élaboré. Au sein de chaque nouvelle feuille de calcul Excel étaient répertoriées les données en relation avec l'un des sous thèmes de la Figure 16.

## 3.2 Le groupe de travail azote et varietes, objectifs et moyens mis en œuvre

Un groupe de travail a été constitué en rassemblant des experts de l'azote ayant un lien ou non avec l'évaluation variétale (recherche publique, instituts techniques agricoles, semenciers, chambres d'agriculture, experts commissions CTPS...). Au total, 34 personnes ont souhaité faire partie du groupe de travail Azote et Variétés.

Les objectifs du groupe de travail étaient de :

(i) Partager le contexte actuel autour de l'azote pour les deux espèces considérées, les avancées issues des derniers programmes de recherche et l'évaluation actuelle des variétés vis-à-vis de l'azote,
(ii) Définir collectivement les attentes des variétés vis-à-vis de l'azote,
(iii) Se questionner sur les différentes approches qui pourraient être envisagées,
(iv) Réfléchir aux différentes pistes pour avancer sur cette thématique (dépôt de projets de recherche, collaborations…).

[10] Le guide d'entretien complet des sélectionneurs colza se trouve en annexe 10

Lors de la première réunion du groupe de travail, une présentation des enjeux de la fertilisation azotée, du système d'évaluation à l'inscription et en post-inscription et une restitution des différents projets de recherche sur le blé et le colza a eu lieu. Une diffusion des informations évoquées a été effectuée via la rédaction d'un compte rendu, la diffusion des supports de présentation et le partage de l'enregistrement de cette première réunion d'échange.

Lors de la seconde réunion, il a été question de mettre en place deux ateliers autours des questions suivantes :

- Q1 : Quelles sont nos attentes des variétés vis-à-vis de l'azote ? / Que cherche-t-on à évaluer ?
- Q2 : Quelles sont les questions auxquelles on souhaite répondre ?

Sur les 34 membres du groupe de travail**, 20 personnes différentes** ont participé aux ateliers dont 9 experts ayant travaillé sur le blé tendre et 9 sur le colza. Au total, 10 participants étaient présents lors du premier atelier du groupe de travail, avec une dominance d'experts en blé tendre et 12 participants étaient présents lors du deuxième atelier, avec une dominance d'experts en colza.

L'outil Miro (Figure 17), une plateforme en ligne mettant à disposition un tableau blanc collaboratif conçu notamment pour échanger des idées via des post-it colorés a été utilisé afin d'animer les ateliers. Chaque participant a été amené à rédiger un ou plusieurs post-it afin de répondre aux questions posées.

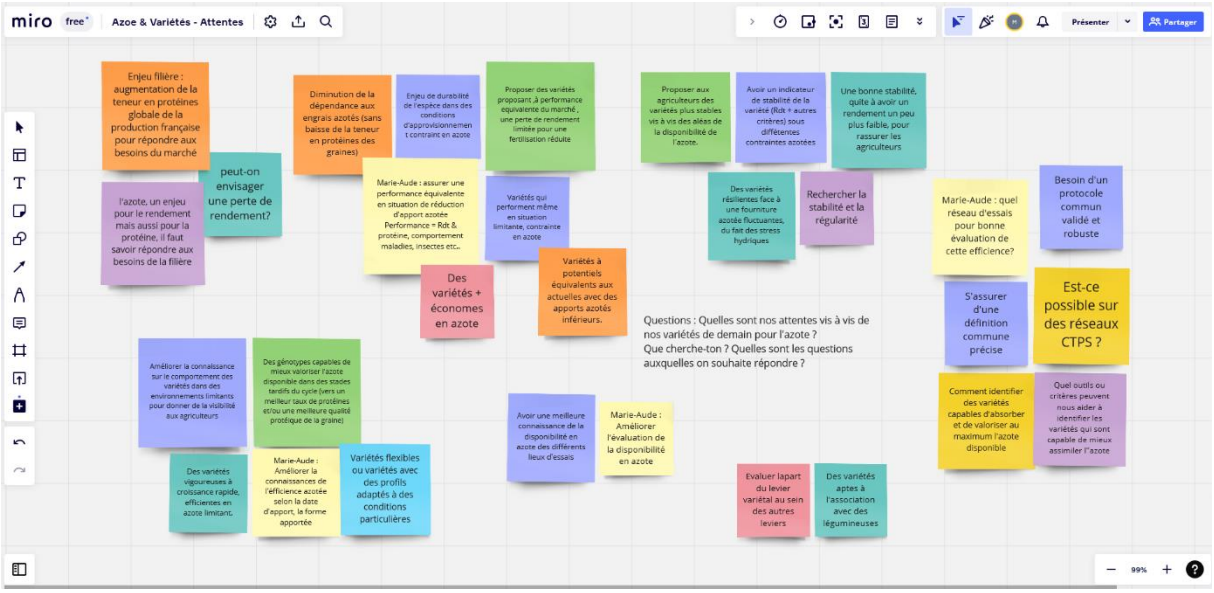



*Figure 17: Capture d'écran des résultats du tableau blanc de l'atelier du 17 juin 2023*

La première étape du traitement de données a consisté à regrouper sur le tableau blanc les post-it selon les thèmes abordés. Ainsi, 6 grands thèmes ont été identifiés lors du premier atelier et 7 lors du second. Afin de prioriser les thématiques abordées lors des deux ateliers, le nombre de post-it rédigés sur la thématique a été pris en compte. Enfin, un regroupement des attentes communes aux deux ateliers ainsi qu'une formulation des questions auxquelles les membres du groupe de travail souhaitent répondre ont été effectués.

## 4.1 LE QUESTIONNAIRE POUR EVALUER L'INTERET DES ACTEURS DE LA FILIERE SEMENCES POUR LA THEMATIQUE

### 4.1.1 Données générales : nombre de réponses et répartition par espèce

L'objectif du questionnaire était d'atteindre 100 répondants en deux mois. Au total, le questionnaire comptabilise 90 répondants au bout des deux mois. L'objectif est donc atteint à 90%.

Sur ces 90 réponses, 70 sont issues de la diffusion par mail dont 61% d'experts blé tendre et 39% d'experts colza.

Le questionnaire a également été complété par **20 répondants** suite à son partage sur les réseaux sociaux, dont 4 répondants sur le colza et 16 sur le blé tendre. 60% des personnes touchées par la diffusion sur les réseaux sociaux sont des agriculteurs.

Les questions adressées aux transformateurs étant différentes, l'exploitation de l'ensemble des résultats qui seront présentés par la suite ne prennent pas en compte les réponses des deux transformateurs, soit **68 répondants.**

Comme le montre la Figure 18, le questionnaire a été complété par une majorité de sélectionneurs, agriculteurs et chercheurs. L'ensemble des répondants classés dans la catégorie « autres » exercent une profession en lien avec la filière semences.

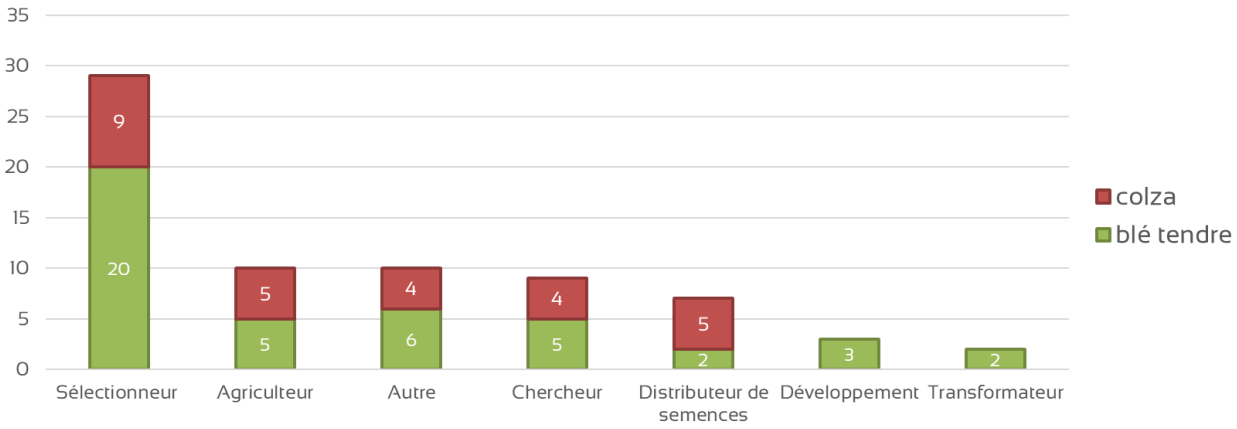



*Figure 18: Typologie des répondants au questionnaire selon leur fonction et espèce travaillée*

### 4.1.2 Leviers existants et leur potentiel d'amélioration afin de réduire l'utilisation de l'azote minéral

A la question, « Quels sont les leviers existants afin de réduire l'utilisation de l'azote ? », on constate qu'il est possible d'établir un classement des leviers cités selon leur efficacité (Figure 19).

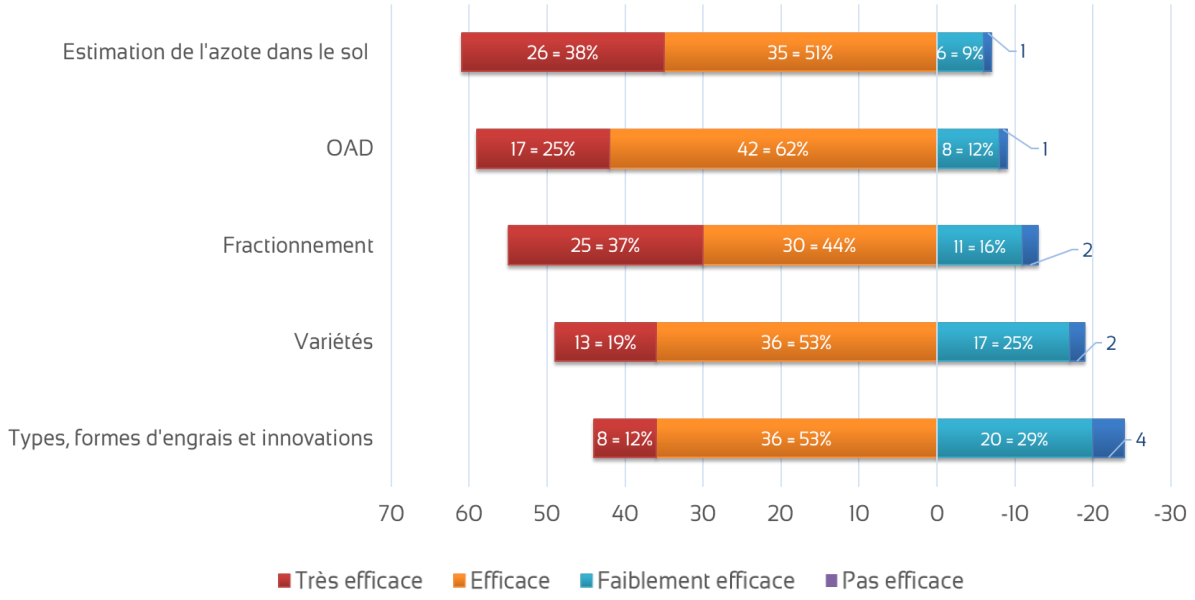



*Figure 19 : Pondération des leviers existants permettant de réduire l'utilisation de l'azote minéral en fonction de leur efficacité*

Les leviers « Estimation de l'azote dans le sol » et « OAD » (pour Outils d'Aide à la Décision) sont globalement les leviers jugés les plus efficaces afin de réduire l'utilisation de l'azote minéral par l'ensemble des répondants. Dans ce même classement, le levier variétal apparait en 4$^{ème}$ position sur 5. Le levier n'est actuellement pas perçu comme le plus efficace pour réduire l'utilisation de l'azote minéral. Cependant, le levier variétal a été jugé à 50% comme ayant un grand potentiel d'amélioration et à 50% avec des améliorations envisageables selon les répondants (Figure 20). C'est le seul levier pour lequel aucun des répondants n'a indiqué qu'il n'y avait pas d'amélioration possible. Ce résultat souligne le potentiel de la variété en matière de réduction d'utilisation de l'azote minéral. Les autres leviers présentent également des améliorations envisageables selon les répondants à l'exception des leviers « Fractionnement » et « Estimation de l'azote dans le sol », jugés sans amélioration possible dans plus de 16% des cas. Bien que jugé moins efficace à la question précédente, le levier « Types, formes d'engrais et innovations » est jugé au moins améliorable dans plus 80% des cas.

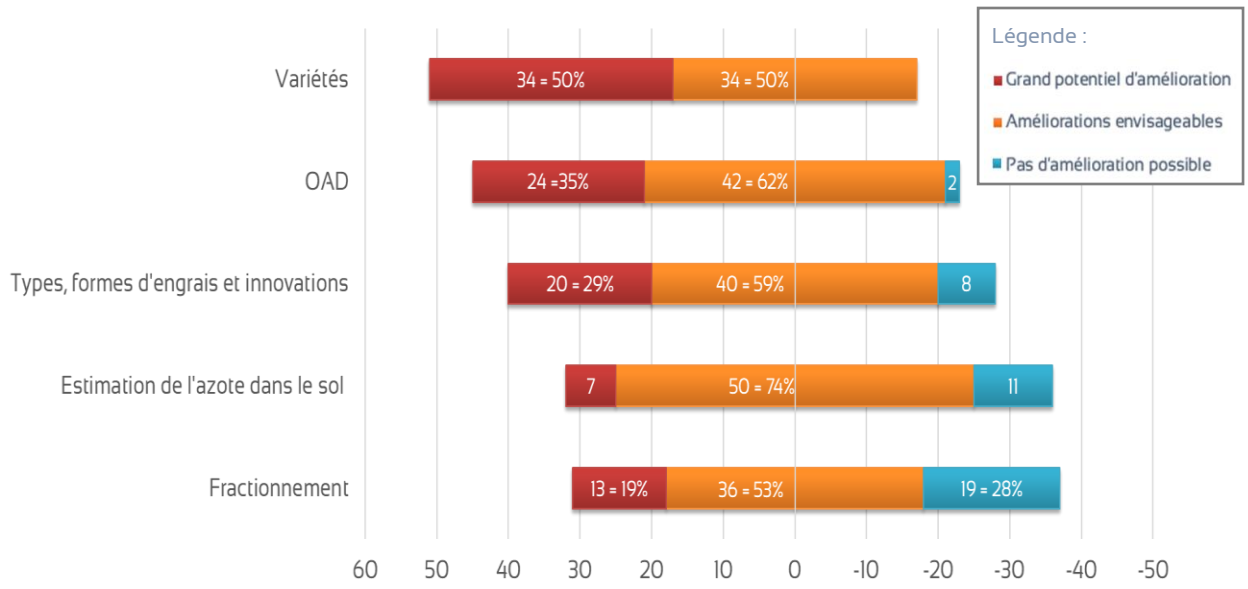



*Figure 20: Pondération des leviers existants permettant de réduire l'utilisation de l'azote minéral en fonction de leur potentiel d'amélioration*

Ainsi, les réponses à ces deux premières questions soulignent qu'il serait intéressant de travailler sur le levier variétal, puis sur les OAD et Types, formes d'engrais et innovations aussi bien en blé tendre qu'en colza.

Enfin, les résultats issus du questionnaire partagé sur les réseaux sociaux conduisent à un classement quasi-similaire des leviers que celui présenté à la Figure 19, même si le levier « OAD » passe devant le levier variétal. Cela est sûrement lié au fait que le questionnaire a été complété par une majorité d'agriculteurs auprès desquels l'utilisation du levier variétal afin de réduire l'utilisation de l'azote reste à démontrer contrairement aux outils d'aide à la décision très répandus actuellement.

### 4.1.3 Le levier variétal, une thématique à approfondir

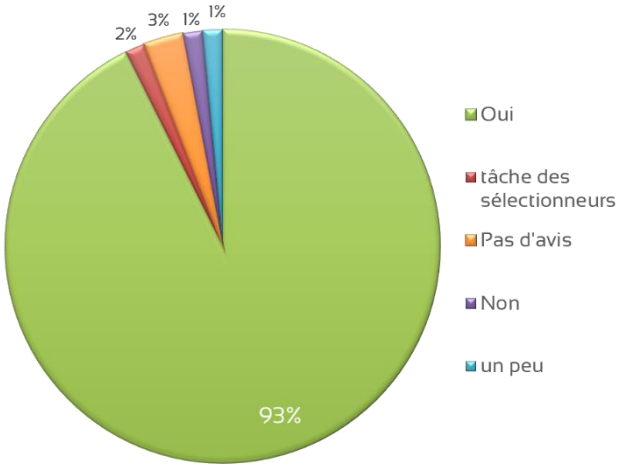



*Figure 21: Avis des répondants sur le fait d'exploiter davantage le levier variétal vis-à-vis de l'azote*

93% des répondants ont indiqué qu'utiliser le levier variétal afin de réduire l'utilisation de l'azote est une thématique à approfondir (Figure 21).

Toutefois, à la question « Pourquoi ? » 25% des 63 commentaires ont une connotation plutôt **sceptique voire défavorable** évoquant notamment l'impact faible du levier variétal par rapport aux autres leviers comme les OAD, le caractère coûteux et lourd à la mise en œuvre d'une telle initiative. Enfin, l'effet de la variété sur l'efficience d'utilisation de l'azote est également remis en question par trois répondants.

De plus, 19 des 20 répondants au questionnaire diffusé sur les réseaux sociaux ont déclaré que la thématique méritait d'être approfondie (majoritairement pour son potentiel génétique**).**

### 4.1.4 Les attentes de la filière des futures variétés vis-à-vis de l'azote

L'objectif de cette question était d'identifier si les répondants étaient plutôt en faveur d'une stabilisation de la production en situation de réduction azotée, d'une progression de la production à dose d'azote équivalente ou les deux. La Figure 22, met en évidence que les avis sont relativement partagés. Alors que 35% des répondants sont en faveur d'une stabilisation de la production en situation de carence azotée (37% en blé et 30% en colza), 24% penchent pour une augmentation du rendement à dose d'azote équivalente (20% en blé et 30% en colza) et 40% souhaiteraient les deux. La plupart des sélectionneurs (40%) aimerait avoir des variétés "plastiques" à la nutrition azotée ou avoir un choix variétal répondant aux deux situations. Nombreux (35% + 40%/2) sont ceux qui seraient favorables à des variétés à rendement équivalent en situation de carence azotée. Une caractérisation des futures variétés vis-à-vis d'une situation de carence azotée pourrait répondre à leurs attentes.

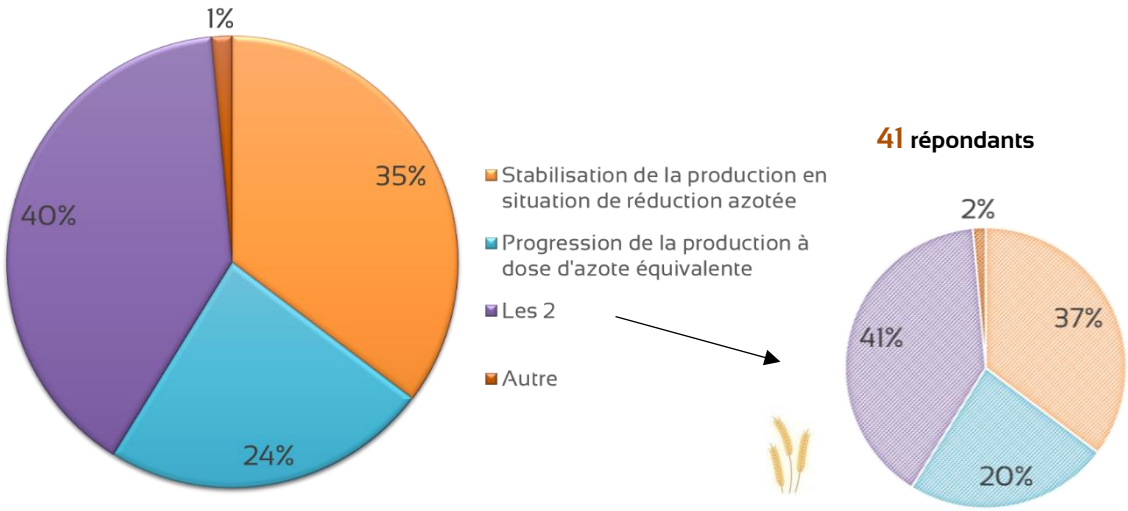



*Figure 22: Attentes des futures variétés vis-à-vis de l'azote et réponses des experts blé tendre à la question*

Les attentes des futures variétés vis-à-vis de l'azote sont différentes **en fonction de la catégorie professionnelle de l'acteur**. En effet, l'analyse montre que ce sont plutôt les agriculteurs et les sélectionneurs qui souhaitent exploiter le potentiel des variétés dans les deux types de conditions azotées, 78% des chercheurs souhaitent uniquement une stabilisation de la production en situation de réduction azotée et 43% des distributeurs, une progression de la production à dose d'azote équivalente.

De plus, lorsque l'on demande aux répondants de choisir entre rendement et teneur en protéines en répondant à la question « Qu'attendez-vous des futures variétés à dose d'azote équivalente ou réduite ? », 100% des distributeurs et 70% des agriculteurs ayant complété le questionnaire souhaitent davantage de rendement. En revanche, les sélectionneurs et les chercheurs sont sensibles à un bon compromis entre rendement et teneurs en protéines.

Les attentes des futures variétés vis-à-vis de l'azote sont également différentes **en fonction de l'espèce**. On constate que le souhait d'avoir davantage de teneur en protéines est cité presque exclusivement par les experts blé tendre (à 82%) tandis que 85% des experts colza souhaitent que leur variété produise davantage de rendement.

### 4.1.5 Les principaux enjeux à venir vis-à-vis de la fertilisation azotée

La prise en compte des différents enjeux à venir vis-à-vis de la fertilisation azotée minérale est assez homogène. Les enjeux **économiques**, liés à la fluctuation importante du prix de l'azote, et **météorologiques**, liés à l'augmentation des phénomènes climatiques défavorables à une bonne valorisation de l'azote minérale (déficit ou excès d'eau), sont toutefois perçus comme les enjeux prioritaires du classement suivis de près par les autres enjeux (Figure 23).

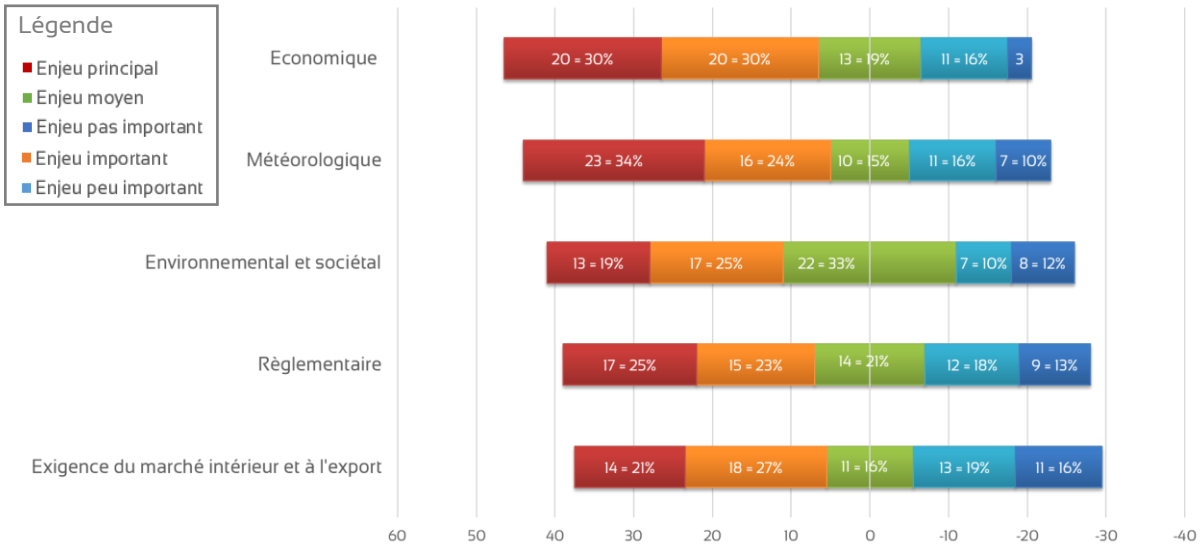



*Figure 23: Principaux enjeux à venir vis-à-vis de la fertilisation azotée*

L'analyse par espèce met en évidence que les **experts blé** prennent davantage en considération les exigences du marché intérieur et à l'export. A contrario, les **experts colza** prennent davantage en considération les enjeux économiques, règlementaires et environnementaux.

Enfin, lorsque l'on analyse les enjeux du questionnaire diffusé sur les réseaux sociaux, 50% des répondants ont cité **l'enjeu économique** comme enjeu principal vis-à-vis de la fertilisation azotée minérale et 10 des 12 agriculteurs l'on qualifié d'enjeu principal ou important à prendre en compte.

### 4.1.6 Commentaires libres des experts exprimés en fin de questionnaire

*Tableau 3: Commentaires libres des experts exprimés en fin de questionnaire*

| + | + / - | - |
|---|---|---|
| Thématique prioritaire en sélection | Ambitieux | La GPD devrait rester le critère de référence |
| Projet d'avenir, la génétique est un levier à accompagner des nouvelles technologies | Il faut d'abord définir les buts de la sélection en blé | Ne cherchons pas à toujours être les meilleurs des meilleurs alors que nous sommes exposés à un marché international qui ne tient pas compte de ces critères |
| Enjeu essentiel avec des progrès réalisables à moyen terme | Approche à gérer selon les petites régions naturelles | |
| Développement d'un outil d'analyse rapide indispensable | Sujet sensible et complexe, besoin de 2 ans de caractérisation variétale | |

Alors que certains experts blé tendre et colza sont plutôt favorables à l'idée d'approfondir la thématique qu'ils jugent « prioritaire », « essentielle », « indispensable », d'autres experts sont plutôt sceptiques et jugent le sujet « ambitieux », « complexe » et « sensible » (Tableau 3). Enfin, deux experts blé tendre ne souhaitent pas particulièrement aller plus loin dans la démarche, considérant que ce qui est fait actuellement est suffisant (comme par exemple la GPD).

Bien que certains avis soient mitigés, la majorité des répondants est plutôt favorable à la démarche entreprise par le GEVES et souhaite approfondir le sujet.

## 4.2 LES ENTRETIENS INDIVIDUELS MENES AVEC LES SELECTIONNEURS DE COLZA ET DE BLE TENDRE

L'objectif de ces entretiens était de solliciter l'aide des sélectionneurs afin d'identifier des pistes pour encourager l'inscription de variétés de blé tendre et de colza plus efficientes vis-à-vis de l'azote.

### 4.2.1 Etat des lieux de la prise en compte de l'efficience d'utilisation de l'azote par les sélectionneurs colza

#### *4.2.1.1 Une multitude de définitions de variétés efficientes vis-à-vis de l'azote*

Lorsque l'on demande aux sélectionneurs de définir selon eux, ce qu'ils considèrent comme une variété de colza efficiente en azote, les définitions diffèrent traduisant les points de vue des sélectionneurs sur la thématique. Les différences majeures se caractérisent par :

(i) Une variété capable de bien se comporter à dose d'azote optimale ET suboptimale ou uniquement en situation suboptimale.[11]
(ii) Une variété efficiente en rendement ou qui ne subisse pas de perte de potentiel
(iii) Une carence azotée induite ou provoquée

Si l'on regarde plus en détail chacune des différences majeures :

(i) Les sélectionneurs colza ne mentionnent pas la possibilité d'évaluer une variété efficiente en situation optimale uniquement.

(ii) Lorsque les sélectionneurs colza définissent une variété efficiente, ils se basent majoritairement sur le rendement comme critère de performance.

(iii) Sur les six définitions d'efficience, deux d'entre elles définissent l'efficience en situation d'indisponibilité de l'azote (carence induite)

En outre, une des définitions aborde les mécanismes impliqués dans la valorisation de l'azote : « Une variété qui est capable d'absorber mieux l'azote, de le remobiliser mieux et de le mettre rapidement dans ses graines. » et une autre estime qu'il n'y a pas de différences variétales notables entre des conditions azotées optimales et suboptimales.

[11] Le préfixe « sub » exprime un degré moindre, synonyme de « sous ».

#### 4.2.1.1 Des critères de performance variétale en situation de restriction azotée différents selon les sélectionneurs

L'efficience vis-à-vis de l'azote se caractérise, pour l'ensemble des sélectionneurs colza interrogés, par un **haut potentiel de rendement**, « le critère rendement est aujourd'hui la meilleure information de la performance d'une variété ».

Pour sa valeur ajoutée en Allemagne et en Angleterre et pour répondre aux attentes de certains distributeurs, l'efficience vis-à-vis de l'azote présente **un intérêt pour la teneur en huile** contenue dans les graines de colza selon cinq sélectionneurs. En effet, un excès d'azote entraîne une faible teneur en huile (cf Contexte § 2.2.1). L'un d'eux, cependant considère que la teneur en huile n'est pas un critère important à prendre en compte (car mineur) dans le cadre de l'évaluation de variétés efficientes vis-à-vis de l'azote.

La **teneur en protéines est un critère qui interroge** les sélectionneurs colza notamment dans le cadre du nouveau Plan Protéines présenté en décembre 2020 et de l'opportunité de nouveaux débouchés de variétés de colza à hautes teneurs en protéines. En effet, des variétés de colza avec moins de fibres et en protéines pourraient avoir un profil compétitif en alimentation animale (via les tourteaux) vis-à-vis du soja importé. Toutefois, quatre sélectionneurs indiqueront dans leurs entretiens que les tourteaux restent un sous-produit du colza et que la teneur en protéines n'est actuellement pas suffisamment valorisée pour axer le progrès génétique sur ce critère au détriment de la teneur en huile (inversement proportionnelle).

La **stabilité de rendement** dans des environnements différents et la **rusticité des variétés** face aux différents stress et notamment azotés sont également des critères ayant été mentionnés plusieurs fois par les sélectionneurs.

#### 4.2.1.2 Un scepticisme face à une modification du système d'inscription actuel

Une remise en cause de l'évaluation de l'efficience d'utilisation de l'azote des variétés de colza dans le cadre de l'inscription a été évoquée à deux reprises pour différentes raisons : (i) l'efficience est un phénomène dépendant de l'année et de la disponibilité de l'azote de l'essai (complexe de l'évaluer sur deux ans) (ii) il serait davantage du ressort de la post-inscription de se pencher sur le sujet pour envisager une évaluation des variétés sur un pas de temps plus long et avec moins de variétés en étude. L'un des sélectionneurs interrogés souhaite que le processus d'inscription reste simple, il dit d'ailleurs « Il ne faudrait pas réduire le flux génétique de la ferme France à cause de l'accumulation de critères ».

La diversité des points de vue des sélectionneurs colza interrogés rend compte de la diversité des stratégies opérées par les entreprises. En effet, lorsqu'un sélectionneur souligne l'importance de prendre en compte les enjeux règlementaires, sociétaux et environnementaux vis-à-vis de la fertilisation azotée, un autre évoque le fait que l'azote n'est pas une priorité dans son programme de sélection.

### 4.2.2 Approches envisageables au niveau du réseau d'essais VATE de colza

#### *4.2.2.1 Maintenir l'évaluation de l'ensemble des variétés de colza en situation de fertilisation réduite*

La grande majorité des sélectionneurs interviewés considèrent que la réduction de la fertilisation azotée de 40 unités appliquée depuis plus de dix ans sur l'ensemble des essais VATE colza **fait sens**. L'un d'entre eux évoque d'ailleurs l'importance d'encourager une régulation des apports sur la culture et deux autres leur disposition à aller plus loin dans la démarche entreprise par le GEVES.

Toutefois, l'ensemble des sélectionneurs a émis un doute sur l'effectivité de la réduction azotée apportée dans certains lieux d'essais VATE actuels basée sur la dose d'azote à apporter à la culture estimé grâce à la Réglette Azote Colza. Par exemple, pour l'année 2022-2023, certaines estimations de doses à apporter ont conduit à des doses totales de plus de 200 unités d'azote apportées. Dans ces essais, les mesures moyennes d'INN allaient jusqu'à 1,59. Or, une valeur d'INN supérieure à 1 signifie que l'azote n'est pas limitant. Les moyennes des deux mesures d'INN des témoins en bordure des essais VATE oscillaient entre 0,8 et 1,59 pour cette même année, illustrant bien des différences importantes de stress azotés subis par les variétés entre les essais.

L'impact qu'a eu l'application de la réduction de 40 unités d'azote sur le comportement des variétés ainsi qu'un souhait de réactualisation du niveau de réduction notamment par rapport aux pratiques agricoles actuelles ont été évoqués lors des entretiens.

#### *4.2.2.2 Un doute sur la nécessité de la mise en place d'un réseau d'essais stressés*

Lors des entretiens, la majorité des sélectionneurs colza ont remis en cause la pertinence de mettre en place un réseau d'essais stressés.

Tandis que certains d'entre eux considèrent que la thématique peut être traitée sans mettre en place de protocole spécial à dose d'azote réduite (maintien de l'évaluation de l'ensemble des variétés en situation de fertilisation réduite et amélioration de la valorisation des sites fiables actuels), d'autres perçoivent un intérêt à évaluer les variétés sous différents niveaux de fertilisation azotée. La mise en place d'une plateforme unique d'expérimentation avec deux répétitions à dose d'azote optimale et deux répétitions à dose azotée réduite ou encore l'implantation d'une modalité azote sur une partie des parcelles d'essais VATE colza classiques ont notamment été proposés.

Toutefois, certains d'entre eux ont évoqué leur volonté de mettre en place un réseau d'essais stressés et se sont alors interrogés sur la réorganisation du réseau d'essai actuel en évoquant notamment une réduction du nombre de répétitions des essais VATE en conduite conventionnelle.

#### 4.2.2.3 Vers une meilleure caractérisation des environnements des essais VATE actuels

Cinq sélectionneurs sur sept ont mentionné leur **souhait de mieux caractériser l'environnement** des essais VATE du CTPS. L'importance de trouver un moyen d'évaluation efficace du stress azoté à l'échelle de l'essai ainsi qu'un travail sur des indicateurs environnementaux ont été évoqués au cours des échanges. Une meilleure caractérisation des environnements pourrait permettre par ailleurs d'évaluer la stabilité des variétés et des interactions entre les variétés et l'environnement (G x E).

### 4.2.3 Autres thématiques abordées lors des entretiens

#### 4.2.3.1 Travaux de recherche complémentaires évoqués

Tous les enquêtés partagent le fait que pour aller plus loin, des travaux de recherche complémentaires seront nécessaires et plusieurs seraient intéressés d'y participer.

Différents souhaits ont été évoquées afin d'aller plus loin sur la thématique notamment (i) identifier à quel stade de développement du colza établir la carence ou l'apport d'azote et comparer le comportement des variétés en supprimant le deuxième apport (ii) approfondir l'utilisation des outils de modélisation et de sélection génomique afin d'identifier des marqueurs d'efficience à l'azote (iii) s'inspirer de la classification variétale d'Arvalis relative au besoin unitaire en azote (« b ») pour l'appliquer au colza et (iv) élaborer différentes courbes variétales de réponses à l'azote afin d'identifier comment certaines génétiques mettent en place leur rendement.

A ce jour, établir une corrélation entre le développement de la biomasse des variétés et leur rendement à différentes doses d'azote est complexe car le colza est en mesure de compenser un manque d'azote notamment via ses ramifications. Aucune corrélation n'a pu être établie à l'issu du projet Rapsodyn.

Le souhait de développer et/ou mettre en place des outils de mesure d'azote en foliaire (capteurs optiques, capteurs de biomasse) notamment afin de distinguer les variétés a également été évoqué par les sélectionneurs colza et notamment la pince HN-Tester.

#### 4.2.3.2 Valorisation de l'efficience azotée dans la cotation variétale du colza

L'avis des sélectionneurs sur l'intégration de l'efficience azotée dans la cotation variétale est partagé. A titre d'exemple, un premier sélectionneur évoquera souhaiter que ce critère soit intégré à la cotation uniquement si un gain supplémentaire réel était démontré par les variétés efficientes. Un autre déclarera être plutôt favorable à la mise en place d'une mention, d'un label ou d'une recommandation plutôt que d'un bonus tandis qu'un troisième indiquera, au contraire, qu'un bonus ne serait pas suffisant pour favoriser et valoriser à l'inscription les variétés efficientes. Enfin, un dernier enquêté évoquera le fait que le critère huile devra rester plus important que le critère azote dans la cotation.

### 4.2.4 Etat des lieux de la prise en compte de l'efficience d'utilisation de l'azote par les sélectionneurs blé tendre

#### *4.2.4.1 Une multitude de définitions de variétés efficientes vis-à-vis de l'azote*

A la question « Qu'est-ce qu'une variété efficiente vis-à-vis de l'azote selon vous ?», aucune définition n'est identique. Elles se caractérisent par :

(i) Une variété capable de bien se comporter à dose d'azote optimale ET suboptimale ou l'un ou l'autre.
(ii) Une variété efficiente en rendement, teneur en protéines ou les deux.
(iii) Le souhait d'une carence azotée induite ou provoquée

Si l'on regarde plus en détail chacune des différences majeures :

(i) Lorsque l'on demande aux sélectionneurs blé tendre si les variétés qui se comportent bien en situation azotée suboptimale sont les mêmes que celles qui se comportent bien en situation optimale, leur réponse est majoritairement positive sauf pour l'un d'entre eux. Cela s'explique par le fait que l'efficience est pour la plupart des répondants étudiée en fin de schéma de sélection sur des cultivars en pré-dépôts. En effet, les sélectionneurs souhaitent sélectionner des génotypes qui se comportent bien en condition azotée optimale en priorité et étudieront en « prime » le comportement de ces génotypes en situation suboptimale en fin de schéma de sélection. Ils privilégieront ensuite le dépôt des cultivars efficients le cas échéant. C'est la raison pour laquelle le sélectionneur mettant en essai une diversité de génotypes afin d'observer leur efficience en azote en cours de sélection correspond à celui qui constate que les variétés efficientes en situation optimale et suboptimale ne sont pas identiques.

(ii) L'ensemble des sélectionneurs enquêtés ont mentionné le rendement et la teneur en protéines comme des critères importants en blé tendre. En fonction de leurs stratégies (débouchés, schéma de sélection) certains souhaiteront favoriser davantage à l'inscription les variétés efficientes en rendement, en teneur en protéines ou l'inscription de variétés équilibrées.

(iii) Les notions de « doses d'azote réduites » et de « teneur en azote identique » évoquées par les sélectionneurs laissent penser à une carence azotée provoquée (par la suppression volontaire d'un apport par exemple) tandis que les notions de variétés « résilientes » et de variétés « assurance risques » laissent supposer une variété efficiente vis-à-vis d'une carence induite par des conditions climatiques défavorables.

#### *4.2.4.2 Des critères de performance variétale en situation de restriction azotée différents selon les sélectionneurs*

Lorsque l'on demande aux sélectionneurs quels sont les critères de performance variétale à privilégier en situation de carence azotée, on constate que trois avis se dégagent des réponses :

(i) Certains souhaitent se rapprocher au plus proche des attentes des agriculteurs et privilégieront le rendement en dépit de la teneur en protéines, en se basant sur les critères de rémunération des agriculteurs.

(ii) D'autres, intègreront dans leurs réflexions les exigences des transformateurs (meuniers, industries agroalimentaires, alimentation animale) afin de s'adapter aux différentes conditions d'utilisation du blé tendre et insisteront davantage sur le maintien de la qualité des protéines et d'une teneur en protéines suffisante (entre environ 10,5 et 11,5%). En effet, la teneur en protéines est un bon indicateur global de la qualité boulangère de la farine notamment. Cependant, selon les variétés ou les conditions de cultures, il peut y avoir des différences dans la qualité des protéines, de telle sorte que deux farines possédant la même teneur en protéines peuvent donner des résultats de panification différents.

(iii) Enfin, certains souhaiteront avant tout un taux de protéines élevé afin de s'assurer de répondre au cahier des charges de l'export et aux exigences des traders. Ils évoqueront alors souhaiter un taux de protéines supérieur ou égal à 11.5%. En effet, un écart de teneur en protéines sur le marché engendre une décote par rapport aux autres origines à l'exportation, des taux de réfactions importants s'appliquent par points manquants de teneur en protéines.

D'autres remarques soulignant l'importance de faire un choix et de valoriser des variétés efficientes en termes de rendement ou de teneur en protéines, d'améliorer la segmentation des marchés en fonction du besoin en qualité et teneur en protéines ainsi que d'augmenter les capacités de stockage (nombre de silos limités) ont également été mentionnées lors de ces entretiens. Les exigences du marché intérieur et à l'export sont donc multifactorielles et il est important de les prendre en compte dans le cadre de ces réflexions autour de l'azote car la nutrition azotée est le facteur qui influence le plus la teneur en protéines.

#### *4.2.4.3 Un souhait de prendre différemment la thématique en compte à l'inscription*

Bien que la majorité des sélectionneurs blé tendre soit **sensibles à la réflexion** entreprise par le GEVES sur le fait d'encourager l'inscription de variétés plus efficientes vis-à-vis de l'azote, très peu d'entre eux considèrent que les essais VATE avec le protocole azote actuel soient le moyen adéquat pour encourager les variétés de blé tendre efficientes vis-à-vis de l'azote à l'inscription. En effet, **la précision, la taille et l'utilité de ces essais ont été remises en cause**. La seule raison pour laquelle certains sélectionneurs mettent en place des essais similaires en interne est l'anticipation de la potentielle intégration de la modalité au sein de la cotation variétale. Ces essais sont donc majoritairement menés en fin de schéma de sélection afin d'observer le comportement des cultivars en pré-dépôts.

Seuls deux sélectionneurs sur sept ont indiqué consulter **l'indicateur de tolérance** à la carence azotée publié dans la plaquette des résultats d'essais depuis 2018. Lorsqu'il est consulté, l'indicateur est un des critères pris en compte pour établir les croisements initiaux entre plusieurs variétés d'intérêts dans le but d'améliorer la GPD d'un futur cultivar. L'ensemble des sélectionneurs blé tendre interrogés consulte et apprécie **l'indicateur de GPD**. De même, nombreux sont ceux qui consultent le classement et les besoins en azote des variétés de blé tendre publiés par Arvalis. Le manque de notoriété de ce classement auprès des agriculteurs a toutefois été évoqué également.

Les sélectionneurs ne sont pas opposés au fait d'encourager l'inscription des variétés de blé tendre efficientes vis-à-vis de l'azote à l'inscription. Cependant la plupart d'entre eux considèrent qu'il est important de revoir le protocole et les indicateurs actuellement utilisés.

### 4.2.5 Approches envisageables au niveau du réseau d'essais VATE blé tendre

#### *4.2.5.1 L'amélioration du protocole du réseau d'essai azote actuel*

Afin d'améliorer le protocole du réseau d'essai azote actuel, deux stratégies ont été évoquées :

(i) Adapter les essais aux **pratiques agricoles** en fonction des lieux. Le protocole azote actuel étant unique bien que légèrement flexible (type d'engrais, épandeur, fractionnement adaptable en fonction de la situation), il ne reflète pas la diversité de conduites azotées pratiquées par les agriculteurs.

(ii) Etablir la carence azotée **selon le stade de la culture**. Certains sélectionneurs ne considèrent pas ce protocole comme suffisant afin d'identifier les variétés qui subissent une carence azotée en début de cycle (stade tallage). En effet, la variation des doses d'azote en fonction des conduites (X et X-80) impacte principalement le 2ème apport au stade épi 1 cm dans le protocole actuel. Bien qu'il autorise toutefois une impasse sur le premier apport (stade tallage) si les reliquats sortie hiver sont très importants. Appliquer un stress azoté en début de cycle permettrait de valoriser les variétés efficientes vis-à-vis de l'azote dans des sols hydromorphes, en non-labour et avec un précédent pénalisant la nutrition azotée.

Différentes propositions de modifications de protocoles ont été faites notamment une modulation azotée en pourcentage (pour une meilleure équité du stress appliqué dans le réseau) ou une modalité faibles intrants (plus modérée).

#### *4.2.5.2 L'amélioration du réseau d'essais « classique »*

##### 4.2.5.2.1 Vers une fertilisation azotée minorée de quelques unités

Sur l'ensemble des sélectionneurs blé tendre interrogés, seul l'un d'entre eux voit un intérêt au fait d'évaluer les variétés en condition de carence azotée à X-80. Un sélectionneur évoque l'éventualité de remettre en place des essais avec une carence élevée uniquement dans le cas où des variétés pertinentes seraient développées. En revanche, appliquer une faible réduction azotée sur l'ensemble des essais VATE blé tendre, de l'ordre de quelques dizaines d'unités dans une approche similaire à celle de la VATE colza, tout en veillant à ne pas impacter la teneur en protéines et le rendement de manière trop importante est remontée plusieurs fois.

##### 4.2.5.2.2 Vers une meilleure caractérisation des environnements d'essais

Plusieurs interrogés ont mentionné l'importance de mieux **caractériser les environnements des essais VATE blé tendre** du CTPS. En effet, des informations telles que le type de sols, les conditions météorologiques, les reliquats azotés, les dates d'apparition des stades de cultures ne sont pas toujours renseignées de manière précise par plateforme d'essai à la fin de la campagne. De plus, il n'y a actuellement pas de **remontées de données d'essais en cours de campagne**. Or, grâce à toutes ces données, des outils comme CHN sont en mesure de caractériser les stress subis par lieux d'essais. Un premier test de l'outil a eu lieu en 2018 sur les essais VATE blé tendre et mérite d'être reconduit. **L'outil CHN** est également en mesure de regrouper les essais par cinétiques de stress rencontrés (hydriques ou azotés) puis d'étudier le comportement des variétés vis-à-vis de ces stress (classement variétal) afin d'associer un comportement variétal à des conditions.

Toutefois, l'outil demande un nombre important de données d'entrées et à ce jour la précision des données remontées ne permet pas la mise en place d'un tel outil sur du court terme.

Un des interrogés souligne également l'importance d'une meilleure connaissance des pratiques appliquées sur les essais actuels notamment sur le type d'azote utilisé et sa méthode d'épandage.

#### 4.2.5.2.3 Vers une restriction de l'utilisation des régulateurs de croissance

Un régulateur de croissance est une substance active qui agit sur l'élongation cellulaire et qui entraine le plus souvent une modification morphologique de la plante sans la nuire. L'application de régulateurs de croissance est aujourd'hui tolérée dans le protocole classique et le protocole azote des essais VATE de blé tendre sous réserve de certaines autorisations et conditions. Or, ceux-ci sont encore largement utilisés en conduites culturales agriculteurs et donc au sein des essais VATE car ils permettent de contrôler la croissance du blé en limitant les risques de verse. L'autorisation de ces régulateurs amène à des surdosages d'azote au sein de certains essais. Il serait important de limiter davantage l'utilisation de ces régulateurs dans le temps en reprécisant à nouveau leurs conditions d'utilisation dans les essais avec un protocole classique et azote.

### 4.2.6 Autres thématiques abordées lors des entretiens

#### *4.2.6.1 Travaux de recherche complémentaires évoqués*

Tous les enquêtés partagent le fait que pour aller plus loin, des travaux de recherche complémentaires seront nécessaires et plusieurs seraient intéressées d'y participer.

Différentes thématiques de travail ont été évoquées notamment (i) des analyses de qualité (Gluten index, alvéographe, fraction de gliadines et gluténines) des essais en situation de restriction azotée (ii) une étude plus fine des besoins en fertilisation des blés hybrides (iii) une conduite expérimentale de culture où la variété est à son optimum économique (iv) une étude de la capacité variétale à accumuler des protéines au stade floraison et post floraison (v) une révision de la méthode de calcul de la GPD ainsi que son harmonisation entre l'inscription et la post inscription (vi) un travail sur l'identification de traits génétiques d'intérêt notamment sur la teneur et qualité des protéines, sur la capacité de tallage des blés hybrides ainsi que la poursuite des travaux sur le gène NAM-B1.

Enfin, l'amélioration et le développement des outils de phénotypages numériques plus rapides, plus simples et moins chers pour une meilleure caractérisation des variétés et des témoins efficients en utilisation de l'azote (trajectoires d'efficience, paramétrage de capteurs) ainsi que le déploiement du phénotypage numérique haut-débit a été évoqué.

#### *4.2.6.2 Valorisation de l'efficience azotée dans la cotation variétale du blé tendre*

Le poids de l'azote dans le choix variétal est aujourd'hui très modeste. Si le critère était voué à être intégré à la cotation, il serait, d'après un interrogé, pertinent de l'intégrer de manière raisonnée.

Une **valorisation des variétés efficientes sous la forme d'un bonus** a été évoquée et l'éventualité d'un malus réfutée plusieurs fois. En effet, l'objectif est d'inciter les sélectionneurs à travailler sur l'efficience sans pour autant les y contraindre car le critère n'est pas primordial dans le choix des variétés actuelles.

Un sélectionneur évoquera le fait que le cumul d'un bonus et d'un malus sur l'efficience rendement et teneur en protéines s'élimineraient entre eux. L'identification de variétés témoins efficientes vis-à-vis de l'azote et l'importance d'utiliser des indicateurs stables ont également été évoqués plusieurs fois.

Plusieurs sélectionneurs évoquent le fait de **mieux valoriser la teneur en protéines** dans la cotation variétale notamment en intégrant la valeur dans la base du calcul comme le rendement ou sous la forme de bonus. Un sélectionneur évoque également le fait d'attribuer plus de points à la GPD dans la cotation.

A l'éventualité d'intégrer les résultats des modalités rendement et/ou teneur en protéines des essais à X-80 dans la cotation, l'un des interrogés répond qu'il serait d'avis de ne pas les associer car la modalité X-80 est une modalité évaluée à part qui détériorerait la qualité de la cotation actuelle.

## 4.3 LES ENTRETIENS INDIVIDUELS MENES AVEC LES TRANSFORMATEURS DE BLE TENDRE

### 4.3.1 Une volonté de réduction de l'empreinte carbone

L'ensemble des transformateurs interrogés est sensible à la démarche initiée par le GEVES d'encourager l'inscription de variétés de blé tendre plus efficientes vis-à-vis de l'azote. En effet, d'après les calculs d'analyse de cycle de vie d'un des transformateurs interrogé, 70% de l'empreinte carbone de sa production provenait du mode de culture des matières premières (dont environ 45% issu de la fertilisation avec des engrais minéraux azotés).

**Réduire les émissions de GES à l'échelle de la production** permettrait ainsi aux transformateurs d'augmenter leur performance RSE (Responsabilité Sociétale des Entreprises) et de le valoriser auprès de leurs consommateurs.

Cependant, les souhaits et stratégies des transformateurs divergent en fonction de leurs types de débouchés (biscuits, pain, export).

Le premier transformateur interrogé a mis en place des essais en conditions de restrictions azotés afin de favoriser le développement de variétés de blés biscuitiers efficientes en utilisation de l'azote en termes de rendement (et pas de teneur en protéines). En effet, une teneur en protéines trop élevée des blés biscuitiers peut entrainer une extensibilité de la pâte défavorable à la confection de biscuits.

L'entreprise a soumis des variétés à des réductions azotées de 25% et 35% en supprimant notamment le dernier apport connu comme étant capital pour l'accumulation des protéines dans le grain.

Les variétés implantées dans ces essais sont les variétés les plus productives du marché afin qu'elles restent de bonnes variétés en situation azotée optimale. L'entreprise élimine (sélection négative) les variétés qui présentent une perte de rendement élevée ou dont l'aptitude biscuitière de la farine est impactée en condition azotée suboptimale. Elle souhaite ainsi répertorier au sein d'une liste positive, des variétés de blés « assurance risques » à conseiller à ses agriculteurs sous contrat.

Le second transformateur interrogé souhaite quant à lui maintenir une teneur en protéines du blé importante. En effet, les critères de qualité du blé panifiable sont différents de ceux du blé biscuitier. Les farines boulangères ont généralement des teneurs en protéines de 11 à 11 ,5%. Le second transformateur considère que le choix de cultiver des variétés efficientes ne devrait pas être imposé à l'agriculteur mais qu'il pourrait être préconisé dans un cahier des charges. Il évoque toutefois l'éventualité de mise en place d'une prime variétale accordée aux agriculteurs qui cultiveraient une variété de blé économe en azote tout en conservant une teneur en protéines élevée.

### 4.3.2 Conserver une teneur en protéines importante

Néanmoins, trois des quatre transformateurs interrogés souhaitent préserver la qualité technologique du blé tendre via une teneur en protéines élevée afin de ne pas perdre en compétitivité sur le marché à l'export (50% des débouchés du blé tendre français).

A l'exclusion du transformateur de blé biscuitier, les transformateurs souhaitent donc encourager des variétés de blé tendre plus efficientes vis-à-vis de l'azote qui conserveraient une teneur en protéines la plus élevée possible et à minima à 11,5%.

La motivation des transformateurs de blé tendre à encourager la production de variétés plus efficientes vis-à-vis de l'azote est donc différente de celles des sélectionneurs et des agriculteurs. En effet, les transformateurs pourront valoriser et promouvoir dans leur cahier des charges un mode de culture du blé durable et raisonné auprès des consommateurs.

## 4.4 LES ENTRETIENS INDIVIDUELS MENES AVEC LES DEVELOPPEURS COMMERCIAUX DE BLE TENDRE ET DE COLZA

Lorsque l'on questionne les développeurs commerciaux, on retrouve les mêmes tendances que celles perçues lors des entretiens avec les sélectionneurs. En effet, les développeurs blé et colza prennent en compte l'azote différemment en fonction de leur stratégie d'entreprise, du potentiel et des débouchés de leur variété (marché, utilisation).

**En colza**, deux développeurs ont évoqué mettre en place des essais comparant le comportement des variétés en situation de fertilisation azotée optimale et suboptimale. Bien qu'il soit difficile de faire subir un vrai stress azoté aux variétés, ces essais auraient permis d'identifier un pool de témoins révélateurs avec de bons comportements vis-à-vis de l'azote.

Les développeurs convaincus par le potentiel des variétés de colza efficientes en utilisation de l'azote souhaitent que le critère se fasse connaitre auprès des agriculteurs et sont d'accord avec le fait d'encourager les variétés efficientes à l'inscription. En revanche, les développeurs n'ayant pas mis en place d'essais azote ou n'ayant pas constaté de potentiel variétal sont sceptiques à l'idée d'aller plus loin pour encourager les variétés efficientes vis-à-vis de l'azote à l'inscription.

**En blé tendre**, aucun des développeurs interrogés n'avait connaissance des indicateurs de tolérance à la carence azoté publié dans la plaquette des résultats du GEVES. En revanche, tous consultaient la GPD et le classement des variétés selon leur besoin azoté publié par Arvalis.

Tandis que l'un d'entre eux a évoqué travailler sur les blés biscuitiers et être sensible à la stratégie bas carbone, un autre a mentionné mettre en place des essais en appliquant une faible réduction azotée en pourcentage afin de mieux caractériser certaines de ses variétés de blés panifiables vis-à-vis de l'azote. Enfin, un dernier s'intéresse au potentiel génétique des blés hybrides vis-à-vis de l'azote.

Les développeurs de blé tendre intègrent le critère azote de manières différentes en fonction de leurs stratégies de sélection (lignées, hybrides) et de la catégorie des variétés développées (blé biscuitier, blé panifiable).

## 4.5 LA SYNTHESE DES ATELIERS DU GROUPE DE TRAVAIL

Ces ateliers ont pour objectif de recueillir les attentes des membres du groupe de travail au regard de la démarche proposée par le GEVES.

*Tableau 4: Synthèse des attentes de l'atelier 1*

| Grands thèmes | Notions évoquées | Nombre de post-it |
|---|---|---|
| Adapter les variétés aux différents stress climatiques | Plasticité, stade, stress précoce, stress hydrique, remobilisation, résilience | 7 |
| Associer économie d'azote et maintien des potentiels de rendement et protéines | Variétés économes, efficience, productivité, arbitrage rendement et teneur en protéines | 5 |
| Adapter les variétés à la demande / au contexte d'usage | Qualité, protéines, concentration, composition | 4 |
| Prendre en compte d'autres pratiques de fertilisation se substituant à l'azote de synthèse à l'inscription | Azote organique, légumineuses, plantes de services, autres leviers | 2 |
| Adapter les variétés à différents contextes de production | AB, ACS, BNI, sols hydromorphes, faible disponibilité azote | 2 |
| Identifier les caractéristiques génétiques que l'on souhaite favoriser | Système racinaire, microflore, réduction des talles | 2 |

Les 3 thématiques majoritairement évoquées lors du premier atelier sont (Tableau 4) :

(i) Des variétés adaptées au changement climatique
(ii) Des variétés économes en azote qui maintiennent de bons potentiels de rendement et de teneur en protéines
(iii) Des variétés adaptées à la demande et au contexte d'usage

*Tableau 5: Synthèse des attentes de l'atelier 2*

| Grands thèmes | Notions évoquées | Nombre de post-it |
|---|---|---|
| Associer économie d'azote et performance | Performance, équivalence, protéines, rendement, marché, durabilité, dépendance | 7 |
| Identifier les approches méthodologiques à envisager | Réseau, protocole, outils, définition, critères | 6 |
| Adapter les variétés aux situations limitantes / stressantes à venir | Efficience, comportement, stades, flexibilité, vigueur | 5 |
| Sélectionner des variétés stables | Résilience, fluctuations, régularité, contraintes, indicateur | 5 |
| Adapter les variétés à la demande | Filière, rendement, protéines, marché | 3 |
| Prendre en compte d'autres pratiques de fertilisation se substituant à l'azote de synthèse à l'inscription | Autres leviers, légumineuses | 2 |
| Améliorer l'évaluation de la disponibilité en azote du sol | Connaissance, évaluation lieux d'essais | 2 |

Les 4 thématiques majoritairement évoquées lors du deuxième atelier sont (Tableau 5) :

(i) Des variétés performantes et économes en azote
(ii) Des approches méthodologiques communes pour identifier les variétés efficientes
(iii) Des variétés adaptées à différentes situations stressantes
(iv) Des variétés stables

Certaines thématiques importantes sont communes aux deux réunions (et donc plus globalement aux deux espèces) notamment associer économie d'azote et maintien du niveau de performance, adapter les variétés aux différents stress climatiques et adapter les variétés en fonction de la demande du marché.

Cependant, deux thématiques importantes ont été mentionnés uniquement par des experts du colza : le fait d'identifier les approches méthodologiques à envisager et la notion de variétés stables.

Si l'on se base sur les discussions occasionnées pour effectuer une priorisation des attentes des membres du groupe de travail, les discussions étaient davantage axées sur le fait d'adapter les variétés en fonction de la demande (marché, filières) puis sur les approches méthodologiques envisageables à l'inscription et enfin sur le fait d'évaluer les variétés sur leur stabilité.

A la lecture de ces attentes, des questions s'ouvrent :

**(i) Méthode d'évaluation des variétés**

- Par quel moyen peut-on évaluer des variétés économes en azote ?
- Comment évaluer des génotypes sur leur plasticité ?
- Quels outils / protocoles peuvent nous aider à évaluer des génotypes économes en azote ? Quels outils restent à développer ?
- Quels indicateurs permettent d'identifier les variétés efficientes ?
- Comment évaluer des variétés sur leur stabilité à l'inscription ?

**(ii) Amélioration de l'envirotypage des essais**

- Comment caractériser le stress subi par la culture ? (types de stress, intensité, stade de la culture)
- Comment améliorer l'évaluation de la disponibilité en azote des lieux d'essais ?

**(iii) Adaptation des variétés à la demande du marché et au contexte d'usage**

- Est-ce que les critères d'évaluation à l'inscription doivent davantage favoriser les variétés adaptées aux demandes du marché, des filières ?
- Comment valoriser à l'inscription les variétés économes en azote en rendement et/ou en teneur en protéines ?

**(iv) Evolution des réseaux CTPS**

- Est-ce que le réseau d'essai VATE doit aller plus loin dans son évaluation des génotypes selon différents contextes de production ? (AB, ACS, BNI)
- Comment prendre davantage en compte les autres pratiques de fertilisation à l'inscription ?

**(v) Utilisation de marqueurs moléculaires à l'inscription**

- Faut-il cibler certaines caractéristiques génétiques à l'inscription ?

# 5. DISCUSSION ET PERSPECTIVES

## 5.1 SYNTHESE DES RESULTATS

*Tableau 6: Points forts de l'ensemble des résultats du rapport*

| Moyens | Objectifs | Points forts |
|---|---|---|
| Questionnaire | Evaluer l'intérêt des acteurs de la filière semences pour l'azote | Thématique jugée à approfondir par 93% des répondants.<br>50% des répondants perçoivent le levier variétal comme ayant un grand potentiel d'amélioration et 50% avec des améliorations envisageables.<br>Les attentes diffèrent en fonction de l'espèce et de la catégorie professionnelle.<br>35% des répondants sont en faveur d'une stabilisation de la production en situation de carence azotée, 24% penchent pour une augmentation du rendement à dose d'azote équivalente et 40% souhaiteraient les deux.<br>Les experts blé tendre prennent davantage en considération l'impact d'une réduction d'azote sur la teneur en protéines que les experts colza.<br>Les enjeux principaux de la fertilisation azotée perçus par les experts sont de l'ordre économiques > météorologiques > environnementaux > règlementaires > exigences du marché intérieur et à l'export. |

| Moyens | Objectifs | Points forts |
|---|---|---|
| Entretiens individuels | Avis et attentes des sélectionneurs blé tendre et colza | ○ Remise en cause du protocole azote actuel en blé tendre et des indicateurs de tolérance à la carence avec différentes propositions d'amélioration, souhait d'une meilleure caractérisation des environnements des essais VATE (envirotypage), identification de thématiques de recherche à approfondir et un souhait de révision de la prise en compte du critère au sein de la cotation (teneur en protéines, GPD, autres indicateurs)<br>○ Validation de la réduction de la fertilisation azotée appliquée actuellement sur l'ensemble des essais VATE colza, souhait d'un cadrage des doses d'azote à apporter sur les essais, identification de thématiques de recherche à approfondir notamment des outils de mesure et de l'envirotypage ainsi qu'un souhait de révision de la prise en compte du critère au sein de la cotation |
| | Avis des transformateurs de blé tendre | Volonté de réduction les émissions de GES à l'échelle de la production > opportunité de valorisation auprès des consommateurs<br>Opinions et stratégies divergentes en fonction des différents débouchés du blé (biscuiterie, panification, export)<br>Importance de conserver une teneur en protéines élevée |
| | Avis des développeurs de blé tendre et de colza | ○ Prise en compte différente de la thématique en fonction de la stratégie de sélection (lignées, hybrides) et de la catégorie des variétés développées (biscuitier, panifiable)<br>○ Avis différents en fonction des entreprises en colza : scepticisme de certaines à l'idée d'aller plus loin sur la thématique et souhait d'autres que le critère soit davantage pris en compte au sein de la filière. |

| Moyens | Objectifs | Points forts |
|---|---|---|
| Ateliers | Attentes du groupe de travail | **Des attentes communes aux deux espèces identifiées :** des variétés adaptées au changement climatique, des variétés économes en azote qui maintiennent de bons potentiels de rendement et de teneur en protéines, des variétés adaptées à la demande du marché et au contexte d'usage<br>… **ainsi que des attentes propres à chaque espèce** notamment un souhait d'identifier des variétés stables en colza. |

## 5.2 ANALYSE CRITIQUE METHODOLOGIQUE

La position stratégique du GEVES a permis une diffusion rapide du questionnaire via les différentes commissions et sections Céréales à Paille et Colza et autres crucifères. Elle a également permis de faciliter la prise de contact avec les différents experts des filières colza et blé tendre notamment dans le cadre de la mise en place du groupe de travail et des entretiens individuels.

Le nombre d'entretiens individuels avec les sélectionneurs effectués est satisfaisant dans le temps imparti (du 19 juin au 13 juillet) et dans la mesure où la période correspondait à un pic des activités de sélection (notations, moisson). Le taux de participation des membres du groupe de travail aux ateliers et la qualité des échanges ont également répondu aux attentes. Par comparaison, bien que relayé sur différents réseaux (Facebook et LinkedIn) et différentes pages et groupes privés, le partage du questionnaire sur les réseaux sociaux s'est avéré moins satisfaisant. Il aurait peut-être fallu utiliser d'autres moyens ou format de communication (mail, presse, pages internet, Instagram, Twitter) afin de toucher un public plus large.

La répartition égale des experts du colza et du blé tendre présents lors des ateliers du groupe de travail a permis une prise en compte équitable des enjeux des deux espèces. Ce n'est en revanche pas le cas de l'analyse des résultats du questionnaire dont 67% des répondants sont des experts du blé tendre contre 33% du colza.

Bien que certaines données confidentielles des établissements semenciers n'aient pu être évoquées ou retranscrites dans le cadre de ce rapport, l'indépendance et la neutralité du GEVES ont instauré un climat de confiance qui a amélioré la qualité des échanges avec les sélectionneurs. Les entretiens ont ainsi permis de balayer, sur un mois, un panel de données qualitatives conséquent et diversifié. Le choix du format semi-directif, utilisé dans le cadre de la thèse de Clémence Ravier afin d'interroger des agriculteurs sur leur méthode de fertilisation, s'est avéré concluant car il a permis de faire évoluer les questions au fur et à mesure des entretiens. Certains points seront cependant à approfondir afin de poursuivre la démarche entreprise par le GEVES notamment l'avis des sélectionneurs blé tendre sur l'application d'une réduction azotée sur l'ensemble des essais VATE ou sur les perspectives qu'offre les nouvelles techniques génomiques (NGT) sur l'efficience d'utilisation de l'azote.

Les entretiens avec les transformateurs et les développeurs sont venus compléter les retours des sélectionneurs. Leurs perceptions différentes de certains enjeux ont permis de modérer ou de prendre du recul sur certaines pistes évoquées par les sélectionneurs. Certaines catégories socio-professionnelles de la filière semences sont cependant moins bien représentées dans ce rapport. En effet, 35% des répondants au questionnaire sont des sélectionneurs, 25% des agriculteurs contre seulement 8% de distributeurs et 10% de chercheurs. Il aurait également pu être intéressant d'interroger d'autres acteurs des filières colza et blé tendre dans le cadre des entretiens individuels notamment des distributeurs, exportateurs ou encore des amidonniers d'afin d'avoir une meilleure perception des enjeux de l'efficience d'utilisation de l'azote au sein de la filière.

Enfin, la mise en place du groupe de travail Azote et Variétés a permis de créer une dynamique autour de la thématique ainsi que de mixer des compétences et des profils variés. La première réunion a permis de poser les bases du contexte actuel autour de l'azote et de mettre tous les membres du groupe de travail sur le même pied d'égalité afin d'avancer collectivement sur le sujet. Par la suite, les ateliers ont contribué à mettre en évidence les réflexions et attentes des membres du groupe et ainsi d'identifier des thématiques de travail communes aux deux espèces et d'autres plus spécifiques à chaque espèce.

### 5.3 Les pistes principales et leurs limites

Parmi les pistes envisagées, celle d'une réduction azotée sur l'ensemble ou une partie du réseau VATE se dégage pour le blé tendre dans une approche similaire à celle du colza. Le niveau d'imprécision assez élevé dans l'estimation des indicateurs de tolérance et la faible puissance du réseau d'essais Azote ont entrainé une remise en cause de l'utilité de ce réseau d'essais et des indicateurs de tolérance à la carence publiés actuellement au sein de la plaquette des résultats VATE.

Le type de stress azoté à appliquer (réduction en pourcentage, en unités d'azote, suppression d'un ou plusieurs apports) en fonction du stade de la culture (tallage, épi 1 cm, DFE) a été argumenté. En effet, une réduction d'azote en pourcentage permettrait d'appliquer un stress plus équitable sur les différents lieux d'essais. De plus, appliquer un stress azoté en début de cycle (stade tallage) permettrait de valoriser les variétés efficientes vis-à-vis de l'azote dans des sols hydromorphes, en non-labour et avec un précédent pénalisant la nutrition azotée.

Des propositions de modification de conduites de culture des essais VATE ont été faites pour le blé notamment une révision de l'utilisation des régulateurs de croissance (interdits en colza) et la mise en pratique du mode de culture Bas Niveaux d'Intrants sur certains essais du réseau VATE. Un essai du réseau VATE colza est actuellement en BNI.

En colza, la réduction azotée appliquée sur l'ensemble des essais VATE ainsi que les mesures d'indice de nutrition azotée n'ont pas été remises en cause. Cependant, une sensibilisation des expérimentateurs sur l'importance de l'application de la réduction azotée ainsi qu'un suivi ou un contrôle de son effectivité au sein des différents lieux d'essais sera nécessaire.

Les sélectionneurs ont également mentionné souhaiter une meilleure caractérisation des environnements d'essais pour les deux espèces. En effet, il est important de pouvoir préciser les conditions d'évaluation des variétés en études. Afin d'améliorer l'envirotypage des lieux d'essais VATE, des données relatives au sol, au climat, à la culture et au système de culture (pratiques culturales, itinéraire technique, rotation) sont nécessaires. Toutefois, les études VATE étant réalisées à travers un réseau multi-local et multipartenaires, la diversité des situations rencontrées complexifie la collecte de données et la prise de certaines mesures.

D'autres pistes de travaux de recherche ont été évoquées notamment identifier à quel stade de développement du colza établir la carence ou l'apport d'azote, approfondir les travaux des sélectionneurs sur les traits génétiques d'intérêt du blé tendre vis-à-vis de l'azote, évaluer l'impact du stress azoté sur la qualité des variétés de blé, améliorer les outils de phénotypage numérique actuels en blé tendre et développer et/ou mettre en place des outils de mesure d'azote du colza en foliaire à l'échelle de la variété (capteurs optiques, capteurs de biomasse).

Enfin, l'attribution d'un bonus pour les variétés de blé tendre et de colza efficientes, l'intégration de la teneur en protéines ainsi que la revalorisation de la GPD dans le calcul de la cotation du blé tendre ont également été évoqués.

Toutefois, il est important de prendre en compte la notion d'échéance dans le cadre de certaines pistes évoquées dans ce rapport. En effet, tandis que la révision de l'utilisation des régulateurs de croissance en blé tendre est une piste envisageable sur du court terme, pouvoir améliorer la caractérisation de l'ensemble des environnements d'essais nécessite préalablement d'identifier les outils de mesure adaptés et d'instrumenter l'ensemble des lieux d'essais.

De plus, il est important de prendre en considération le coût nécessaire à la mise en place de certaines pistes évoquées. Par exemple, la mise en place d'un réseau d'essais supplémentaire afin d'étudier les variétés de colza en situation de réduction azotée parait difficilement envisageable. Le CTPS souhaite, dans la mesure du possible, poursuivre sa démarche à coût constant afin d'éviter toutes répercussions sur les coûts d'inscription. Envisager la démarche à cout constant permet tout de même de réfléchir à une réorganisation du réseau notamment avec une diminution du nombre de répétitions ou le test de plusieurs facteurs azotés dans certains lieux d'essais.

Enfin, sachant que toute variété inscrite sur un Catalogue national est portée au Catalogue commun de l'Union Européenne et peut ainsi être commercialisée sur le territoire de l'Union Européenne, les semenciers ont la possibilité de déposer et inscrire leurs variétés dans le pays de leur choix.

Or, comme chaque Etat membre établit ses propres critères d'inscription, il est important de s'assurer que les orientations prises soient partagées afin d'éviter que les semenciers se détournent du système d'inscription français. Néanmoins, le CTPS avec ses commissions et sections permet justement des discussions entre les différents acteurs de chaque filière.

## 5.4 PERSPECTIVES

Les résultats issus de ce travail seront présentés aux membres du groupe de travail Azote et Variétés lors d'une restitution orale. Ils engendreront une discussion autour des pistes envisagées et aboutiront à une sélection des thématiques prioritaires à travailler. Les réflexions devront également s'orienter sur les types d'approches envisageables (collaboration, projet de recherche). Ces réflexions seront partagées avec les experts des commissions CTPS puis au sein des sections CTPS Céréales à paille et Colza et autres crucifères une fois que des orientations seront proposées. La démarche adoptée pourra également être appliquée à d'autres espèces étudiées par le GEVES notamment les espèces de céréales à paille (blé dur, orge, avoine) dont la consommation en azote est importante.

Parmi les pistes envisagées, celle d'une réduction azotée sur l'ensemble du réseau VATE se dégage pour le blé tendre et pourrait être également appliquée à d'autres espèces dans une approche similaire à celle du colza. L'avantage de cette approche est sa simplicité de mise en œuvre mais elle nécessite une réflexion sur la réduction de dose, le stade d'application de la réduction et le pilotage de la fertilisation azotée.

Un souhait d'améliorer la caractérisation des environnements des lieux d'essais VATE (envirotypage) est également ressorti de cette étude. Le calcul d'indicateurs environnementaux pourrait permettre de regrouper et classer les lieux d'essais VATE en fonction des types de stress subi (par exemple un stress azoté précoce, tardif ou continu et important) ainsi qu'en fonction de leur degré d'imprécision (hétérogénéité, erreur expérimentale). L'utilisation d'un modèle de culture comme CHN en blé ou Azodyn en colza pourrait permettre de répondre en partie à ce besoin. Il serait alors envisageable d'attribuer une pondération ajustable des essais dans le calcul de la cotation des espèces en fonction du type de stress à valoriser et ainsi d'évaluer les variétés sur leur comportement vis-à-vis de ce stress. La sélection des essais stressés est également envisageable « à dire d'experts » via les expérimentateurs. De plus, le phénotypage numérique haut débit pourrait permettre d'évaluer la résistance des variétés au stress azotée, son utilisation sur l'ensemble des variétés en étude nécessiterait toutefois l'installation de plateformes de phénotypage spécifiques

Plusieurs projets de recherche se sont / s'intéressent à l'amélioration de la caractérisation des environnements d'essais

Les projets Caravage (INRAE) « caractériser les variétés pour prédire leurs performances dans une large gamme d'environnements » et Carabiot (GEVES) « caractériser les stress abiotiques dans les réseaux d'essais variétaux » se sont intéressés il y a une dizaine d'années à la thématique de l'amélioration de la caractérisation des environnements. Il serait important de valoriser les résultats issus de ces deux projets dans les prochaines discussions.

De plus, le projet Agroécophen, dont le GEVES est partenaire a commencé en janvier 2023. Il cherche à déployer des dispositifs légers de phénotypage et d'envirotypage dans un nombre élargi de champs et notamment de grandes cultures afin d'étendre le nombre et la diversité des sites et des parcelles sur lesquelles des opérations de phénotypage et d'envirotypage seront possibles. Les résultats de ce projet pourraient permettre de répondre directement au souhait des sélectionneurs d'améliorer la caractérisation des environnements des essais VATE de blé tendre et de colza.

De même, il sera important de s'intéresser aux retombées de deux projets suivants :

Le projet européen Root2Res, initié en 2022 souhaite notamment identifier les types de variétés de blé tendre tolérantes aux stress abiotiques et caractériser leurs systèmes racinaires. Ce projet pourrait permettre de répondre à une partie des attentes des sélectionneurs blé tendre sur l'identification de traits génétiques d'intérêt en lien avec l'azote. Cependant, ce projet n'intègre pas tous les traits génétiques d'intérêt évoqués lors des entretiens notamment le facteur NAM-B1 qui agit sur la concentration en protéines dans le grain.

De plus, le projet de recherche IN PETTO, s'est penché sur la question de la valorisation de l'azote en teneur en protéines chez le colza en 2021. Les résultats du projet seront publiés fin 2023 et répondront notamment aux interrogations des sélectionneurs colza et de l'aval sur la valorisation de variétés de colzas à haute teneur en protéines.

D'autres sujets en lien avec l'azote ont également été abordés dans le cadre des entretiens et pourraient être explorés à l'avenir notamment l'évaluation des variétés de colza sur leur capacité à être associées avec des légumineuses ou à mieux valoriser l'azote organique ou encore l'épuisement de la disponibilité en souffre dans les sols qui pourrait avoir un impact sur l'efficience d'utilisation de l'azote du colza.

**Ouvertures**

La Politique Agricole Commune a évolué depuis les années 2000 vers une prise en compte croissante des enjeux environnementaux. Plusieurs dispositifs de l'actuelle programmation visent directement ou indirectement à prévenir les pollutions de l'eau par les nitrates d'origine agricole comme par exemple l'éco-conditionnalité des aides de la PAC. Celle-ci permet de diminuer les subventions en cas d'absence de mise en œuvre de pratiques favorables à l'environnement ou de non-respect de plusieurs réglementations, et notamment du programme d'actions national nitrates (PAN).

Le PAN actuel (PAN 7) est composé de huit mesures dont la troisième concerne les modalités de limitation de l'épandage des fertilisants azotés. Cette limitation est fondée sur un équilibre, pour chaque parcelle, entre les besoins prévisibles en azote des cultures et les apports en azote de toute nature, y compris l'azote de l'eau d'irrigation. Actuellement, les besoins sont évalués à l'échelle de la culture mais l'on pourrait imaginer le décliner à l'échelle variétale avec des besoins plus faibles pour des variétés efficientes en azote.

Par ailleurs, la politique d'atténuation de l'effet de serre en France repose sur la stratégie nationale bas carbone qui fixe les objectifs de réduction d'émission des gaz à effet de serre pour la France à l'horizon 2050. Le Plan d'Action National « Eco'Azote » (présenté dans la partie Contexte § 2.2.2) fixe un objectif de 15% de réduction des émissions de N2O et de 13% de NH3 à l'horizon 2030 par rapport à 2015 avec une mise en place d'une redevance d'usage d'engrais minéraux en cas de trajectoire à la baisse non respectée (Ministère de la transition écologique, 2021). Or, malgré la confiance accordée aux agriculteurs pour réduire ces émissions, ces trajectoires semblent assez utopistes sans des modifications structurelles du paysage agricole national. Depuis 25 ans, les émissions de $N_2O$ ont diminué de 10% entre 1990 et 2015 et rien ne laisse présager que cette diminution puisse être maintenue ou accrue. Il est donc très fortement probable que cette taxe sur les engrais azotés soit mise en place dans les années qui viennent, afin d'atteindre les objectifs.

Afin de réduire les émissions de protoxyde d'azote conformément à l'objectif, il est recommandé de mettre en œuvre plusieurs leviers parmi lesquels est citée la sélection de variétés adaptées à une agriculture à faible niveau d'intrants. Pour encourager le développement de telles variétés, il faudrait imaginer un dispositif incitatif à leur utilisation. Le dispositif CEPP qui encourage l'utilisation de variétés permettant de réduire les applications de produits phytosanitaires peut être source d'inspiration.

De plus, les crédits carbones pourraient également s'appliquer aux variétés efficientes en azote au même titre que la mise en place de couverts intermédiaires, l'allongement des rotations, l'insertion de légumineuses, modifier la fertilisation etc. pour avoir un sol plus résilient, avec des propriétés agronomiques supérieures. L'intégration des variétés efficientes en azote dans les calculs de bilan carbone et sa valorisation aux agriculteurs via les crédits carbone permettraient d'encourager leur utilisation.

Enfin, plus récemment (mercredi 5 juillet 2023), la Commission européenne a publié des propositions de règlements parmi lesquels les NGT (New Genomic Techniques - nouvelles techniques génomiques) qui nous intéressent particulièrement et les PRM (Plant Reproductive Material - Matériel de Reproduction Végétale) figurent.

Le projet de règlement sur les nouvelles techniques génomiques (NGT, plantes obtenues par mutagénèse dirigée ou cisgénèse) distingue deux catégories de plantes NGT, celles équivalentes aux plantes conventionnelles (catégorie 1) et les autres plantes NGT (catégorie 2). On peut se demander si ce projet de règlementation impactera la création de nouvelles variétés efficientes en utilisation de l'azote à l'avenir.

Le projet de règlement sur le matériel de reproduction végétale (PRM) qui rejoint les politiques générales de l'UE (Green Deal, stratégie Farm to fork, Biodiversité…) consacre son quatrième chapitre à l'inscription des variétés. On y découvre l'introduction d'exigences de durabilité dans les études VAT, on passe ainsi de VCU (Value for Cultivation and Use) à VSCU (Value for Sustainable Cultivation and Use). Parmi les éléments de considération de la VSCU, sont mentionnés l'usage réduit en intrants, l'efficience d'utilisation en eau et minéraux et la tolérance/résistance aux stress biotiques et abiotiques. Ainsi, la réflexion menée dans le cadre de ce stage est totalement en phase avec ce projet de règlement UE. Dans le système d'inscription français, la durabilité existe depuis plus de 10 ans avec l'ajout du E à VAT pour obtenir les études VATE (Valeur Agronomique, Technologique et Environnementale) et ce projet de règlement à poursuivre cette démarche. Le groupe de travail des offices d'examen européens sur la VATE (EU-VCU) échangera prochainement sur le projet de règlement PRM et la question des variétés efficientes vis-à-vis de l'azote sera à travailler.

## CONCLUSION

L'objectif de ce rapport était d'identifier des pistes pour encourager l'inscription de variétés de colza et de blé tendre plus efficientes vis-à-vis de l'azote. Pour cela, il a été décidé de mettre en place et d'analyser les résultats d'un questionnaire d'enquête complété par 90 acteurs de la filière semences. De plus, des entretiens individuels ont permis d'identifier l'avis et d'approfondir les attentes de 23 sélectionneurs de blé tendre et de colza, transformateurs de blé tendre et développeurs commerciaux en colza et blé tendre. Enfin, l'animation de deux ateliers en web-conférence a permis d'identifier les attentes de 20 experts de l'azote membres du groupe de travail « Azote et Variétés » constitué au cours de l'année.

Il résulte de ce travail que la démarche entreprise par le GEVES est soutenue par les acteurs de la filière semences. Lors des entretiens, une remise en cause de l'utilité du réseau d'essai Azote actuel en blé tendre et un souhait d'appliquer une réduction azotée sur l'ensemble ou une partie du réseau VATE dans une approche similaire à celle du colza a été faite. De plus, un souhait d'améliorer la caractérisation des environnements des lieux d'essais VATE est également ressorti de cette étude afin de mieux évaluer les stress environnementaux rencontrés, dont l'azote. D'autres pistes de travaux de recherche ont été évoquées notamment celles d'évaluer l'impact du stress azoté sur la qualité des variétés de blé ou d'améliorer les outils de phénotypage numérique actuels en colza et en blé tendre. Les pistes de travail évoquées lors des entretiens individuels reflètent les attentes des membres du groupe de travail. Cependant, on constate que les attentes diffèrent en fonction de l'espèce travaillée, du rôle de l'enquêté dans la filière et des stratégies propres à chaque structure /entreprise.

Les résultats issus de ce travail seront présentés aux membres du groupe de travail Azote et Variétés lors d'une restitution orale. Ils engendreront une discussion autour des pistes envisagées et aboutiront à une sélection des thématiques prioritaires à travailler. Les réflexions devront également s'orienter sur les types d'approches envisageables, communes ou non aux deux espèces. Ces réflexions seront partagées avec les experts des commissions CTPS puis au sein des sections CTPS Céréales à paille et Colza et autres crucifères une fois que des orientations seront proposées. La démarche adoptée pourra également être appliquée à d'autres espèces étudiées par le GEVES notamment les espèces de céréales à paille (blé dur, orge, avoine) dont la consommation en azote est importante.

## BIBLIOGRAPHIE


Agriculture.gouv. 2021. « Les émissions de gaz à effet de serre de l'agriculture ». notre-environnement. 12 février 2021. https://www.notre-environnement.gouv.fr/themes/climat/les-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre-et-l-empreinte-carbone-ressources/article/les-emissions-de-gaz-a-effet-de-serre-de-l-agriculture.

Arvalis. 2023a. « Blé tendre : les besoins en azote des variétés réactualisés ». 2023. https://www.arvalis.fr/infos-techniques/les-besoins-unitaires-en-azote-des-varietes-reactualises-pour-2020.

———. 2023b. « AGROECOPHEN ». 1 janvier 2023. https://www.arvalis.fr/recherche-innovation/nos-travaux-de-recherche/agroecophen.

———. 2023c. « Réduire sa dépendance à l'azote - Comment valoriser au mieux les apports printaniers ? » ARVALIS. 1 mars 2023. https://www.arvalis.fr/infos-techniques/reduire-sa-dependance-lazote-comment-valoriser-au-mieux-les-apports-printaniers.

Asgarali Dumont, L., 2022. « Agriculture : pourquoi le prix de l'engrais a augmenté de 300% en un an ? » TF1 INFO. 15 avril 2022. https://www.tf1info.fr/conso/guerre-ukraine-russie-pourquoi-le-prix-de-l-engrais-a-augmente-de-300-pourcents-en-un-an-2216821.html.

Bernicot, M. H., Masson, F., Mistou, MN., Bagot, Maupas, Lorgeou, Mailhol, et Gauffreteau. 2021. « CARABIOT - Comment Mieux Caractériser Les Stress Abiotiques Dans Les Réseaux d'essais Variétaux ». *Innovations Agronomiques* 84 (avril): 120. https://doi.org/10.15454/x8ay-tc66.

Blanchet, A. 1991. « Dire et faire dire, l'entretien. » Armand Colin (Ed).

Blum, E., 2021. « Redevance engrais, un dispositif type CEPP envisagé ». Référence Agro. 19 avril 2021. https://www.reference-agro.fr/redevance-engrais-le-gouvernement-etudiera-un-dispositif-type-cepp/.

Carlotti, B. 1992. *Recueil des bases de préconisations de la fertilisation azotée des cultures*.

Chambers, Dampney. 2009. *Nitrogen Efficiency and Ammonia Emissions from Urea-based and Ammonium Nitrate Fertilisers*. ifs. https://fertiliser-society.org/store/nitrogen-efficiency-and-ammonia-emissions-from-urea-based-and-ammonium-nitrate-fertilisers/.

Champolivier, L. 2019. « Colza : des besoins en azote élevés ». Terres Inovia. 27 février 2019. https://www.terresinovia.fr/-/colza-des-besoins-en-azote-eleves.

Charbonnier, Fugeray-Scarbel, et Lemarié. 2019. « Rapeseed: how to value varieties with higher nitrogen use efficiency in France ». *OCL* 26: 26. https://doi.org/10.1051/ocl/2019021.

Cohan, J. et al. 2019. « Rapport technique final du projet FSOV 2014 N-BT : Méthodes d'estimation des indicateurs d'efficacité de valorisation de l'azote par les nouvelles variétés de blé tendre ».

Cohan,J. 2018. « Improving nitrogen use efficiency in wheat: recent progress and prospects in France ». https://www.arvalis.fr/sites/default/files/imported_files/03_cohan_azote_engvdef2185120661777079465.pdf.

———. 2019. « Rapport technique final du projet FSOV 2014 N-BT : Méthodes d'estimation des indicateurs d'efficacité de valorisation de l'azote par les nouvelles variétés de blé tendre ».

Comifer. 2014. « Calcul de la fertilisation azoté - colza d'hiver ». https://comifer.asso.fr/images/pdf/Fiches_cultures/fiche-culture_colza-hiver.pdf.

Comifer, groupe azote. 2013. « Calcul de la fertilisation azotée ». https://comifer.asso.fr/images/publications/brochures/BROCHURE_AZOTE_20130705web.pdf.

CTPS Geves. 2017. « RÈGLEMENT TECHNIQUE D'EXAMEN DES VARIÉTÉS DE COLZA OLEAGINEUX ». https://cat.geves.fr/CAT_WEB/Data/RTCOLZAOLEAGINEUX2017.pdf.

———. 2021. « Résultats VATE des nouvelles variétés de blé tendre d'hiver proposées à l'inscription au catalogue officiel français en 2021 ».

———. 2023. « RÈGLEMENT TECHNIQUE D'EXAMEN DES VARIÉTÉS DE CEREALES A PAILLE ». https://info.agriculture.gouv.fr/gedei/site/bo-agri/document_administratif-0e8bb8e5-0312-4cad-a3cb-f15d32658017.
CTPS Geves. 2022. « Barème des droits applicables CTPS ». https://www.geves.fr/wp-content/uploads/Bareme-2022-CTPS-1.pdf.
Daniel, C., Dierauer, H., Clerc, M., et al. s. d. « Nitrogen Supply for Winter Oilseed Rape ».
Daniel, C., et al. 2017. « Nitrogen supply for winter oilseed rape. » Research Institute of Organic Agriculture FiBL. https://www.fibl.org/fileadmin/documents/shop/1057-n-fertilisation-oilseed-rape.pdf.
Degan, F., 2022. « Besoins en azote du blé : adaptez la fertilisation à vos objectifs de production ». 2022. https://www.perspectives-agricoles.com/besoins-en-azote-du-ble-adaptez-la-fertilisation-a-vos-objectifs-de-production-@/view-3874-arvarticlepa.html.
Du Jardin, P., réal. 2021. *WAO n°3 : Les biostimulants des plantes, effet de mode ou révolution agronomique*. https://www.youtube.com/watch?v=seqlmsEaGe0.
Fediol. 2021. « Oilseeds - production, imports, exports and crushing ». https://www.fediol.eu/data/Seeds%202021.pdf.
FranceAgriMer – Chiffres et Bilans - établissement national des produits de l'agriculture et de la mer ». s. d. Consulté le 21 août 2023. https://www.franceagrimer.fr/filiere-grandes-cultures/Cereales/Eclairer/Etudes-et-Analyses/Chiffres-et-bilans
Fricotté. 2014. « Colza : la réglette azote actualisée ». LaFranceAgricole. 2014. https://www.lafranceagricole.fr/cultures/article/738254/colza-la-reglette-azote-actualisee.
Gallais, A., 2021. « Pourquoi améliorer les plantes cultivées ? » https://www.academie-agriculture.fr/sites/default/files/publications/encyclopedie/final_01.04.q01_ameliorer_les_plantes_cultivees.pdf.
Geves. 2022. « Rapport d'activités GEVES ». calameo.com. 2022. https://www.calameo.com/read/007163506866500d7d083.
Giec., 2020. « Rapport spécial du GIEC sur le changement climatique, la désertification, la dégradation des sols, la gestion durable des terres, la sécurité alimentaire et les flux de gaz à effet de serre dans les écosystèmes terrestres Changement climatique et terres émergées ».
Gombert, J., 2006. « Efficience d'utilisation de l'azote par le colza d'hiver : effet de la fertilisation azotée et variabilité génotypique ».
Gouis, J., 2012. « Quels traits et quels outils pour améliorer l'efficacité d'utilisation de l'azote par le blé tendre? »
Häner and Brabant., 2016. « L'art de fractionner l'azote pour optimiser le rendement et la teneur en protéines du blé ». https://www.agrarforschungschweiz.ch/wp-content/uploads/pdf_archive/2016_02_f_2147.pdf.
Hawkesford, Malcolm J., 2014. « Reducing the Reliance on Nitrogen Fertilizer for Wheat Production ». *Journal of Cereal Science* 59 (3): 276-83. https://doi.org/10.1016/j.jcs.2013.12.001.
Jensen L. S., 2011. « Benefits of nitrogen for food, fibre and industrial production. The European Nitrogen Assessment ». Cambridge University Press. P 32-61. https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-agricultural-science/article/abs/nitrogen-use-and-food-production-in-european-regions-from-a-global-perspective/A1F690299CCC2A2A83C45415B0A5B30A.
Jeuffroy, MH., Valantin-Morison,M. Champolivier,L., et Reau. R, 2006. « Azote, rendement et qualité des graines : mise au point et utilisation du modèle Azodyn-colza pour améliorer les performances du colza vis-à-vis de l'azote ». *Oléagineux, Corps gras, Lipides* 13 (6): 388-92. https://doi.org/10.1051/ocl.2006.0090.
Mailliard, A., 2022. « Protocole d'expérimentation - Blé tendre d'hiver - Evaluation de Variété Economes en Azote ».

Ministère de la transition écologique. 2021. « Loi climat et résilience ». https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/2021.05.03_DP%20Loi%20Climat%20Re%CC%81silience_0%20-%20accessible.pdf.
Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire. s. d. « Infographie - Le secteur agricole et forestier est à la fois émetteur et capteur de gaz à effet de serre ». Consulté le 19 août 2023a. https://agriculture.gouv.fr/infographie-le-secteur-agricole-et-forestier-la-fois-emetteur-et-capteur-de-gaz-effet-de-serre.
———. s. d. « Lancement du nouveau plan Semences et plants pour une agriculture durable ». Consulté le 29 juin 2023b. https://agriculture.gouv.fr/lancement-du-nouveau-plan-semences-et-plants-pour-une-agriculture-durable.
Ministères Écologie Énergie Territoires. 2022. « Appel à manifestation d'intérêt Innov'Azote ». 2022. https://www.ecologie.gouv.fr/appel-manifestation-dinteret-innovazote.
Perrot, I., 2021. « Quels impacts sur les marchés du blé et du maïs ? » https://www.agritel.com/fr/
Perspectives Agricoles. 2022. « Formes d'azote à privilégier : entre rendement et charges d'engrais, le portefeuille balance ». 2 novembre 2022. https://www.perspectives-agricoles.com/economie/formes-dazote-privilegier-entre-rendement-et-charges-dengrais-le-portefeuille-balance.
Programme-nitrate.gouv. 2020. « L'azote est un élément indispensable à l'agriculture, mais il peut entrainer des pollutions ». Programme d'actions national nitrates. 9 septembre 2020. https://programme-nitrate.gouv.fr/lazote-est-element-indispensable-a-lagriculture-il-peut-entrainer-pollutions.html.
Ravier, Jeuffroy et Meynard, 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 (1): 31-40. https://doi.org/10.1016/j.njas.2016.10.001.
Reau, R., 2022. « Mesurer le reliquat azoté d'entrée d'hiver évite la surfertilisation | Perspectives Agricoles ». 2022. https://www.perspectives-agricoles.com/recherche-agronomie/le-reliquat-azote-dentree-dhiver-avoir-peu-de-pertes-en-gerant-le-cycle-de.
Robert, Colas. 2023. « Emissions de N2O et de NH3 de l'agriculture : un décret définit les trajectoires de réduction annuelle ». Citepa. 21 février 2023. https://www.citepa.org/fr/2023_02_b02/.
Semae Pédagogie. s. d. « La protection des variétés végétales ». SEMAE Pédagogie. Consulté le 13 mars 2023. https://www.semae-pedagogie.org/protection-des-varietes-vegetales-brevet-cov/.
Simonin, P., 2017. « Observation des pratiques de fertilisation azotée par un outil d'aide a la décision pour le colza ». *OCL* 24 (1): D105. https://doi.org/10.1051/ocl/2016056.
Sutton, M.A., Bleeker, A., et al., 2013. Our Nutrient World: The challenge to produce more food and energy with less pollution. Centre for Ecology and Hydrology, Wallingford, UK.
Sylvester-Bradley, Roger, et Daniel R. Kindred. 2009. « A Voir NUE Analysing Nitrogen Responses of Cereals to Prioritize Routes to the Improvement of Nitrogen Use Efficiency ». *Journal of Experimental Botany* 60 (7): 1939-51. https://doi.org/10.1093/jxb/erp116.
Taulemesse. 2022. « Fertilisation du blé tendre : vers des apports azotés limités aux stricts besoins ». Perspectives Agricoles. 1 février 2022. https://www.perspectives-agricoles.com/recherche-agronomie/fertilisation-du-ble-tendre-vers-des-apports-azotes-limites-aux-stricts-besoins.
Terres Univia. s. d. « IN PETTO : un projet pour augmenter le taux de protéines du colza ». Consulté le 13 août 2023. https://www.terresunivia.fr/decouvrir-terres-univia/actualites/petto-un-projet-pour-augmenter-le-taux-de-proteines-du-colza-537.

## 6. LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Présentation de l'Unité de l'Anjouère ..... 57
Annexe 2 : Outil Réglette Azote colza (Terres Inovia) ..... 58
Annexe 3: Détail du fonctionnement des modèles de culture CHN et Appi-N ..... 59
Annexe 4: Carte du réseau d'essais 2022-2023 du blé tendre d'hiver avec modalités T/NT, Azote et AB (source : Plaquette des résultats blé tendre d'hiver 2023) ..... 60
Annexe 5: Carte du réseau d'essais Colza Oléagineux d'hiver 2021-2022 (source : Plaquette résultats Colza d'hiver 2022) ..... 61
Annexe 6: Tableau du classement des besoins en azote des variétés de blé tendre réactualisé en 2023 (source : Arvalis) ..... 62
Annexe 7:Protocole de mesure de l'azote dans la plante et de la biomasse à floraison pour détermination de l'INN (source : Guide de l'expérimentateur Colza, Édition CETIOM 2005) ..... 63
Annexe 8: Questionnaire Azote et Variétés complet ..... 65
Annexe 9: Fiche de présentation des enquêtes à destination des sélectionneurs blé et colza ..... 71
Annexe 10: Guide d'entretien des sélectionneurs colza complet ..... 72

## 7. ANNEXES

*Annexe 1 : Présentation de l'Unité de l'Anjouère*

# Le Domaine GEVES de l'Anjouère

## Hier et aujourd'hui

Délocalisation en Anjou d'un site basé dans les Yvelines
- Aménagement du domaine à partir de 2008 (drainage, irrigation, chemins d'accès aux parcelles, chaulage...)
- Arrivée septembre 2009
- Livraison des bâtiments en août 2010 (château en janvier 2011).

Un des 5 domaines du GEVES.
Composé de 35 agents permanents. Accueille chaque année des saisonniers (70 mois) et 2 ou 3 apprentis ou stagiaires

## Le domaine

- 198 ha (189 ha de cultures, 6 ha de bois, 3 ha de bâtiments, parkings...)
- 3800 m2 de bâtiments techniques
- 1 serre de 900 m²
- 70 espèces de plantes agricoles étudiées + quelques espèces ornementales
- 70 ha consacrés aux essais / an, le reste en culture « classiques »
- 35000 microparcelles d'étude
- 1450 variétés ou composants étudiés en DHS / an
- 700 variétés étudiées en VATE / an
- 1000 lots étudiées en contrôle SOC France

## La transition agroécologique

Une transition agroécologique commencée dès 2009 avec l'utilisation de quelques techniques d'Agriculture de Conservation des Sols (non-labour, couverture des sol, association d'espèces ), désherbage mécanique, gestion des mares et des haies avec les conseils du réseau ARBRE, accueil de ruches, bandes enherbées, bandes fleuries, perchoirs à rapaces, etc

HAUTE VALEUR ENVIRONNEMENTALE

En 2024...

A.R.B.R.E

©GEVES – juin 2023 – Tous droits réservés

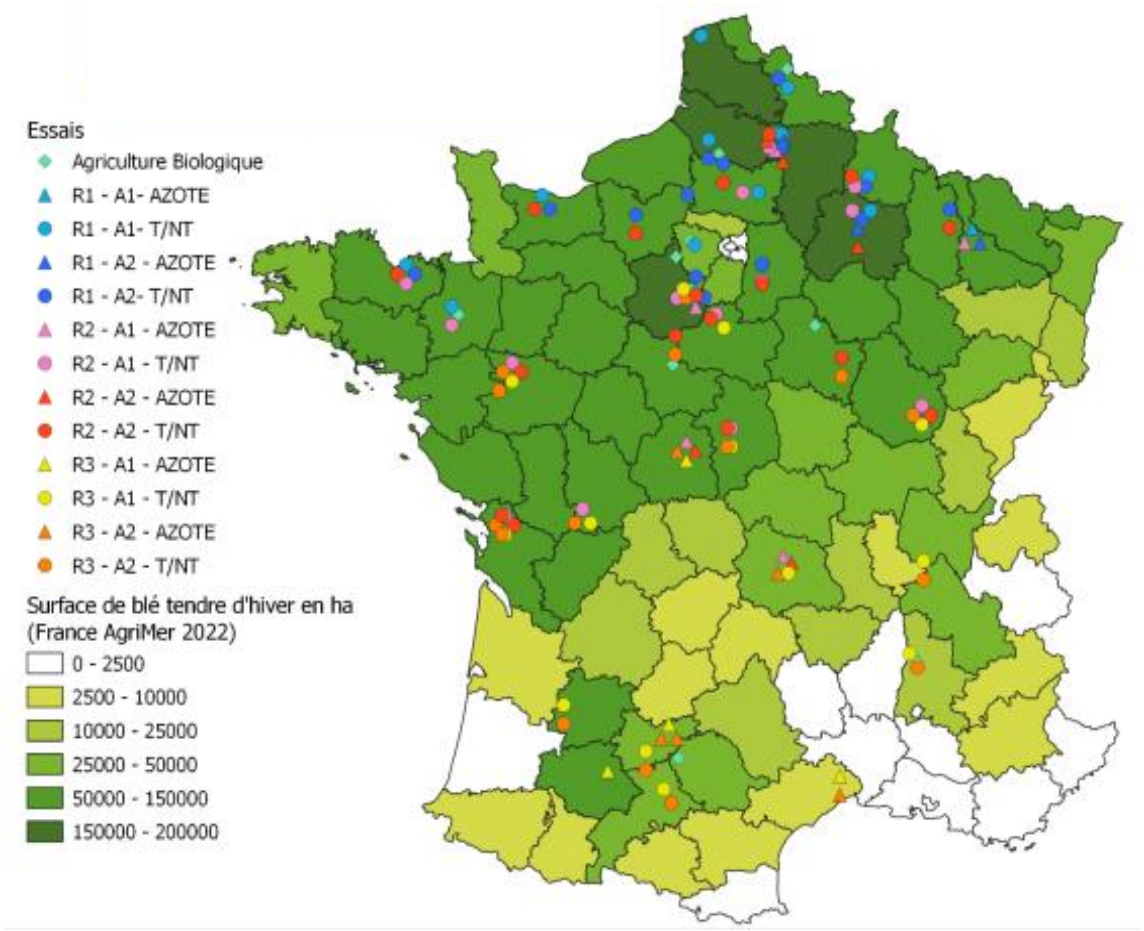
*Annexe 2 : Outil Réglette Azote colza (Terres Inovia)*

Le nouveau concept de pilotage « intégral » s'affranchit d'estimations de doses d'azote prévisionnelles. (méthode du « bilan prévisionnel ») Il privilégie le raisonnement des apports sur la base de diagnostics-pronostics des besoin des plantes. Ce concept s'appuie sur 3 principes fondamentaux : un pilotage exclusivement basé sur des indicateurs « plantes » estimés en temps réel, des doses d'apports raisonnées sur la base de trajectoires plancher d'INN et des dates d'apport guidées par les conditions pédoclimatiques pour optimiser la valorisation de l'azote apporté.

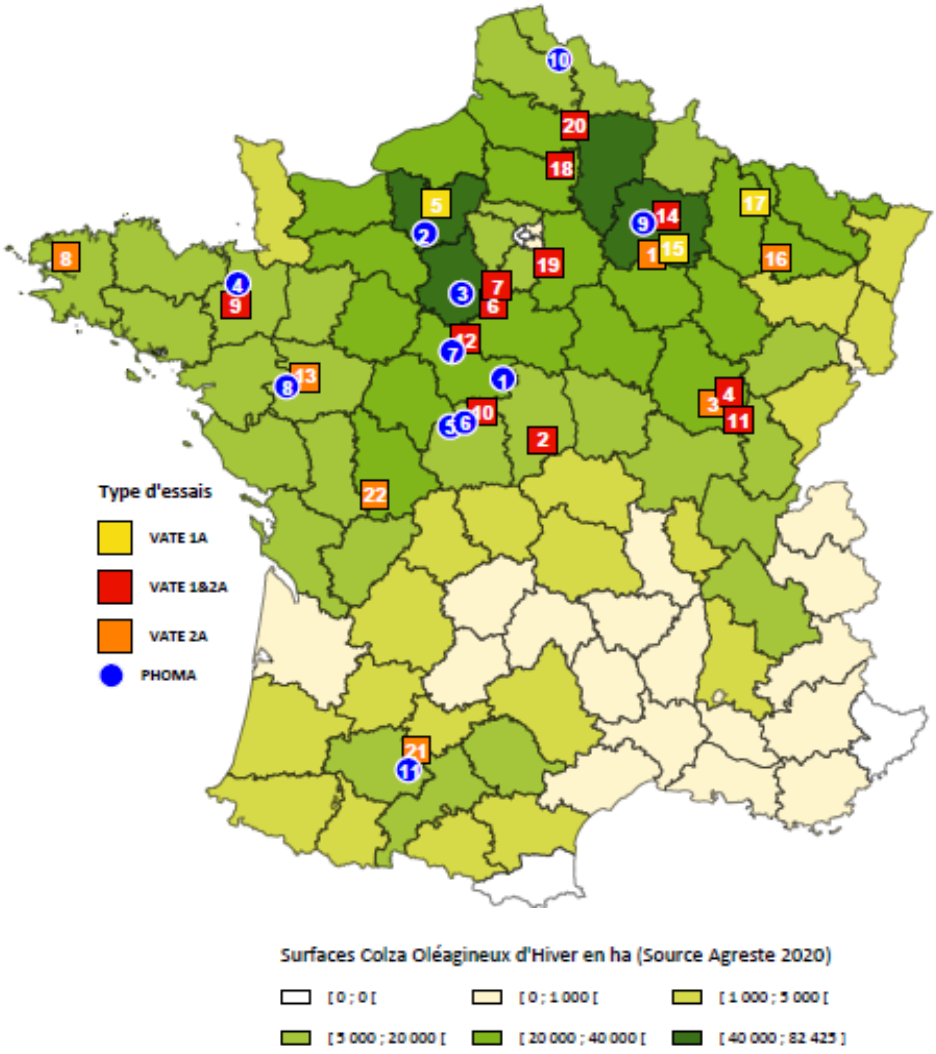
Le modèle CHN d'Arvalis simule quotidiennement le développement, la croissance et la nutrition azotée d'une culture de blé, du semis à la récolte. Pour cela, CHN décrit les flux de carbone, d'eau et d'azote au sein des compartiments sol, plante et atmosphère. Le suivi des interactions entre ces compartiments aboutit à un bilan journalier des stress azotés et hydriques rencontrés par la culture. Le modèle développé par Arvalis est intégré depuis peu au service de pilotage de la fertilisation azotée « Farmstar® ».

L'outil Appi-N de l'INRAE, repose sur la mesure au champ de l'INN entre la sortie d'hiver et la floraison. La valeur d'INN mesurée est comparée à celle d'un abaque qui indique la dose d'engrais à appliquer en fonction du stade de la culture. Cette dose est estimée par modélisation à partir des données collectées sur le terrain, de manière à éviter une carence préjudiciable au rendement avant le prochain jour favorable à un apport. L'INRAE développe une application smartphone pour simplifier le suivi de l'INN dans le cadre de la méthode Appi-N.

*Annexe 4: Carte du réseau d'essais 2022-2023 du blé tendre d'hiver avec modalités T/NT, Azote et AB (source : Plaquette des résultats blé tendre d'hiver 2023)*



*Annexe 5: Carte du réseau d'essais Colza Oléagineux d'hiver 2021-2022 (source : Plaquette résultats Colza d'hiver 2022)*




Chaque carré jaune, rouge et orange sur la carte représente un essai de variétés en première ou deuxième année d'étude. La série d'essais spécifiques maladies est représentée par les ronds bleus sur la carte.

*Annexe 6: Tableau du classement des besoins en azote des variétés de blé tendre réactualisé en 2023 (source : Arvalis)*

| CLASSES DE b | VARIETES | CLASSES DE bq11.5% | Modalités de fractionnement à respecter en utilisant bq11.5% | |
|---|---|---|---|---|
| | | | bc11.5% | Mise en réserve minimale conseillée pour la fin de montaison |
| 2.8 | GALSGOW | 2.8 | 0 | 40* kg N |
| | ADVISOR, **AMPLEUR**, ANTIBES, ARCACHON, CAMPESINO, **CELEBRITY**, CHEVIGNON, COSTELLO, CROSSWAY, GEDSER, HYKING, HYLIGO, HYMALAYA, HYSTAR, KWS AGRUM, **LG ASTERION**, MORTIMER, MUTIC, POSITIV, RGT DISTINGO, RGT VOLUPTO, SANREMO, SEPIA, **SHAUN**, **SHREK**, **SU HYREAL**, SY ADMIRATION, SY ROCINANTE, **THIPIC** | 3 | 0.2 | 60 kg N (40*+20) |
| | LG SKYSCRAPER | 3.2 | 0.4 | 70 kg N (40*+30) |
| 3 | ADRIATIC, AGENOR, AMBOISE, ANDROMEDE CS, APACHE, APRILIO, AREZZO, ARKEOS, **BALZAC**, BOREGAR, CHEVALIER, DESCARTES, DIAMENTO, FILON, FLUOR, GERRY, GONCOURT, GRIMM, HANSEL, ILLICO, JUNIOR, **KWS CONSORTIUM**, KWS DAG, KWS DAKOTANA, **KWS PARFUM**, KWS SPHERE, KWS TONNERRE, LG ABSALON, **LG ACADIE**, **LG ARLETY**, LG AUDACE, LG AURIGA, LIPARI, NUMERIC, OBIWAN, OREGRAIN, PALEDOR, PASTORAL, PIBRAC, **PICTAVUM**, PILIER, PRESTANCE, PROVIDENCE, **RGT PALMEO**, RGT VENEZIO, RGT VIVENDO, RUBISKO, SOLEHIO, SOLINDO CS, SOPHIE CS, SORBET CS, SPACIUM, STROMBOLI, **SU HYCARDI**, SU HYTONI, **SU MOUSQUETON**, SY ADORATION, SY PASSION, SYLLON, TALENDOR, VYCKOR, WINNER | 3 | 0 | 40* kg N |
| | ALIXAN, ASCOTT, **BACHELOR**, BERGAMO, CHEVRON, COMPLICE, CREEK, FRUCTIDOR, GARFIELD, HYACINTH, KWS EXTASE, **KWS PERCEPTIUM**, KWS ULTIM, MACARON, NEMO, PORTHUS, RGT CESARIO, RGT LIBRAVO, RGT PERKUSSIO, RGT SACRAMENTO, **RGT TWEETEO**, **SU HYNTACT**, SY MOISSON, TENOR | 3.2 | 0.2 | 60 kg N (40*+20) |
| 3.2 | ALTAMIRA, AUTRICUM, CAMP REMY, CENTURION, CUBITUS, GRAINDOR, GRAVURE, GREKAU, **LG ABILENE**, LG APOLLO, LG ARMSTRONG, LG ASTROLABE, NOGAL, ORLOGE, RGT BORSALINO, RGT LETSGO, RGT LEXIO, RGT MONTECARLO, **RGT PACTEO**, RGT ROSASKO, **SU ADDICTION**, UNIK | 3.2 | 0 | 40* kg N |

*En gras : variétés introduites pour 2023 dans le classement*

**: la mise en réserve minimale de 40 kg N peut être réduite en cas de faible potentiel*

**BUT**

L'indice de nutrition azotée (INN) permet de juger dans quelle mesure l'azote est un facteur limitant de la croissance du peuplement. Il est obtenu par la mesure de la biomasse aérienne du colza et de sa teneur en azote. Il est fondé sur le concept de la courbe critique de dilution de l'azote, définie comme la concentration minimale nécessaire pour atteindre une croissance maximale.

PRINCIPE : Mesure de la biomasse aérienne du colza et analyse de la teneur en azote (méthode Dumas).

STADE : F1 (floraison) et au moins 10 jours après un apport d'azote.

Variété : Si possible 1 variété témoin mise en bordure d'un essai, lui-même représentatif de la plateforme.

**MODE OPERATOIRE**

Détermination du poids de matière fraîche et sèche

MATERIEL : Balance d'une portée de 30 kg, graduée à 50 g pour pesées en vert sacs balance plus précise pour pesées en sec étuve ventilée mètre étiquettes sécateur ou cutter bacs broyeur

ECHANTILLONNAGE : Prélever les parties aériennes des plantes sur 2 placettes (adapter l'échantillonnage en fonction de la régularité de la culture) par parcelles et ce sur 2 parcelles représentatives de la plateforme (même variété). Il faut ainsi réaliser 4 prélèvements de plantes (2 parcelles x 2 placettes). Soit :

- Semoir monograine (écartement 40 cm) : 3 fois 1 mètre linéaire par placette

- Semoir à céréales : prélever dans un cadre : 3 fois 1 m² (si la parcelle est homogène)

Peser les plantes en frais, par parcelle (soit les 2 placettes en même temps) le plus rapidement possible (au champ si possible). Prélever un échantillon représentatif de chaque parcelle (2 parcelles, donc 2 échantillons) :

- soit en broyant l'ensemble des plantes prélevées par parcelle, en homogénéisant le broyat et en prélevant un échantillon représentatif de ce broyat (de l'ordre de 500 g frais).

- soit, à défaut si les contraintes logistiques l'exigent, en prélevant quelques plantes représentatives de chaque placette (de l'ordre d'une vingtaine de plantes), en broyant ces plantes, en homogénéisant le broyat et en prélevant un échantillon représentatif de ce broyat (de l'ordre de 500 g frais).

Peser précisément les échantillons en frais (précision requise : 0,1 g).

Utiliser une étuve parfaitement réglée (température et ventilation) et laisser sécher l'échantillon à 60°C ± 4°C jusqu'à ce que l'échantillon ne perde plus de poids avant d'effectuer la pesée de la matière sèche. On calculera la teneur en matière sèche du sous-échantillon, puis le poids de matière sèche par m².

Les échantillons seront ensuite reconditionnés (totalité des échantillons séchés) et adressés au laboratoire de votre choix pour détermination de la teneur en azote total (méthode Dumas).

**EXPRESSION DES RESULTATS**

Les données nécessaires à remplir dans le fichier Excel partagé sous Internet sont :

- la date du dernier apport d'azote ainsi que la pluviométrie entre cet apport et le prélèvement pour INN.

- la date de la mesure de l'INN
- la biomasse aérienne verte en t/ha et la teneur en matière sèche aérienne %
- la teneur en azote total (en % de matière sèche) par la méthode Dumas = Nmesuré.
- le nom de la variété et dans quel essai les mesures ont été faites

# Questionnaire Azote et Variétés

**Bonjour,**

Afin de répondre aux orientations définies par le ministère en faveur d'une réduction d'utilisation des engrais azotés minéraux, le GEVES souhaite poursuivre les travaux sur l'évaluation des variétés vis-à-vis de l'azote. Pourriez-vous prendre 5 minutes pour compléter ce questionnaire ? Merci !

Ce questionnaire a été mis en place dans le but d'établir un état des lieux de la prise en compte du levier variétal afin de réduire l'utilisation des engrais azotés minéraux. En le complétant, vous contribuerez à orienter les travaux à venir des filières blé tendre et colza d'hiver vis-à-vis de l'azote. Les données seront exploitées de manière anonyme.

1. Espèce travaillée (domaine d'expertise) *

- ◯ colza
- ◯ blé tendre
- ◯ aucune

2. Nom Prénom *

3. Nom de la structure *

4. Fonction *

- ◯ Sélectionneur
- ◯ Conseiller (Chambre, Coop)
- ◯ Distributeur de semences
- ◯ Agriculteur
- ◯ Institut Technique
- ◯ Chercheur
- ◯ Transformateur
- ◯ Autre

Le GEVES souhaite poursuivre ses travaux sur l'évaluation des variétés de blé tendre et de colza vis-à-vis de l'azote.

5. Pensez-vous que la thématique mérite d'être approfondie ? *

- ◯ Oui
- ◯ Non
- ◯ Pas d'avis
- ◯ Autre

6. Pour quelle(s) raison(s) ? *

- ☐ Qualité technologique
- ☐ Empreinte environnementale
- ☐ Economique
- ☐ Autre

7. Détaillez  dans quelle mesure ces raisons sont importantes pour vous *

8. Pondérez les leviers existants permettant de réduire l'utilisation d'azote minéral sur l'espèce concernée selon vous (du plus efficace au moins efficace) *

| | Très efficace | Efficace | Faiblement efficace | Pas efficace |
|---|---|---|---|---|
| Estimation de l'azote dans le sol | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |
| Outils de gestion de la fertilisation (OAD) | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |
| Types, formes d'engrais et innovations | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |
| Fractionnement | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |
| Variété | ◯ | ◯ | ◯ | ◯ |

9. Pondérez ces mêmes leviers selon leur potentiel d'amélioration *

| | Grand potentiel d'amélioration | Améliorations envisageables | Pas d'amélioration possible |
|---|---|---|---|
| Estimation de l'azote dans le sol | ◯ | ◯ | ◯ |
| Outils de gestion de la fertilisation (OAD) | ◯ | ◯ | ◯ |
| Types, formes d'engrais et innovations | ◯ | ◯ | ◯ |
| Fractionnement | ◯ | ◯ | ◯ |
| Variété | ◯ | ◯ | ◯ |

Parmi les leviers précédents, le GEVES souhaite exploiter davantage le levier variétal en poursuivant les travaux sur l'évaluation des variétés vis-à-vis de l'azote sur le colza et le blé tendre d'hiver.

10. Pensez-vous que la thématique mérite d'être approfondie ? *

- ◯ Oui
- ◯ Pas d'avis
- ◯ Non
- ◯ Autre

11. Pourquoi ? *

12. Qu'attendez-vous des futures variétés vis-à-vis de l'azote ? *

- [ ] Progression de la production à dose d'azote équivalente
- [ ] Stabilisation de la production en situation de réduction azotée
- [ ] Aucun
- [ ] Autre

13. A dose d'azote équivalente, vous souhaitez que votre variété *

- ◯ Produise davantage de rendement
- ◯ Produise davantage de teneur en protéines
- ◯ Autre

14. Pourquoi ? *

15. En situation de réduction azotée, vous souhaitez que votre variété *

- ◯ Conserve son niveau de rendement
- ◯ Conserve son taux de protéines
- ◯ Autre

16. Pourquoi ? *

17. Hiérarchisez selon vous, les principaux enjeux à venir vis-à-vis de la fertilisation azotée minérale (1= enjeu principal) *

| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---|---|---|---|---|
| Météorologique (hausse des températures et déficits hydriques) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Economique (fluctuations du prix) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Environnemental et sociétal (sensibilisation) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Règlementaire (Directives européennes, Plans nationaux..) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |
| Exigences du marché intérieur et à l'export (teneur en protéines) | ○ | ○ | ○ | ○ | ○ |

18. Eventuelle(s) remarque(s) sur la thématique ?

Entrez votre réponse

19. Si vous souhaitez avoir un retour sur l'exploitation des résultats de cette enquête, merci d'indiquer votre adresse mail

Entrez votre réponse

*Annexe 9: Fiche de présentation des enquêtes à destination des sélectionneurs blé et colza*

# Enquête Azote et Variétés

Les politiques agricoles européennes et françaises soutiennent à travers le Green Deal et le nouveau Plan SPAD (« Semences et Plants pour une agriculture durable »), une réduction de l'utilisation des engrais azotés minéraux (Axe 2 Action 12 Plan SPAD2, 2021).

Des mesures règlementaires ont été mises en place sur le territoire français afin de limiter les pertes d'azote dans l'environnement notamment à travers la Directive Nitrate et la Directive NEC (National Emission Ceilings).

Par ailleurs, en 2022, les agriculteurs français ont dû faire face à une augmentation du prix des engrais azotés de 300% en un an suite à l'augmentation du prix du gaz (Asgarali Dumont, 2022), ce qui est venu renforcer leur souhait de réduire leur usage des intrants azotés.

Dans ce contexte, il est primordial de renforcer l'indépendance des systèmes agricoles vis-à-vis des engrais minéraux, tout en maintenant la production. Pour ce faire, la sélection de variétés plus efficientes en azote a été identifiée comme un levier à combiner avec d'autres notamment l'implantation de légumineuses ou l'apport d'engrais organiques.

Afin de répondre aux orientations définies par le ministère en faveur d'une réduction d'utilisation des engrais azotés minéraux, le GEVES souhaite poursuivre les travaux sur l'évaluation de l'inscription des variétés vis-à-vis de l'azote.

## Réalisation d'une enquête

| | |
|---|---|
| **Objectif des entretiens ?** | • Recueillir l'avis et les attentes des sélectionneurs sur l'évaluation des variétés vis-à-vis de l'azote |
| **Qui sera interrogé ?** | • Sélectionneurs blé tendre et colza |
| **Durée des entretiens ?** | • 1h environ |

## Thèmes abordés lors des entretiens

- Présentation de l'acteur enquêté
- Echange autour des attentes de l'enquêté sur l'évaluation des variétés vis-à-vis de l'azote
- Opinion et idées de l'enquêté sur les approches qui pourraient être envisagées à l'avenir

## Finalité

**Encourager l'utilisation du levier variétal afin de réduire l'utilisation des engrais azotés minéraux.**

## Contacts

Julie Gombert : Responsable Nationale Etudes VATE (julie.gombert@geves.fr)

Solène Barrais : Responsable VATE Blé tendre (solène.barrais@geves.fr)

Arnaud Mousseau : Responsable VATE Colza et autres Crucifères (arnaud.mousseau@geves.fr)

Axelle Mabille : Alternante Azote et Variétés (axelle.mabille@geves.fr)

02.41.22.87.06

*Annexe 10: Guide d'entretien des sélectionneurs colza complet*

**Présentation de l'enquêté**

Q0 : entreprise, ancienneté, fonction dans l'entreprise et lien avec le CTPS

**Etat des lieux de la prise en compte de l'efficience d'utilisation de l'azote :**

Le réseau d'essais CTPS colza se caractérise par une fertilisation azotée de plus ou moins X-40u depuis plus de 10 ans.

Q1 : Qu'en pensez-vous ? (faut-il aller plus loin ? comment ?)

Q2 : Qu'est-ce qu'une variété efficiente en utilisation de l'azote selon vous ?

Q3 : Quels critères seront les plus importants à prendre en compte selon vous dans le cadre de l'évaluation des variétés plus efficientes vis-à-vis de l'azote à l'inscription ?

Q4 : Quelles sont vos attentes au niveau de l'évaluation des futures variétés de colza vis-à-vis de l'azote ?

Q5 : Importance d'évaluer les variétés en condition de stress azoté ?

Est-ce que ce sont les mêmes variétés qui valorisent mieux l'azote en condition N optimale et sub-optimale ?

**Les approches envisageables au niveau du réseau d'essais VATE :**

Q6 : Comment pensez-vous qu'il faudrait évaluer les futures variétés de colza vis-à-vis de l'azote ?

(Indicateurs à tester, protocole, mesures à prendre, essais et réseaux)

Q7 : Avez-vous déjà mené des travaux de recherche sur l'identification de variétés qui valorisent mieux l'azote ?

(Si oui protocoles, indicateurs testés, outils de mesure ? Est-ce que ça entre dans le schéma de sélection ?)

Q8 : Pensez-vous que l'évaluation des futures variétés de colza devrait intégrer l'azote organique et se faire à l'échelle de l'ITK ?

**Projet de recherche / Intégration dans le calcul de la cotation :**

Q9 : Quel sujet souhaiteriez-vous travailler si un projet de recherche voyait le jour ?

Q10 : Si le critère azote devait être pris en compte à l'inscription, quel niveau d'importance dans la cotation lui donneriez-vous ?

Q11 : Autres remarques en lien avec la thématique ?

Q12 : Autre critère à travailler selon vous ?

## 8. TABLE DES FIGURES

Figure 1: Frise simplifiée des acteurs de la filière blé tendre (source : Axelle Mabille, d'après SEMAE) ..... 2
Figure 2 : Implantation du GEVES en France (source : GEVES, 2017) ..... 4
Figure 3: Organigramme centré sur les Responsables Etudes VATE Céréales à paille et Colza et autres crucifères (source : Axelle Mabille) ..... 5
Figure 4: Le cycle de l'azote au sein d'une parcelle agricole (source :programme-nitrate.gouv) ..... 7
Figure 5: Graphique de l'évolution des prix moyens du blé tendre et de l'azote en France entre 2006 et 2023 (source : Arvalis, 2023) ..... 8
Figure 6: Balance entre les besoins de la culture et les fournitures de l'azote minéral (source : UNIFA) ..... 9
Figure 7: Mesure au champ de l'Indice de Nutrition azotée (INN) – avec un analyseur de teneur en chlorophylle (source : Perspectives Agricoles, 2022) ..... 10
Figure 8: Besoins en azote du blé tendre en fonction des stades de la culture (source : Arvalis, 2023) 11
Figure 9: Graphique représentant la relation négative entre rendement et teneur en protéines ..... 15
Figure 10: Carte des lieux d'essais du protocole azote (source : plaquette des résultats blé tendre 2022) ..... 20
Figure 11: Protocole de fertilisation des essais azote (source : S.Barrais, 2023) ..... 20
Figure 12: Résultat variétal de l'indicateur de tolérance protéines par essai du réseau 1 sur 2 années d'étude ..... 21
Figure 13: Frise chronologique de la démarche d'évaluation des variétés vis-à-vis de l'azote à l'inscription du blé tendre ..... 21
Figure 14: Frise chronologique de la démarche d'évaluation des variétés vis-à-vis de l'azote à l'inscription du colza ..... 22
Figure 15 : Frise chronologique de la démarche méthodologique adoptée dans le cadre de ce rapport 24
Figure 16: Structure du guide d'entretien des experts blé tendre et colza ..... 26
Figure 17: Capture d'écran des résultats du tableau blanc de l'atelier du 17 juin 2023 ..... 27
Figure 18: Typologie des répondants au questionnaire selon leur fonction et espèce travaillée ..... 28
Figure 19 : Pondération des leviers existants permettant de réduire l'utilisation de l'azote minéral en fonction de leur efficacité ..... 29
Figure 20: Pondération des leviers existants permettant de réduire l'utilisation de l'azote minéral en fonction de leur potentiel d'amélioration ..... 30
Figure 21: Avis des répondants sur le fait d'exploiter davantage le levier variétal vis-à-vis de l'azote 30
Figure 22: Attentes des futures variétés vis-à-vis de l'azote et réponses des experts blé tendre à la question ..... 31
Figure 23: Principaux enjeux à venir vis-à-vis de la fertilisation azotée ..... 32

## 9. TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1: Variétés de colza identifiées pour leur bon comportement à l'azote (source : www. limagrain.com / www.bayer.com) ..... 12
Tableau 2 : Comparaison des démarches entreprises par les acteurs des filières blé tendre et colza vis-à-vis de l'azote ..... 23
Tableau 3: Commentaires libres des experts exprimés en fin de questionnaire ..... 32
Tableau 4: Synthèse des attentes de l'atelier 1 ..... 43
Tableau 5: Synthèse des attentes de l'atelier 2 ..... 44
Tableau 6: Points forts de l'ensemble des résultats du rapport ..... 46