

---

# Protocole d'Expérimentation Multilocale

## Mil

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



*Source : alamy*

## Sommaire

I.	Introduction .....	3
II.	Conditions de réalisation et de conduite d'essais .....	3
2.1.	Mise à disposition des semences pour essais .....	3
2.2.	Dispositifs expérimentaux .....	3
2.3.	Mise en place d'un essai .....	3
2.3.1.	Choix du lieu d'implantation de l'essai .....	3
2.3.2.	Préparation du lit de semis .....	4
2.3.3.	Taille et identification des parcelles élémentaires .....	4
2.3.4.	Précédent cultural .....	4
2.3.5.	Semis et peuplement .....	4
2.4.	Conduite de la culture .....	5
2.4.1.	Lutte contre l'enherbement .....	5
2.4.2.	Fertilisation .....	5
2.4.3.	Protection phytosanitaire .....	5
2.4.5.	Autres pratiques .....	6
2.5.	Notations .....	6
2.5.1.	Notations relatives au développement de la culture .....	6
2.5.1.1.	Date de levée .....	6
2.5.1.2.	Vigueur au départ .....	6
2.5.1.3.	Régularité à la levée .....	7
2.5.1.4.	Peuplement à la levée .....	7
2.5.1.5.	Date d'épiaison .....	7
2.5.1.6.	Hauteur des plantes .....	7
2.5.1.7.	Maturité des plantes .....	7
2.5.2.	Notations des Facteurs de Régularité du Rendement (FRR) .....	7
2.5.2.1.	Estimation de la sensibilité aux FRR biotiques .....	7
2.5.2.2.	Estimation de la sensibilité aux FRR abiotiques .....	9
2.6.	Récolte et post-récolte .....	10
2.6.1.	Détermination de la teneur en eau .....	11
2.6.2.	Prélèvement de l'échantillon nécessaire à l'analyse technologique .....	11
2.6.3.	Analyse du rendement et de ses composantes .....	11
2.6.4.	Tests technologiques .....	14
2.6.5.	Tests de valeur environnementale .....	14
2.7.	Centralisation des informations et exploitation des résultats .....	14
2.7.1.	Analyse statistique .....	14
2.7.2.	Règles décisionnelles .....	14
2.7.3.	Transmission de rapports au CNS .....	15
	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 mil à être transformée en couscous, bouillie, beignets, 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 mil 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 mil en étude VATE et des variétés témoins définies annuellement par zone agroécologique. 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 mil en étude est trop élevé, la liste peut être subdivisée en séries variétales. Les listes variétales sont identiques pour l'ensemble du réseau concerné.

2.1.1. Le CNS reçoit, traite, conditionne et expédie au SNRA, expérimentateur, les lots de semences, regroupés par essai et série variétale.

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 mil, 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 mil. 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 (écart-type résiduel de l'ordre de 3 à 5 q/ha en rendement grain, ces écarts-types pouvant varier autour de ces seuils en fonction des conditions climatiques de l'année concernée) ;
- 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

Les parcelles élémentaires recommandées pour le mil, sont de 8 lignes d'une longueur minimale de 7,2 m, avec un écartement entre les lignes de 1 m et dans la ligne de 0,90 m. 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 lignes), il est recommandé de récolter la partie centrale des parcelles en laissant deux lignes de bordure non récoltées de chaque côté et les plantes de bordure au début et à la fin de chaque ligne. Ainsi, l'unité expérimentale est représentée par une parcelle élémentaire de 8 lignes de 7,2 m de long, espacées de 1 m. L'unité expérimentale et le carré utile ont une dimension respective de : 9 m x 7,2 m, soit 64,8 m<sup>2</sup>, et 6 m x 5,4 m soit 32,4 m<sup>2</sup>, comme ci-après illustré :

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 (plantation, récolte, etc.).

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

### 2.3.4. Précédent cultural

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 parcellaires seront calculées avec précision : compte tenu

du poids de 1000 grains et de la faculté germinative de chaque variété (90 % en moyenne pour le mil), 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 parcellaire 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. Le démariage devra être effectué à trois plants par poquet, 15 jours après semis (JAS).

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 1 m entre les rangs et de 0,90 m dans le rang, soit un poquet pour 0,90 m<sup>2</sup> de sol ou 11 111 poquets pour un hectare.

## **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 mil seront appliquées conformément aux pratiques recommandées pour la zone d'expérimentation.

En cas de sarclo-binage, le premier devra être effectué précocement au plus tard 15 à 20 jours après le semis. Même à cette date, il peut être réalisé avec la houe-manga. Le deuxième sarclage aura lieu 20 à 30 jours après le premier. On peut aussi effectuer un buttage ou un buttage cloisonné dès le 40<sup>ème</sup> jour après semis dans les parcelles à fort ruissellement.

### *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 mil :

- 1<sup>er</sup> apport au stade début tallage à plein tallage, i.e. 17 à 23 jours après semis ;
- 2<sup>e</sup> 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 protection phytosanitaire 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 d'attaque de Mildiou ou Lèpre du mil (*Sclerospora graminicola*) ou de Charbon ou Ergot du mil (*Tolyposporium penicillariae*) ou d'autres ravageurs, le traitement insecticide doit

couvrir l'ensemble de l'essai. L'expérimentateur se rapportera aux préconisations du Service de la Protection des Végétaux de sa région.

Dans les parcelles où il n'est pas possible d'alterner mil et sorgho ou mil et arachide ou faire une jachère, l'infestation par le striga est un handicap difficile à surmonter. Une bonne fumure organo-minérale peut limiter la prolifération du striga. Il est conseillé d'arracher le striga et de le brûler avant qu'il ne produise des graines. Cela est facile au moment de la récolte lorsque le mil ne produise des graines. Cela est facile au moment de la récolte lorsque le mil est à la terre. On peut aussi coucher les tiges avant récoltes en coupant la base des poquets. Les épis de mil poursuivront leur maturité, mais faute de plante vivante à parasiter, le striga mourra avant de produire des graines.

#### 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 mil 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.

### 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 centième 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.m<sup>-2</sup>** ». 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.

9 = Très sensible 1 = Résistant ou indemne
---

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

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.

Pour la plupart des espèces, certaines résistances aux bioagresseurs, mais également 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 la maladie étudiée, etc.).

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

i) **virus<sup>1</sup>** :

- Mosaïque de l'Herbe de Guinée (*Guinea Grass Mosaic Virus* GGMV-D)  ;
- Pyriculariose (*Pyricularia setariae* Nisikado)  ;
- Taches zonées (*Gleocercospora sorghi*)  ;
- Anthracnose (*Colletotricum graminicolum*)  ;

ii) **bactéries** :

- ;
- ;

iii) **champignons** :

- Charbon ou Ergot du mil (*Tolyposporium penicillariae*)  ;
- Mildiou ou Lèpre du mil (*Sclerospora graminicola*)  ;
- Rouilles () , ...  ;

iv) **nématodes<sup>2</sup>** :

- *S. Cavenessi*  ;
- *H. Dihystera*  ;
- *T. Gladiolatus*  ;
- *T. Mashhoodi*  ;
- *P. Pseudopratisensis*  ;
- *T. Falciformis*  ;
- *D. Myceliophagus*  ;

v) **insectes<sup>3</sup>** :

- Foreur de tiges (*Coniesta ignefusalis* Hamps)  ;
- Mineuse de l'épi de mil (*Heliocheilus albipunctella* De Joannis)  ;
- Criocère du mil (*Lema planifrons* Weise)  ;
- Chrysomèle de l'épi du mil (*Pseudocolapsis setulosa*

---

<sup>1</sup> [https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins\\_textes/pleins\\_textes\\_6/Idt/24204.pdf](https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/pleins_textes_6/Idt/24204.pdf) : maladies virales des plantes en Côte d'Ivoire

<sup>2</sup> [http://www.afes.fr/wp-content/uploads/2017/10/EGS\\_7\\_4\\_bois.pdf](http://www.afes.fr/wp-content/uploads/2017/10/EGS_7_4_bois.pdf) : Impact des nématodes phytoparasites de la zone soudano-sahélienne du Sénégal sur la croissance du mil en conditions contrôlées – IRD-CIRAD – AMIS Ecotrop.

<sup>3</sup> <http://www.beep.ird.fr/collect/upb/index/assoc/IDR-2008-DAB-INV/IDR-2008-DAB-INV.pdf> : Principaux insectes ravageurs du mil en Afrique de l'Ouest (PANTENIUS et KRALL, 1993)

- Lefèvre)  ;
- Cétoines (*Rhinyptia infuscata*)  ;
- Cétoines (*Pachnoda interrupta* Olivier)  ;
- Meloidae (*Decapotoma affinis* Olivier)  ;
- Cantharides (*Psalydolytta ssp*)  ;
- Cantharides (*Cylindrothorax ssp*)  ;
- Cécidomyie du mil (*Geromyia penniseti* Felt.)  ;
- Criquet sénégalais (*Oedaleus senegalensis* Krauss)  ;
- Criquet Pelerin (*Schisfocercu gregaria*)  ;
- Punaise rouge du mil (*Dysdercus vólkeri* Schmidt)  ;
- Forficule du mil (*Forficula senegalensis* Serville)  ;

vi) **acariens** :

- Acariens des céréales (*Oligonychus indicus*)  ;

vii) **adventices** :

- Graminées annuelles (*Cenchrus biflorus*, *Digitaria* spp., *Brachiaria* spp., *Daetyloctenium aegyptum*, *Pennisetum pedicellatum*, *Paspalum scrobiculatum*, *Eleusine indieu*, *Eragrotis tremula*)  ;
- Cyperacées (*Kyllingia squamulata*, *Cyperus amabilis*, *Bulbostylis barbata*, *Fimbristylis* spp.)  ;
- Espèces parasitant le mil (*Striga hermonthica*)  ;

viii) **oiseaux granivores** :

- Travailleur à bec rouge (*Quelea quelea*)  ;
- Travailleur à tête rouge (*Q. erythrops*)  ;
- Gendarme (*Ploceus cucumillafus*)  ;
- Moineau doré (*Passer luteus*)  ;

ix) **rongeurs nuisibles** :

- *Arvicunthis niloticus*  ;
- *Mastomis* sp. , ....

#### 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 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 mil, pour lesquels une notation devra être faite, sont ci-après listés :

i) **Température extrême** :

- forte  ;
- basse  ;

ii) **Verse :**

- résistante  ;
- sensible  ;

iii) **Photosensibilité<sup>4</sup> :**

- aphotique  ;
- indifférente  ;
- de jours courts ou nyctipériodique  ;
- de jours longs ou héméropériodique  ;

iv) **Toxicités édaphiques :**

- sel  ;
- fer  ;
- zinc  ;
- cuivre  ;
- magnésium  ;
- aluminium  ;

v) etc.

## 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 le mil, 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 du battage pour limiter les pertes d'épis ou de grains, sont les opérations élémentaires qui conditionnent la valeur finale de l'essai.

---

<sup>4</sup> Le photopériodisme<sup>4</sup> 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 héméropériodiques** : 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.

### 2.6.1. 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 100 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.

### 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 VAT 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). Cette mesure est effectuée à partir d'un échantillon de 500 g environ.

L'expérimentateur peut éventuellement utiliser un humidimètre électronique homologué et réaliser la mesure à partir d'un échantillon de 100 g environ.

### 2.6.3. Analyse du rendement et de ses composantes

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 m<sup>2</sup> 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).

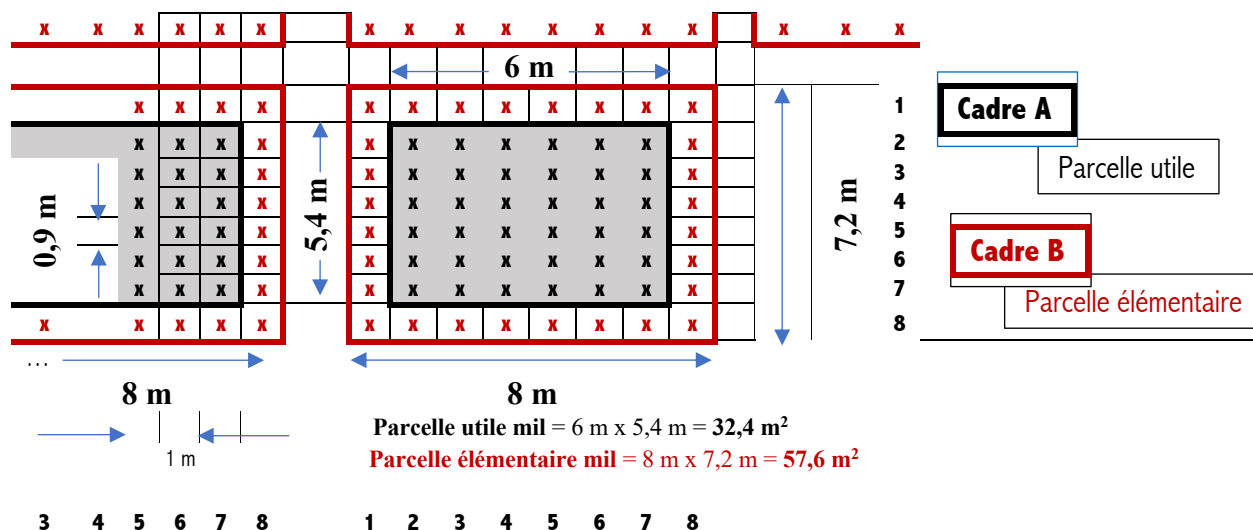
Le rendement se met en place tout au long du cycle de production, au travers de plusieurs composantes. De manière générale, ces composantes entrent en concurrence entre elles, mais l'intensité de cette concurrence va dépendre des conditions de croissance (rayonnement, eau, azote) et de la variété. Elles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

- **Le nombre de poquets par m<sup>2</sup> (poquets/m<sup>2</sup>)**

Le nombre de poquets.m<sup>-2</sup> est déterminé au semis (densité de semis). Il est la première composante de la réussite de la culture de mil puisqu'elle apporte en moyenne + 5 à + 10 % de rendement. La densité optimale de semis d'une variété sur une parcelle doit être raisonnée en fonction de : l'usage (maïs grain ou maïs fourrage), 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/m<sup>2</sup> 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 1 m interligne x 0,90 m intraligne, les côtés du cadre doivent être de 50 cm des lignes et de 45 cm entre les 1<sup>er</sup> et dernier poquets des lignes. Nous avons 6 lignes de 6 poquets, soit 36 poquets sur une PU de 6 m \* 5,4 m, soit 32,4 m<sup>2</sup>. Le nombre de poquets pour 1 m<sup>2</sup> est de 1,11, également utilisé pour mesurer le rendement à la récolte.

**Fig. 1 : Comment compter le nombre de poquets par unité de surface (m<sup>2</sup>)**



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

C'est le nombre de grains fixés sur une panicule. 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 10 épis pris au hasard dans la PU, en compte le nombre de grains et en fait la moyenne.

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 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 pourcentage de grains remplis (%), i.e. épillets remplis ou fertiles<sup>5</sup>**

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 mil) ;

<sup>5</sup> <https://www.semencesdefrance.com/actualite-semences-de-france/savoir-quantifier-manques-de-grain-epis/>



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 ovules fertiles) et le nombre total des grains (ovules comprises). Le nombre d'épillets fertiles par involucre (> ou < à 2).

Lorsque le nombre de grains est limité, quelle qu'en soit la raison, il n'y a rien qui puisse être fait pour changer la situation de la récolte du mil en cours. Toutefois, étudier et déterminer les causes peut conduire à des changements de gestion, qui peuvent contribuer à réduire le risque de perte d'ovules lors des récoltes à venir. Bien que la température et la sécheresse ne puissent être contrôlées, le travail du sol, la gestion de l'eau, la gestion de la fertilité, le contrôle de la population, l'espacement des plants, la sélection des semences, la lutte contre les insectes et un bon timing dans l'application des herbicides sont parmi les nombreux facteurs sur lesquels l'exploitant peut agir afin de réduire le stress pour la plante, d'améliorer la réussite de la pollinisation du mil et, en fin de compte, d'augmenter le nombre de grains de mil.

#### • **Le poids de la graine (PMG)**

Le poids de 1000 grains est généralement utilisé. On peut peser 10 lots de 100 graines et en faire la moyenne puis déterminer le PMG par règle de trois. Mais normalement, nous pouvons aussi compter trois ou cinq fois le nombre de grains qui correspond au poids indiqué (par exemple 5 g ou 2 g) et estimer la moyenne et le poids d'un grain. Après cela, nous pouvons convertir pour avoir le poids de 1000 grains.

De plus, ce poids est influencé par le pourcentage d'humidité contenue dans les grains. L'humidité relative de 15% est généralement utilisée. S'il est possible de vérifier le poids de l'eau contenue dans l'échantillon, le poids peut être ajusté selon les formules suivantes :

$$\text{Poids des graines avec une teneur en eau de 15\%} = \frac{\text{Poids actuel de 1000 grains} \times (100 - \text{teneur en eau relevée (\%)})}{100 - 15}$$

#### • **Le calcul du rendement estimé sur la base de ses composantes**

Le rendement et ses composantes sont, dans un premier temps, estimés sur une superficie de 32,4 m<sup>2</sup>, correspondant à la parcelle utile (PU). En multipliant les cinq composantes du rendement ci-dessus listés, le rendement est ainsi déterminé sur 32,4 m<sup>2</sup>. Ensuite, le rendement estimé pour un hectare (10 000 m<sup>2</sup>) 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 mil sont :

- le nombre de poquets pour 32,4 m<sup>2</sup> : 36 ;
  - le nombre d'épis par poquet : 7 ;
  - le nombre de grains par épis : 3000 ;
  - le pourcentage de grains remplis : 65%, et
  - le poids de 1000 grains à 15% : 8 grammes,
- alors :

$$\text{Le rendement estimé/m}^2 = \frac{\text{Nb poquets}}{32,4 \text{ m}^2} \times \frac{\text{Nb épis}}{\text{poquet}} \times \frac{\text{Nb grains}}{\text{épi}} \times \% \times \frac{\text{g}}{1000}$$

soit :

$$\text{Le rendement estimé/m}^2 = \frac{1,11}{1} \times \frac{7}{1} \times \frac{3000}{1} \times 0,65 \times \frac{8}{1000} = \frac{121,212}{1} \text{ g/m}^2$$

et

$$\text{Le rendement estimé/ha} = \frac{121,212 \text{ g}}{\text{m}^2} \times 10\,000 \text{ m}^2 = 1\,212\,120 \text{ g/ha} = 1,2 \text{ t/ha}$$

#### 2.6.4. Tests technologiques

Pour le mil, les caractères suivants sont généralement examinés dans le cadre des tests technologiques :

- teneur en protéines ;
- taux de glucides ;
- rendement au battage ;
- rendement au décortilage ;
- teneur en cendre ;
- teneur en phosphore ;
- acceptabilité à la cuisson ;
- aptitude à la transformation ;

#### 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.

## 2.7. 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.*

Au-delà de ces épreuves purement techniques (DHS & VATE) requises, pour être proposée à l'inscription sur la liste A du Catalogue national, la variété végétale candidate devra également remplir les exigences ci-après : (i) appartenir au taxon botanique énoncé (article 16.a)), (ii) être nouvelle et le requérant habilité (article 22.b)), (iii) avoir une dénomination acceptée (articles 6.c) et 27) et (iv) la taxe payée (articles 14 et 27).

### 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 EXPERIMENTAUX<sup>6</sup>****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

**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	↓ <b>sens du gradient d'hétérogénéité</b>		
bloc 2	5	3	2	6	1	4			
bloc 3	6	1	5	2	4	3			

Dispositif le plus utilisé en expérimentations végétales

<sup>6</sup> 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](mailto:legta.le-robillard@educagri.fr), [www.le-robillard.fr](http://www.le-robillard.fr)

### 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<sup>er</sup> gradient  
d'hétérogénéité



sens du 2<sup>ème</sup> gradient d'hétérogénéité

Chaque traitement figure une seule fois par ligne et par colonne

### 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  
1 facteur dose d'azote                2 doses d'azote                N1, N2

**6 traitements (3x2)**

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<sup>er</sup> gradient  
d'hétérogénéité



.../...

### 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	<b>3 répétitions</b>	
							sous bloc sans azote		
bloc 2	V5	V2	V3	V4	V1	V6	sous bloc sans azote		<b>sens du gradient d'hétérogénéité</b>
	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<sup>er</sup> facteur (facteur qualifié de principal)  
 Les traitements du second facteur sont affectés au hasard dans chaque sous-bloc (facteur dit subsidiaire)

### 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	<b>3 répétitions</b>	
							sous-bloc sans azote		
bloc 2	V1	V4	V5	V6	V2	V3	sous-bloc sans azote		<b>sens du gradient d'hétérogénéité</b>
	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<sup>er</sup> facteur (facteur qualifié de principal)  
 Les traitements du second facteur sont en vis-à-vis dans chaque sous-bloc (facteur dit subsidiaire)



## ANNEXE II

### 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	Montaison
6	<b>Z31</b>	1 nœud	
7	Z32	2 nœuds	
8	Z37	Apparition dernière feuille	Gonflement
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	Maturation et formation du grain
11.1	Z75	Grain laiteux	
11.2	Z85	Grain pâteux	
11.3	Z91	Grain jaune	
11.4	Z92	Grain mûr	
11.5		Surmaturité	

## 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

**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 %	Fort

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	