



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

Protocole d'expérimentation multilocale

Igname

Dioscorea alata L.; *Dioscorea rotundata* ; *Dioscorea polystachya* Turcz.; *Dioscorea japonica* Thunb.; *Dioscorea esculenta*

Essais de Valeur Agronomique, Technologique et Environnementale (VATE)



Source : INERA

Juillet 2021

Sommaire

I.	Introduction	2
II.	Conditions de réalisation et de conduite d'essais	4
2.1.	Mise à disposition des semences pour essais	4
2.2.	Dispositifs expérimentaux	4
2.3.	Mise en place d'un essai	5
2.3.1.	Choix du lieu d'implantation de l'essai	5
2.3.2.	Préparation de la plantation et plantation	5
2.3.3.	Taille et identification des parcelles élémentaires	5
2.3.4.	Précédent culturel	6
2.3.5.	Plantation et peuplement	6
2.4.	Conduite de la culture (les pratiques culturales sont celles en vigueur dans la zone d'expérimentation)	6
2.4.1.	Lutte contre l'enherbement	6
2.4.2.	Fertilisation	6
2.4.3.	Protection phytosanitaire	6
2.4.4.	Autres pratiques	7
2.5.	Notations	7
2.5.1.	Notations relatives au développement de la culture	7
2.5.1.1.	La date de reprise	7
2.5.1.2.	Le peuplement à la reprise	7
2.5.1.3.	La Vigueur des plants	8
2.5.1.4.	La hauteur des plantes	8
2.5.1.5.	La maturité des plantes	8
2.5.2.	Notations des Facteurs de Régularité du Rendement (FRR)	8
2.5.2.1.	Estimation de la sensibilité aux FRR biotiques	8
2.5.2.2.	Estimation de la sensibilité aux FRR abiotiques	9
2.6.	Récolte et post-récolte	10
2.6.1.	La détermination de la teneur en eau	10
2.6.2.	Le prélèvement de l'échantillon moyen	10
2.6.3.	L'analyse du rendement et de ses composantes	10
2.6.4.	Les tests technologiques	12
2.6.5.	Les tests de valeur environnementale	13
2.7.	Centralisation des informations et exploitation des résultats	13
2.7.1.	Analyse statistique	13
2.7.2.	Règles décisionnelles	13
2.7.3.	Transmission de rapports au CNS	14
	DISPOSITIFS EXPERIMENTAUX	1
	CODE DÉCIMAL POUR LES STADES DE CROISSANCE	2
	ÉCHELLE DE NOTATION VISUELLE	4

I. Introduction

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).

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).

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.) ;
 - iii) de la valeur technologique ou d'utilisation :
 - i) la qualité organoleptique ;
 - ii) la valeur industrielle ;
 - iii) la valeur nutritionnelle ;
- c) 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 (modes de travail du sol, etc.)

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.

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.

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.

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 d'igname à ne pas disloquer après cuisson, 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).

L'étude de la valeur environnementale est également réalisée au travers un réseau spécifique représentatif des différentes pratiques culturelles du pays, en tenant compte de la diversité des itinéraires techniques de production de l'igname, en termes d'exigence en intrants agricoles (eau, engrais, pesticides), y compris les pratiques culturelles. 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.

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.

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 d'igname candidates à l'inscription au catalogue national des espèces et variétés végétales d'un État membre tel 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 post-récolte (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 d'igname 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 d'igname en étude est trop élevé, la liste peut être subdivisée en séries variétales. Les listes variétales sont identiques pour l'ensemble du réseau concerné.

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

Table 1. Groupe de maturité

Note	Appréciation	Description
1	Très tardive	Tous les plants de la parcelle restent verts (feuillage et tiges)
3	Tardive	75% des plants des plants de la parcelle montrent un feuillage vert mais peu de plants (jusqu'à 25% de la parcelle montrent jusqu'à 25% de feuilles sénescentes)
5	Moyenne	50% des plants sont soit verts ou en début de senescence. Seulement 50% des plants de la parcelle avec 25% en senescence ou présentant un début de jaunissement
7	Précoce	Les plants présentent un feuillage sénescé (75% des plants de la parcelle avec 50 de feuillage jaunissant mais avec des tiges vertes)
9	Très précoce	Les plants sont complètement sénescés avec un jaunissement complet ou uniforme (feuilles et tiges sénescées)

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 l'igname, 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 culturels, la proximité d'une haie, etc. Dans la mesure du possible, l'essai doit être installé sur une parcelle bien nivelée.

L'igname préfère les sols profonds, friables et bien drainés permettant une croissance adéquate des tubercules. Les terrains de jachères, argilo-limoneux humifères sont les meilleurs sols.

2.3.2. Préparation de la plantation et plantation

Toutes les façons superficielles précédant la plantation seront effectuées sur un sol parfaitement nivelé et perpendiculairement au sens prévu pour les lignes de plantation, 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).

La préparation du sol s'effectue avant l'installation des pluies, en buttes ou en billons. Les semences sont des tubercules entiers ou des fragments de tubercules. En cas d'utilisation des fragments de tubercules, traiter les fragments au fongicide si possible. La plantation intervient en général avant le début de la saison de pluie.

2.3.3. Taille et identification des parcelles élémentaires

La surface parcellaire minimum recommandée pour les plantations en billons est de 30 m². Dans ces conditions, des parcelles élémentaires (PE) de 6 billons, avec un écartement dans la ligne de 100 cm sur une longueur minimale de 5 m, permettent une surface récoltable d'environ 30 m². Pour limiter efficacement les effets de compétition (dus aux parcelles environnantes) et les effets de bordure (dus aux écartements entre parcelles qui sont plus importants que les écartements entre les rangs), il est recommandé de récolter la partie centrale des parcelles en laissant deux rangs de bordure non récoltés de chaque côté. Ainsi, semer 6 billons sur une longueur de 5 mètres et récolter les 12 plants centraux paraît une solution satisfaisante. La surface totale d'une parcelle est alors d'environ 6 m x 5 m = 30m² et la surface récoltée d'environ 3 m x 4 m = 12 m².

Pour les plantations en buttes, les parcelles élémentaires auront 6 lignes de 5 buttes espacées entre lignes de 1 m et sur la ligne de 1m. Le nombre total est de 30 buttes pour une parcelle et le nombre de buttes récoltées est de 12 buttes, les buttes centrales.

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 à la plantation 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.

[Il est recommandé de n'introduire les plantes à racines ou tubercules dans la rotation que tous les quatre ans, voire plus, à cause des repousses et pour empêcher l'accroissement ou le maintien des parasites du sol (rhizoctone, gale commune, nématodes à kystes, etc.).]

2.3.5. Plantation et peuplement

Toutes les parcelles d'un essai sont semées ou plantées le même jour. Les dates de plantation se situent dans la moyenne régionale. Les peuplements désirés à la reprise doivent être semblables pour toutes les variétés. Les quantités de plants parcellaires seront calculées avec précision : (i) compte tenu de la faculté germinative de chaque variété, ainsi que de la densité et de la surface effectivement plantée. Cette surface est supérieure à la surface parcellaire récoltable (alignement en cours de végétation).

Dans le cas de la plantation de l'igname, 10000 semenceaux/ha correspondent à la dose de semis pour le repiquage d'un ha. Les dates de semis et les densités de peuplement doivent se situer dans la moyenne régionale. Les plantations seront réalisées à partir de semenceaux d'environ 50 g issus de fragments de tubercules plus gros ou de tubercules entiers plus petits. Pour une meilleure levée les semenceaux devraient être prégermés. La densité de repiquage est de 100 cm entre lignes /buttes et de 100 cm dans la ligne, à raison de un semenceau par poquet sur le billon ou par butte. Quantité de semenceaux : 1200 à 2200 kg/ha

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 de l'igname seront appliquées conformément aux pratiques recommandées pour la zone d'expérimentation.

2.4.2. Fertilisation

Le chercheur 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. L'igname répond positivement aux fumures azotées. Cependant, la fertilisation minérale a généralement augmenté les pertes par avaries pour les conservations de longue durée. Les pratiques culturales les plus courantes, dans les systèmes de culture à base d'igname sont les rotations de types quadriennal et triennal.

2.4.3. Protection phytosanitaire

Le chercheur 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.

2.4.4. 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 méthodes, dispositifs et méthodes expérimentaux 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 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 à *l'Échelle BBCH des stades phénologiques des espèces à racines ou tubercules* (Feller et al, 1995).

L'échelle BBCH des stades phénologiques est une échelle 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.

2.5.1.1. La date de reprise

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. Le peuplement à la reprise

Un premier comptage de plantes environ 21 jours après plantation y compris les variétés témoins. Lorsque les semences sont prégermées la reprise est homogène. Le peuplement est calculé à partir des dénombrements de pieds trouvés sur les 6 plants centraux, en dehors des rangs de bordure, sur chacune des répétitions si la reprise est régulière. En cas d'irrégularité de la reprise, les comptages doivent être effectués aussi sur les variétés concernées, et sur toutes les répétitions. Le choix des placettes est fait au hasard. Deux données sont nécessaires : le nombre de plantes comptées et la surface de comptage afin de déterminer le nombre de plantes/m². S'il n'y a pas de problème de reprise, 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 repris par rapport au peuplement souhaité (**annexe 3 - tableau 1**).

2.5.1.3. *La Vigueur des plants*

. La vigueur de la patate douce est une caractéristique de l'adaptation aux conditions du milieu. Elle se mesure en étapes soit 1 mois après plantation et 1 mois plus tard suivant une échelle de 1 à 3.

Tableau 2. Vigueur des plants

Note	Appréciation	Description
1	Faible	75% à 100% des plans de parcelle sont petits, avec peu de feuilles et la tige mince
2	Moyenne	Intermédiaire à normal
3	Vigueur	75% à 100% des plants sont robustes, avec une tige épaisse, et les feuilles très bien développées ou feuillage abondant

2.5.1.4. *La hauteur des plantes*

Les mesures sont effectuées sur toutes les variétés sur la tige mature avant senescence, sur 3 ou 4 répétitions ; elles sont exprimées en centimètres.

2.5.1.5. *La 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 50% senescence des tiges (**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. 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 de la plante, en utilisant la même échelle. L'expérimentateur signalera une attaque éventuelle de son essai et effectuera une notation visuelle **avec l'assistance des phytopathologistes et entomologistes**.

Pour la plupart des espèces, certaines résistances aux bioagresseurs sont étudiées 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 l'igname, pour lesquelles une notation devra être faite, sont ci-après listés :

- i) maladies virales :**
 - Mosaïque (*Yam mosaic virus*) ;
 - *Dioscorea latent potexvirus* ;
- ii) maladies bactériennes :** ..., ..., ...,...,... ;
- iii) maladies cryptogamiques :** ...
 - Anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) ,
 - Fusarium (*Fusarium semitectum* Berk. et Rav., *Fusarium scirpi* Lamb),
 - Rhizoctoniose (*Rhizoctonia solani*) ;
- iv) maladies liées aux nématodes :**
 - *Scutellonema bradys*...,
 - *Pratylenchus coffea*...,
 - *Radopholus similis*... ;
- v) maladies liées aux insectes :**
 - Cochenille (*Aspidiella hartii*) ...,
 - Coléoptères (*Heteroligus meles*) ...,
 - Chenilles (*Euzopherodes vapidella*) ...,
 - Le ver blanc de l'igname (*Heteroliaus spp.*) ...,... ;
- vi) maladies liées aux acariens :** ..., ..., ...,...,... ;
- vii) Les adventices**
 - Le chiendent (*Elymus repens*)
 - Souchet rond ou cyperus à fleur jaune (*Cyperus tuberosus*) ;
 - Souchet rond ou cyperus à fleur rouge (*Cyperus rotundus*)
- viii) autres ravageurs de la culture :** ..., ..., ...,...,....

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*.

Les FRR abiotiques majeurs spécifiques à la culture de l'igname, pour lesquelles une notification devra être faite, sont ci-après listés :

- i) températures extrêmes :**
 - forte ,
 - basse ;
- ii) photosensibilité :**
 - aphotique ;
 - indifférente ;
 - de jours courts ou nyctipériodique ;
 - de jours longs ou héméro périodique ;
- iii) toxicités édaphiques :**
 - sel ,
 - fer ,
 - zinc ,
 - cuivre ,
 - magnésium ,
 - aluminium ;

iv) 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 l'activité à la fin d'un bloc). Pour l'igname, la récolte se fait manuellement à la maturité physiologique, i.e. à environ 5 à 6 mois après plantation-

L'organisation de l'activité de récolte et de pesée, le réglage du matériel, , sont les opérations élémentaires qui conditionnent la valeur finale de l'essai.

2.6.1. La détermination de la teneur en eau

Cette mesure de l'humidité du tubercule, qui doit être effectuée dans les heures qui suivent, n'est pas vraiment un paramètre indispensable / important pour l'igname.

2.6.2. Le prélèvement de l'échantillon moyen

Certains essais du RNEM font l'objet d'analyses statistiques, de tests de valeur technologique et environnementale. 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 toutes les répétitions.

2.6.3. L'analyse du rendement et de ses composantes

Le rendement de l'igname est la combinaison de plusieurs composantes. Ces dernières comprennent : (i) le nombre de plants par unité de surface (le m^2 est normalement utilisé), (ii) le nombre de tubercules par plant, et (iii) le poids moyen d'un tubercule. 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).

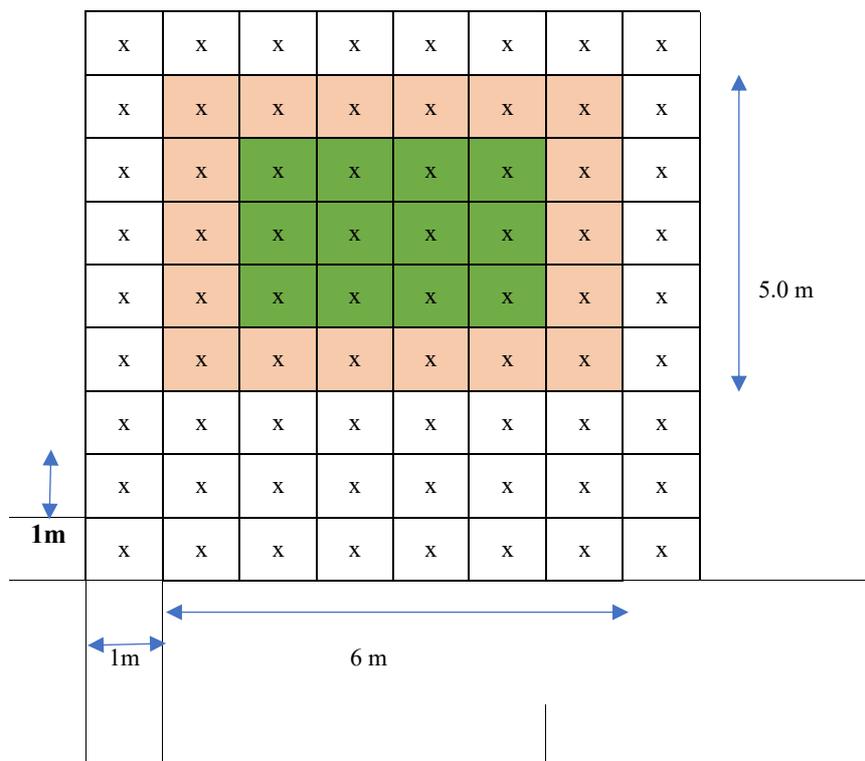
Le rendement se met en place tout au long du cycle de production, au travers de plusieurs composantes. De manière générale, ces composantes entrent en concurrence entre elles, mais l'intensité de cette concurrence va dépendre des conditions de croissance (rayonnement, eau, azote) et de la variété. Elles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

- **Le nombre de plants par m^2 (poquets/ m^2)**

Le nombre de plants/ m^2 est déterminé à la plantation. Récolter et compter l'échantillon par parcelle élémentaire.

Le nombre de plants/parcelle élémentaire doit être compté comme indiqué par le cadre A de la figure ci-après. Les côtés du cadre devraient être à mi-chemin entre les rangées. Ainsi, dans une parcelle aux écartements de 100 cm x 100 cm, le nombre de plants est compté sur les 2 lignes centrales. Le nombre de plants/ m^2 est également utilisé pour mesurer le rendement à la récolte.

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



PE : 6m x 5m = 30 m²

Nombre de plans de la parcelle élémentaire : 6 x 5 = 30 plants

PU : 4m x 3 m = 12 m²

Nombre de plants à récolter (sur PU): 4 x 3 = 12 plants

- **Le nombre de tubercules par plant (tubercules/poquet)**

Dans le cas des méthodes de semis en ligne : nous comptons d'abord le nombre total de tubercules qui ont été récoltés que nous allons diviser par le nombre de plants ou mieux par la surface récoltée (tubercule par m²).

- **Le poids moyen d'un tubercule**

Le poids moyen d'un tubercule est généralement utilisé. Il est déterminé par le poids des tubercules par plant divisé par le nombre total de tubercules par plant. Il est calculé pour chaque variété et pour chaque répétition selon la formule suivante :

$$\text{Poids moyen d'un tubercule/m}^2 = \frac{\text{Poids des tubercules produits par plant}}{\text{nombre de tubercules par plant}}$$

- **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 1 m² (g/ m²). En multipliant les trois composantes du rendement ci-dessus listés, le rendement est ainsi déterminé sur 1 m². Ensuite, le rendement estimé pour un hectare (10 000 m²) est obtenu en multipliant le rendement estimé sur 1 m² par 10 000 m², comme indiqué dans l'exemple ci-dessous.

Exemple : Si les valeurs estimées des composantes du rendement de l'igname sont :

- le nombre de plants par m² ;
- le nombre de tubercules par plant
- le poids moyen d'un tubercule,

alors

$$\text{Le rendement estimé/m}^2 = \frac{\text{Nb plants}}{\text{m}^2} \times \frac{\text{Nb tubercules}}{\text{plant}} \times \frac{\text{Poids}}{\text{tubercule}}$$

$$\text{Le rendement estimé/ha} = \frac{\text{Nb plants}}{\text{m}^2} \times \frac{\text{Nb tubercules}}{\text{plant}} \times \frac{\text{Poids}}{\text{tubercule}} \times 10000$$

Exemple : Si les valeurs estimées des composantes du rendement de l'igname sont :

- le nombre de plants par m² : 1 ;
- le nombre de tubercules par plant : 1 ;
- le poids moyen d'un tubercule = 1300 grammes
- alors

$$\text{Le rendement estimé/m}^2 = \frac{1}{\text{m}^2} \times \frac{1}{\text{plant}} \times \frac{1300}{\text{tubercule}} = 1300\text{g}$$

$$\text{Le rendement estimé/ha} = \frac{1}{\text{m}^2} \times \frac{1}{\text{plant}} \times \frac{1300}{\text{tubercule}} \times 10000 = 13 \text{ T/ha}$$

2.6.4. Les tests technologiques

Pour l'igname, les caractères suivants sont généralement examinés dans le cadre des tests technologiques ou d'utilisation :

- Facilité à l'épluchage ;
- Aptitude au pilage
- Durée de cuisson
- Dislocation du tubercule bouilli
- Apparence du tubercule bouilli
- Couleur de la chair du tubercule bouilli
- Attractabilité du tubercule bouilli
- Texture du tubercule bouilli
- Adhérence du tubercule bouilli
- Goût du tubercule bouilli

2.6.6. Les 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%.

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 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 :] Liste des annexes

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

[Annexe 1 suit]

DISPOSITIFS EXPERIMENTAUX¹**I. Le dispositif en randomisation totale**

1 facteur étudié + aucun gradient d'hétérogénéité

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

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

5 traitements

4 répétitions

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

II. Le dispositif en bloc (Fisher)

1 facteur étudié + 1 gradient d'hétérogénéité

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

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

- Dispositif le plus utilisé en expérimentations végétales

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'hétérogénéités perpendiculaires

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

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

sens du 1^{er} gradient
d'hétérogénéité



sens du 2^{ème} gradient d'hétérogénéité

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

IV. Le dispositif en factoriel bloc

2 facteurs étudiés + 1 gradient d'hétérogénéité

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

1 facteur variété

3 variétés

V1, V2, V3

6 traitements (3x2)

1 facteur dose d'azote

2 doses d'azote

N1, N2

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

3 répétitions

sens du 1^{er}
gradient
d'hétérogénéité



.../...

V. Le dispositif en split-plot

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

1 facteur variété

6 variétés

V1, V2, V3, V4, V5,
V6

12 traitements (6x2)

1 facteur dose d'azote

2 doses d'azote

avec et sans

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

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

VI. Le dispositif en criss-cross

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

1 facteur variété

6 variétés

V1, V2, V3, V4,
V5, V6

12 traitements (6x2)

1 facteur dose d'azote

2 doses d'azote

avec et sans

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

bloc 3						sous- bloc avec azote
						sous- bloc avec azote

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

CODE DÉCIMAL POUR LES STADES DE CROISSANCE

Échelle BBCH des stades phénologiques des espèces à racines ou tubercules, Feller et al, 1995

L'échelle BBCH des stades phénologiques est une **échelle 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.

Stade principal 0	Germination, bourgeonnement
00	Semence sèche
01	Début de l'imbibition des graines
03	Imbibition complète
05	La radicule sort de la graine
07	Hypocotyle et cotylédons percent les téguments de la graine
09	Levée : les cotylédons percent la surface du sol
Stade principal 1	Développement des feuilles (tige principale)
10	Cotylédons étalés, point végétatif apical ou initiales des premières vraies feuilles visibles
11	Première feuille étalée
12	2 feuilles étalées
13	3 feuilles étalées
1.	Et ainsi de suite...
19.	9 ou davantage de feuilles étalées
Stade principal 4	Développement des organes végétatifs de récolte
41	Racines, tiges ou tubercules commencent à se développer (diamètre > 0,5cm)
42	Racines, tiges ou tubercules ont atteint 20 % de leur taille finale
43	Racines, tiges ou tubercules ont atteint 30 % de leur taille finale
44	Racines, tiges ou tubercules ont atteint 40 % de leur taille finale
45	Racines, tiges ou tubercules ont atteint 50 % de leur taille finale
46	Racines, tiges ou tubercules ont atteint 60 % de leur taille finale
47	Racines, tiges ou tubercules ont atteint 70 % de leur taille finale
48	Racines, tiges ou tubercules ont atteint 80 % de leur taille finale
49	Racines, tiges ou tubercules ont atteint leur taille finale typique pour la variété
Stade principal 5	Apparition de l'inflorescence
51	La pousse principale commence à sortir
53	La pousse principale a atteint 30 % de sa hauteur
55	Sur l'inflorescence principale, les premières feuilles individuelles sont visibles (fermées)

ANNEXE II

57 Les premières feuilles individuelles (fermées) sont visibles sur l'inflorescence secondaire

59 Les premiers pétales sont visibles, les fleurs sont toujours fermées

Stade principal 6

La floraison

60 Les premières fleurs sont ouvertes (sporadiquement)

61 Début de la floraison : 10 % des fleurs sont ouvertes

62 20 % des fleurs sont ouvertes

63 30 % des fleurs sont ouvertes

64 40 % des fleurs sont ouvertes

65 Pleine floraison : 50 % des fleurs sont ouvertes

67 La floraison s'achève : la majorité des pétales sont tombés ou desséchés

69 Fin de la floraison

Stade principal 7

Développement du fruit

71 Les premiers fruits sont formés

72 20 % des fruits ont atteint leur taille finale

73 30 % de fruits ont atteint leur taille finale

74 40 % des fruits ont atteint leur taille finale

75 50 % des fruits ont atteint leur taille finale

76 60 % des fruits ont atteint leur taille finale

77 70 % des fruits ont atteint leur taille finale

78 80 % des fruits ont atteint leur taille finale

79 Tous les fruits ont atteint leur taille finale

Stade principal 8

Maturation des fruits et graines

81 Début de la maturation : 10 % des fruits sont mûrs ou 10 % des graines ont leur couleur typique et sont dures et sèches

85 50 % des fruits sont mûrs ou 50 % des graines ont leur couleur typique et sont dures et sèches

89 Maturité complète : les graines de toute la plante ont leur couleur typique et sont dures

Stade principal 9

Sénescence

92 Début de la décoloration des feuilles et des pousses

95 50 % des feuilles sont jaunes ou mortes

99 Produit après récolte

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 4 - Maladies

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	

Période de maturités

Note	Appréciation	Description
1	Très tardive	Tous les plants de la parcelle restent verts (feuillage et tiges)
3	Tardive	75% des plants des plants de la parcelle montrent un feuillage vert mais peu de plants (jusqu'à 25% de la parcelle montrent jusqu'à 25% de feuilles sénescentes)
5	Moyenne	50% des plants sont soit verts ou en début de senescence. Seulement 50% des plants de la parcelle avec 25% en senescence ou présentant un début de jaunissement
7	Précoce	Les plants présentent un feuillage sénescent (75% des plants de la parcelle avec 50 de feuillage jaunissant mais avec des tiges vertes)
9	Très précoce	Les plants sont complètement sénescents avec un jaunissement complet ou uniforme (feuilles et tiges sénescentes)

Symptômes des maladies virales

Note	Description
1	Pas de symptômes visibles sur feuilles et tiges
2	Présence de mosaïques sur presque toutes les feuilles
3	Symptômes légers sur peu de feuilles sans distorsion des feuilles
4	Mosaïque sévère sur presque toutes les feuilles avec distorsion des feuilles
5	Mosaïque sévère (décoloration), sévère distorsion des feuilles et rabougrissement des plants

Paramètres d'utilisation

	1	2	3	4
· Facilité à l'épluchage ;	Difficile	Facile	Habituellement mangé sans éplucher	
· Aptitude au pilage	Bonne	Pauvre		
· Durée de cuisson				
· Dislocation du tubercule bouilli	Très faible	Intermédiaire	Très élevée	
· Apparence du tubercule bouilli	Mauvaise	Acceptable	Bonne	
· Couleur de la chair du tubercule bouilli	Blanc	Non coloré	Très coloré	
· Attractabilité du tubercule bouilli	Mauvaise	Acceptable	Bonne	
· Texture du tubercule bouilli	Lisse	Granuleuse	Fibreuse	
· Adhérence du tubercule bouilli	Collante	Très collante		
· Goût du tubercule bouilli	Très amer	Amer	Sucré	Très sucré