



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

Protocole d'expérimentation multilocale

Niébé

(Vigna unguiculata (L.) Walpers)

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



Source: F. Sinimbu, Feijão caupi (SeedQuest, Brazil)

Juillet 2021

Table des matières

I.	Introduction	1
II.	Conditions de réalisation et conduite d'essais	3
2.1.	Mise à disposition des semences	3
2.2.	Dispositifs expérimentaux	3
2.3.	Mise en place d'un essai	4
2.3.1.	Choix du lieu d'implantation de l'essai	4
2.3.2.	Préparation du lit de semis	4
2.3.3.	Dimensions 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
2.5.	Notations	5
2.5.1.	Notations relatives au développement de la culture	5
2.5.2.	Notations des Facteurs de Régularité du Rendement (FRR)	6
2.6.	Récolte et post-récolte	8
2.6.1.	Récolte de l'essai	8
2.6.2.	Opérations post-récolte	8
2.6.3.	Prélèvement de l'échantillon moyen	9
2.6.4.	Analyse du rendement graine et de ses composantes	9
2.6.5.	Épreuve de la valeur technologique	11
2.6.6.	Épreuve de la valeur environnementale	11
2.7.	Centralisation des informations et exploitation des résultats	11
2.7.1.	Analyse statistique des données	11
2.7.2.	Règles décisionnelles	12
2.7.3.	Transmission de rapports au CNS	12
2.8.	Liste des annexes	13
	DISPOSITIFS EXPERIMENTAUX	14
	ÉCHELLE BBCH DES STADES PHÉNOLOGIQUES DU NIÉBÉ	17
	ÉCHELLE DE NOTATION VISUELLE	20

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 (COAFÉV) (cf. Articles 70 et 68 des règlements C/REG.4/05/2008 de la CEDEAO et N° 03/2009/CM/UEMOA). Cette inscription suit des règles de procédures précises qui garantissent que les variétés végétales commercialisées disposent bien des caractéristiques qui figurent sur la fiche descriptive de chacune de ces variétés. Toute variété végétale candidate à l'inscription au catalogue national, doit être examinée par un service désigné du ministère en charge de l'agriculture de l'État membre, ci-après dénommée « le Comité National des Semences végétales et plants » (COASem/ CNS). Ce service désigné peut lui-même conduire les examens techniques 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 (COAFÉV).

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

1.3. L'épreuve de 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 très peu consommatrice d'engrais chimiques) ;
 - iii) les pesticides (variété résistante/tolérante aux FRR biotiques) ;
 - iv) les pratiques agricoles (travail du sol, etc.) ; etc.

1.4. L'étude du rendement est réalisée à travers le réseau national d'expérimentations multilocales (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 d'une variété végétale au catalogue, restent sous la responsabilité du CNS. En étroite collaboration avec le SNRA, le CNS assure l'organisation, la programmation et

l'homologation des essais, et l'exploitation des résultats de l'expérimentation. Le réseau d'expérimentation comporte selon les spécificités de la culture étudiée, au moins deux zones agro-écologiques spécifiques, avec un nombre d'essais variant de 7 à 21 pour plusieurs sites d'expérimentation.

1.5. Les essais doivent être réalisés dans le strict respect des protocoles expérimentaux détaillés approuvés par le groupe d'experts, mis en place par le CNS à cette occasion. Ce groupe d'experts 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 faisabilités expérimentales et de compétences particulières et, d'autre part, sur l'ensemble des essais du RNEM qui détermine la ou les zones spécifiques de recommandation de la nouvelle variété.

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 niébé à donner de bonne qualité nutritionnelle en graines sèches ou en gousses vertes, et sa fane, à être utilisée, comme fourrage, 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. : en 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, 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 agricoles. Face à la menace carbone et aux effets des changements climatiques, une attention est 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 nouvelles variétés sont expérimentées dans différentes zones agro-écologiques spécifiques 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 usitées), témoins spécifiques pour l'étude des FFR 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 conforme et harmonisée de l'épreuve de la VATE d'une variété de niébé candidate à l'inscription au catalogue national des espèces et variétés végétales d'un État membre, telles que exigées par les dispositions pertinentes des règlements semenciers régionaux harmonisés. Il s'articule autour des points ci-après : (i) Mise à disposition des semences pour l'expérimentation, (ii) Choix du dispositif expérimental adéquat, (iii) Mise en place d'un essai, (iv) Conduite de la culture, (v) Notations de la culture, (vi) Récolte et Post-récolte et (vii) Centralisation des informations et exploitation des résultats.

II. Conditions de réalisation et conduite d'essais

2.1. Mise à disposition des semences

La liste des variétés de niébé à éprouver est composée des nouvelles variétés candidates pour la culture et des variétés témoins définies annuellement par zone agro-écologique. Dans certains cas, des variétés déjà inscrites peuvent être ajoutées à la liste officielle avec l'accord du groupe d'experts du CNS. Lorsque le nombre de variétés en étude est élevé, la liste peut être subdivisée en séries variétales. La liste de variétés en étude est identique pour l'ensemble des sites du réseau d'expérimentation concerné.

Le CNS reçoit, traite, conditionne et expédie au SNRA chargé de l'expérimentation, les lots de semences, regroupés par essai et par série variétale, le cas échéant.

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

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 au catalogue 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.).

L'objectif de l'essai 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 "fertilisation" ou parfois "traitement phytosanitaire", par exemple, afin d'apporter des informations sur la relation entre le facteur "variété" et ce "second" facteur.

Les dispositifs fréquemment rencontrés dans le cadre des expérimentations du RNEM sont les suivants :

- i) 1 facteur étudié + aucun gradient d'hétérogénéité = complètement randomisé ;
- ii) 1 facteur étudié + 1 gradient d'hétérogénéité = en blocs de Fisher
- iii) 1 facteur étudié + 2 gradients d'hétérogénéité 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 de l'essai, il est recommandé de mettre en place 3 blocs par niveau.

La mise en place d'un essai avec deux facteurs en étude, a pour but d'apprécier la productivité de la variété, avec et sans fertilisation ou protection chimique contre les nombreux ravageurs ou les maladies virales, bactériennes ou cryptogamiques du niébé.

L'[annexe 1](#) fournit plus de détails sur les dispositifs expérimentaux.

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 de la culture du niébé. Il doit être 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, ou d'une ancienne termitière, etc. Dans la mesure du possible, l'essai doit être installé sur une parcelle bien nivelée.

2.3.2. Préparation du lit de semis

Toutes les façons culturales superficielles précédant le semis et permettant d'obtenir un sol meuble et fertile, sont 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 du tracteur en particulier).

2.3.3. Dimensions et identification des parcelles élémentaires

La surface parcellaire recommandée est de 10 à 16 m². Dans ces conditions, des parcelles élémentaires de 4 à 5 rangs, avec un écartement entre les rangs de 50 ou 80 cm et un écartement sur la ligne de 25 ou 40 cm respectivement, sur une longueur minimale de 4 m, permettent une surface récoltable (ou parcelle utile) d'environ 4,5 à 7,68 m². C'est pour limiter efficacement les effets de compétition (dus aux parcelles environnantes) et les effets de bordure (dus aux écartements entre parcelles adjacentes qui sont de 1 m au moins), qu'il est fortement recommandé de récolter la partie centrale des parcelles élémentaires en laissant un rang de bordure non-récolté de chaque côté, et un poquet non-récolté à chaque extrémité de rang ([Figure 1](#)).

On veillera à réduire les écarts inter-parcelles (parcelles adjacentes) au minimum strictement nécessaire pour permettre le passage.

Les parcelles "manquantes" à la suite d'un problème au semis doivent être ressemées ou repiquées, de préférence avec la variété utilisée pour la bordure, sinon avec une variété inscrite au catalogue.

2.3.4. Précédent cultural

Le précédent cultural doit être classique pour une région donnée et permettre l'implantation des essais dans de bonnes conditions d'installation et de développement de la nouvelle culture de niébé.

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. La quantité de semences nécessaire à chaque parcelle élémentaire, à raison de deux à trois graines-semences par poquet, est calculée avec précision, compte tenu : (i) de la densité de peuplement et (ii) de la surface effective à semer. Cette surface est supérieure à la surface parcellaire récoltable (ou parcelle utile).

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 du niébé seront appliquées conformément aux pratiques recommandées pour la zone d'expérimentation.

2.4.2. Fertilisation

2.4.2.1. *Fertilisation organique*

La fumure organique est enfouie à plat, sur toute la surface de l'essai, selon les doses recommandées pour la zone.

2.4.2.2. *Fertilisation minérale*

Le niveau de la fumure minérale est calculé selon la méthode des bilans. La dose est identique sur l'ensemble de l'essai, et répartie comme engrais de fond à la volée, en un apport juste après le premier sarclage.

2.4.3. Protection phytosanitaire

Un suivi de l'état sanitaire des parcelles, au niveau des différents organes des plantes (tiges, feuilles, fleurs, capsules) est nécessaire durant la culture, particulièrement au stade floraison. En cas d'infestation par des insectes ravageurs, une protection homogène de l'essai à l'aide d'un insecticide systémique approprié et suivant les recommandations du SNRA ou de la Protection des Végétaux est fortement préconisée. Les dates et produits de traitement seront notés dans le rapport.

Pour les essais à deux niveaux de facteur, dont le second facteur est un traitement phytosanitaire, les sous-blocs traités le sont avec les produits préconisés annuellement, à partir des recommandations du SNRA, afin de viser l'objectif de l'étude.

2.5. Notations

Les observations ci-dessous sont toutes importantes. Elles vont contribuer à l'appréciation de la valeur agronomique et environnementale des variétés en essai, notamment le rendement et ses composantes et fournir des renseignements complémentaires sur la sensibilité de la variété végétale candidate, aux facteurs de régularité du rendement (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 du niébé ([annexe 2](#)).

2.5.1.1. *La date de levée*

Elle correspond à la date d'apparition de la crosse de l'hypocotyle à la surface du sol « cracking stage ». Les lignes sont visibles (**stade 09**). Elle est exprimée en centième de l'année civile.

2.5.1.2. Le peuplement à la levée et taux d'émergence

À partir d'un dénombrement quotidien de plantules émergées par jour après semis, le taux de levée cumulé est la somme des taux d'émergence journaliers. Ce dénombrement quotidien est réalisé, au stade 10, sur les rangs centraux des parcelles élémentaires, en dehors des 2 rangs de bordure, sur 2 blocs ou répétitions si la levée est régulière. En cas d'irrégularité de levée, les comptages doivent être effectués de la même manière sur l'ensemble de l'essai.

Le taux d'émergence journalier (TEj) des plantules est calculé suivant la formule : $TEj = (Ni / Ng) \times 100$ - le rapport du Nombre de plantules ayant émergé le jour i (Ni) sur le Nombre total de poquets semés (Ng), exprimé en pourcent. Le TEj permet d'apprécier la vigueur germinative.

À la fin de l'observation, les poquets manquants sur les lignes centrales sont replantés à partir de plantules des deux lignes de bordure de la parcelle élémentaire.

2.5.1.3. Le peuplement à la récolte

Un dénombrement de plantes se fait à la récolte sur l'ensemble des blocs de l'essai, correspondant au stade 89, à la maturité de 95 des gousses. Le peuplement est calculé à partir des dénombrements de pieds trouvés sur les **parcelles utiles**, en dehors de toute bordure.

2.5.1.4. Le photopériodisme

La photopériode influençant l'initiation florale (stade 51) d'une variété photosensible, il sera notifié précisément la sensibilité ou non à la photopériode de la variété candidate.

2.5.1.5. La floraison 50% des plantes

La date de 50% des plantes présentes dans la parcelle sont en floraison est notée (stade 65). La date est exprimée en quantième de l'année civile.

2.5.1.6. La longueur des gousses

La longueur des gousses est mesurée à la date où la majorité des gousses sont prêtes pour la consommation en frais sur une parcelle élémentaire. Cette date, exprimée en quantième, est considérée comme la date de consommation en niébé vert pour cette variété.

Cette mesure de longueur est faite au stade 78, sur les plantes identifiées comme constituant les échantillons parcellaires (§ 2.6.4 - Analyse du rendement graine et de ses composantes).

2.5.1.7. La maturité des gousses

L'estimation du stade de maturité des plantes traduit la précocité à maturité de chaque variété. Pour le niébé, la notation visuelle est effectuée environ à la maturité des 95% des gousses de la parcelle élémentaire (stade 89). La date est exprimée en quantième.

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 **incidence**). Les échelles de notation vont de 1 à 9 pour tous les caractères qualitatifs observés ([annexe 3](#)).

1 = Très Résistant ou Indemne
9 = Très sensible

La date et le stade des plantes au moment de la notation devront obligatoirement figurer dans le cahier d'observation. Les notations doivent être effectuées sur chaque parcelle de l'essai.

2.5.2.1. Estimation de la sensibilité aux FRR biotiques

La variété végétale candidate pourrait être sensible aux FRR biotiques (attaques de maladies liées aux virus, aux bactéries et aux champignons ou aux insectes, aux acariens et autres ravageurs) qui peuvent engendrer des dégâts. Ces dégâts ou **sévérité** sont notés sur l'ensemble du feuillage ou de la plante, en utilisant la même échelle ([annexe 3 – tableau 1](#)).

Pour la plupart des espèces, certaines résistances aux bio-agresseurs, 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 du niébé pour lesquelles une notification devra nécessairement être faite, sont :

- Maladies bactériennes
 - i) Le chancre bactérien, maladie bactérienne causée par *Xanthomonas campestris* pv *vignicola* (Burkholder) Dye, et
 - ii) La yellow blister disease causée par (*Synchytrium dolichi*) ;
- Maladies virales
 - iii) La Cowpea Aphid-borne Mosaic (CAbMV) et
 - iv) La Cowpea Mosaic Virus (*Sphaceloma sp.*), sont deux maladies virales importantes du niébé, transmises par les semences et les pucerons ;
- Maladies cryptogamiques
 - v) L'antracnose causée par *Colletotrichum lendemuthianum* avec des lésions lenticulaires sur la tige principalement ;
 - vi) La Rouille avec *Uromyces appendiculatus* ;
 - vii) Le *Macrophomina phaseolina*.
- Insectes nuisibles
 - viii) Les thrips (*Megalurothrips sjostedti*) sur les fleurs figurent au nombre des principaux insectes nuisibles du niébé ;
 - ix) Les pucerons (*Aphis craccivora* Kock) peuvent causer des pertes de rendement considérables ;
 - x) La chenille poilue du niébé (*Amsacta moloneyi* DRc) ;
 - xi) Les cicadelles (*Empoasca* spp.) ;
 - xii) La mouche du haricot (*Ophiomyia* spp.) ;
 - xiii) Le foreur de gousses (*Maruca testulalis*, *Maruca vitrata*, *Heliotis* spp.),
 - xiv) Les punaises suceuses de gousses du genre (*Clavigralla* spp., *Anoplocnemis* sp., *Riptortus* spp., *Nezara viridula*, etc.)
 - xv) Les nématodes du genre (*Meloidogyne* spp., *Rotylenchus* spp. et *Pratylenchus* spp.), sur racines
 - xvi) Les bruches (*Callosobruchus maculatus*, *C. chinensis*, *Bruchidius atrolineatus*), très redoutables sur les graines sèches.
- Plantes parasites
 - xvii) Les phanérogames parasites (*Striga gesnerioides* (Willd) Vatke) et *Alectra vogelii* Benth., provoquent le dépérissement prématuré des plantes de niébé.

D'autres maladies fongiques, virales ou bactériennes ou des ravageurs, pourraient apparaître dans une localité, et constituer un handicap important pour la production. Elles seront donc correctement identifiées avec le SNRA et suivi par notation visuelle des dégâts occasionnés sur une variété-candidate.

2.5.2.2. Estimation de la sensibilité aux FRR abiotiques

La variété végétale candidate pourrait être sensible aux FRR abiotiques (climat : sécheresse, chaleur, des toxicités édaphiques) qui peuvent aussi engendrer des dégâts dits climatiques ou physiologiques.

2.5.2.2.1. Toxicités édaphiques ou autres dégâts divers

Ils sont à signaler, accompagnés, dans la mesure du possible, d'une notation visuelle des dégâts à la suite d'un diagnostic foliaire simple ou sur d'autres organes de la plante.

- i) La sensibilité à l'acidité
- ii) La sensibilité à la toxicité aluminique.

2.6. Récolte et post-récolte

La récolte d'un essai se fait à la maturité physiologique des 95% des gousses de la parcelle élémentaire. Pour certaines variétés plusieurs récoltes sont possibles.

2.6.1. Récolte de l'essai

2.6.1.1. Récolte de l'échantillon parcellaire (placette)

Avant la récolte en bulk de la parcelle utile (PU), un échantillon représentatif du nombre de poquets contenus sur un m² (poquets/m²) est récolté dans chaque PU, pour les besoins de l'analyse au laboratoire des composantes du rendement (cf. § 2.6.4 - nombre de poquets par unité de surface et **Figure 1**).

Il est ensuite procédé au dénombrement du nombre exact de plantes récoltées dans l'échantillon, sachant que le semis est fait à 2 ou 3 graines, sans démariage à une plantule dans certain cas.

2.6.1.2. Récolte de la parcelle utile

Le nombre total de pieds récoltés sur la parcelle utile est noté.

La récolte de chaque parcelle utile est regroupée et placée sur une claie de séchage. Un exemple de calcul harmonisé de la superficie de la parcelle utile est donné à la **Figure 1**.

2.6.2. Opérations post-récolte

2.6.2.1. Séchage, battage et vannage

Le séchage de la récolte se fera à l'air libre ou toutes autres technologies appropriées, jusqu'à l'obtention d'un poids constant.

2.6.2.2. Mesures

- **La teneur en eau des graines sèches (% eau)**

Différentes méthodes permettent la mesure de la teneur en eau des graines. Cependant, elle peut également être mesurée à l'aide d'un humidimètre homologué sur un échantillon de 100 g. Elle permet, entre autres, de corriger les rendements calculés et d'assurer une bonne conservation des graines.

- **L'indice de récolte**

L'indice de récolte est le rapport entre le poids des graines sèches de la PU sur la biomasse sèche (qui est la somme des poids secs des gousses matures, des gousses vides et de fane). Il permet une appréciation du double usage des variétés de niébé (alimentation humaine : graines et feuilles fraîches ; alimentation animale : fourrage) et de faire le choix variétal pertinent pour l'atteinte des objectifs de l'utilisateur.

- **Le rendement graine potentiel à l'hectare (kg/ha)**

Le rendement graine potentiel à l'hectare est estimé à partir du produit entre (Poids de graines sèches de la PU + Poids de graines sèches de l'échantillon standard) et (10 000 m² / Superficie en m² de la PU).

- **Le rendement fane potentiel à l'hectare (kg/ha)**

Le rendement fane potentiel à l'hectare est estimé à partir du produit entre (Poids de fane séchée de la PU + Poids de fane séchée de l'échantillon standard) et (10 000 m² / Superficie en m² de la PU).

2.6.3. Prélèvement de l'échantillon moyen

Certains essais du RNEM font l'objet d'analyses statistiques, de tests pour évaluer la valeur technologique de la variété candidate. L'expérimentateur est informé en cours de campagne si son essai est concerné pour ces analyses. L'échantillon prélevé pour ces analyses et tests doit être représentatif de chaque variété végétale (échantillon moyen), à partir de la récolte de tous les blocs ou toutes les répétitions.

2.6.4. Analyse du rendement graine et de ses composantes

Le rendement des légumineuses tropicales à graines est la combinaison de plusieurs composantes. Ces dernières comprennent : (i) le nombre de plantes par unité de surface (le m² standard est utilisé), (ii) le nombre de gousses matures par plante, (iii) le nombre de graines sèches par gousse, (iv) le taux de remplissage des graines matures, (v) le poids de 100 graines sèches. Chacune d'elles s'élabore au cours d'une phase différente du cycle de la culture. Elles interagissent donc en cascade, sous l'influence du milieu (climat, sol, façons culturales).

- **Le nombre de poquets par unité de surface (plantes/m²)**

Le semis étant effectué en poquets, le nombre de poquets récoltable est contenu dans la parcelle centrale, comme indiqué par le cadre en grisé, de la **Figure 1**. Les côtés du cadre sont à mi-chemin entre les rangées et entre les poquets. Ainsi, sur une parcelle élémentaire de 5 m de long, aux écartements de 50 cm x 25 cm, un poquet a une superficie de 0,125 m².

Le nombre de poquets/m² peut également être utilisé pour mesurer le rendement à la récolte. Ainsi, pour des écartements de semis de 50 cm x 25 cm, **le nombre de poquets par unité de surface est 8 poquets/m²**. **Ce nombre est valablement utilisé pour constituer l'échantillon à récolter dans la parcelle utile, en vue de l'analyse des composantes et l'estimation des rendements graine et fane.** Avec les mêmes écartements, ce nombre est invariant, que l'on installe un essai à 4 ou 5 lignes pour la parcelle élémentaire.

Une fois identifiés les 8 poquets représentatifs de l'échantillon standard, il est procédé au décompte du nombre de plantes présentes (**plantes/m²**), du fait qu'il est utilisé plusieurs graines au semis sans toujours procéder à un démariage à une plante.

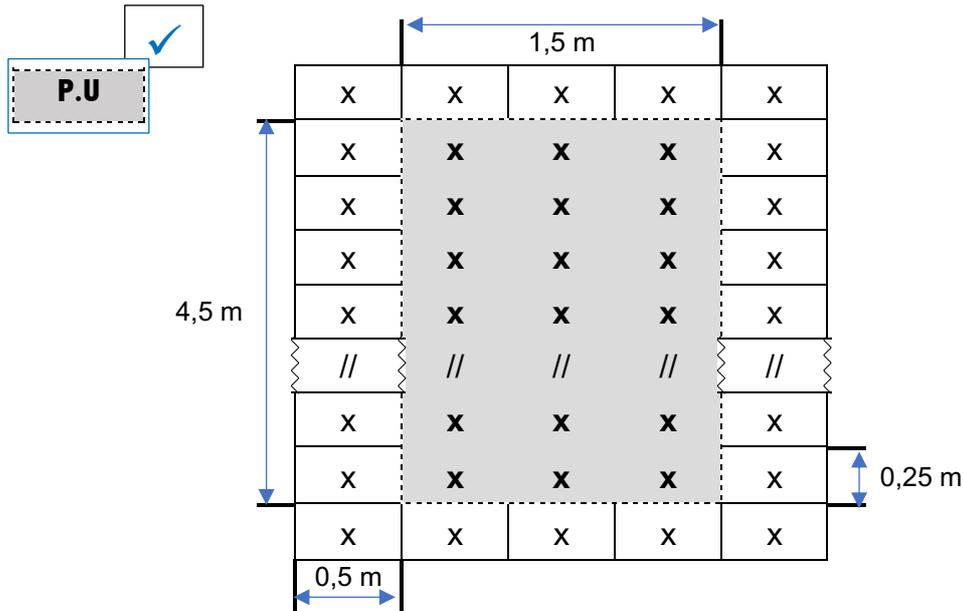


FIGURE 1 : la Parcelle centrale (P.U récoltable) est de 3 rangs moins les poquets des extrémités de rang, soit $(4,5 \times 1,5 = 6,75 \text{ m}^2)$. Soit **54** poquets théoriques à récolter.

- **Le nombre de graines sèches par gousse (graines/gousse)**

Le nombre de graines sèches par gousse est déterminé en dénombrant après décorticage des gousses de la plante, le nombre total de graines sèches pondéré par le nombre de gousses mures de la même plante.

- **Le taux de remplissage des graines mures (% graines/plante)**

C'est le rapport du poids des graines mûres sèches des plantes sur le poids sec total des gousses (gousses pleines + gousses vides) des mêmes plantes de l'échantillon.

- **Le poids de 100 graines sèches (g/100 graines)**

Le poids de 100 graines est obtenu après dénombrement et pesé de 100 graines sèches.

De manière standard, la teneur en eau des graines mûres de niébé doit se situer entre 7 et 9% après séchage des gousses. Ainsi, l'ajustement du poids de 100 graines sèches à une humidité relative de 8 %, se fait en utilisant la formule suivante :

Poids 100 graines à 8 % eau	$= \frac{\text{Poids 100 graines mesurée} \times (100 - \% \text{ eau mesurée})}{100 - 8}$
------------------------------------	--

- **Le rendement graine estimé sur la base de ses composantes (g/m²)**

Le rendement graine par m² estimé est calculé à partir de ses composantes par unité de surface de 1 m² (g/m²). Il est obtenu par les produits successifs du nombre de plantes par m², du nombre de gousses par plante, du nombre de graines sèches par gousse, du % graines mures au décorticage et du poids de 100 graines sèches, divisé par 100. Soit :

Rendement estimé /m²	$= \frac{\text{plantes}}{\text{m}^2} \times \frac{\text{gousses}}{\text{plante}} \times \frac{\text{graines}}{\text{gousse}} \times \% \text{ de remplissage} \times \frac{\text{g/100 Gr.}}{100}$
--	--

Exemple chiffré :

$$\text{Rendement estimé en m}^2 = \frac{8}{1} \times \frac{34}{1} \times \frac{14}{1} \times 46,8\% \times \frac{12,87}{100} = 229,36 \text{ g/m}^2$$

soit :

$$\text{Rendement estimé en ha} = 229,36 \text{ g/m}^2 \times \frac{10\,000 \text{ m}^2}{1\,000} = 2\,294 \text{ kg/ha} = 2,294 \text{ t/ha}$$

2.6.5. Épreuve de la valeur technologique

Pour le niébé, les caractéristiques physico-chimiques suivantes sont généralement examinées dans le cadre des tests technologiques :

- **Valeur énergétique**
- **Teneur en protéines**
- **Teneur en fibres alimentaires**
- **Teneur en Fer**
- **Teneur en Magnésium**
- **Analyse sensorielle.**

2.6.6. Épreuve de la 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 bio-agresseurs.

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), (ii) de la sensibilité aux FRR biotiques et abiotiques et (iii) des réponses 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 des données

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

Les données collectées seront traitées de préférence 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 de l'analyse statistique sont transmis au Secrétariat du CNS qui réunit un groupe d'experts pour en juger la validité.

En ce qui concerne l'analyse du rendement et de ses composantes, seuls les essais retenus par ce groupe d'experts sont pris en compte pour les regroupements multi-sites ou pluriannuels ([annexe 3](#) – [tableau 2](#)).

2.8. Liste des annexes

Annexe 1	: Dispositifs expérimentaux	3 pages
Annexe 2	: Code décimal BBCH des stades de croissance	3 pages
Annexe 3	: Échelle de notation visuelle	1 page

[Annexe 1 suit]

DISPOSITIFS EXPERIMENTAUX¹

I. Le dispositif en randomisation totale

1 facteur étudié + aucun gradient d'hétérogénéité en présence

- 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 expérimentation de plein champ

II. Le dispositif en bloc de Fisher

1 facteur étudié + 1 gradient d'hétérogénéité

- 1 bloc est disposé **perpendiculairement** au sens du gradient repéré
- Répartition aléatoire des traitements dans chaque bloc

	6 traitements						3 blocs		
bloc 1	1	4	3	5	2	6			
bloc 2	5	3	2	6	1	4			
bloc 3	6	1	5	2	4	3			

**sens unique du
gradient
d'hétérogénéité**

- Dispositif le plus utilisé en expérimentation agricole

¹ 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'hétérogénéité 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 bloc est perpendiculaire au 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 blocs**
sens du 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 blocs ↓ sens du gradient d'hétérogénéité
	-----						sous bloc sans azote	
bloc 2	V5	V2	V3	V4	V1	V6	sous bloc sans azote	
	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 facteur principal,
- Les traitements du second facteur sont **affectés au hasard** dans chaque sous-bloc.

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 blocs ↓ sens du gradient d'hétérogénéité
	-----						sous-bloc sans azote	
bloc 2	V1	V4	V5	V6	V2	V3	sous-bloc sans azote	
	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 facteur principal,
- Les traitements du second facteur **sont disposés en vis-à-vis** dans chaque sous-bloc.

ÉCHELLE BBCH DES STADES PHÉNOLOGIQUES DU NIÉBÉÉchelle BBCH des stades phénologiques de croissance du haricot (*Phaseolus vulgaris* L. var. *nanus*).

Stade principal	Code	Description
0 : Germination	00	Semence sèche
	01	Début de l'imbibition de la graine
	03	Imbibition complète
	05	La radicule sort de la graine
	07	Hypocotyle et cotylédons percent les téguments de la graine
	08	Hypocotyle et cotylédons se dirigent vers la surface du sol
	09	Levée : les cotylédons percent la surface du sol
1 : Développement des feuilles	10	Les cotylédons sont étalés
	12	2 feuilles sont étalées (une paire de feuilles est étalée)
	13	3 feuilles étalées (première feuille trifoliolée)
	1 .	Et ainsi de suite...
	19	9 ou davantage de feuilles étalées (2 feuilles simples et 7 ou davantage de feuilles trifoliolées)
2 : Formation de pousses latérales	21	La première pousse latérale est visible
	22	2 pousses latérales sont visibles
	23	3 pousses latérales sont visibles
	2 .	Et ainsi de suite...
	29	9 ou davantage de pousses latérales sont visibles
5 : Apparition de l'inflorescence	51	Les premiers boutons floraux sont visibles et dépassent les feuilles
	55	Les premiers boutons floraux individuels, mais toujours fermés sont visibles et dépassent les feuilles
	59	Les premiers pétales sont visibles, les boutons floraux sont nombreux mais toujours fermés
6 : Floraison	60	Les premières fleurs sont ouvertes (sporadiquement)
	61	Début de la floraison (2)
	62	20% des fleurs sont ouvertes (1)
	63	30% des fleurs sont ouvertes (1)
	64	40% des fleurs sont ouvertes (1)
	65	Pleine floraison : 50 % des fleurs sont ouvertes (1) Période de floraison principale (2)
	67	La floraison s'achève : la majorité des pétales sont tombés ou desséchés (1)
	69	Fin de la floraison : les premières gousses sont visibles (1)

ANNEXE 2 : Stades de croissance

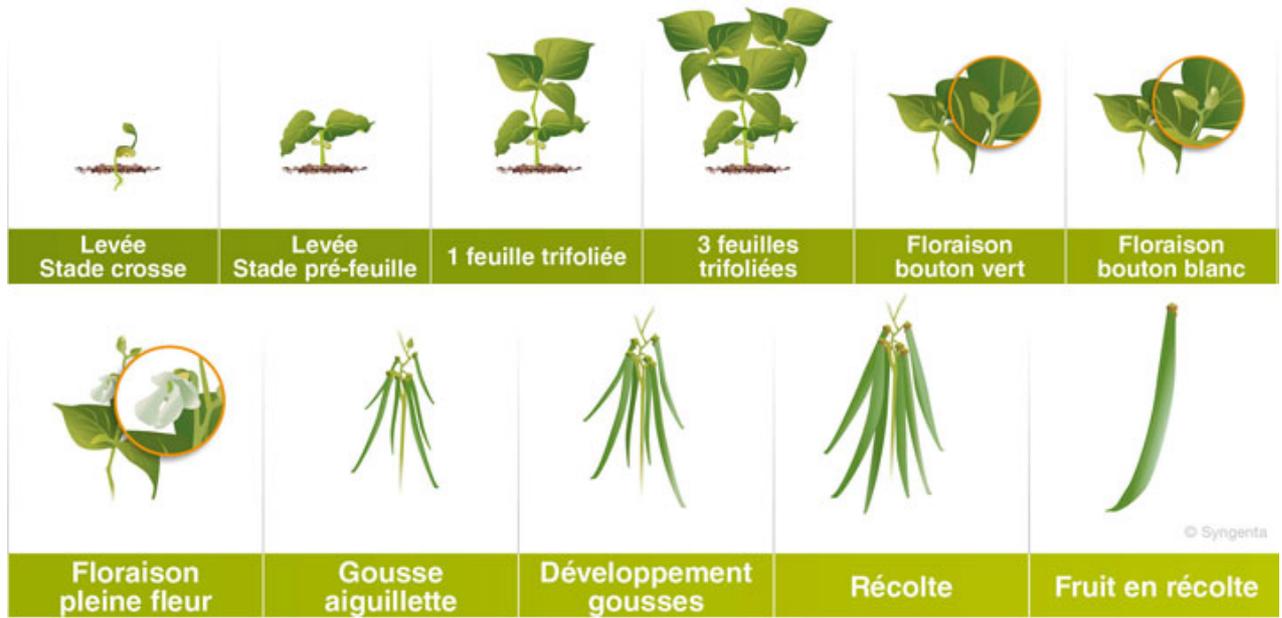
7 : Développement du fruit	71	10% des gousses ont atteint leur longueur finale (1) Début du développement des gousses
	72	20% des gousses ont atteint leur longueur finale (1)
	73	30% des gousses ont atteint leur longueur finale (1)
	74	40% des gousses ont atteint leur longueur finale (1)
	75	50% des gousses ont atteint leur longueur finale, les graines commencent à remplir la gousse (1) Période principale du développement des gousses (2)
	76	60% des gousses ont atteint leur longueur finale (1)
	77	70% des gousses ont atteint leur longueur finale, les gousses se cassent proprement (1)
	78	80% des gousses ont atteint leur longueur finale (1)
	79	Les gousses ont atteint leur longueur finale, les haricots sont visibles individuellement (1)
8 : Maturation des fruits et graines	81	10% des gousses sont mûres (les gaines sont dures) (1) Début de la maturation des graines (2)
	82	20% des gousses sont mûres (les graines sont dures) (1)
	83	30% des gousses sont mûres (les graines sont dures) (1)
	84	40% des gousses sont mûres (les graines sont dures) (1)
	85	50% des gousses sont mûres (les graines sont dures) (1) Période de maturation principale (2)
	86	60% des gousses sont mûres (les graines sont dures) (1)
	87	70% des gousses sont mûres (les graines sont dures) (1)
	88	80% des gousses sont mûres (les graines sont dures) (1)
	89	Maturation complète : les gousses sont mûres (les graines dures) (1)
9 : Sénescence	97	La plante est morte
	99	Produit après récolte

(1) Pour les variétés à période de floraison limitée.

(2) Pour les variétés à période de floraison non limitée.

Échelle BBCH des stades phénologiques de croissance du haricot (*Phaseolus vulgaris* L. var. *nanus*).
In: Feller, C.; H. Bleiholder; L. Buhr; H. Hack; M. Hess; R. Klose; U. Meier; R. Stauss; T. van den Boom; E. Weber (1995). "Étapes phénologiques de développement des plantes : II. Légumes à fruits et légumineuses. *Newsbl. Deut*". *Pflanzenschutzd.* **47**: 217–232.

ANNEXE 2 : Stades de croissance



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 - Sensibilité aux Maladies, Virus, Ravageurs

Note	Plantes affectées = Incidence	Surface foliaire ou % de tiges attaquées = Sévérité de l'attaque
1	0 = Absence de symptôme	0 %
3	1-15 %	1-15 %
5	16-35 %	16-30 %
7	36-55 %	31-45 %
9	> 55 %	> 45 %

Tableau 2 - Validité de la parcelle d'expérimentation

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, rongeurs...). Elle ne tient pas compte de dégâts dus à la sensibilité variétale aux maladies et aux conditions climatiques (chaleur, 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]