



ÉTATS MEMBRES DE LA CEDEAO, DE L'UEMOA OU DU CILSS

Protocole d'Expérimentation Multilocale

Blé

Triticum sp.

**Essais de Valeur Agronomique,
Technologique et Environnementale (VATE)**



Source : Geves/CTPS

Juillet 2021

Sommaire

I. Introduction	3
II. Conditions de réalisation et de conduite d'essais	5
2.1. Mise à disposition des semences pour essais	5
2.2. Dispositifs expérimentaux	5
2.3. Mise en place d'un essai	6
2.3.1. Choix du lieu d'implantation de l'essai	6
2.3.2. Préparation du lit de semis	6
2.3.3. Taille et identification des parcelles élémentaires	6
2.3.4. Précédent culturel	7
2.3.5. Semis et peuplement	7
2.4. Conduite de la culture	7
2.4.1. Lutte contre l'enherbement	7
2.4.2. Fertilisation	8
2.4.3. Protection phytosanitaire	8
2.4.5. Autres pratiques	8
2.5. Notations	8
2.5.1. Notations relatives au développement de la culture	9
2.5.1.1. Date de levée	9
2.5.1.2. Vigueur au départ	9
2.5.1.3. Régularité à la levée	9
2.5.1.4. Peuplement à la levée	9
2.5.1.5. Date d'épiaison	9
2.5.1.6. Hauteur des plantes	9
2.5.1.7. Maturité des plantes	10
2.5.2. Notations des Facteurs de Régularité du Rendement (FRR)	10
2.5.2.1. Estimation de la sensibilité aux FRR biotiques (Bioagresseurs)	10
2.5.2.2. Estimation de la sensibilité aux FRR abiotiques	12
2.6. Récolte et post-récolte	14
2.6.1. Détermination de la teneur en eau	14
2.6.2. Prélèvement de l'échantillon nécessaire à l'analyse technologique	15
2.6.3. Analyse du rendement et de ses composantes	15
2.6.4. Tests technologiques	18
2.6.5. Tests de valeur environnementale	19
Centralisation des informations et exploitation des résultats	19
2.7.1. Analyse statistique	19
2.7.2. Règles décisionnelles	19
2.7.3. Transmission de rapports au CNS	20
DISPOSITIFS EXPERIMENTAUX	1
CODE DÉCIMAL POUR LES STADES DE CROISSANCE (Échelle de Feekes - échelle de Zadoks, pour les céréales cultivées)	2
ÉCHELLE DE NOTATION VISUELLE	2

I. Introduction

1.1. Les semences ou plants d'une variété d'espèce végétale ne peuvent être commercialisés au niveau régional que si la variété est inscrite au catalogue régional des espèces et variétés végétales – CREVAO (cf. Articles 70 vs 68 des règlements C/REG.4/05/2008 de la CEDEAO et N° 03/2009/CM/UEMOA). Cette inscription suit des règles de procédures bien précises qui garantissent que les variétés végétales commercialisées disposent bien des caractéristiques qui figurent dans la fiche descriptive de chacune de ces variétés. Toute variété végétale candidate à l'inscription, doit être examinée par un service désigné du ministère en charge de l'agriculture de l'État membre, ci-après dénommée « Comité National des Semences végétales et plants » (CNS). Ce service désigné peut conduire les examens lui-même ou les confier à un organisme spécialisé dans l'analyse de la variabilité génétique des plantes qui est, le plus souvent, un service national de recherches agricoles – SNRA (cf. Article 18.a) du Règlement d'exécution portant organisation du CREVAO).

1.2. Deux types d'épreuves sont conduits pour s'assurer que la variété candidate remplit bien les conditions définies par la réglementation nationale d'inscription des variétés végétales au catalogue national. Il s'agit de : i) l'examen des caractères distinctifs, de l'homogénéité et de la stabilité (épreuve des caractères d'identification ou DHS) et ii) l'examen de la valeur agronomique, technologique et environnementale (épreuve de valeur d'utilisation ou VATE) – (cf. Article 6 du Règlement d'exécution portant organisation du CREVAO).

1.3. La VATE porte sur l'étude :

- a) du rendement et de ses composantes ;
- b) des facteurs de régularité du rendement (FRR), en particulier :
 - i) les contraintes biotiques (maladies, ravageurs, etc.), et
 - ii) les contraintes abiotiques (environnement climatique, édaphique, etc.) ;
- c) de la valeur technologique ou d'utilisation :
 - i) la qualité organoleptique ;
 - ii) la valeur industrielle ;
 - iii) la valeur nutritionnelle ;
- d) de la valeur environnementale, à savoir, l'aptitude de la variété végétale candidate à s'adapter aux itinéraires techniques limitant les effets néfastes sur l'environnement :
 - i) l'eau (variété tolérante à la sécheresse) ;
 - ii) les engrais (variété peu consommatrice d'engrais chimiques) ;
 - iii) les pesticides (variété résistante/tolérante aux FRR biotiques) ;
 - iv) les pratiques agricoles (modes de travail du sol, etc.) ;
 - v) etc.

1.4. L'étude du rendement est réalisée à travers le réseau national d'expérimentation multilocale (RNEM), regroupant des essais implantés dans des stations du SNRA, des services régionaux de développement rural (SRDR) et d'autres établissements agricoles (centres de formation, coopératives, etc.). Même confiés au SNRA, les essais, en vue de l'inscription des variétés végétales au catalogue, restent sous la responsabilité du CNS. En étroite collaboration avec le SNRA, le CNS assure l'organisation et la programmation des essais, leur homologation et l'exploitation des résultats. Le réseau comporte selon les spécificités de la culture étudiée, au moins deux zones agroécologiques, avec un nombre d'essais variant de 7 à 21.

1.5. Les essais doivent être réalisés dans le strict respect des protocoles approuvés par le groupe d'experts, mis en place par le CNS. Ce groupe fournit au Conseil des avis scientifiques et techniques.

1.6. L'étude des FRR intervenant dans l'expression du rendement et de ses composantes, est réalisée, d'une part, au travers d'essais spécifiques sur une des stations de recherche du SNRA ainsi que sur certaines implantations choisies en fonction de leurs caractéristiques agro-climatiques, leurs possibilités expérimentales et leurs compétences particulières et, d'autre part, sur l'ensemble des essais du RNEM.

1.7. L'étude des caractéristiques technologiques doit permettre de définir les possibilités d'utilisation d'une variété végétale, à savoir, par exemple, l'aptitude d'une variété de blé à être utilisée pour la panification ou la biscuiterie, etc. Ces caractéristiques, qui interviennent dans les décisions d'inscription d'une variété, découlent d'analyses effectuées sur les essais du RNEM, et font l'objet de protocoles technologiques spécifiques mis en œuvre dans des laboratoires spécialisés (ex. : l'Institut de Technologie Alimentaire).

1.8. L'étude de la valeur environnementale est également réalisée au travers un réseau spécifique représentatif des différentes pratiques culturales du pays, c'est-à-dire, en tenant compte de la diversité des itinéraires techniques de production de la culture, en termes d'exigence en intrants agricoles (eau, engrais, pesticides), y. compris les pratiques culturales. Une attention sera portée aux variétés végétales candidates disposant d'une aptitude à s'adapter aux itinéraires techniques limitant les effets néfastes sur l'environnement.

1.9. Les variétés nouvelles sont expérimentées dans différentes zones agroécologiques du pays. À chaque étape de cette expérimentation, il est fait référence à des variétés témoins connues pour leur régularité de comportement d'une année à l'autre : témoins de rendement (choisis parmi les variétés les plus multipliées l'année précédente), témoins spécifiques pour l'étude des FRR et témoins de qualité technologique, etc. Ces témoins sont définis annuellement par le groupe d'experts du CNS.

1.10. Ce document du CNS fournit des indications sur les conditions de réalisation et de conduite conformes et harmonisées de l'épreuve de la VATE des variétés de blé candidates à l'inscription au catalogue national des espèces et variétés végétales d'un État membre, telles qu'exigé par les Règlements Semenciers Régionaux Harmonisés. Il s'articule autour des points ci-après : (i) Mise à disposition des semences pour essais, (ii) Dispositifs expérimentaux, (iii) Mise en place d'un essai, (iv) Conduite de la culture, (v) Notations, (vi) Récolte et (vii) Centralisation des informations et exploitation des résultats.

II. Conditions de réalisation et de conduite d'essais

2.1. Mise à disposition des semences pour essais

Les listes variétales sont composées des nouvelles variétés de blé en étude VATE et des variétés témoins définies annuellement par zone agroécologique et par précocité. Dans certains cas, des variétés inscrites sont ajoutées aux listes officielles avec l'accord du groupe d'experts du CNS. Lorsque le nombre de variétés de blé en étude est trop élevé, la liste peut être subdivisée en séries variétales. Les listes variétales sont identiques pour l'ensemble du réseau concerné.

Le CNS reçoit, traite, conditionne et expédie au SNRA, expérimentateur, les lots de semences, regroupés par essai et série variétale. Les variétés sont réparties dans différents groupes en fonction de la précocité d'épiaison qui est un des éléments déterminants de l'adaptation de la variété aux conditions agro-pédo-climatiques, à côté de la précocité à montaison, des résistances au froid, à la verse et aux maladies, des tolérances aux stress hydriques, thermiques et azotés, de la vitesse de remplissage.

La définition de la limite des groupes de précocité et des conditions d'expérimentation sont arrêtées chaque année par le CNS avant les dépôts à l'inscription. La liste des variétés témoins pour chaque groupe est arrêtée chaque année par le CNS, sur proposition de la commission d'experts VATE.

Tout ajout de variétés doit être soumis à l'approbation du CNS, seul habilité à modifier (ajout, retrait) cette liste variétale.

Le doublement de variétés en étude dans l'essai au titre de parcelles de bordure ou de parcelles de « bouchage » est interdit. Dans ce cadre, seules les variétés témoins ou inscrites peuvent être utilisées.

2.2. Dispositifs expérimentaux

Le dispositif expérimental est fonction : (i) du nombre de facteurs étudiés, (ii) du nombre de gradients d'hétérogénéité (potentiels ou réels) et (iii) des contraintes liées à l'expérimentation (mise en place, conduite, observations, etc.).

Dans tous les essais officiels, l'objectif est l'estimation du rendement des variétés. Le facteur "variété" est le facteur principal. Il est complété dans certains cas, par l'étude d'un deuxième facteur : le facteur "traitement phytosanitaire", par exemple, afin d'apporter des informations sur les relations entre le facteur "variété" et ce deuxième facteur.

Selon les espèces considérées, les dispositifs adoptés dans le cadre des essais du RNEM peuvent être les suivants (Annexe 1) :

- i) 1 facteur étudié + aucun gradient d'hétérogénéité = en bloc complet randomisé ;
- ii) 1 facteur étudié + 1 gradient d'hétérogénéité = en bloc (Fisher)
- iii) 1 facteur étudié + 2 gradients d'hétérogénéités (perpendiculaires) = en carré latin
- iv) 2 facteurs étudiés + 1 gradient d'hétérogénéité = en factoriel bloc
- v) 2 facteurs étudiés + 1 gradient d'hétérogénéité + 1 contrainte = en split-plot
- vi) 2 facteurs étudiés + 1 gradient d'hétérogénéité + des contraintes = en criss-cross

Les essais à un facteur étudié (facteur variété) doivent compter au minimum 4 blocs. Les essais à deux facteurs étudiés comporteront au minimum 2 blocs par niveau. Dans la mesure du possible, pour des raisons d'analyse des résultats et de validation d'essai, il est recommandé de mettre en place 3 blocs par niveau.

La mise en place d'essais avec deux facteurs d'étude, a pour but d'apprécier la productivité d'une variété, avec et sans protection chimique contre les maladies cryptogamiques.

2.3. Mise en place d'un essai

2.3.1. Choix du lieu d'implantation de l'essai

L'essai est implanté dans un champ représentatif de la zone agro-pédo-climatique pour le blé, et d'accès facile pour les visites des experts du CNS. La parcelle retenue doit être aussi homogène que possible. Il est impératif d'avoir une bonne connaissance de la parcelle (nature du sol et du sous-sol, remembrement, drainage, rotation, façons culturales et en particulier la fumure, etc.) et bannir tout emplacement susceptible de présenter un risque d'hétérogénéité, tel que des différences de profondeur de sol, différents précédents, la proximité d'une haie, etc. Dans la mesure du possible, l'essai doit être installé sur une parcelle bien nivelée.

Les zones d'implantation de l'essai sont déterminées selon la précocité des variétés de blé. Les essais sont répartis, au mieux, dans les différentes zones de culture où les variétés ont vocation à être exploitées. On pourra ainsi distinguer quatre groupes : très précoce, précoce, demi-précoce, tardive. Un réseau de bonne qualité doit posséder :

- i) un nombre d'essais suffisant (de l'ordre d'une dizaine par zone et par année) ;
- ii) des essais bien conduits et suffisamment précis ;
- iii) un nombre d'essais sensiblement équivalent quelle que soit la zone d'expérimentation. Il ne s'agit pas de moduler ce nombre en fonction de l'importance économique des zones de précocité mais d'assurer une bonne fiabilité des résultats quelle que soit la zone étudiée.

2.3.2. Préparation du lit de semis

Toutes les façons superficielles précédant le semis seront effectuées sur un sol parfaitement nivelé et perpendiculairement au sens prévu pour les lignes de semis, de sorte que toutes les parcelles d'un même bloc soient influencées de la même façon par le travail du sol (passage des roues en particulier).

2.3.3. Taille et identification des parcelles élémentaires

La surface parcellaire minimum recommandée est de 10 m². Dans ces conditions, des **parcelles élémentaires** (PE) de 8 rangs, avec un écartement entre les lignes de 25 cm et dans les lignes de 14 cm, sur une longueur minimale de 5 m, permettent une surface récoltable d'environ 10 m².

Pour limiter efficacement les effets de compétition (dus aux parcelles environnantes) et les effets de bordure (dus aux écartements entre parcelles qui sont plus importants que les écartements entre les rangs), il est recommandé de récolter la partie centrale des parcelles en laissant deux rangs de bordure non récoltés de chaque côté et les deux premiers et deux derniers poquets de bordure au début et à la fin de chaque ligne. Ainsi, semer 8 rangs sur une longueur de 5 mètres et récolter les 4 rangs centraux paraît une solution satisfaisante. La surface totale de la **PE** est alors d'environ 2 m x 5 m = 10 m² et la surface récoltée ou **parcelle utile** (PU) d'environ 1 m x 4,44 m = **4,44 m²** (cf. figure 1 ci-dessous).

On veillera à réduire les écarts inter-parcelles au minimum strictement nécessaire pour permettre le passage. Par ailleurs, les dimensions des parcelles sont définies par l'expérimentateur en fonction de l'équipe utilisée pour la conduite de l'essai (semis, repiquage, récolte, équipement de binage, etc.).

Chaque bloc de l'essai est encadré par des parcelles de bordure. Les parcelles "manquantes" à la suite d'un problème au semis ou repiquage doivent être ressemées de préférence avec la variété utilisée pour la bordure, sinon avec une variété inscrite.

2.3.4. Précédent culturel

Le précédent doit être classique pour une région donnée et permettre l'implantation des essais dans de bonnes conditions.

2.3.5. Semis et peuplement

Toutes les parcelles d'un essai sont semées le même jour. Les dates de semis se situent dans la moyenne régionale. Les peuplements désirés à la levée doivent être semblables pour toutes les variétés. Les quantités de semences parcelles seront calculées avec précision : compte tenu du poids de 100 grains et de la faculté germinative de chaque variété (90 % en moyenne pour le blé), de la date et des conditions de semis, ainsi que de la densité et de la surface effectivement semée. Cette surface est supérieure à la surface parcelle récoltable (alignement en cours de végétation).

Dès la levée (stade 2 feuilles maximum), les anomalies de semis (manque de graines, soc bouché, etc.) dans les rangs qui seront récoltés et dans les rangs de bordure doivent être corrigées par un « resemis » ponctuel.

L'objectif de peuplement est le nombre optimum de plantes par hectare qu'il faut obtenir après la levée. À cet objectif de peuplement correspond une densité de semis ou nombre de graines à semer par parcelle. Il est préconisé de maintenir un écartement d'environ 0,25 m, entre les lignes, et un écartement d'environ 0,14 m dans la ligne. Ces écartements correspondent à une densité de 36 poquets, semés à de deux grains par poquet, quelle que soit la variété végétale candidate, et sur une ligne de 5 m.

Tableau 1 : Doses de semis, selon le PMG et la densité de semis visés¹

Quantité de semences (kg/ha)		Densité de semis (grains/m ²)					
		150	200	250	300 gr/m ²	350	400
PMG (g)	35	53	70	88	105	123	140
	40	60	80	100	120	140	160
	45 g	68	90	113	135 kg/ha	158	180
	50	75	100	125	150	175	200
	55	83	110	138	165	193	220
	60	90	120	150	180	210	240

<https://www.lgseeds.fr/comment-calculer-la-quantite-de-semences-a-semer-a-l-hectare.html>

2.4. Conduite de la culture

Les pratiques culturales sont celles en vigueur dans la zone d'expérimentation.

2.4.1. Lutte contre l'enherbement

On veillera à avoir une parcelle propre dans laquelle les adventices ne devront, en aucun cas, avoir d'influence sur le jugement des variétés. Les herbicides pouvant présenter une toxicité pour certaines espèces ou variétés sont évidemment à proscrire. Cependant les doses prescrites par la recherche pour le traitement des adventices spécifiques du blé seront appliquées conformément aux pratiques recommandées pour la zone d'expérimentation.

¹ <https://www.arvalis-infos.fr/ble-dur-les-preconisations-sur-les-dates-et-densites-de-semis-@/view-33434-arvarticle.html>

En cas de sarclo-binage, le premier devra être effectué précocement au plus tard 15 à 20 jours après le semis. Le deuxième sarclage aura lieu 20 à 30 jours après le premier.

2.4.2. Fertilisation

L'expérimentateur veillera à assurer une fertilisation optimale de ses essais dans le respect des pratiques recommandées de la zone d'expérimentation.

Le niveau de la fertilisation azotée est calculé selon la méthode des bilans. La dose est identique sur l'ensemble de l'essai, et répartie en au moins deux apports pour le cas du blé :

- 1^{er} apport au stade début tallage à plein tallage, i.e. 17 à 23 jours après semis ;

- 2^e apport au stade « épiaison » des variétés les plus précoces, i.e. Z53 à Z59 jours après semis en fonction du cycle végétatif de la culture (cycle court/cycle moyen). Le second apport devra être fractionné si la dose à apporter le justifie (50 % au stade « épiaison » et 50 % deux semaines plus tard).

2.4.3. Protection phytosanitaire

L'expérimentateur veillera à assurer une fertilisation optimale de ses essais dans le respect des pratiques recommandées de la zone d'expérimentation.

Pour les essais à deux niveaux de facteur, dont le second facteur est un traitement phytosanitaire, les parcelles traitées le sont avec les produits préconisés annuellement, à partir des recommandations du SNRA, afin de viser l'objectif d'une protection uniforme et totale de l'essai.

En cas de risque potentiel d'attaques de pyrale ou de pucerons, l'essai sera traité au même titre que la sole de blé dans laquelle il est inclus en s'assurant de la bonne homogénéité du traitement. L'expérimentateur se rapportera aux préconisations du Service de la Protection des Végétaux de sa région.

2.4.5. Autres pratiques

Concernant les autres pratiques culturales, les principes généraux d'expérimentation ne diffèrent pas de ceux appliqués aux autres espèces, à savoir :

- i) la place dans la rotation, la fertilisation, le choix du lieu d'implantation de l'essai, etc. doivent tenir compte des précédents culturels, des hétérogénéités éventuelles du sol et du sous-sol, de tous les facteurs susceptibles de créer des conditions défavorables ;

- ii) les caractères étudiés sont mesurés et notés avec précision afin de limiter au mieux toute erreur systématique ;

- iii) les dispositifs et méthodes expérimentales doivent être semblables en tous lieux, en vue de faciliter les regroupements et de mieux comparer les résultats.

2.5. Notations

Les observations ci-dessous sont toutes importantes. Elles vont contribuer à l'appréciation de la valeur agronomique des essais, notamment le rendement et ses composantes et fournir des renseignements complémentaires sur la sensibilité de la variété végétale de blé candidate aux FRR.

Les notations doivent être effectuées sur 2 blocs au minimum, si le caractère observé est exprimé de manière homogène sur l'essai. Dans le cas contraire, elle doit être faite sur l'ensemble des blocs. Les échelles de notation à utiliser sont décrites en **annexe 4**.

2.5.1. Notations relatives au développement de la culture

Pour la détermination des stades de développement, on se référera au Code décimal pour les stades de croissance pour les céréales cultivées (**annexe 2** : Échelle de Feekes ou de Zadocks).

2.5.1.1. Date de levée

Elle correspond à la date à laquelle la plupart des lignes sont visibles. Elle est exprimée en quantième de l'année civile.

2.5.1.2. Vigueur au départ

Elle caractérise l'adaptation de la variété aux conditions de semis (réchauffement du sol, état du lit de semences, profondeur du semis). La notation à réaliser au stade 3 feuilles sur toutes les parcelles.

Note de 1 à 9 : 1 vigueur nulle ;
 3 vigueur très faible ;
 5 vigueur médiocre ;
 7 vigueur normale, et
 9 vigueur maximum.

2.5.1.3. Régularité à la levée

C'est une indication de la répartition du peuplement sur la parcelle (note de 1 à 9). La notation à réaliser au stade 3 feuilles sur toutes les parcelles.

Note de 1 à 9 : 1 très mauvaise régularité - manques sur les lignes ;
 9 très bonne régularité.

2.5.1.4. Peuplement à la levée

Un premier comptage de plantes se fait au moins sur les variétés témoins, au stade 2-3 feuilles. Le peuplement est calculé à partir des dénombrements de pieds trouvés sur 3 placettes de 2 mètres linéaires (1 m sur 2 rangs), en dehors des rangs de bordure, sur 2 répétitions si la levée est régulière. En cas d'irrégularité de levée, les comptages doivent être effectués aussi sur les variétés concernées, et sur toutes les répétitions. Le choix des placettes est fait au hasard. Deux données sont nécessaires : le « **nombre de plantes comptées** » et la « **surface de comptage** », afin de déterminer le « **nombre de plantes/m²** ». S'il n'y a pas de problème de levée, le peuplement peut aussi être estimé par notation visuelle (note de 1 à 9) de l'ensemble des parcelles de l'essai. Il exprime alors le pourcentage de plantes levées par rapport au peuplement souhaité (**annexe 3 - tableau 1**).

2.5.1.5. Date d'épiaison

Le stade est atteint lorsque 50 % des épis sont à moitié dégainés (visibles). La date est exprimée en quantième. Elle doit être déterminée sur la base d'au moins deux visites hebdomadaires pour l'ensemble des variétés.

2.5.1.6. Hauteur des plantes

Les mesures sont effectuées sur toutes les variétés après la floraison (s'il y a risque de verse) et jusqu'à la maturité, sur 3 ou 4 répétitions. Elles sont exprimées en centimètres.

2.5.1.7. Maturité des plantes

L'estimation du stade de maturation des parcelles traduit la précocité à maturité de chaque variété. La notation visuelle est effectuée en un seul passage autour du stade grain pâteux des variétés de précocité moyenne (**annexe 3 - tableau 2**).

2.5.2. Notations des Facteurs de Régularité du Rendement (FRR)

Ces notations traduisent l'estimation visuelle du degré d'attaque d'une parcelle par une maladie, un parasite ou de l'étendue des dégâts dus à un accident climatique ou édaphique. Les échelles de notation vont de 1 à 9 pour tous les caractères qualitatifs observés.

Note de 1 à 9 : 1 résistant ou indemne ;
9 très sensible.

Les notations devront obligatoirement mentionner la date et le stade des plantes au moment de la notation.

Les notations doivent être effectuées sur **2 blocs au minimum**, si le caractère observé est exprimé de manière homogène sur l'essai. Dans le cas contraire, elle doit être faite sur l'ensemble des blocs. Les échelles de notation à utiliser sont décrites en (**annexe 4**).

2.5.2.1. Estimation de la sensibilité aux FRR biotiques (Bioagresseurs)

La variété végétale candidate peut être sensible aux FRR biotiques (attaques de maladies liées aux virus, aux bactéries et aux champignons ou aux nématodes, aux insectes, aux acariens et autres ravageurs) qui peuvent engendrer des dégâts. Ces dégâts sont notés sur l'ensemble du feuillage ou de la plante, en utilisant la même échelle. L'expérimentateur signalera une attaque éventuelle de son essai et effectuera une notation visuelle, avec l'assistance des pathologistes et entomologistes.

Pour la plupart des espèces, certaines résistances aux bioagresseurs sont étudiés dans des **milieux contrôlés** (laboratoire et serres du SNRA, serres de toute autre structure nationale compétente, champs avec contamination par la maladie étudiée, etc.).

Les FRR biotiques majeurs spécifiques à la culture de blé, pour lesquels une notation devra être faite, sont ci-après listés² :

i) virus :

- Mosaïque du chiendent (*AgMV*, *Agropyron mosaic virus*) □ ;
- Mosaïque du tabac (*TMV Tobacco mosaic virus*) □ ;
- Mosaïque jaune du blé (*Wheat yellow mosaic virus = Wheat spindle streak mosaic virus*) □ ;
- Virus **de la mosaïque du blé** (*WMoV*, *Wheat mosaic virus*) □ ;
- Virus **de la mosaïque du blé transmise par le sol** (*SBWMV*, *Wheat soil-borne mosaic virus*) □ ;
- **Virus de la mosaïque rayée du blé** (*WSMV*, *Wheat streak mosaic virus*) □ ;
- **Virus de la mosaïque striée américaine du blé** (*WASMV*, *Wheat American striate mosaic virus*) □ ;
- **Virus de la mosaïque striée européenne du blé** (*EWSMV*, *Wheat European striate mosaic virus*) □ ;
- **Nanisme du blé** (maladie des pieds chétifs) ou **Virus du nanisme du**

² https://fr.wikipedia.org/wiki/Maladies_du_bl%C3%A9#Maladies_fongiques

blé (WDV, *Wheat dwarf virus*) ☐ ;

ii) **bactéries** :... ☐,

- Bactériose des épis du blé (*Rathayibacter tritici*, *Clavibacter tritici*, *Corynebacterium michiganense* pv. *tritici*, *Clavibacter iranicus*)
- Bactériose des glumes du blé (*Pseudomonas syringae* pv. *atrofaciens*) ☐ ;
- Maladie des stries bactériennes ou glume noire des céréales (*Xanthomonas campestris* pv. *translucens*) ☐ ;
- Graines roses du blé (*Erwinia rhapontici*) ☐ ;
- Mosaïque bactérienne (*Clavibacter michiganensis* subsp. *tessellarius*) ☐ ;
- Pourriture brune des grains (*Pseudomonas fuscovaginae*) ☐ ;
- Taches bactériennes (*Pseudomonas syringae* subsp. *syringae*) ☐ ;

iii) **champignons** :

- Carie du blé (*Tilletia caries*)
- Charbon du blé (*Ustilago tritici*)
- Rhizoctone des céréales (*Rhizoctonia cerealis*)
- Septoriose (*Septoria nodorum*, *S. nodorum*)
- Rouille jaune/brune du blé (*Puccinia striiformis*/P. *recondita*)
- Rhizoctone des céréales (*Rhizoctonia cerealis*)
- Oïdium sur blé ou orge (*Erysiphe graminis*)
- Helminthosporiose du blé (*Drechslera tritici-repentis*)
- Alternariose du blé (*Alternaria triticina*)
- Anthracnose des céréales (*Colletotrichum graminicola*, *Glomerella graminicola* [téléomorphe])
- Ascochytose du blé (*Ascochyta tritici*)
- Carie commune du blé (*Tilletia tritici*, *Tilletia caries*, *Tilletia laevis*, *Tilletia foetida*)
- Carie de Karnal (*Tilletia indica*, *Neovossia indica*)
- Céphalosporiose du blé ou stries céphalosporiennes du blé (*Hymenula cerealis*, *Cephalosporium gramineum*)
- Charbon des feuilles du blé (*Urocystis agropyri*)
- Charbon nu du blé et de l'orge (*Ustilago tritici*, *Ustilago segetum* var. *tritici*, *Ustilago segetum* var. *nuda*, *Ustilago segetum* var. *avenae*)
- Ergot du blé, ergot des céréales (*Claviceps purpurea*, *Sphacelia segetum* [anamorphe])
- Faux meunier des chaumes du blé (*Gibellina cerealis*)
- Fusariose (*Microdochium nivale*, *F. roseum*)
- Fusariose du blé, gale du blé (*Fusarium* spp., *Gibberella zeae*, *Fusarium graminearum* Groupe II [anamorphe], *Gibberella avenacea*, *Fusarium avenaceum* [anamorphe], *Fusarium culmorum*, *Microdochium nivale*, *Fusarium nivale*, *Monographella nivalis* [téléomorphe], *Fusarium pseudograminearum*)

iv) **nématodes**³ :

- Nématode inféodé aux céréales (*Heterodera avenae*) □ ;

v) **insectes**⁴ :

- Mouche mineuse des céréales □ ;
- Puceron du feuillage des céréales □ ;
- Cécidomyies du blé □ ;
- Cicadelle des céréales □ ;
- Puceron vecteur de la jaunisse nanisante des céréales □ ;
- Puceron des épis des céréales □ ;
- Tordeuse des céréales □ ;

vi) **acariens** :

- Acarien polyphage des céréales (*Penthaleus major* (Dugès), *P. falcatus* (Qin and Halliday), *P. tectus* (Halliday), *Penthaleidae*) □ ;

vii) **adventices** :

- Avoine à grosses grains (*Avena sterilis*) □ ;
- Mauve sylvestre (*Malva sylvestris*) □ ;
- Brome rougeâtre (*Bromus rubens*) □ ;
- Ivraie multiflore (*Lolium multiflorum*, *L. rigidum*) □ ;
- Anacycle tomenteux (*Anacyclus clavatus*) □ ;
- Orge sauvage (*Hordeum murinum*) □ ;
- Coquelicot (*Papaver rhoeas*) □ ;

viii) **oiseaux granivores**⁵ :

- Francolin à double éperon (*Francolinus bicalcaratus*) □ ;
- Tisserin gendarme (*Ploceus cucullatus*) □ ;
- Mange-mil (*Quelea quelea*) □ ;
- Perruche à collier (*Psittacula krameli*) □ ;
- Dendrocygne fauve (*Dendrocygna bicolor* (Vieillot)) □ ;
- Tourterelle à collier (*Streptopelia semitorquata* (Rüppell)) □ ;

ix) **rongeurs nuisibles** :

- Rat à mamelles multiples (*Mastomys natalensis*) □ ;
- Rat roussard (*Arvicanthis niloticus*) □ ;
- Aulacode (*Thryonomys swinderianus*) □ ;
- Campagnol des champs (*Microtus arvalis*) □ ;
- Mulot sylvestre (*Apodemus sylvaticus*) □ ;
-

2.5.2.2. Estimation de la sensibilité aux FRR abiotiques

La variété végétale candidate peut être sensible aux FFR abiotiques (climat, verse, photosensibilité, toxicités édaphiques) qui peuvent aussi engendrer des dégâts dits *climatiques* ou *physiologiques*. Ces dégâts sont notés sur l'ensemble du feuillage ou de la plante, en utilisant

³ <https://www.arvalis-infos.fr/heterodera-avenae-un-nematode-infeode-aux-cereales-a-paille-@/view-10819-arvarticle.html>

⁴ https://www.agro.basf.fr/fr/cultures/ble/ravageurs_du_ble/mouche_mineuse_des_cereales.html

⁵ Oiseaux granivores au Sahel

la même échelle. L'expérimentateur signalera tout accident éventuelle de son essai et effectuera une notation visuelle.

Pour la plupart des espèces, certaines résistances ou tolérances au froid ou à la chaleur, à la verse et aux autres accidents physiologiques sont étudiés dans des **milieux contrôlés** (laboratoire et serres du SNRA, serres de toute autre structure nationale compétente, champs avec contamination par le facteur étudié, etc.).

Les FRR abiotiques majeurs spécifiques à la culture de blé, pour lesquels une notation devra être faite, sont ci-après listés :

- i) **Température extrême** :
 - forte ;
 - basse ;
- ii) **Verse** :
 - résistante ;
 - sensible ;
- iii) **Photosensibilité⁶** :
 - aphotique ;
 - indifférente ;
 - de jours courts ou nyctipériodique ;
 - de jours longs ou héméro périodique ;
- iv) **Toxicités édaphiques** :
 - sel ;
 - fer ;
 - zinc ;
 - cuivre ;
 - magnésium ;
 - aluminium ;
- v) etc.

⁶ Le photopériodisme⁶ est la réaction qu'induit la variation de la durée du jour et de la nuit sur les plantes. Cette variation agit sur divers processus biologiques chez les plantes cultivées, permettant à la plante de passer du stade végétatif au stade reproducteur. Le photopériodisme permet de distinguer quatre (4) catégories de plantes :

i) **les plantes aphotiques** : ce type de plantes ne nécessite pas de lumière pour fleurir. C'est le cas de certaines plantes à bulbes telles que la jacinthe, la tulipe et la narcisse. Le bulbe de ces plantes possède assez de réserves pour leur permettre de fleurir sans lumière. La floraison s'effectue alors que le bulbe est enterré et que les parties aériennes ne sont pas encore développées ;

ii) **les plantes indifférentes** : ces plantes requièrent de la lumière pour fleurir, mais elles fleurissent quelle que soit la photopériode. Au nombre des plantes indifférentes, on recense le cerisier, la maïs et le lilas ;

iii) **les plantes de jours courts ou plantes nyctipériodiques** : ces plantes entrent en floraison lorsque la durée du jour est inférieure au seuil critique. Lorsque la durée de l'éclairement excède ce seuil, on assiste à une inhibition de la floraison. Dans les pays tempérés, ce type de plantes fleurit généralement en automne. Ce groupe comprend des plantes telles que le chrysanthème, le dahlia, et

iv) **les plantes de jours longs ou plantes héméro périodiques** : les plantes de ce groupe ne fleurissent que lorsque la durée de l'éclairement dépasse un certain seuil. Ce type de plantes requiert 12 à 14 heures d'éclairement par jour pour entrer en floraison.

2.6. Récolte et post-récolte

La récolte d'un essai se fait à maturité des variétés témoins et dans la même journée (en cas d'impossibilité d'achever la récolte d'un essai, il faut interrompre le chantier à la fin d'un bloc).

Pour la date de récolte des essais, il est recommandé de viser, des moyennes de teneur en eau du grain, comprises dans les fourchettes servant à déterminer le classement en précocité des variétés en étude :

Zone A	30 % < H ₂ O < 36 %
Zones B et C1	29 % < H ₂ O < 35 %
Zones C2, D et E	27 % < H ₂ O < 33 %

Plusieurs prélèvements réalisés sur les témoins permettant de déterminer les limites de précocité ou de tardiveté des zones d'expérimentation peuvent être un bon indicateur de l'évolution de la maturité des parcelles d'essais.

Pour le blé, la récolte se fait manuellement à la maturité physiologique, i.e. à environ 40 jours après l'épiaison.

L'organisation du chantier de récolte et de pesée, le réglage du matériel, la surveillance de l'égrenage pour limiter les pertes d'épis ou de grains, sont les opérations élémentaires qui conditionnent la valeur finale de l'essai.

2.6.1. Détermination de la teneur en eau

Cette mesure de l'humidité du grain, qui doit être effectuée au moment de la pesée ou dans les heures qui suivent, est indispensable pour le calcul des rendements à l'humidité standard (15 %).

La teneur en eau est déterminée pour chaque parcelle élémentaire ou à défaut sur un échantillon représentatif d'au moins 250 grammes, par variété et par niveau du facteur "traitement", constitué à partir de toutes les répétitions d'un même niveau du facteur "traitement".

Cette mesure de l'humidité du grain doit être effectuée le plus tôt possible après la récolte :

- de préférence, dans les heures qui suivent après passage à l'étuve (réglage minutieux de la température et de la ventilation, 38 heures à 130 °C), ou
- au moment de la pesée, après avoir scrupuleusement vérifié l'étalonnage de l'humidimètre et en prenant garde de respecter la plage d'utilisation de l'appareil permettant une bonne précision dans les mesures. Il est exprimé en % par parcelle.

Le poids du grain frais et la teneur en eau du grain à la récolte restent les deux éléments les plus importants dans la règle de décision finale. Les erreurs de pesée ou les biais créés par une balance ou une étuve mal réglée apparaissent aujourd'hui plus fréquents et plus graves que les erreurs d'échantillonnage. Le nombre de parcelles d'essais à récolter en un temps souvent très court est chaque année, plus important. La nécessaire rapidité de travail ne doit pas laisser pour compte la qualité des mesures.

De bons essais en végétation ont été parfois annulés pour une négligence à la récolte :

- balances mal réglées ;
- échantillons pour humidité non pesés au moment de la récolte, perte ou gain d'humidité pendant le transport, en chambre froide, avant pesée ;
- humidimètre dérégulé ou biaisé ;
- étuves défaillantes, etc.

NB : Minimiser le plus possible les risques d'erreurs de mesure à la récolte

2.6.2. Prélèvement de l'échantillon nécessaire à l'analyse technologique

Les prélèvements nécessaires pour l'analyse technologique ne seront réalisés que sur demande des experts, et ceci suite aux visites des expérimentations VATE et/ou DHS, et aux résultats de l'examen DHS des variétés candidates.

Le CNS informe, en cours de campagne les expérimentateurs concernés par ces prélèvements. Un échantillon d'au moins 500 grammes de grains propres et suffisamment secs sera constitué à partir d'un mélange de prélèvements de toutes les répétitions d'une variété.

La méthode de dosage recommandée est le passage de l'échantillon à l'étuve lente (étuve type Chopin 17 heures à 130°C, étuve type Lequeux 48 heures à 105°C).

L'expérimentateur peut éventuellement utiliser un humidimètre électronique homologué et réaliser la mesure à partir d'un échantillon de 250 g environ.

2.6.3. Analyse du rendement et de ses composantes⁷

Le rendement des céréales à paille est la combinaison de plusieurs composantes. Ces dernières comprennent : (i) le nombre de poquets par unité de surface (le m² est normalement utilisé), (ii) le nombre d'épis/panicules par poquet, (iii) le nombre de grains par épi/panicule, (iv) le pourcentage de grains remplis par épi/panicule et (v) le poids du grain (le poids de 1000 grains est généralement utilisé). Chacune d'elles s'élabore au cours d'une phase différente du cycle de la culture. Elles interagissent donc en cascade, sous l'influence supplémentaire du milieu (climat, sol, conduite culturale).

Le rendement se met en place tout au long du cycle de production, au travers de plusieurs composantes. De manière générale, ces composantes entrent en concurrence entre elles, mais l'intensité de cette concurrence va dépendre des conditions de croissance (rayonnement, eau, azote) et de la variété. Elles sont ci-après présentées, en vue de l'estimation du rendement des variétés végétales de blé.

- **Le nombre de poquets par m² (poquets/m²)**

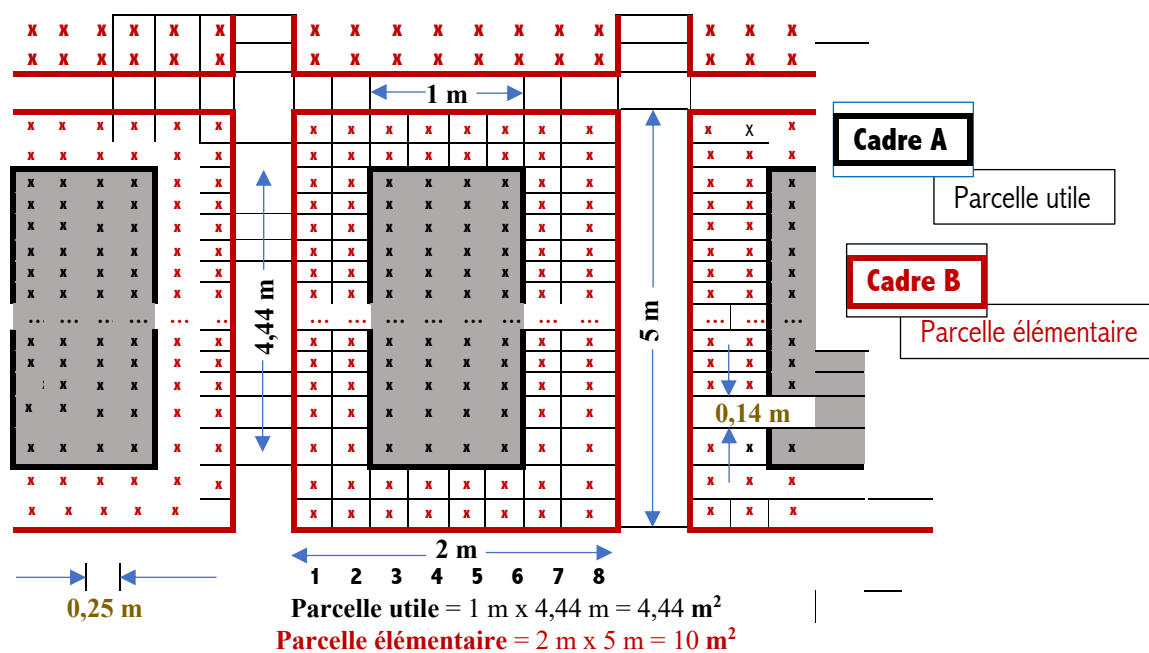
Le nombre de poquets.m⁻² est déterminé au semis (densité de semis). Il est la première composante de la réussite de la culture de blé puisqu'elle apporte en moyenne + 5 à + 15 % de rendement. La densité optimale de semis d'une variété sur une parcelle doit être raisonnée en fonction de : l'usage, le poids de mille grains (PMG), la précocité de la variété, le potentiel de la parcelle, la date de semis et la disponibilité en eau aux différentes étapes du cycle.

Lorsque le semis est effectué en poquets, le nombre de poquets/m² doit être compté comme indiqué par le cadre A de la figure 1, qui correspond à la taille de la parcelle utile (PU : cadre central ombragé dans la parcelle élémentaire – PE). Les côtés du cadre de la PU devraient être à mi-chemin entre les rangées. Ainsi, dans une parcelle aux écartements de 0,25 m interligne et de 0,14 m intraligne, les côtés du cadre doivent être de 0,07 m des lignes, entre les deux 1^{ers} et les deux derniers poquets des lignes. Nous avons ainsi, 4 lignes centrales à récoltées, soit 32 poquets sur une PU de 1 m * 4,44 m, soit 4,44 m². **Le nombre de poquets pour 1 m² est de 7,21**, également utilisé pour le calcul de l'estimation du rendement à la récolte. (cf. figure 1 ci-après).

⁷

<https://www.arvalis-infos.fr/comment-s-elabore-le-rendement--@/view-16191-arvarticle.html>

Fig. 1 : Comment compter le nombre de poquets par unité de surface (m²)



- **Le nombre d'épis par poquet (Nb épis/poquet)**

Cette notation donne une indication sur le potentiel de rendement de la parcelle et permet de savoir, dans le cas de problème à la levée, si les plantes ont compensé les défauts de peuplement ou non. Le comptage à effectuer avant la récolte sur le même emplacement que le comptage plantes à la levée, c'est-à-dire, sur la PU, comme indiqué sur la figure ci-dessus.

- **Le nombre de grains par épi (Nb grains/épi)**

Les conditions climatiques des derniers mois ont pu engendrer des pertes de grains par épi, soit par défaut de fertilité du pollen (accident méiose), soit par défaut de fécondation (accident à la floraison : manque de rayonnement, de vent et excès d'eau, ou avortement lié à de la fusariose). Il est possible d'évaluer l'impact de ces accidents sur la composante « nombre de grains/épi » en faisant quelques observations simples.

Le nombre de grains par épi va dépendre du nombre d'épillets par épi et du nombre de grains par épillet. Ces deux composantes s'élaborent progressivement entre la fin du tallage et la floraison. Cependant, au sein de l'épi, tous les grains ne sont pas égaux : les épillets du milieu de l'épi, et les fleurs latérales au sein d'un épillet (dans le cas du blé) sont prioritaires, et sont donc en théorie toujours présents sauf accident, à l'opposé des épillets du haut ou du bas de l'épi, ou des fleurs du centre de l'épillet qui peuvent fréquemment disparaître au gré des stress courant montaison.

C'est le nombre de grains fixés sur un épi. Il est inutile de considérer la méthode de semis. L'expérimentateur devra juste compter le nombre total de grains et le diviser par le nombre d'épis. Pour ce faire, il fait battre 20 épis pris au hasard dans la PU, en compte le nombre de grains et en fait la moyenne par épi.

- **Le pourcentage de grains remplis (%), i.e. épillets remplis ou fertiles⁸**

La fertilité des épis s'élabore sur une période assez longue : depuis le milieu du tallage (lorsque l'apex réalise sa transition florale et élabore des ébauches d'épillets) jusqu'à la floraison, qui correspond à la fécondation. On peut donc décomposer cette composante en 3 constituants :

- i) le *nombre d'épillets par épi* (qui s'élabore entre les phases de transition florale et l'épillet terminal dans le cas du blé) ;
- ii) le *nombre de fleurs par épillet* (qui s'opère début montaison, via une différenciation des épillets) ;
- iii) le *pourcentage de fertilité* (qui est essentiellement associé à la qualité de la fécondation et traduit la qualité du pollen et/ou les conditions de fécondation).

Certains mécanismes environnementaux qui commandent la mise en place de chacune de ces composantes sont identifiés.

Le pourcentage de grains remplis est le rapport entre le nombre de grains remplis (mûrs ou fertiles) et le nombre total des grains. Ce rapport est établi par **observation visuelle**, au cours du remplissage (dès le stade grain laiteux – stade de croissance 75 sur l'échelle de Zadoks ou 11.2 de Feekes – voire avant, les grains en formation écartent glumes et glumelles et donnent aux épis leur forme caractéristique.

Le protocole d'observation repose sur un échantillonnage suffisant d'épis : 3 séries de 15 épis pris dans la PU. On évitera les tardillons ou les épis « hors-normes ». On s'intéressera aux fleurs latérales des 10 épillets centraux (5 épillets de chaque côté de l'épi) de chaque épi. On déterminera la fréquence d'absence de grain. Par exemple, 3 grains manquants en moyenne par épi, sur les 20 fleurs latérales observées, correspondent à 15 % de stérilité.

En s'intéressant à ces grains « prioritaires », on estime assez directement l'impact sur la composante « nombre de grains/épi ». Par contre, on ne prend pas en compte un effet « densité d'épis » ou « PMG ». On ne peut donc pas estimer directement un rendement absolu, mais on peut avoir une indication de la perte de rendement liée à des accidents physiologiques survenus à la méiose pollinique ou à la fécondation, avec une hypothèse de faible compensation via le PMG :

- < 5 % de grains absents : absence d'accident ;
- 5 à 10 % : pertes de rendement marginales ;
- 10 à 20 % : pertes de rendement de l'ordre de 10 % ;
- 20 à 30 % : pertes de rendement de l'ordre de 20 % ;
- 30 à 50 % : pertes de rendement de l'ordre de 40 %.

- **Le poids de la graine (g/1000 grains) ou PMG**

Pour vérifier le PMG, on opère sur un échantillon prélevé après triage. On prélève un sous échantillon, on le pèse et l'on en compte tous les grains a priori viables. Ensuite, on fait le rapport nombre de grains/poids de l'échantillon total pour connaître le PMG.

⁸ <https://www.semencesdefrance.com/actualite-semences-de-france/savoir-quantifier-manques-de-grain-epis/>

- **Le calcul du rendement estimé sur la base de ses composantes⁹**

Le rendement et ses composantes sont, dans un premier temps, estimés sur une superficie de la PU et dans le cas d'espèce, sur la base de 4,44 m². En multipliant les cinq composantes du rendement ci-dessus listés, le rendement est ainsi déterminé sur 4,44 m². Ensuite, le rendement estimé pour un hectare (10 000 m²) est obtenu, à travers la règle de trois, comme indiqué dans l'exemple ci-dessous.

Exemple : Si les valeurs estimées des composantes du rendement de blé sont :

- le nombre de poquets pour 4,44 m² : 128 ;
- le nombre d'épis par poquet : 5 ;
- le nombre de grains par épis : 47 ;
- le pourcentage de grains remplis : 65%, et
- le poids de 1000 grains à 15% : 45 grammes,

alors :

$$\text{Le rendement estimé/m}^2 = \frac{\text{Nb poquets}}{4,44 \text{ m}^2} \times \frac{\text{Nb épis}}{\text{poquet}} \times \frac{\text{Nb grains}}{\text{épi}} \times \% \times \frac{\text{g}}{1000}$$

soit :

$$\text{Le rendement estimé/m}^2 = \frac{28,83}{\text{poquets}} \times \frac{5}{\text{épis}} \times \frac{47}{\text{grains}} \times 0,65 \times \frac{45}{1000} = \mathbf{198,17 \text{ g/m}^2}$$

et

$$\text{Le rendement estimé/ha} = \frac{198,17 \text{ g.m}^{-2}}{\text{m}^2} \times 10\,000 \text{ m}^2 = 1\,981\,700 \text{ g/ha} = \mathbf{19,82 \text{ q/ha}}$$

2.6.4. Tests technologiques

Les caractéristiques technologiques permettent d'appréhender le comportement des pâtes qui seront réalisées avec les farines étudiées. Certaines sont obtenues par des tests normés non chimiques qui vont renseigner sur la composition en un élément spécifique à vocation technique. Par exemple, une analyse chimique indique la quantité totale de protéines contenue dans la farine, mais ne permet pas de quantifier la proportion de gluten au sein même de ces protéines. La quantité de protéines totale est certes intéressante, mais la qualité technologique de ces protéines l'est davantage.

Pour le blé, les caractéristiques suivantes sont généralement examinées dans le cadre des tests technologiques¹⁰ :

- Teneur en protéines ;
- Indice de sédimentation (Zéfény) ;
- Temps de chute (Hagberg) ;
- Absorption d'eau ;
- Index de gluten ;
- Rendement meunier ;
- Profil rhéologique ou force boulangère (Alvéographe) ;
- Valeur boulangère ;

⁹ On peut analyser et isoler différentes composantes du rendement effectif d'une culture *a posteriori*, pour mieux comprendre quelles conditions n'ont pas été réunies au cours de la culture et ont empêché la plante d'atteindre son rendement optimal.

- Comportement biscuitier ☐ ;

2.6.5. Tests de valeur environnementale

Dans l'objectif de limiter les impacts négatifs des productions agricoles sur l'**environnement**, une attention particulière est apportée à l'adaptation de la variété candidate aux conditions environnementales et de culture, à l'efficacité vis-à-vis de l'eau et l'azote ainsi qu'aux résistances aux bioagresseurs.

La valeur environnementale des variétés est analysée et appréciée sur la base des données collectées lors du suivi de l'évolution : (i) de la densité de peuplement (à la levée, à la floraison 50% et à la récolte 95%), (ii) de la sensibilité aux FRR biotiques et abiotiques et (iii) des réponses (méthodes de lutte) apportées pour la protection des variétés sensibles contre les dégâts parasitaires, lors de la conduite de l'expérimentation multilocale, vis-à-vis de leur impact sur l'environnement et, pour la fertilisation chimique, les comparaisons avec le référentiel station.

Centralisation des informations et exploitation des résultats

2.7.1. Analyse statistique

L'expérimentateur centralise l'ensemble des données recueillies et en fait l'analyse statistique.

Les données collectées seront traitées avec un logiciel d'analyse statistique de données. L'analyse de la variance simple (ANOVA), par essai, si elle est significative, elle est suivie d'une comparaison des moyennes multiples, en utilisant les tests appropriés, au seuil de signification de 5%.

Pour les besoins des études de regroupements d'essais multi-sites et pluriannuels et la structuration de l'interaction (essais x variétés), des analyses de variance du regroupement sont nécessaires.

2.7.2. Règles décisionnelles

Au titre de l'article 6 du règlement d'exécution portant organisation du catalogue régional des espèces et variétés végétales en Afrique de l'Ouest et au Sahel, relatif aux conditions techniques d'inscription sur la Liste A, la variété végétale candidate devra être homologuée. Les conditions d'homologation sont les suivantes : « (a) être reconnue *distincte, homogène et stable, au travers d'un protocole d'examen DHS, (b) être reconnue **suffisamment performante** par rapport à la gamme des variétés les plus utilisées et **sans défaut majeur** pour les utilisateurs, au travers d'un protocole d'examen VATE ou épreuve de valeur agronomique, technologique et environnementale, et (c) être désignée par une dénomination approuvée dans les États membres ».*

La décision d'inscrire une variété candidate dépendra donc fondamentalement des résultats des épreuves techniques, à savoir, ceux issus de l'analyse statistique des données centralisées de l'épreuve VATE et ceux de l'épreuve DHS.

Par ailleurs, le CNS, en charge de la supervision des épreuves, en vertu des dispositions de l'article 19, relatif à la conduite des essais, pourra faire les propositions ci-après, à l'Autorité nationale compétente, sur la base des résultats des épreuves DHS et VATE, conformément à l'article 27, relatif à l'inscription :

i) si l'épreuve DHS révèle **une différence significative et pas d'effet dépressif**, à l'issue de l'épreuve VATE,

➤ alors la variété végétale candidate peut être proposée à l'inscription sur

la liste A du catalogue national des espèces et variétés végétales et à sa publication au bulletin officiel du CNS ;

ii) si l'épreuve DHS révèle **une absence de différence significative et pas d'effet dépressif**, à l'issue de l'épreuve VATE,

➤ *alors la variété végétale candidate ne peut pas être proposée à l'inscription sur la liste A du catalogue national des espèces et variétés végétales – défaut de DHS ;*

iii) si l'épreuve DHS révèle **une différence significative et un effet dépressif constaté**, à l'issue de l'épreuve VATE,

➤ *alors la variété végétale candidate ne peut pas être proposée à l'inscription sur la liste A du catalogue national des espèces et variétés végétales – défaut de VATE ;*

iv) si l'épreuve DHS révèle **l'absence de différence significative et un effet dépressif**, à l'issue de l'épreuve VATE,

➤ *alors la variété végétale candidate ne peut pas être proposée à l'inscription sur la liste A du catalogue national des espèces et variétés végétales – défaut de DHS et de VATE.*

2.7.3. Transmission de rapports au CNS

Les rapports d'expérimentation DHS et VATE contenant les résultats statistiques sont transmis au Secrétariat du CNS qui réunit un groupe d'experts pour en juger la validité.

En ce qui concerne le caractère rendement, seuls les essais retenus par ce groupe d'experts sont pris en compte pour les regroupements pluriannuels.

[L'annexe 1 suit :]

DISPOSITIFS EXPERIMENTAUX¹¹

I. Le dispositif en randomisation totale

1 facteur étudié + aucun gradient d'hétérogénéité

- La forme du dispositif et la disposition des traitements est entièrement aléatoire
- Il n'est pas utilisé en expérimentations de plein champ

1	4	3	4	2
5	3	2	5	1
5	1	3	1	5
2	3	4	2	4

5 traitements

4 répétitions

- Il n'est pas utilisé en expérimentations de plein champ

II. Le dispositif en bloc (Fisher)

1 facteur étudié + 1 gradient d'hétérogénéité

- 1 répétition = 1 bloc qui suit le sens du gradient repéré
- Répartition aléatoire des traitements dans chaque bloc

	6 traitements						3 répétitions
bloc 1	1	4	3	5	2	6	 sens du gradient d'hétérogénéité
bloc 2	5	3	2	6	1	4	
bloc 3	6	1	5	2	4	3	

- Dispositif le plus utilisé en expérimentations végétales

¹¹ Lycée Agricole Le Robillard – Basse Normandie : Les plans d'expériences en expérimentations végétales, mars 2008, (+33) 02 31 42 61 10 - legta.le-robillard@educagri.fr, www.le-robillard.fr

III. Le dispositif en carré latin

1 facteur étudié + 2 gradients d'hétérogénéités perpendiculaires

- Chaque ligne et chaque colonne sont des blocs
- Répartition aléatoire des traitements dans chaque bloc

3	2	1	4
1	4	2	3
2	3	4	1
4	1	3	2

sens du 1^{er} gradient
d'hétérogénéité



sens du 2^{ème} gradient d'hétérogénéité

- Chaque traitement figure une seule fois par ligne et par colonne

IV. Le dispositif en factoriel bloc

2 facteurs étudiés + 1 gradient d'hétérogénéité

- 1 répétition = 1 bloc qui suit le sens du gradient repéré
- Répartition aléatoire des traitements dans chaque bloc

1 facteur variété

3 variétés

V1, V2, V3

6 traitements (3x2)

1 facteur dose d'azote

2 doses d'azote

N1, N2

bloc 1	6	1	5	2	3	4
bloc 2	1	4	3	5	2	6
bloc 3	5	3	2	6	1	4

3 répétitions

sens du 1^{er} gradient
d'hétérogénéité



.../...

V. Le dispositif en split-plot

2 facteurs étudiés + 1 gradient d'hétérogénéité + 1 contrainte expérimentale

1 facteur variété 6 variétés V1, V2, V3, V4, V5, V6 **12 traitements (6x2)**
 1 facteur dose d'azote 2 doses d'azote avec et sans

bloc 1							sous bloc avec azote	3 répétitions	
							sous bloc sans azote		
bloc 2	V5	V2	V3	V4	V1	V6	sous bloc sans azote		sens du gradient d'hétérogénéité
	V1	V4	V5	V6	V2	V3	sous bloc avec azote		
bloc 3							sous bloc avec azote		
							sous bloc avec azote		

- Chaque bloc est divisé en autant de sous-blocs que de variantes du 1^{er} facteur (facteur qualifié de principal)
- Les traitements du second facteur sont affectés au hasard dans chaque sous-bloc (facteur dit subsidiaire)

VI. Le dispositif en criss-cross

2 facteurs étudiés + 1 gradient d'hétérogénéité + des contraintes expérimentales

1 facteur variété 6 variétés V1, V2, V3, V4, V5, V6 **12 traitements (6x2)**
 1 facteur dose d'azote 2 doses d'azote avec et sans

bloc 1							sous-bloc avec azote	3 répétitions	
							sous-bloc sans azote		
bloc 2	V1	V4	V5	V6	V2	V3	sous-bloc sans azote		sens du gradient d'hétérogénéité
	V1	V4	V5	V6	V2	V3	sous-bloc avec azote		
bloc 3							sous-bloc avec azote		
							sous-bloc avec azote		

- Chaque bloc est divisé en autant de sous-blocs que de variantes du 1^{er} facteur (facteur qualifié de principal)
- Les traitements du second facteur sont en vis-à-vis dans chaque sous-bloc (facteur dit subsidiaire)

CODE DÉCIMAL POUR LES STADES DE CROISSANCE (Échelle de Feekes - échelle de Zadoks, pour les [céréales cultivées](#))

Les échelles de Feekes ou de Zadocks sont des **échelles de notation des différents stades de développement**. Précises et relativement simples, elles ont en outre la qualité de détailler les périodes à forte activité physiologique.

Les dates sont exprimées en centième de l'année en cours. Un stade de développement est considéré comme acquis par une parcelle quand plus de la moitié des plantes ont atteint ce stade.

Feekes	Zadoks	Stade	Repère de croissance
1	10-11-12(2f)	Levée à 3 feuilles	Semis-levée
2	13(3f)-21(1t)	Début tallage	Tallage
3	22-23	Plein tallage	
4	24-25	Fin tallage	
5	Z30	Panicule 1 cm	
6	Z31	1 nœud	Montaison
7	Z32	2 nœuds	Gonflement
8	Z37	Apparition dernière feuille	
9	Z39	Ligule visible	
10	Z45	Gaine de la dernière feuille visible	
10.1	Z49-51	Gaine éclatée	Épiaison
10.2	Z53	¼ de la panicule sortie	
10.3	Z55	½ de la panicule sortie	
10.4	Z57	¾ de la panicule sortie	
10.5	Z59	Panicule totalement sortie	
10.5.1	Z61	Début floraison	Floraison
10.5.2	Z65	Mi-floraison	
10.5.3	Z69	Fin floraison	
10.5.4	Z71	Grain formé	
11.1	Z75	Grain laiteux	Maturation et formation du grain
11.2	Z85	Grain pâteux	
11.3	Z91	Grain jaune	
11.4	Z92	Grain mûr	
11.5		Surmaturité	

ANNEXE III

ÉCHELLE DE NOTATION VISUELLE

La notation visuelle de 1 à 9 est une méthode d'estimation visuelle du niveau d'attaque d'une plante ou d'un ensemble de plantes par une maladie donnée, mais aussi de l'étendue et de l'intensité des dégâts dus à un accident climatique, du peuplement, etc. Cette méthode, assez peu précise certes, permet néanmoins de décrire rapidement et sans faire de mesure le comportement d'une variété en étude. Elle s'applique particulièrement bien aux maladies du feuillage.

Quoique pouvant être assimilée à l'estimation d'un pourcentage, la notation de 1 à 9 est de nature qualitative et consiste à définir 9 classes, de **1 = absence ou minimum possible**, à **9 = maximum possible**.

La précision d'une notation sur un essai homogène est de plus ou moins 1 point, l'erreur étant maximale autour de 5. Cette précision est néanmoins suffisante pour décrire le comportement des variétés. Les échelles de notations visuelles sont adaptées aux différents types de caractères notés.

Tableau 1 - Peuplement à la levée

La notation traduit l'estimation visuelle du pourcentage de plantes levées sur le peuplement souhaité au semis (PL/PS).

Note	PL/PS	Intensité du caractère
1	0 %	↑
2	10 %	◦ non valable
3	25 %	→
5	50 %	très douteuses
6	75 %	↑
7	100 %	◦ valables à très valables
8	125 %	→
9	150 %	à définir en cours de végétation

Tableau 2 - Maturité

L'estimation du stade de maturation des parcelles traduit la précocité à maturité de chaque variété. La notation visuelle est effectuée en un seul passage autour du stade grain pâteux des variétés de précocité moyenne, de préférence sur les parcelles traitées contre les maladies cryptogamiques.

Note	Stade de maturation
1	Panicules et cols de panicules entièrement verts
2	Panicules commençant à jaunir
3	Panicules et cols de panicules commençant à jaunir
4	25 % de cols de panicules jaunes
5	50 % de cols de panicules jaunes
6	75 % de cols de panicules jaunes
7	100 % de cols de panicules jaunes
8	100 % de panicules et de cols de panicules jaunes, nœuds verts
9	100 % de panicules et de cols de panicules jaunes, nœuds jaunes

Annexe 3 : Échelle de notation visuelle, page 2 sur 2

Tableau 3 - Verse, échaudage, vigueur à la levée et au tallage, etc.

Note	Plantes affectées	Intensité du caractère
1	0 %	nulle
3	25 % ou 50 %	forte moyenne
5	50 % ou 100 %	forte moyenne
7	75 % ou 50 % et 50 %	forte moyenne forte
9	100 %	Forte

Exemple : la note de 5 en verse correspond à 50 % de la parcelle versée à plat ou 100 % inclinée à 45°, la note 7 en échaudage correspond à 75 % de grains pleins ou 50 % de grains vides et 50 % de grains ridés.

Tableau 4 - Maladies

Note	Plantes affectées	Surface foliaire attaquée ou % de panicules attaquées ou % de tiges attaquées
1	Absence de dégât	
2	Traces	
3	25 %	10 %
4	50 %	25 %
5	100 %	50 %
6	100 %	60 %
7	100 %	75 %
8	100 %	90 %
9	Maximum possible	

Tableau 5 - Validité parcellaire

Cette notation tient compte du peuplement de chaque parcelle, de leur homogénéité au début de la montaison et à l'épiaison (« effet terrain ») et des accidents particuliers pouvant survenir au semis (« manques ») ou en cours de végétation (lapins, sangliers, grêle...). Elle ne tient pas compte de dégâts dus à la sensibilité variétale aux maladies et aux conditions climatiques (froid, verse...).

Note	Validité des parcelles	Observations
1	Non valable	Les notes intermédiaires (2, 4, 6, 8) peuvent être aussi utilisées.
3	Très douteuse	
5	Douteuse	
7	Valable	
9	Très valable	

[Fin de l'annexe 3 et du document]