

2024-2025

Master 1

Biologie végétale

ANALYSE DE DONNEES PHENOTYPIQUES DANS LE CADRE D'ESSAIS DHS

*Étude de caractères calculés à des fins
d'optimisation d'évaluations DHS de
plantes fourragères et à gazon*

BUSSON MARTIN

03/12/03

Sous la direction de Frédéric Lafaillette

STAGE REALISE AU GEVES

DU 22/04/25 AU 08/08/25

Maître de stage : Frédéric Lafaillette

Jury

Christophe Veronesi : président

Philippe Simier : tuteur académique

Frédéric Lafaillette : membre

Claudine Landes : membre



Soutenu publiquement

Le 01/07/25

Document public



2024-2025

Master 1

Biologie végétale

ANALYSE DE DONNEES PHENOTYPIQUES DANS LE CADRE D'ESSAIS DHS

*Étude de caractères calculés à des fins
d'optimisation d'évaluations DHS de
plantes fourragères et à gazon*

BUSSON MARTIN

03/12/03

Sous la direction de Frédéric Lafaillette

STAGE REALISE AU GEVES

DU 22/04/25 AU 08/08/25

Maître de stage : Frédéric Lafaillette

Jury

Christophe Veronesi : président

Philippe Simier : tuteur académique

Frédéric Lafaillette : membre

Claudine Landes : membre



Soutenu publiquement

Le 01/07/25

Document public



AVERTISSEMENT

L'université n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans les travaux des étudiant·es : ces opinions doivent être considérées comme propres à leurs auteurs.



DUNE : Dépôt numérique des étudiants

Autorisation de diffusion en ligne

Partie réservée à l'étudiant-e

Courriel :

N° étudiant-e :

Je soussigné-e

certifie être l'auteur-e du document intitulé

préparé sous la direction de

et soutenu le

Je certifie la conformité de la version électronique déposée avec l'exemplaire imprimé remis au jury et certifie disposer de tous les droits sur les documents figurant dans mon mémoire ou, à défaut, disposer de toutes les autorisations nécessaires auprès des ayants droits. Agissant en l'absence de toute contrainte et sachant que je dispose à tout moment d'un droit de retrait de mes travaux :

☐ **J'autorise la diffusion du document en texte intégral par l'Université d'Angers :**

☐ accès tout public

À compter : ☐ de la date de soutenance

☐ accès réservé communauté universitaire

☐ du :

☐ **Je n'autorise pas la diffusion du document**

Le :

A :

Signature :



Partie réservée au maître ou à la maîtresse de stage

Nom du (de la) maître de stage :

☐ **J'autorise la diffusion du document en texte intégral par l'Université d'Angers :**

☐ accès tout public

À compter : ☐ de la date de soutenance

☐ accès réservé communauté universitaire

☐ du :

☐ **Je n'autorise pas la diffusion du document**

Le :

A :

Signature :

Partie réservée aux membres du jury

Nom(s) :

☐ **J'autorise la diffusion du document en texte intégral par l'Université d'Angers :**

☐ sans corrections

☐ accès tout public

À compter : ☐ de la date de soutenance

☐ avec corrections

☐ accès réservé communauté
universitaire

☐ du :

☐ **Je n'autorise pas la diffusion du document**

Le :

A :

Signature(s) :

REMERCIEMENTS

Je souhaite remercier chaleureusement l'équipe du GEVES, et en particulier le personnel du site de l'Anjouère, pour son accueil, sa disponibilité et la qualité de son encadrement tout au long du stage.

J'adresse mes remerciements à Frédéric Lafaillette, responsable DHS des plantes fourragères et à gazon et mon encadrant de stage, pour son accompagnement, ses conseils et sa confiance. Ce stage m'a permis de développer mes compétences en analyse de données et de mieux comprendre les enjeux des examens DHS.

Je remercie également Jaoven Bruère, expérimentateur au sein de l'équipe DHS plantes fourragères et à gazon, pour le temps qu'il m'a consacré, ses explications techniques et son implication dans les aspects pratique du projet.

Mes remerciements s'adressent aussi à Marion Gauthier, responsable DHS colza, lin et chanvre, pour ses échanges enrichissants et ses éclairages relatifs à la rédaction de ce rapport.

Je témoigne ma gratitude au comité de pilotage interne GEVES qui m'a accompagné, composé de Frédéric Lafaillette, Jaoven Bruère, Marion Gauthier, Clarisse Leclair (animatrice nationale DHS) et Anne-Lise Corbel (secrétaire technique et responsable DHS du colza et autres crucifères, et du lin).

Merci également à l'ensemble du personnel scientifique et technique du GEVES avec qui j'ai pu échanger durant ce stage.

Enfin, je remercie Philippe Simier, mon tuteur pédagogique à l'Université d'Angers, pour son suivi régulier et son soutien, ainsi que mes proches pour leur appui tout au long du stage.

ENGAGEMENT DE NON-PLAGIAT

Je, soussigné Martin Busson

déclare être pleinement conscient que le plagiat de documents ou d'une partie d'un document publiée sur toutes formes de support, numérique ou papier, constitue une violation des droits d'auteur ainsi qu'une fraude caractérisée. En conséquence, je m'engage à citer toutes les sources que j'ai utilisées pour écrire ce rapport.

signé par l'étudiant le 18/06/2025

GLOSSAIRE

Allongement foliaire : proportion de la longueur par rapport à la largeur d'une feuille.

Annuelle : plante dont le cycle de vie complet se fait en une seule année.

Axe inflorescentiel : tige principale portant l'inflorescence* d'une plante.

Caractère : trait observable ou mesurable d'un organisme.

Cycle, cycle de vie : en botanique, désigne l'ensemble des étapes de développement d'une plante.

Cycle reproductif : suite des étapes de reproduction d'une génération à la suivante.

Écart-type : mesure statistique de la dispersion d'un ensemble de données autour de la moyenne.

Embryon : jeune plante en développement formée après la fécondation, contenue dans la graine.

Épi : type d'inflorescence où les fleurs sont directement fixées sur l'axe inflorescentiel.

Épiaison : stade de développement où l'épi devient visible en sortant de la dernière feuille.

Espèce : ensemble d'individus partageant des caractéristiques communes et pouvant se reproduire entre eux.

Expression : manifestation observable d'un caractère génétique chez un individu, influencée par le génotype et l'environnement.

Fécondation : union d'un gamète* mâle et d'un gamète femelle, menant à la formation d'un embryon* (graine).

Gamète : cellule reproductif (mâle ou femelle) intervenant dans la fécondation.

Génération : en biologie, désigne un cycle reproductif* (ex. : F1, F2), ou l'ensemble des descendants d'un croisement.

Génotype : ensemble des gènes d'un individu ; code génétique sous-jacent responsable du phénotype.

Homologation : procédure officielle permettant à une variété ou un produit d'être reconnu et autorisé à la commercialisation.

Inflorescence : ensemble des fleurs groupées sur une même tige.

Innovation variétale : création ou amélioration d'une variété présentant de nouveaux caractères ou avantages.

Itératif/ve : qui se répète en plusieurs étapes successives, généralement avec des ajustements à chaque itération.

Multiplication : ensemble des techniques utilisées pour reproduire des plantes, soit sexuellement (graines), soit végétativement (bouturage, division, etc.).

Obtenteur : personne ou entité ayant créé ou découvert une nouvelle variété végétale.

Pédoclimatique : relatif aux caractéristiques du sol et du climat d'un lieu donné.

Pépinière : parcelle ou dispositif de culture contrôlé, destiné à observer, sélectionner, ou multiplier des plantes.

Pérenne : plante dont le cycle de vie s'étend sur plusieurs années, souvent avec floraison annuelle.

Phénotype : ensemble des caractéristiques observables d'un organisme, résultant de l'interaction entre son génotype et son environnement.

Pouvoir discriminant : capacité d'un caractère à distinguer des variétés entre elles.

Pluriannuel : qui s'étend ou est répété sur plusieurs années.

Port : aspect général de la forme ou de la posture d'une plante (dressé, étalé, retombant, etc.).

Proxy : en statistique, variable indirecte utilisée pour représenter ou estimer un phénomène difficile à mesurer directement.

R : langage de programmation dédié au traitement statistique, à la visualisation de données et à l'analyse scientifique.

Régression linéaire : méthode statistique utilisée pour modéliser la relation d'une variable dépendante* et une variable explicative*.

Semence : graine destinée à être semée pour produire une nouvelle plante.

Significatif : en statistique, qualifie un résultat peu probablement dû au hasard.

Surface foliaire relative : estimation de la surface d'une feuille.

Systématique : branche de la biologie qui classifie les organismes vivants selon leurs relations évolutives et caractéristiques.

Taxon : en systématique*, groupe de classification d'êtres vivants (espèce, genre, famille, etc.).

Valeur absolue : en mathématique, distance d'un nombre par rapport à zéro, toujours positive.

Variable indépendante : mesure ou résultat observé dans une expérience, influencé par une ou plusieurs variables explicatives.

Variable explicative : facteur ou paramètre dont on étudie l'effet sur la variable dépendante.

Variété : groupe de plantes d'une même espèce ayant des caractéristiques distinctes, homogènes et stables. C'est l'unité centrale en sélection végétale.

Végétalisation : en aménagement, action d'installer de la végétation sur un espace.

LISTE DES ABREVIATIONS

DHS : Distinction, Homogénéité, Stabilité

GEVES : Groupe d'Étude et de contrôle des Variétés Et des Semences

INRAE : Institut National de Recherche pour l'agriculture, l'Alimentation et l'Environnement

SEV : Secteur d'Étude des Variétés

CTPS : Comité Technique Permanent de la Sélection des plantes cultivées

UE : Union Européenne

VATE : Valeur Agronomique, Technologique et Environnementale

COV : Certificat d'Obtention Végétale

OCVV : Office Communautaire des Variétés Végétales

INOV : Instance Nationale des Obtentions Végétales

UPOV : Union internationale pour la Protection des Obtentions Végétales

TGP : Test Guidelines Procedure

SAS : Statistical Analysis System

COYU : Combined Over-Year Uniformity

COYD : Combined Over-Year Distinctness

PPDS : Plus Petite Distance Significative

APHA : Animal and Plant Health Agency

COY : Combined Over-Year

TABLE DES MATIERES

Introduction	I
I . Le GEVES	I
II . État de l'art	I
II.1 Les espèces fourragères et à gazon.....	I
II.2 La sélection variétale.....	II
II.3 Le catalogue officiel national	II
II.4 Le certificat d'obtention végétale	III
II.5 L'examen DHS.....	III
II.6 Examen DHS des variétés de dactyle.....	V
III . Objectifs du stage	V
Matériel et méthode	VI
I . Le matériel étudié.....	VI
II . Les caractères.....	VI
II.1 Les caractères mesurés	VI
II.2 Les caractères calculés	VI
III . Les jeux de données historiques.....	VII
IV . Méthodes standards d'analyse statistique de données	VII
IV.1 Analyse de l'homogénéité, COYU.....	VIII
IV.2 Analyse de la distinction, COYD	VIII
V . Méthodes d'analyses statistiques complémentaires.....	IX
V.1 Répétabilité	IX
V.2 Homogénéité	X
V.3 Pouvoirs discriminants	X
V.4 Évaluation de l'utilité des caractères calculés	XI
Résultats	XII
I . Répétabilité	XII
II . Homogénéité	XII
III . Pouvoirs discriminants	XIII
III.1 Le pouvoir discriminant brut	XIII
III.2 Le recouvrement du pouvoir discriminant brut.....	XIII
III.3 La couverture itérative du pouvoir discriminant brut	XIII
III.4 Le pouvoir discriminant exclusif.....	XIII
IV. Utilité des caractères vis-à-vis du groupe d'expert CTPS	XIV
Discussion	XV
I . Size	XV
II . Shape	XV
III . Confrontation des résultats à la littérature.....	XV
Conclusion	XVII
Bibliographie	XVIII
Sitographie	XIX

TABLE DES FIGURES

Figure 1..... II

Figure 2..... III

Figure 3..... III

Figure 4..... V

Figure 5..... VIII

Figure 6..... IX

Figure 7..... XII

Figure 8..... XII

Figure 9..... XII

Figure 10..... XIII

Figure 11..... XIII

Figure 12..... XIII

Figure 13..... XIV

Figure 14..... XIV

TABLE DES TABLEAUX

[Tableau I](#) VI

[Tableau II](#) XVI

INTRODUCTION

I. LE GEVES

Le GEVES (Groupe d'Étude et de contrôle des Variétés Et des Semences) est un groupement d'intérêt public, administré par l'INRAE (Institut National de Recherche pour l'agriculture, l'Alimentation et l'Environnement), le Ministère de l'Agriculture et l'interprofession semencière (SEMAE). Le GEVES est un groupe d'étude des variétés* et des semences*, organisme unique en France assurant l'expertise sur les nouvelles variétés végétales et l'analyse de la qualité des semences. L'ensemble des agents du GEVES est réparti sur 13 sites d'expérimentation en plus du siège du GEVES qui se situe à Beaucouzé, près d'Angers. Le site d'expérimentation de l'Anjouère, situé sur La Pouëze (49370), est le lieu d'accueil du stage.

Une des missions officielles du GEVES est de mettre en place les études nécessaires à l'inscription des variétés végétales nouvelles au catalogue officiel français. Le catalogue recense les variétés dont les semences et/ou plants sont autorisés à la commercialisation sur le territoire national. Des études sont également menées dans le but de protéger juridiquement les droits des obtenteurs*, qui créent des variétés végétales nouvelles. Le GEVES a aussi la charge d'évaluer les lots de semences lors de la multiplication* avant commercialisation. Pour accomplir certaines de ces missions, le SEV (Secteur d'Étude des Variétés) du GEVES, service intégré lors du stage, conduit des activités de description des variétés tout en évaluant le progrès génétique, par le biais d'expérimentations agronomiques menant à l'inscription d'une variété au catalogue ou à la protection des droits de l'obteneur sur la variété évaluée. L'objectif des missions confiées au GEVES est de garantir aux agriculteurs des variétés performantes et aux utilisateurs des semences de qualité, et aussi de protéger les obtenteurs. Dans un contexte où l'agriculture est très compétitive et représente la clé de voute de la sécurité alimentaire, le GEVES contribue à l'innovation variétale* (GEVES, 2025).

II. ÉTAT DE L'ART

II.1. Les espèces fourragères et à gazon

Les espèces* fourragères et à gazon sont des espèces de poacées ou de fabacées, pérennes* ou annuelles*. Une grande partie des demandes d'inscription de ces espèces concerne les variétés fourragères. En moyenne, 73 dossiers de variétés fourragères candidates à l'inscription du catalogue officiel national ont été déposés par an, sur la période 2009-2025 (Estelle Billard, communication personnelle). Le



M.B.

Figure 1 : Photographie d'un essai DHS de dactyle sur le site de l'expérimentation de l'Anjouère, organisé en pépinière de plantes isolées.

dactyle (*Dactylis glomerata* L.), espèce d'intérêt dans le cadre du stage, voir figure 1, est une graminée pérenne très utilisée dans la production de fourrage. Le dactyle est la 4^{ème} graminée fourragère la plus importante dans le monde, derrière le ray-grass (*Lolium perenne* L.), la fétuque élevée (*Festuca arundinacea* Schreb.) et la fléole des prés (*Phleum pratense* L.). Il est adapté aux climats tempérés et secs, et est utilisé en Europe sur 10 à 15% des surfaces de prairies semées. Cette espèce fourragère est présente dans toute l'Europe, mais aussi les zones tempérées d'Amérique et d'Afrique australe. On estime la production mondiale du dactyle à 15-20 tonnes de matière sèche par hectare et par an (Deborah J. Lionakis Meyer, Krishan Shah, 2023 ; P. Cruz *et al*, 2010). Quelques variétés de dactyle ont pour destination le gazon et la végétalisation.

II.2. La sélection variétale

Les entreprises de sélection et obtenteurs créent des variétés végétales nouvelles dans le but d'améliorer les performances, agronomiques et technologiques entre autres, d'une espèce végétale cultivée, et dans notre cas, d'espèces fourragères. La sélection variétale est donc une technique d'optimisation génétique des plantes cultivées pour rassembler dans un génotype* des caractères* d'intérêts. Les variétés de dactyle, et plus largement d'espèces à usage agricole, sont des variétés population ou synthétiques. Ces variétés sont des variétés obtenues, au bout de x générations*, par multiplication sexuée en libre fécondation* à partir de parents sélectionnés pour leurs caractères d'intérêts (Didier Peltier, 2025). La descendance de ces croisements possède dans l'ensemble, en théorie, les caractères d'intérêts des parents. Ces variétés admettent une certaine variabilité intra variétale, car le génotype de chaque plante d'une variété est unique.

II.3. Le catalogue officiel national

Le catalogue officiel national a été créé en 1932. Il est géré par le CTPS (Comité Technique Permanent de la Sélection des plantes cultivées) et est composé de diverses listes d'inscription, définissant les réglementations qui s'appliquent à la commercialisation de la variété. Pour intégrer une de ces listes, une variété nouvelle doit répondre aux critères DHS (Distinction, Homogénéité, Stabilité), et est donc soumise aux examens DHS menés par le GEVES (GEVES, 2025).

L'inscription au catalogue officiel national d'une variété végétale nouvelle est appelée homologation. L'obteneur ou le sélectionneur à l'origine de la création d'une variété végétale nouvelle dépose un dossier de demande d'inscription auprès du

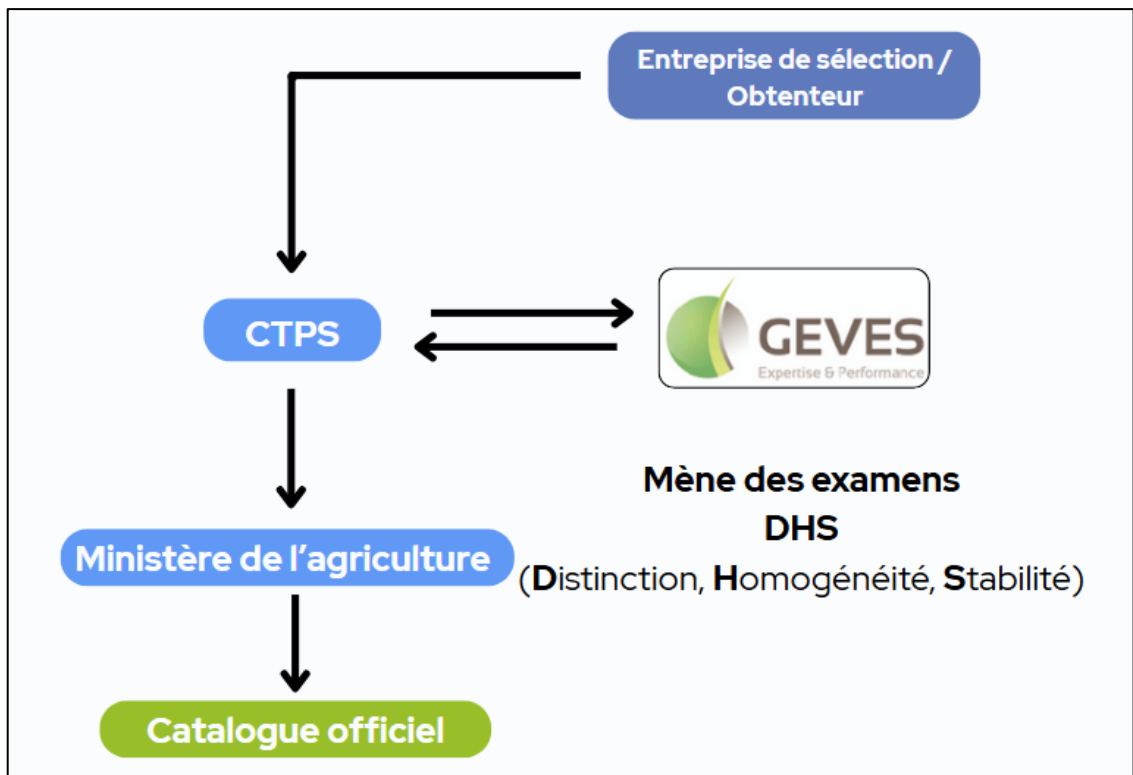


Figure 2 : Schéma de la procédure d'homologation d'une variété végétale nouvelle, de l'entreprise de sélection jusqu'à l'inscription au catalogue officiel français.

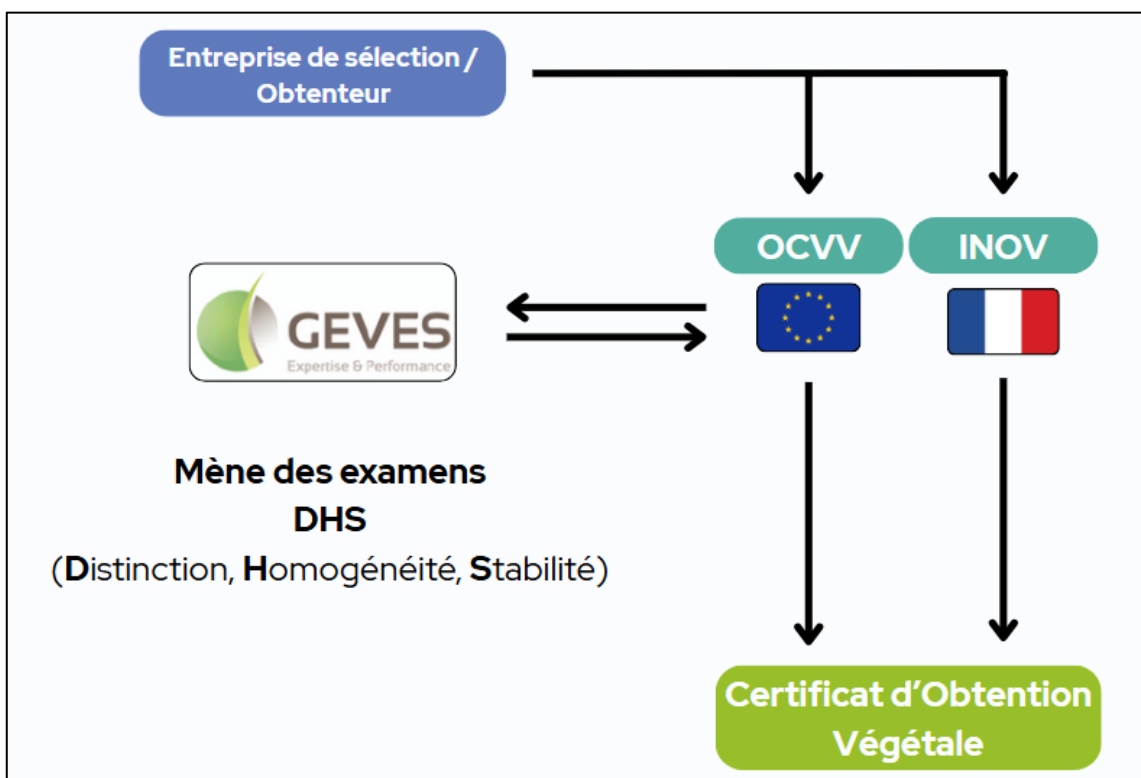


Figure 3 : Schéma de la procédure de certification d'une variété végétale nouvelle, de l'entreprise de sélection jusqu'à la remise du certificat d'obtention végétale (COV).

CTPS. Ce comité confie l'expertise de la variété candidate à l'homologation au GEVES, qui conduit les études DHS. Une fois les études menées, le GEVES transmet les résultats au CTPS, qui transmet ces mêmes résultats au Ministère de l'Agriculture, autorité ayant la compétence d'homologuer, ou non, une variété végétale nouvelle. Cette procédure est explicitée dans la figure 2 (GEVES, 2025).

II.4. Le certificat d'obtention végétale

Le COV (Certificat d'Obtention Végétale) est une certification qui permet de protéger juridiquement les droits d'un obtenteur sur sa variété, droits relatifs à la multiplication et la commercialisation de la variété. Contrairement à l'homologation, le COV n'est que facultatif vis-à-vis de la commercialisation. La remise d'un COV est faite à la demande de l'obteneur. Il transmet le dossier de sa variété candidate à l'OCVV (Office Communautaire des Variétés Végétales) pour une protection à l'échelle de l'UE (Union Européenne), ou à l'INOV (Instance Nationale des Obtentions Végétales) pour une protection à l'échelle nationale. Dans les deux cas, la demande est ensuite transmise au GEVES qui se charge de l'expertise de la variété candidate à la certification, en lui faisant passer un examen DHS. Cette procédure est explicitée dans la figure 3 (GEVES, 2025).

II.5. L'examen DHS

II.5.1. Objectifs

Pour être homologuée ou protégée par un COV, une variété végétale nouvelle doit être distincte des variétés déjà homologuées et notoirement connues (dites de référence) et en cours d'examen DHS, et doit également être homogène et stable. Ces critères doivent être respectés pour qu'une variété végétale nouvelle respecte la définition de la variété donnée par l'UPOV (Union internationale pour la Protection des Obtentions Végétales). D'après l'acte de 1991 de la convention UPOV, une variété correspond à un ensemble végétal d'un taxon* botanique du rang le plus bas connu, qui peut être défini par l'expression* des caractères résultant d'un certain génotype, qui est distinguable de tout autre ensemble végétal par l'expression d'au moins un desdits caractères et qui est apte à être reproduit conformément à sa description (UPOV, 1991). Un examen DHS évalue une variété sur plusieurs cycles* de développement indépendants, pour obtenir des résultats représentatifs de la variété, et non du contexte pédoclimatique d'un unique essai. Les informations qui suivent sont tirées du guide technique TGP 8 (Test Guidelines Procedure) (UPOV, 2022), et du protocole DHS Dactyle du GEVES (GEVES, 2025).

II.5.2. Protocoles

Il est nécessaire que toutes les variétés créées dans le monde répondent à la définition d'une variété de l'UPOV, pour qu'elles soient distinguables les unes des autres. C'est pourquoi toute nation doit suivre un protocole commun d'examen DHS. L'UPOV fournit ainsi un protocole DHS à des fins d'harmonisation internationale. Au sein de l'UE, l'OCVV fournit lui aussi un protocole DHS, adapté du protocole de l'UPOV, aux offices des pays membres. Le GEVES, comme ses homologues, utilise alors son propre protocole DHS adapté du protocole de l'OCVV. Ces protocoles fournissent notamment des informations sur la manière de mener les essais DHS, les caractères à mesurer et comment les mesurer, et également les méthodes à appliquer lors de l'analyse des données. Il existe pour chaque espèce de grande culture un protocole DHS qui lui est propre.

II.5.3. Homogénéité et stabilité

Un premier aspect évalué lors de l'examen DHS est l'homogénéité de la variété. L'homogénéité est un critère clé qui se traduit par une forte ressemblance entre chaque plante d'une variété. La stabilité est un second aspect évalué lors d'examen DHS. Une variété est dite stable lorsque, au fil des générations, la description faite de la variété se conserve. L'Homogénéité et la stabilité sont deux critères liés : une variété qui présente un nombre important d'individus ne correspondant pas à sa description dans une génération donnée donnera potentiellement, dans la génération suivante, un nombre encore plus important de ces individus. C'est pourquoi l'évaluation de l'homogénéité permet en parallèle d'évaluer la stabilité de la variété.

II.5.4. Distinction

Le critère de distinction vise à vérifier que la description émise d'une variété n'est pas la même qu'une autre variété. Une variété en cours d'étude DHS est donc comparée à d'autres variétés en cours d'étude et à des variétés de référence, afin de vérifier qu'elle soit bien distincte.

II.5.5. Caractères DHS

L'évaluation de l'homogénéité (et donc la stabilité) et de la distinction d'une variété repose sur l'étude de caractères phénotypiques qui traduisent l'expression de son génotype. Dans le cadre d'examen DHS, ces caractères mesurés doivent répondre à quelques exigences. Premièrement, un caractère utilisé en DHS doit être répétable ;

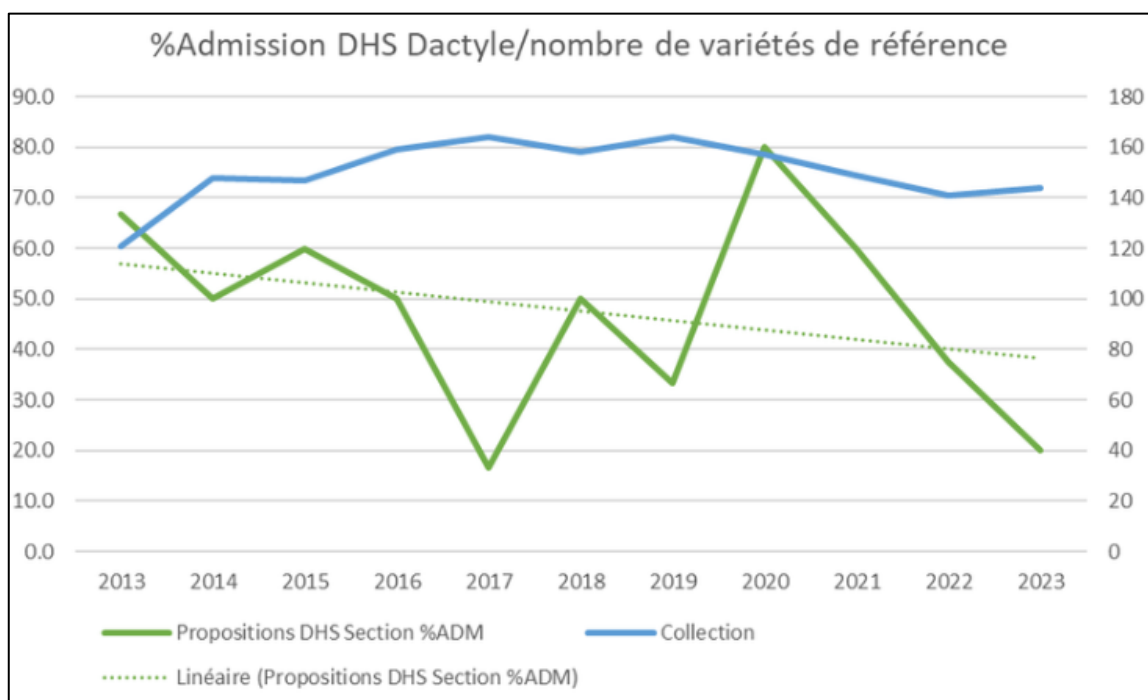


Figure 4 : Graphique représentant le nombre de variétés composant la collection de référence du dactyle (échelle de droite) ainsi que le taux d'admission de nouvelles variétés de dactyle au catalogue officiel français avec régression linéaire représentant la tendance à la baisse de ce taux.

sa variabilité interannuelle doit être la plus faible possible. Un caractère DHS doit également être homogène ; sa variabilité intra variétale doit également être la plus faible possible. Enfin, un caractère DHS doit avoir une variabilité inter variétale la plus importante possible pour que son pouvoir discriminant* soit le plus significatif* possible. L'UPOV et l'OCVV obligent les offices à utiliser certains caractères, et d'autres sont spécifiques à chaque office.

II.6. Examen DHS des variétés de dactyle

Il est observable, sur les douze dernières années, une tendance à la baisse du taux d'admission de variétés nouvelles de dactyle au catalogue officiel national faute de distinction, voir figure 4 (Frédéric Lafaillette, communication personnelle). De plus, d'importantes variations de ce taux traduisent une hausse du nombre moyen de cycles étudiés avant qu'une variété de dactyle réponde aux critères DHS. Cette problématique entraîne des coûts financiers, d'abord pour le GEVES, qui doit mettre en place des essais DHS plus amples, mais aussi pour les obtenteurs, qui doivent en moyenne investir plus d'argent pour l'étude DHS de leurs nouvelles variétés.

III. OBJECTIFS DU STAGE

Le principal objectif du stage est d'optimiser les examens DHS des espèces fourragères et à gazon, et notamment la procédure de distinction, processus de moins en moins efficace. Le but est de faire remonter la tendance du taux d'admission de variétés nouvelles de dactyle au catalogue officiel national, et plus largement, d'améliorer la capacité de distinction de l'examen DHS.

Un objectif préliminaire a été fixé : étudier de potentiels nouveaux caractères DHS. Pour être exploités, ces caractères doivent être soumis aux critères énumérés des caractères DHS. En plus d'être utilisable, leur utilisation doit être pertinente. Ces caractères doivent donc distinguer des variétés qui ne le sont pas par d'autres caractères, tout en déclarant un nombre limité de variétés hétérogènes. Les caractères étudiés sont des caractères calculés à partir de caractères mesurés utilisés dans les examens DHS. Des jeux de données historiques ont été utilisés pour calculer ces caractères pour ensuite les étudier. Le travail d'étude, réalisé sur le dactyle, peut être répété pour l'ensemble des espèces de la section DHS des plantes fourragères et à gazon, voire d'autres sections. La production de scripts R est ainsi pertinente.

N° OCVV	N° UPOV	Caractères mesurés
1	1	Ploïdie
2		Feuille : largeur
3	3	Plante : tendance à former des inflorescences
4		Plante : port (avant vernalisation)
5		Plante : hauteur naturelle à l'automne (avant vernalisation)
6		Feuille : intensité de la couleur verte (avant vernalisation)
7		Plante : port (après vernalisation)
8	4	Feuille : intensité de la couleur verte (après vernalisation)
9	5*	Plante : date d'épiaison (après vernalisation)
10		Plante : hauteur naturelle à l'épiaison
11	6	Plante : port à l'épiaison
12	10*	Dernière feuille avant l'épi : longueur
13	11*	Dernière feuille avant l'épi : largeur (même feuille qu'au 12)
14	7*	Tige : longueur de la tige la plus longue, inflorescence incluse
15	8	Tige : longueur du dernier entrenœud
16	9	Inflorescence : longueur

*Tableau I : Tableau synthétisant les caractères mesurés sur dactyle dans le cadre d'examen DHS. Ces caractères sont obligatoirement mesurés car nécessaires au respect du protocole de l'OCVV. Les caractères dont le numéro UPOV est associé à un astérisque « * » sont des caractères également obligatoirement mesurés, car nécessaires au respect du protocole de l'UPOV.*

MATERIEL ET METHODE

I. LE MATERIEL ETUDIE

Le GEVES conduit les essais DHS du dactyle sur deux sites d'expérimentation : le site de l'Anjouère et le site de La Valette (Hérault-34). À l'Anjouère est implanté l'essai principal, qui est une pépinière* de plantes isolées. Le dispositif est segmenté en trois répétitions, où l'on trouve dans chacune, chaque variété nécessaire à la tenue de l'examen DHS. Dans chaque répétition et pour chaque variété, 24 plantes isolées dont quatre bordures sont plantées. L'effectif total d'une variété est ainsi porté à 72 plantes isolées, avec pour objectif d'étudier un minimum de 60 plantes par variété. Cette quantité minimale correspond au nombre de mesure nécessaire à l'analyse de donnée standard recommandée par l'UPOV (UPOV, 2022).

II. LES CARACTERES

II.1. Les caractères mesurés

Les caractères mesurés dans le cadre d'examens DHS dactyle se doivent de respecter les critères auxquels sont soumis tout caractère utilisé lors d'examen DHS. À chaque espèce sont associés divers caractères qui leur sont propres. Certains caractères mesurés sur dactyle peuvent cependant être mesurés sur d'autres espèces, notamment fourragères, comme la fétuque élevée fourrage (*Festuca arundinacea Schreb*). Les caractères mesurés sur dactyle figurent dans le protocole DHS dactyle du GEVES, et ceux utilisés dans l'étude se trouvent dans le tableau I.

II.2. Les caractères calculés

Les caractères calculés ici sont calculés à partir de mêmes caractères mesurés : la longueur et la largeur de la dernière feuille avant l'épi* (feuille drapeau, données en millimètre).

II.2.1 Size

Le caractère size correspond au proxy* de la surface foliaire relative* de la feuille drapeau. Ce caractère est calculé comme suit :

$$\sqrt{\text{longueur de la dernière feuille} \times \text{largeur de la dernière feuille}}$$

II.2.2 Shape

Le caractère shape correspond à l'allongement foliaire* de la dernière feuille drapeau. Ce caractère est calculé comme suit :

$$\frac{\text{longueur de la dernière feuille}}{\text{largeur de la dernière feuille}}$$

III. LES JEUX DE DONNEES HISTORIQUES

Les jeux de données historiques utilisés dans cette étude sont issus de la base de données de l'Anjouère. Ils sont classés par espèce et par année d'étude. Il existe, pour une espèce et une année d'étude, un couple de deux fichiers Excel.

Le premier fichier Excel est relatif aux caractères mesurés. Le second fichier Excel, associé au premier, contient l'ensemble des données issues des notations faites sur les plantes isolées de la pépinière. À chaque donnée est associé son caractère, sa variété, son bloc (répétition) et le numéro de plante sur laquelle elle a été mesurée.

IV. METHODES STANDARDS D'ANALYSE STATISTIQUE DE DONNEES

Les données issues des notations effectuées sur plantes isolées en pépinière sont soumises à des analyses réglementées et recommandées par l'UPOV (UPOV, 2022). Ces analyses portent sur des jeux de données annuels analysés pluriannuellement*. En plus des analyses effectuées, une régression linéaire* peut conjointement être utilisée au cours des analyses lorsque l'effet de l'environnement sur le phénotype varie de manière significative ($p = 0.01$) d'une année à l'autre. Cette régression permet d'ajuster les données et ainsi d'évaluer de manière plus performante l'expression du génotype d'une variété, en limitant l'effet qu'à l'interaction génotype-environnement sur le phénotype. Ainsi, la variabilité interannuelle liée à l'environnement peut être réduite.

Les analyses d'homogénéité et de distinction sont réalisées via le module informatique SAS (Statistical Analysis System), système d'analyse statistique fourni par SAS Institute Inc. Cet outil a été créé pour analyser des données agricoles. Il est fourni à ce module deux à trois couples de fichiers annuels, et renvoie, selon la demande de l'utilisateur, les résultats d'analyses pluriannuelles d'homogénéité ou de distinction.

$$PPDS = t \times \sqrt{2} \times \sqrt{\frac{\text{carré moyen variétés/années}}{\text{nombre d'années d'examen}}}$$

Figure 5 : Formule de la PPDS.

IV.1. Analyse de l'homogénéité, COYU

La COYU (Combined Over-Year Uniformity) est un outil statistique qui, à partir de deux à trois jeux de données annuels, fournit une analyse pluriannuelle d'homogénéité pour chaque variété présente dans l'essai. Le principe directeur de cette analyse est de comparer la variabilité intravariétale d'une variété candidate à celle des huit variétés (de références et/ou candidates) qui lui sont le plus proche. Le fonctionnement de la COYU est décrit ci-dessous.

Pour chaque variété et chaque caractère, l'écart-type* annuel est calculé à partir de 60 données, correspondant aux 60 plantes isolées notées par variété. Pour chaque variété et chaque caractère, l'écart-type pluriannuel est calculé en moyennant ces écart-types annuels. L'écart-type pluriannuel d'une variété candidate est alors comparé à la moyenne des écart-types pluriannuels des huit variétés de l'essai qui lui sont le plus proche. Avec $p=0.01$, l'écart-type pluriannuel de chaque caractère d'une variété candidate homogène représente au maximum 99% de la moyenne des écart-types pluriannuels (seuil de refus). Une variété déclarée hétérogène pour au moins un caractère est ajournée, et un troisième cycle est étudié.

IV.2. Analyse de la distinction, COYD

La COYD (Combined Over-year Distinctness) est un outil statistique qui, à partir de deux à trois jeux de données annuels, fournit une analyse pluriannuelle de distinction pour chaque variété candidate de l'essai. Le principe directeur de cette analyse est de comparer chaque caractère et avec chaque variété de l'essai, les variétés candidates.

Pour chaque variété et chaque caractère, la moyenne annuelle est calculée à partir de 60 données, correspondant aux 60 plantes isolées notées par variété. Pour chaque variété et chaque caractère, la moyenne pluriannuelle est calculée en moyennant ces moyennes annuelles. Pour chaque caractère, une valeur seuil est ensuite déterminée, la PPDS (Plus Petite Distance Significative). Cette valeur est calculée selon la formule de la figure 5. Pour chaque caractère, la valeur absolue* de la différence entre moyennes pluriannuelles de deux variétés à comparer est calculée. Pour chaque caractère sont comparés PPDS et différence précédemment calculée. Avec $p=0.01$ pour une étude sur deux cycles, deux variétés sont jugées distinctes lorsque, pour au moins un caractère, la valeur absolue de la différence de leur moyenne pluriannuelle représente au minimum 101% de la PPDS. Une variété candidate non-distincte d'au moins une variété est ajournée, et un troisième cycle est étudié. Pour une étude sur trois cycles, la règle qui s'applique à une étude sur deux cycles est

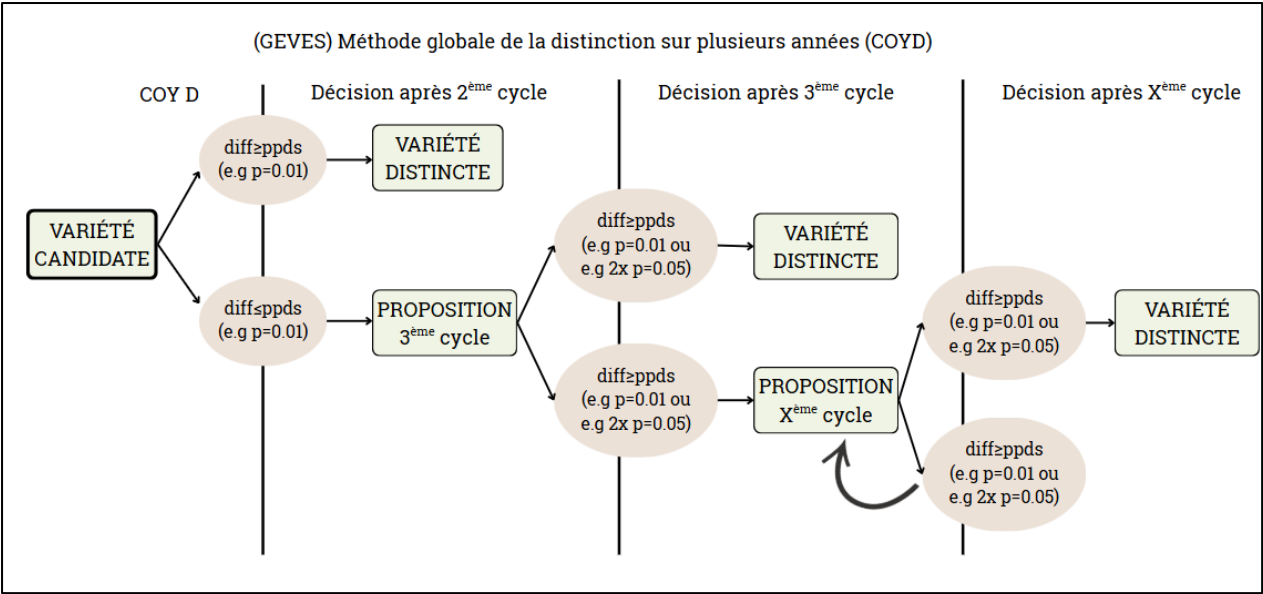


Figure 6 : Schéma du chemin de décisions d'acceptation ou d'ajournement de variétés candidates au test de distinction, appuyées des résultats de l'analyse de distinction COYD.

conservée. En France, deux variétés peuvent également être distinctes si, pour au moins deux caractères, la valeur absolue de la différence de leur moyenne pluriannuelle représente au minimum 105% de la PPDS, soit $p=0.05$. Ce chemin de décision figure sur la figure 6.

Dans le cadre des analyses complémentaires, la COYD est aussi utilisée pour l'obtention de moyennes variétales pluriannuelles pour chaque caractère. Ces données sont calculées par la COYD pour obtenir, si nécessaire, des moyennes transformées par la régression linéaire conjointe. La COYD fournit également les PPDS pluriannuelles de chaque caractère, utilisées lors de l'étude des pouvoirs discriminants.

V. METHODES D'ANALYSES STATISTIQUES COMPLEMENTAIRES

Les analyses standards utilisées dans le cadre d'examens DHS, portent sur l'étude de variétés. Les analyses complémentaires qui suivent portent sur l'étude de l'ensemble des caractères, utilisés en DHS et calculés ; elles y évaluent les critères auxquels sont soumis les caractères DHS.

V.1. Répétabilité

L'analyse de la répétabilité, permet d'estimer la stabilité, au fil des cycles d'études, des caractères étudiés. Elle repose, pour chaque caractère, sur la comparaison, entre deux périodes, des classements des variétés. En d'autres termes, elle évalue la conservation de ce classement entre 2 périodes pour évaluer la stabilité de l'expression génotypique. Cette première analyse complémentaire est réalisée à l'aide d'un script R, produit dans le cadre du stage. Il faut fournir à ce script deux fichiers Excel (correspondant à deux périodes) contenant, pour chaque caractère les moyennes variétales pluriannuelles obtenues grâce à la COYD. Le script renvoie, dans un fichier Excel résultat, l'ensemble des analyses relatives à la répétabilité des caractères. Cette analyse fonctionne comme suit. Le script identifie les variétés et les caractères que les deux jeux de données fournis ont en commun. Des différences sont observables au fil des années, en conséquence de l'évolution des protocoles et des variétés de références et candidates. Ces différences varient selon les jeux de données utilisés dans chaque analyse. Ce sont ces variétés qui sont utilisées lors de l'analyse. Pour chaque caractère, sont corrélées les valeurs de la variété des deux périodes.

V.2. Homogénéité

L'analyse de l'homogénéité des caractères size et shape repose sur les résultats de la COYU, qui détermine pour chaque caractère si une variété est homogène ou hétérogène. Les cas des variétés déclarées non-homogène par au moins un des caractères calculés étudiés ont été synthétisés. Ces résultats seront notamment utilisés lors de l'analyse de l'utilité des caractères.

V.3. Pouvoirs discriminants

Le pouvoir discriminant d'un caractère correspond à sa capacité à distinguer deux variétés. Il existe plusieurs méthodes qui permettent d'évaluer de plusieurs manière le pouvoir discriminant des caractères. Cette analyse complémentaire est réalisée, comme pour celle de la répétabilité des caractères, par un script R produit dans le cadre du stage. Il faut fournir à ce script deux fichiers Excel. Le premier contient, pour chaque caractère, les moyennes variétales pluriannuelles fournies par la COYD et le second contient, pour chaque caractère, la PPDS ($p=0.01$) pluriannuelles qui lui est associée. Le script renvoie un fichier Excel résultat contenant diverses analyses du pouvoir discriminant des caractères. L'ensemble des analyses porte sur les moyennes variétales pluriannuelles dans un objectif d'atténuation de la variabilité interannuelle.

V.3.1. Le pouvoir discriminant brut

Le pouvoir discriminant brut des caractères correspond à leur capacité à distinguer des variétés. Les autres analyses de pouvoir discriminant reposent en partie sur les résultats de cette première analyse. La logique de cette analyse repose sur les principes de la COYD, et fonctionne comme suit. À partir du premier fichier Excel fourni au script contenant les moyennes variétales pluriannuelles, sont générées toutes les paires de variétés possibles (en excluant les doublons et les paires jumelles). Pour chaque caractère et chaque paire est calculée la différence absolue des valeurs. Ces différences sont ensuite comparées à la PPDS associée au caractère dont provienne les valeurs. Selon les règles de significativité avec $p=0.01$, et pour chaque caractère, les paires de variétés sont déclarées distinctes ou non-distinctes. Le pouvoir discriminant brut des caractères a été estimé à partir de 142 variétés de dactyle, soit 10 011 paires de variétés comparées.

V.3.2. Le recouvrement du pouvoir discriminant brut des caractères

Le recouvrement des pouvoirs discriminants bruts est un indicateur de la corrélation entre les caractères. Cette analyse évalue, entre chaque caractère, la proportion de paires distinctes qu'ils ont en commun.

V.3.3. Couverture itérative du pouvoir discriminant brut des caractères

Cette méthode d'analyse vise à obtenir un ensemble de caractères permettant de distinguer un maximum de paires de variétés. Cette analyse fonctionne comme suit. Successivement et dans l'ordre décroissant de la capacité d'un caractère à recouvrir les autres, les paires de variétés distinctes par chaque caractère sont retenues et retirées de la liste contenant toutes les paires.

V.3.4. Le pouvoir discriminant exclusif

Le pouvoir discriminant exclusif correspond à la capacité d'un caractère à distinguer des paires de variétés que lui seul est capable de distinguer. Cette analyse fonctionne comme suit. Sont identifiées les paires de variétés déclarées distinctes par seulement un caractère. Ces paires sont associées au caractère qui les distingue.

V.4. Évaluation de l'utilité des caractères calculés

L'analyse de l'utilité des caractères consistent à étudier le cas des variétés déclarées non-distinctes d'autres variétés par le groupe d'expert CTPS. Les variétés étudiées sont celles dont le deuxième cycle a été étudié dans le cadre des examens DHS, réalisés pendant les saisons 2022, 2023 ou 2024 et dont l'avis du groupe d'expert CTPS a été formulé respectivement en 2023, 2024 ou 2025. Les variétés dont le troisième (ou plus) cycle a été examiné en 2023 ou 2024 et dont l'avis du groupe d'expert CTPS a été formulé respectivement en 2024 ou 2025 sont aussi comprises dans cette analyse.

Cette analyse vise à évaluer si des variétés candidates, dont l'homologation a été refusée par soucis de distinction, aurait pu être déclarées distinctes des variétés dont elles ne l'ont pas été, par les caractères calculés size et shape. Les comparaisons qui ont été déclarées non-distinctes par le groupe d'expert CTPS ont été refaite grâce à la COYD, en ajoutant comme caractères DHS les caractères size et shape. Les cas de comparaison nouvellement déclarées distinctes ont été analysés et synthétisés, en prenant en compte les résultats de l'analyse complémentaire de l'homogénéité.

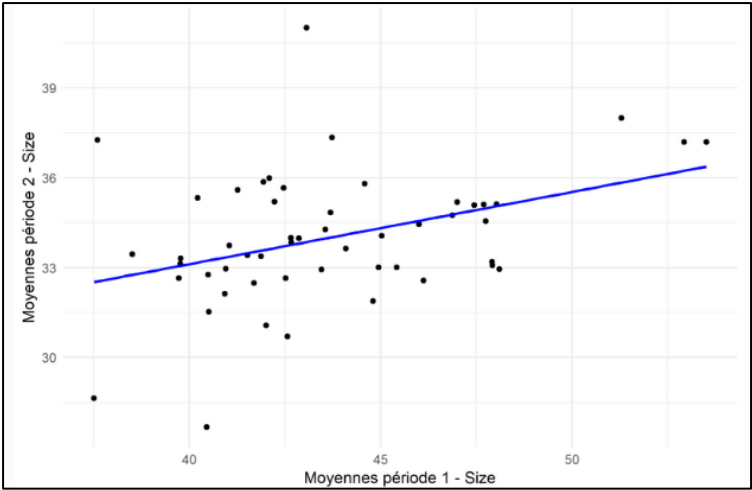


Figure 7 : Corrélation des valeurs de size de 52 variétés de dactyle entre les périodes 2014-2015-2016 (période 1) et 2022-2023-2024 (période 2).

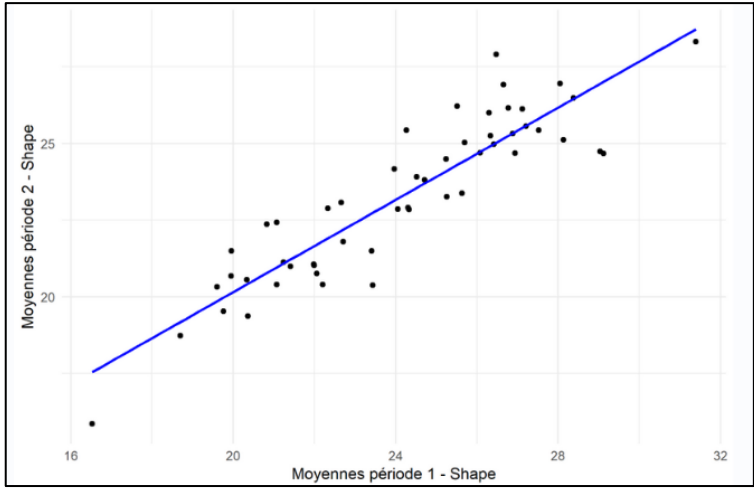


Figure 8 : Corrélation des valeurs de shape de 52 variétés de dactyle entre les périodes 2014-2015-2016 (période 1) et 2022-2023-2024 (période 2).

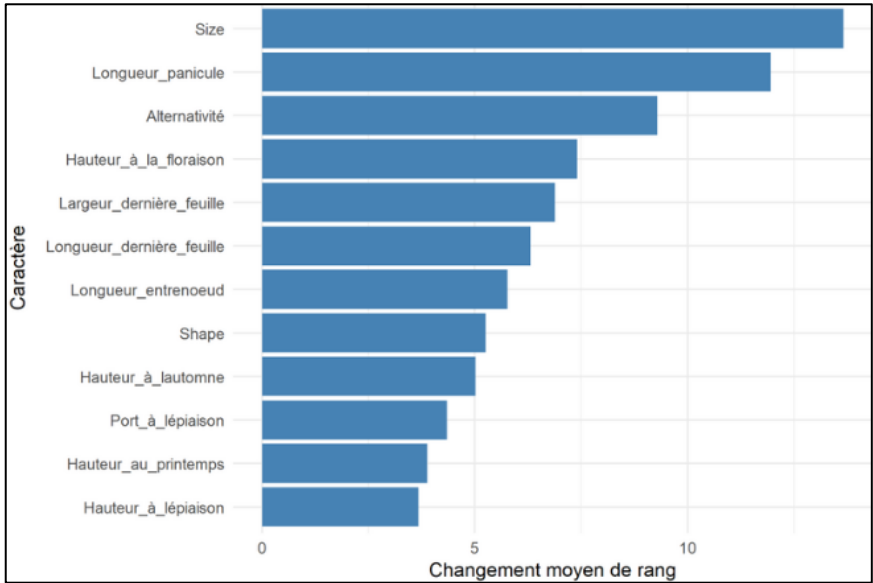


Figure 9 : Changement moyen de rang des variétés entre les périodes 2014-2015-2016 et 2022-2023-2024 pour chaque caractère.

RESULTATS

I. REPETABILITE

La figure 7 représente la corrélation du rang de 52 variétés de dactyle entre les périodes 2014/2015/2016 et 2022/2023/2024, pour le caractère size. Cette figure montre qu'il y a une corrélation entre les deux périodes. Il existe pour certaines variétés une variabilité concernant le rang, observable par la dispersion des points autour de la droite de régression linéaire, traduisant une variabilité interannuelle relativement importante du caractère size.

La figure 8 représente la corrélation du rang de 52 variétés de dactyle entre les périodes 2014/2015/2016 et 2022/2023/2024, pour le caractère shape. Cette figure montre qu'il y a une corrélation entre les deux périodes. La dispersion des points autour de la droite de régression semble moins importante que pour le caractère size, indiquant une variabilité interannuelle faible du caractère shape.

La figure 9 représente le changement moyen de rang, dans l'ordre décroissant, des variétés de dactyle pour les 12 caractères analysés, entre les périodes 2014/2015/2016 et 2022/2023/2024. Cette figure montre que, pour le caractère size, le changement moyen de rang des variétés, évalué à 13,67 places, est le plus important de tous les caractères étudiés, mais reste toutefois du même ordre de grandeur que celui d'autres caractères DHS. Concernant le caractère shape, le changement moyen de rang des variétés est estimé à 5,25. Shape possède le 5^{ème} changement moyen de rang le plus bas. À titre indicatif, le changement moyen de rang des variétés le plus bas est de 3,67 pour le caractère hauteur à l'épiaison*.

II. HOMOGENEITE

La figure 10 représente les 142 variétés de dactyle étudiées. En bleu sont représentées les variétés homogènes, en orange les variétés hétérogènes pour des caractères qui ne sont ni size ni shape, en jaune les variétés hétérogènes pour au moins le caractère size et en vert les variétés hétérogènes pour au moins le caractère shape. Cette figure montre que sur la totalité des variétés étudiées, aucune n'est déclarée hétérogène, en partie comme uniquement, par les caractères size et shape.

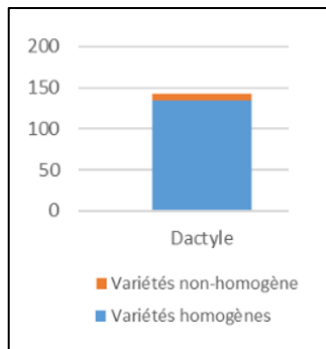


Figure 10 : Graphique représentant les 142 variétés de dactyle étudiées, déclarées homogène ou hétérogène par la COYU avec utilisations de tous les caractères DHS, size et shape.

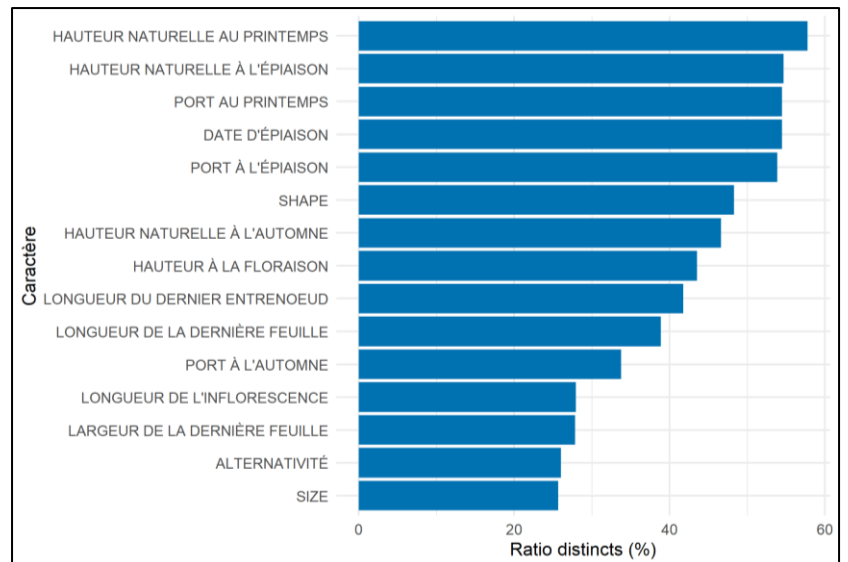


Figure 11 : Représentation du pouvoir discriminant brut (en %) de chaque caractère DHS, size et shape

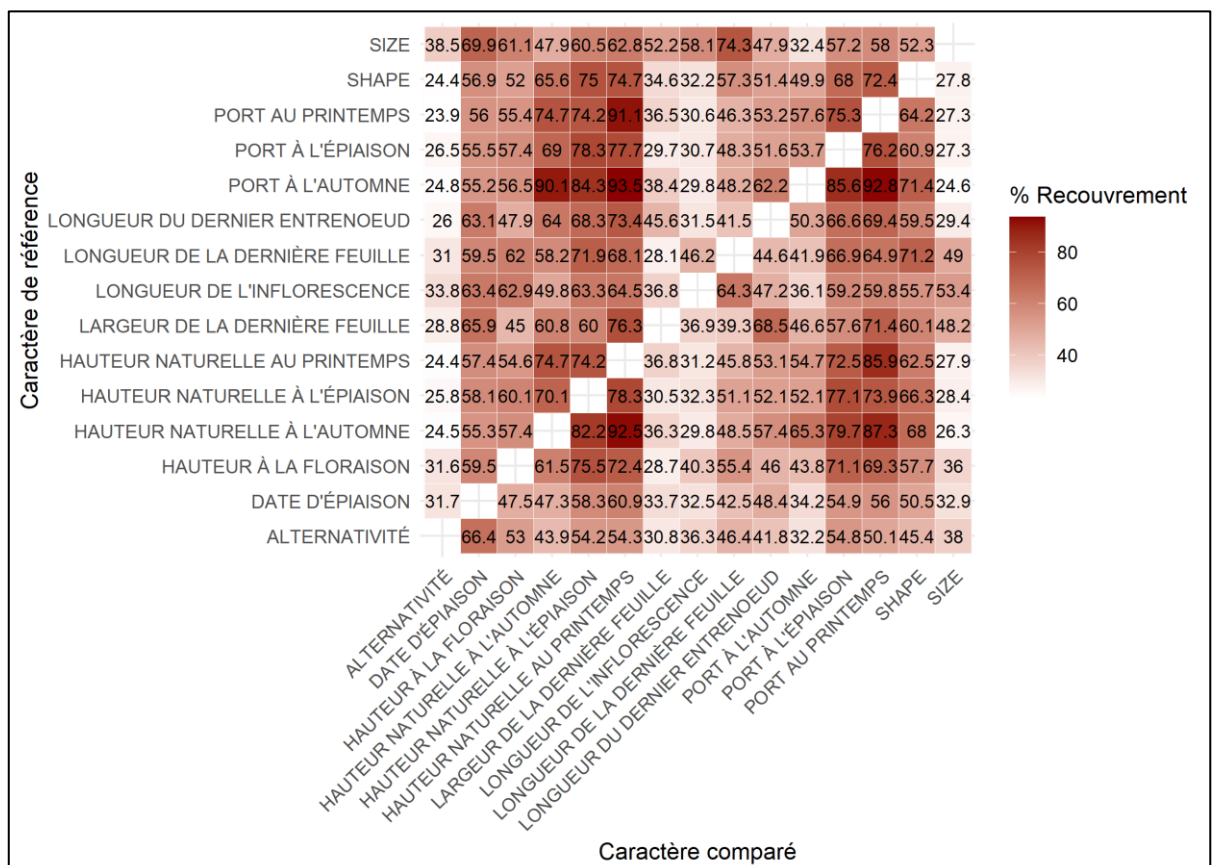


Figure 12 : Heatmap représentant le recouvrement du pouvoir discriminant des caractères de référence par celui des caractères comparés.

III. POUVOIRS DISCRIMINANTS

III.1. Le pouvoir discriminant brut

La figure 11 représente le pouvoir discriminant brut (en %) des 15 caractères analysés. Cette figure montre que sur la totalité des paires analysées, size a pu en déclarer distinctes 25,7%. Size possède le pouvoir discriminant brut le plus bas de tous les caractères étudiés. Shape a pu déclarer distinctes 48,3 % des paires analysées, ce qui fait de son pouvoir discriminant brut le 6^{ème} plus puissant.

III.2. Le recouvrement du pouvoir discriminant brut

La figure 12 est une heatmap qui représente le recouvrement du pouvoir discriminant brut des 15 caractères de référence par celui des caractères comparés. Cette figure montre que le pouvoir discriminant qui recouvre le plus celui de size (74,3%) est celui de la longueur de la dernière feuille, un des caractères à partir duquel size est calculé. Malgré son pouvoir discriminant brut plus important, shape est plus recouvert, notamment par les hauteurs naturelles à l'épiaison (75%) et au printemps (74,7%). Comme pour size, aucun caractère ne recouvre à 100% shape. Certains recouvrements forts sont observables, comme pour le port* à l'automne par la hauteur naturelle au printemps (93,5%). Il n'existe cependant pas de caractère recouvert à 100% et donc pas de caractère recouvrant un autre à 100%.

III.3. La couverture itérative du pouvoir discriminant brut

La figure 13 représente la couverture itérative du pouvoir discriminant brut des caractères dans l'ordre décroissant de leur capacité à recouvrir les autres caractères. Cette figure montre que shape déclare distinctes 261 paires de variétés. Size semble prendre une place bien moins importante, en déclarant tout de même 1 paire de variétés distincte.

III.4. Le pouvoir discriminant exclusif

La figure 14 représente le pouvoir discriminant exclusif de chaque caractère. Cette figure montre que le caractère size est capable de déclarer distincte une unique paire de variétés, ce qui correspond au pouvoir discriminant exclusif le plus faible des caractères étudiés. Le pouvoir discriminant exclusif de shape s'élève à 54, ce qui correspond au troisième plus grand sur les 15 caractères étudiés. Le caractère ayant le plus grand pouvoir discriminant exclusif est la date d'épiaison, distinguant à elle seule 137 paires de variétés.

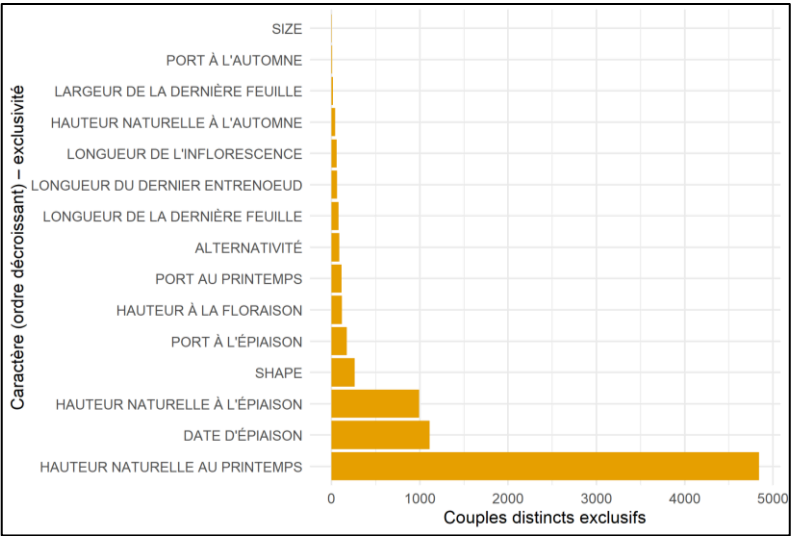


Figure 13 : Représentation de la couverture itérative du pouvoir discriminant brut (en nombre de paires jugées distinctes) des caractères étudiés, dont l'itération est faite dans l'ordre décroissant de leur capacité à recouvrir les autres.

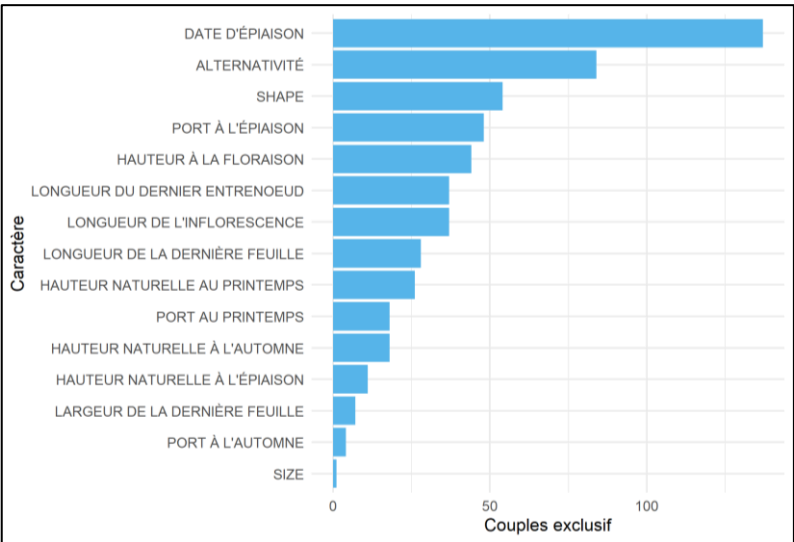


Figure 14 : Représentation du pouvoir discriminant exclusif (en nombre de paires jugées distinctes) à chaque caractère

			Dactyle
Nombre d'avis de groupe d'expert CTPS étudiés			3
Nombre de variétés en poursuite DHS pour distinction			22
Nombre de comparaisons déclarées non-distinctes			56
Size	Taux de distinction parmi les comparaisons (%)	5%	3.6
		1%	0
		1‰	0
		Total	3.6
	Taux d'avis divergeant (%)		0
Shape	Taux de distinction parmi les comparaisons (%)	5%	5.4
		1%	5.4
		1‰	1.8
		Total	12.5
	Taux d'avis divergeant (%)		18.2

Tableau II : Représentation des distinctions faites par size et par shape, à 5%, 1% et 1‰, ainsi que le taux d'avis formulés divergents de ceux formulés par le groupe d'expert CTPS.

IV. UTILITE DES CARACTERES VIS-A-VIS DU GROUPE D'EXPERT CTPS

Le tableau II présente les distinctions faites par size et shape, à 5 %, 1% et 1‰, concernant les comparaisons où les variétés déclarées en poursuite de distinction par le groupe d'expert CTPS sont impliquées, après étude du deuxième ou troisième cycle. Les conclusions tirées par l'utilisation des caractères calculés qui diffèrent des avis formulés par ce groupe d'expert CTPS sont aussi présentées. Sur l'ensemble des comparaisons déclarées non-distinctes (56), size a permis d'en déclarer 3,6% distinctes à 5%. Toutefois, aucun avis divergeant de ceux formulés par le groupe d'expert CTPS n'a été émis car les distinctions faites par size ne suffisaient pas à distinguer les variétés en poursuite de distinction de toutes les variétés vis-à-vis desquelles elles n'étaient pas distinctes. Shape a pu distinguer 5,4%, à 5%, des comparaisons jugées non distinctes, 5,4% également à 1% et 1,8% à 1‰. Au total, 12,5% des comparaisons qui avaient été déclarées non-distinctes ont été déclarées distinctes par shape. En conséquence, 18,2% des 22 variétés de dactyle ajournées auraient pu ne pas l'être, soit 4 variétés candidates. Il est notable qu'aucune variété n'a été déclarée hétérogène par un des deux caractères calculés. Ainsi, le nombre de nouvelle variété passant avec succès l'examen DHS ne change pas après prise en compte des variétés nouvellement déclarées hétérogènes. Des variétés hétérogènes par size ou shape aurait été un phénomène contreproductif vis-à-vis de l'objectif de l'étude.

DISCUSSION

I. SIZE

Le caractère size est un caractère dont la variabilité interannuelle est importante (figure 2). Toutefois, elle est du même ordre que celle de caractères actuellement utilisés dans le cadre d'examen DHS, comme la longueur de l'inflorescence (figure 4). Size est un caractère à faible variabilité intravariétale (figure 5). L'analyse du pouvoir discriminant de size (figures 6, 8 et 9) et l'évaluation de la pertinence de son utilisation (tableau I) ont montré que size a une très faible capacité à distinguer et que son utilisation joue un rôle anecdotique dans la distinction. Cependant, comme l'a montré l'analyse du pouvoir discriminant exclusif (figure 9) et la seule distinction faite par size lors de la simulation de distinction (tableau I), size a la capacité de distinguer des paires de variétés qu'il est le seul à distinguer.

II. SHAPE

Le caractère shape est un caractère dont la variabilité interannuelle est faible (figure 3 et 4). Ce caractère présente également une faible variabilité intravariétale (figure 5). L'analyse des pouvoirs discriminants a mis en lumière la forte variabilité intervariétale du caractère, traduisant une forte capacité de distinction (figures 6, 8 et 9). Son rôle dans la distinction est d'autant plus important, compte tenu des avis, divergeant de ceux formulés par le groupe d'expert CTPS, qu'il a permis d'émettre (tableau I).

III. CONFRONTATION DES RESULTATS A LA LITTERATURE

Il n'existe aucune étude relative aux caractères calculés size et shape, du moins, aucune étude n'a été publiée. L'office britannique homologue au GEVES, l'APHA (Animal and Plant Health Agency), utilise toutefois les caractères size et shape dans un contexte d'examen DHS, car ces caractères sont listés dans le protocole DHS Nord-Irlandais du ray-grass (*Lolium perenne* L.) (APHA, 2022). Au total, 22 caractères y sont énumérés, en plus de 20 caractères additionnels. Shape est considéré comme un caractère DHS, approuvé par l'OCVV, et figure donc le protocole DHS de l'OCVV concernant le ray-grass. Size n'est pas approuvé par l'OCVV, et est considéré par l'APHA comme un caractère additionnel. Plusieurs hypothèses peuvent

être formulées à partir de la différence faite entre size et shape par l'OCVV mais, dans les faits, ces deux caractères sont utilisés ; leur usage est donc pertinent dans l'examen DHS du ray-grass. Il peut exister des différences concernant les caractéristiques de ces caractères entre le ray-grass et le dactyle.

De manière général et selon les résultats de l'étude, size et shape, avec une ampleur bien différente, peuvent tout deux apporter une plus-value à la distinction lors d'examen DHS de variétés de dactyle. De plus, étant des caractères calculés à partir de caractères déjà mesurés, size et shape n'augmentent que très peu la charge de travail. La potentielle utilisation de ces caractères par le GEVES dans le cadre du dactyle peut être appuyée par l'utilisation de ces caractères par l'APHA dans l'examen DHS du ray-grass. Le caractère shape est également reconnu par l'OCVV comme caractère DHS du ray-grass, contrairement à size, ce qui conforte l'idée que shape peut être un caractère DHS plus pertinent que size.

CONCLUSION

Les caractères shape et size sont des caractères calculés qui répondent aux critères des caractères DHS. Ils ont les capacités pour être utilisés en tant que caractères additionnels lors d'examens DHS sur des variétés de dactyle nouvelles, menés par le GEVES. Leur utilisation, et notamment celle de shape, peuvent faire remonter le taux d'admission de variétés de dactyle nouvelles au catalogue officiel national. L'étude menée sur les caractères aura une seconde utilité : le caractère shape admet des résultats très prometteur et est déjà reconnu par l'OCVV comme caractère DHS du ray-grass. Cette étude pourrait donc servir d'argumentaire pour pousser la candidature du caractère shape à la liste des caractères DHS du dactyle reconnus par l'OCVV. L'étude des caractères calculés a en partie était faite via l'utilisation de scripts R, produits dans le cadre du stage. Ces scripts serviront à étudier d'autres caractères calculés, et sur d'autres espèces. Le pôle statistique du GEVES est actuellement en train de produire un script R réalisant les analyses de données COY (Combined Over-Year). Les scripts réalisés dans le cadre du stage ont été fourni à ce pôle dans le but d'être ajouté à leur projet, et ainsi avoir, à chaque examen DHS, un rapport des caractéristiques des caractères DHS utilisés.

BIBLIOGRAPHIE

Animal and Plant Health Agency (APHA), <i>United Kingdom Variety Testing / Plant Breeder's Rights Technical Protocol for Official Examination of Distinctness, Uniformity and Stability (DUS) for Perennial Ryegrass Lolium perenne L.</i> . APHA, décembre 2022, p. 13-17. Disponible sur : < https://assets.publishing.service.gov.uk/media/63a1c2c48fa8f5391a4ed4bc/Perennial_Ryegrass_DUS_Protocol_2022.pdf > (Consulté le 18/06/2025)
Billard E. (2025). L'inscription des variétés fourragères. Présentation à destination de la Chambre d'agriculture Pays de la Loire, diapositive 8.
GEVES (2025). Présentation du GEVES, diapositive 8.
GEVES (2025). Présentation du GEVES, diapositive 12.
GEVES, <i>Protocole technique d'examen DHS relatif au Dactyle, Dactylis glomerata L. (Fourrage, Végétalisation et Gazon)</i> . GEVES, 2025. Disponible sur : < https://www.geves.fr/acces-documents/ > (Consulté le 12/06/2025)
Groupe d'Informations Semences, J. Lionakis Meyer D., Shah K. (2023), Fact sheets <i>Dactylis glomerata L.</i> 2023 < https://seedidguide.idseed.org/fr/fact_sheets/dactylis-glomerata-l/ > (Consulté le 02/06/2025)
Lafaillette Frédéric (2024). <i>Les épreuves DHS de la section CTPS « plantes fourragères et à gazon »</i> , Présentation à destination du GEVES et du CTPS du 17/10/2024, diapositive 7.
Peltier. D (2025). Génétique appliquée à l'Amélioration des Plantes. Cours au sein de l'Université d'Angers 2024-2025 à destination du M1 de Biologie Végétale, diapositive 39-60.
Union internationale pour la Protection des Obtentions Végétales, <i>Acte de 1991 de la Convention internationale pour la protection des obtentions végétales au vi de l'article premier</i> . Convention internationale pour la protection de des obtentions végétales, le 19 mars 1991, p.4. Disponible sur : < https://www.bulco.univ-littoral.fr/wp-content/uploads/2019/07/CI%C3%A9s-de-la-recherche-4a-Norme-Z44-05.pdf > (Consulté le 19/06/2025)
Union internationale pour la Protection des Obtentions Végétales, <i>Protocole d'essai et techniques utilisés dans l'examen de la distinction, de l'homogénéité et de la stabilité</i> . UPOV, le 28 octobre 2022. Disponible sur : < https://www.upov.int/edocs/tgpdocs/fr/tgp_8.pdf > (Consulté le 08/06/2025)

SITOGRAPHIE

GEVES (2025). Catalogue 2025 < https://www.geves.fr/catalogue/ > (Consulté le 13/06/2025)
GEVES (2025). Qui sommes-nous ? 2025 https://www.geves.fr/qui-sommes-nous/ (Consulté le 16/05/2025)

RESUME

Étude de caractères calculés à des fins d'optimisation de protocoles DHS de plantes fourragères et à gazon

Le stage s'inscrit dans le cadre de l'évaluation de caractères calculés à partir de caractères phénotypiques utilisés lors d'examens DHS (Distinction, Homogénéité, Stabilité), notamment pour les graminées fourragères. L'objectif est d'étudier la pertinence de deux caractères calculés (shape et size de la dernière feuille avant l'épi) dans le cadre de la distinction variétale, en s'appuyant sur des jeux de données pluriannuelles historiques du GEVES, issus d'examens DHS. Ces analyses ont été faites sur des variétés de dactyle (*Dactylis glomerata* L.), en mobilisant des outils statistiques (répétabilité, homogénéité, pouvoir discriminant). Les résultats montrent que le caractère size est utilisable en tant que caractère DHS, mais que sa capacité de distinction est faible. Le caractère shape est également utilisable, et son utilité a été mise en évidence grâce à sa forte capacité de distinction. Ces résultats soulignent l'intérêt potentiel de ces caractères comme compléments dans les protocoles DHS, tout en suggérant le besoin d'une harmonisation méthodologique pour leur prise en compte.

Mots-clefs : DHS, caractères phénotypiques, caractères calculés, dernière feuille avant l'épi, shape, size, pouvoir discriminant

ABSTRACT

Study of calculated traits for the optimization of DUS protocols for forage and turf grass species

This internship is part of an evaluation of calculated traits derived from phenotypic traits used in DUS (Distinctness, Uniformity, Stability), particularly for forage grasses. The objective is to assess the relevance of two calculated traits (shape and size of the flag leaf) for varietal distinctness, using historical combined-year datasets from the GEVES, collected during DUS examinations. The analyses were conducted on varieties of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.), using statistical tools such as repeatability, uniformity and discriminating power. The results show that the "size" trait can be used as a DUS trait, but its ability to distinguish varieties is limited. The "shape" trait is also usable and has demonstrated a strong discriminating capacity. These results highlight the potential value of these traits as complementary descriptors in DUS protocols, while also underlining the need of methodological harmonization to support their integration.

Key words : DUS, phenotypic traits, calculated traits, flag leaf, shape, size, discriminating power