



TC/50/27

ORIGINAL : anglais

DATE : 30 janvier 2014

UNION INTERNATIONALE POUR LA PROTECTION DES OBTENTIONS VÉGÉTALES

Genève

COMITÉ TECHNIQUE

**Cinquantième session
Genève, 7 – 9 avril 2014**

RÉVISION DU DOCUMENT TGP/8 : DEUXIÈME PARTIE : TECHNIQUES UTILISÉES
DANS L'EXAMEN DHS,
NOUVELLE SECTION : EXAMEN DE CARACTÈRES AU MOYEN DE L'ANALYSE D'IMAGES

Document établi par le Bureau de l'Union

Avertissement : le présent document ne représente pas les principes ou les orientations de l'UPOV

1. L'objet du présent document est de faire rapport sur l'élaboration du document TGP/8 : Deuxième partie : Techniques utilisées dans l'examen DHS, nouvelle section 12 : "Examen de caractères au moyen de l'analyse d'images".

2. Les abréviations ci-après sont utilisées dans le présent document :

TC : Comité technique
 TC-EDC : Comité de rédaction élargi du Comité technique
 TWA : Groupe de travail technique sur les plantes agricoles
 TWC : Groupe de travail technique sur les systèmes d'automatisation et les programmes d'ordinateur
 TWF : Groupe de travail technique sur les plantes fruitières
 TWO : Groupe de travail technique sur les plantes ornementales et les arbres forestiers
 TWP : Groupes de travail techniques
 TWV : Groupe de travail technique sur les plantes potagères

INFORMATIONS GÉNÉRALES

3. À sa quarante-huitième session tenue à Genève du 26 au 28 mars 2012, le (TC) a examiné une proposition relative à une nouvelle section 12 : " Examen de caractères au moyen de l'analyse d'images" qui serait incorporée dans le document TGP/8. Il est convenu que la sous-section 12.1 "Introduction" de cette nouvelle section "Examen de caractères au moyen de l'analyse d'images" devrait être remaniée afin d'expliquer que l'analyse d'images constitue une méthode de substitution à l'observation d'un caractère plutôt qu'une méthode principale d'observation d'un caractère. Le TC est également convenu que le TWC le TWC devrait mettre au point une sous-section 12.3 intitulée "Indications sur l'utilisation de l'analyse d'images" et qu'une nouvelle section devrait être établie sur la base de l'examen des documents TWC/29/19 "Image Analysis for DUS in the United Kingdom", TWC/29/21 "The Use of Image Tool in Measurements of Grain Length of Rye (Secale cereale L.), TWC/29/27 "Image Analysis in the Czech Republic" et TWC/29/29 "Image Analysis in the Netherlands". Les rédacteurs seraient des experts des Pays-Bas (premier rédacteur), de la République tchèque, de la Finlande et du Royaume-Uni (voir les paragraphes 56 à 58 du document TC/48/22 "Compte rendu des conclusions").

4. À sa trentième session tenue à Chisinau (République de Moldova) du 26 au 29 juin 2012, le TWC est convenu qu'un projet de nouvelle section : Examen de caractères au moyen de l'analyse d'images pour le

document TGP/8 "Protocole d'essai et techniques utilisés dans l'examen de la distinction, de l'homogénéité et de la stabilité" devrait être élaboré par un expert des Pays-Bas en collaboration avec un expert de l'Union européenne pour les sessions des TWP en 2013 (voir le paragraphe 80 du document TWC/30/41 "Report").

FAITS NOUVEAUX EN 2013

5. À sa quarante-neuvième session tenue à Genève du 18 au 20 mars 2013, le TC a pris note des plans d'élaboration d'une nouvelle section : "Examen de caractères au moyen de l'analyse d'images" aux fins de son inclusion dans le document TGP/8, Deuxième partie : Techniques utilisées dans l'examen DHS, comme indiqué dans les paragraphes 8 et 9 du document TC/49/33 "Révision du document TGP/8 : Deuxième partie : Techniques utilisées dans l'examen DHS, nouvelle section : Examen de caractères au moyen de l'analyse d'images".

6. Les experts des Pays-Bas et de l'Union européenne chargés de rédiger la nouvelle section ont proposé que son avant-projet soit présenté au TWC uniquement en 2013.

7. À sa trente et unième session tenue à Séoul du 4 au 7 juin 2013, le TWC a examiné aux fins de son incorporation dans le document TGP/8 le projet de la nouvelle section "Examen de caractères au moyen de l'analyse d'images", tel qu'il figure dans l'annexe du document TWC/31/20 Add. et tel qu'il a été présenté par voie électronique par un expert de l'Union européenne. Le TWC est convenu que l'expert de l'Union européenne devrait réviser le texte destiné à donner des conseils sur l'utilisation de la méthode et le libeller de manière appropriée en vue de son incorporation dans le document TGP/8, lequel sera présenté aux TWP à leurs sessions en 2014 (voir le paragraphe 81 du document TWC/31/32 "Report").

OBSERVATIONS DU COMITÉ DE RÉDACTION ÉLARGI À SA RÉUNION EN JANVIER 2014

8. À sa réunion tenue à Genève les 8 et 9 janvier 2014, le TC-EDC a examiné le document TC-EDC/Jan14/15 "Révision du document TGP/8 : Deuxième partie : Examen de caractères au moyen de l'analyse d'images" dont l'annexe contient le texte proposé d'une "Nouvelle section : Examen de caractères au moyen de l'analyse d'images", tel qu'il a été examiné par le TC-EDC. Les révisions apportées au texte par M. Jean Maison (Union européenne) suite à son examen par le TWC à sa trente et unième session sont indiquées de la manière suivante : les éléments à supprimer sont surlignés et biffés et les éléments à ajouter sont surlignés et soulignés.

9. Le TC-EDC a formulé les observations suivantes sur l'annexe :

Remarques générales	Elle doit être remaniée dans un style standard impersonnel.
Introduction	<p>Commencer le document avec l'explication suivante tirée de la Section III du document TGP/12/1 Draft 7 intitulé "Caractères spéciaux" (disponible sur le site Web de la quarante-cinquième session du TC à l'adresse suivante: http://upov.int/meetings/fr/details.jsp?meeting_id=17482) :</p> <p>"1. Introduction</p> <p>"Les caractères qui peuvent être examinés au moyen de l'analyse d'images devraient également pouvoir être examinés au moyen d'une observation visuelle ou d'une mesure manuelle, selon qu'il convient. Les explications relatives à l'observation de ces caractères, notamment, selon qu'il convient, les explications dans les principes directeurs d'examen, devraient garantir que le caractère est expliqué en des termes qui permettent à tous les experts DHS de comprendre et d'examiner le caractère".</p> <p>"2. Combinaison de caractères</p> <p>"2.1 Il est indiqué dans l'Introduction générale (section 4 du chapitre 4 du document TG/1/3) ce qui suit :</p> <p>'4.6.3 <u>Combinaison de caractères</u></p> <p>'4.6.3.1 Cette expression désigne la simple combinaison d'un petit nombre de caractères. Pour autant que la combinaison soit biologiquement significative, des caractères qui sont observés séparément peuvent ultérieurement être combinés (par exemple le rapport longueur/largeur) pour donner un caractère combiné. Les caractères combinés doivent être examinés du point de vue de la distinction, de l'homogénéité et de la stabilité au même titre que d'autres caractères. Dans certains cas, ces caractères combinés sont examinés à l'aide de techniques telles que l'analyse d'images. Les méthodes d'examen DHS adaptées en pareil cas sont précisées dans le document TGP/12 'Caractères spéciaux'.</p> <p>"2.2 Par conséquent, il est précisé dans l'Introduction générale que l'analyse d'images est une méthode possible pour l'examen de caractères qui répondent aux conditions applicables aux caractères utilisés pour l'examen DHS (voir le chapitre 4.2 du document TG/1/3), qui comprend la nécessité d'examiner ces caractères du point de vue de l'homogénéité et de la stabilité. En ce qui concerne la combinaison de caractères, l'Introduction générale précise également que ces caractères doivent être biologiquement significatifs".</p>

10. Le TC est invité à envisager d'approuver le remaniement du texte proposé dans un style TGP standard impersonnel et d'y ajouter une introduction aux conseils, comme indiqué dans le paragraphe 9 du présent document.

[L'annexe suit]

EXAMEN DES CARACTÈRES AU MOYEN DE L'ANALYSE D'IMAGES

INTRODUCTION

1. L'analyse d'images consiste à extraire avec un ordinateur des informations (p. ex. mesures de plantes) d'images (numériques). Elle est utilisée dans l'examen des variétés végétales pour faciliter l'évaluation des caractères des plantes. Elle peut être considérée comme un dispositif de mesure intelligent (règle avancée). Le présent document a pour objet de donner des conseils pour l'utilisation de l'analyse d'images dans l'examen des variétés végétales.

2. L'analyse d'images peut être utilisée d'une manière entièrement automatisée ou semi-automatisée. Lorsqu'elle est entièrement automatisée, l'expert se contente d'enregistrer à l'aide d'une caméra ou d'un scanner les images de parties de plantes et l'ordinateur calcule automatiquement les caractères pertinents sans interférence humaine. Lorsque l'analyse est semi-automatisée, l'ordinateur montre les images sur un écran et l'utilisateur peut interagir avec le logiciel pour mesurer des parties spécifiques d'une plante, en cliquant par exemple avec une souris.

~~3. En 2012, l'UPOV a envoyé à tous les États membres un questionnaire sur l'utilisation de l'analyse d'images. Les résultats de ce questionnaire sont reproduits dans le document TWC/31/20 (voir les paragraphes 3 et 4 du document TWC/31/20 "Revision of document TGP/8: Part II: Techniques used in DUS Examination, New Section: Examining Characteristics Using Image Analysis"). L'analyse d'images est régulièrement utilisée dans plus de 10 États membres pour mesurer une série de caractères qui ont trait à la taille, à la forme, à la couleur et à la configuration des parties de plante. Les caractères les plus souvent utilisés sont la taille et la forme des semences.~~

ENREGISTREMENT DES IMAGES : ÉTALONNAGE ET NORMALISATION

~~3.4.~~ Un facteur important à prendre en considération lorsqu'on enregistre et analyse des images numériques est celui de la normalisation et de l'étalonnage. La normalisation est effectuée en utilisant autant que faire se peut le même montage (éclairage, caméra, emplacement de la caméra, lentille, perspective et distance entre la caméra et l'objet) pour chaque enregistrement. Il est important de s'assurer que les enregistrements sont effectués selon un protocole bien défini car le logiciel peut en dépendre. C'est ainsi par exemple que les gousses peuvent devoir être orientées horizontalement dans les images, les becs pointant vers la gauche. L'étalonnage du système est nécessaire pour rendre l'enregistrement aussi indépendant que possible d'éventuelles circonstances en corrigeant les variations de taille et de couleur par exemple.

~~4.5.~~ Étalonnage de la taille. Si nous voulons déterminer la longueur d'une semence par exemple, nous devons savoir quelle est la taille d'un pixel (élément d'image dans une image numérique) dans le monde réel (p. ex. mm/pixel), l'ordinateur mesurant en effet en pixels chaque objet qui se trouve dans une image. Une manière standard d'effectuer l'étalonnage est d'inclure une règle dans chaque image enregistrée, à la même distance de la caméra que la partie de la plante enregistrée. Dans ce cas, l'utilisateur peut rapporter la taille de la règle au nombre de pixels et effectuer l'étalonnage manuellement. Une manière plus efficace de le faire consiste à utiliser un objet aux dimensions standard comme une pièce de monnaie par exemple qui peut être analysée automatiquement avec le logiciel et être ensuite utilisée pour un étalonnage de taille implicite. Une telle pièce permet également de vérifier si les pixels sont carrés (c'est-à-dire si le rapport d'aspect de chaque pixel est de 1/1). Dans tous les cas, l'objet devrait être suffisamment près de l'objet d'étalonnage et suffisamment loin de la caméra afin de minimiser l'effet de l'agrandissement qui varie en fonction de la distance. Par ailleurs, une lentille télécentrique pourrait être utilisée pour minimiser cet effet.

~~5.6.~~ Étalonnage de l'éclairage. Un objet doit être séparé du fond de l'image. Une façon de le faire qui est très simple et souvent utilisée consiste à appliquer le seuillage : un pixel avec une valeur (grise) au-dessus d'un certain seuil est considéré un pixel d'objet et, en dessous de ce seuil, un pixel de fond (ou vice versa). Si l'éclairage n'est pas constant, il se peut que la segmentation ne soit pas optimale pour chaque image et qu'une partie des pixels soit attribuée à la mauvaise classe (objet/fond), même si la valeur seuil est réputée automatique. Cela peut donner lieu à des mesures erronées. Il est par conséquent souhaitable de vérifier les résultats de la segmentation en jetant un rapide coup d'œil aux images binaires segmentées.

~~6.7.~~ Il arrive fréquemment que seule une silhouette ou seul un contour du matériel végétal soit nécessaire comme pour la taille et la forme par exemple. Dans ce cas-là, il est souvent conseillé d'utiliser un éclairage

de fond comme une boîte à lumière. Cela accentuera le contraste entre le fond et l'objet tout en rendant le résultat de la segmentation beaucoup moins tributaire de la valeur seuil.

7. 8- Assurez-vous que l'éclairage est réparti de façon homogène sur l'image. Les parties plus foncées de l'image peuvent en effet donner lieu à une segmentation erronée et, par conséquent, aboutir à des mesures incorrectes et incomparables, en particulier lorsque de multiples objets sont enregistrés dans la même image.

8. 9. S'agissant des couleurs et configurations (panachure ou blush) sur la partie de la plante, il est essentiel que l'éclairage soit fait correctement et vérifié régulièrement, de préférence pour chaque image. Dans ce cas-là, l'étalonnage de l'éclairage peut être effectué en enregistrant (une partie du) un code de couleurs standard dans l'image. Des algorithmes spéciaux sont disponibles pour tenir compte des changements de couleur dus à différentes conditions d'éclairage mais il arrive souvent que la correction cause une perte de précision.



9. 40. La source de lumière influe considérablement sur la couleur observée dans l'image. Pour la couleur en particulier, le type de source de lumière est important. Dans nombre de cas, la couleur et l'intensité des lampes changent durant leur réchauffement, ce pour quoi il faut les laisser brûler pendant 15 minutes environ avant de commencer les enregistrements. Si des tubes fluorescents sont utilisés, vérifiez qu'ils ont encore plus ou moins la même intensité/couleur car ils peuvent changer assez rapidement avec l'âge. Vous pouvez utiliser le code d'étalonnage à des fins de notification.

10. 44. C'est en particulier lorsqu'on enregistre des objets brillants comme les pommes ou certaines fleurs qu'il faut tenir compte de la réflexion spéculaire. Il n'est en effet pas possible de mesurer de manière fiable des objets ayant des taches spéculaires. Dans ces cas-là, il sied de recourir à un éclairage uniforme et indirect, utilisant pour ce faire des tentes de lumière spéciales comme on peut le voir ci-dessous.



11. 42- Des caméras (couleur) et des scanners peuvent être utilisés pour l'enregistrement des images. Le choix dépend de l'application et de la préférence de l'utilisateur. D'autres systèmes plus avancés comme les caméras 3D ou les caméras hyperspectrales ne sont pas encore utilisés dans l'examen standard des variétés végétales.

ANALYSE DES CARACTÈRES STANDARD DE L'UPOV

12. 43. En règle générale, l'analyse d'images est utilisée pour automatiser la mesure des caractères décrits dans les principes directeurs d'examen de l'UPOV. Dans ce cas-là, le but est de remplacer une mesure manuelle par une mesure informatique. Cela requiert un étalonnage supplémentaire outre celui de l'enregistrement des images. Les mesures peuvent ensuite être vérifiées à l'aide de mesures manuelles à des fins de cohérence, au moyen par exemple d'un graphique de mesure manuelle contre informatique avec une ligne de régression et la ligne $y=x$.

13. 44. Dans certains cas, l'analyse d'images nécessite une définition mathématique et plus précise du caractère que celle qui est exigée pour les experts humains. C'est ainsi par exemple que la longueur de la gousse peut être redéfinie comme étant la longueur médiane de la gousse, à l'exclusion de la tige. Dans ces cas-là, il est absolument nécessaire de vérifier les différences de comportement des différents génotypes (biais). La mesure pour quelques génotypes peut être exactement la même alors que, pour d'autres, il se peut qu'une différence systématique soit présente. Un bon exemple est celui de la détermination de la hauteur du bulbe dans les oignons (van der Heijden, Vossepoel et Polder, 1996), où le sommet du bulbe a été défini comme le point de flexion de l'épaule. Aussi longtemps qu'une modification ou un peaufinement de la définition d'un caractère est connu et pris en compte, cela n'est pas un problème. En général, il est souhaitable de consulter les phytotechniciens pour redéfinir un caractère et de vérifier avec l'UPOV s'il pourrait s'avérer nécessaire d'apporter une légère modification aux principes directeurs.

14. 45. Dans certains cas, l'objet comprend différentes parties qui doivent être mesurées séparément comme par exemple la gousse, le bec et la tige d'une gousse de haricot. Il faut un algorithme spécial pour séparer les différentes parties (distinguer la tige et le bec de la gousse), ce qui doit être expérimenté sur un grand nombre de génotypes dans la collection de référence pour s'assurer que l'application est robuste sur l'éventail tout entier des expressions.

15. 46. Les caractères liés à la forme peuvent également être mesurés avec l'analyse d'images, laquelle est cependant limitée aux caractères qui figurent déjà dans les principes directeurs d'examen, par exemple en définissant la forme comme étant le rapport longueur/largeur.

16. 47. Bien que la couleur soit un caractère type de l'UPOV et bien qu'elle puisse être mesurée par l'analyse d'images, elle n'est pas souvent utilisée. ~~Les mesures de la couleur par l'analyse d'images sont décrites dans le document TWC/24/15 "Image Analysis of Ornamentals, with Emphasis to Rose and *Astroemeria*".~~ Dans la plupart des cas, les phytotechniciens continuent de s'appuyer sur l'observation visuelle avec le code RHS des couleurs.

ANALYSE DES CARACTÈRES QUI NE SONT PAS DES CARACTÈRES STANDARD

17. 48. Outre les caractères standard, l'analyse d'images offre la possibilité d'évaluer des caractères plus complexes qu'il pourrait être plus difficile d'observer visuellement ou de mesurer. Mentionnons à titre d'exemples les suivants : la distribution totale de la forme d'un oignon peut être décrite en plaçant l'oignon le long des différentes positions de l'axe de longueur, la couverture au sol du feuillage pourrait être observée de manière plus précise qu'avec une observation visuelle, la résistance aux maladies pourrait être évaluée en mesurant la superficie de l'infection sur une feuille ou la courbure du périmètre des feuilles pourrait aider à déterminer la finesse du feuillage.

CONCLUSIONS

18. 49. L'analyse d'images est utilisée pour effectuer des mesures et pour automatiser, en partie du moins, l'évaluation des caractères. Elle nécessite une définition claire et précise du caractère, une informatisation au moyen de logiciels existants ou maison, une bonne préparation d'échantillons, la vérification des procédures en vigueur ainsi qu'un étalonnage et une normalisation adéquats. Par conséquent, elle nécessite souvent un investissement qui ne peut être rentable comparé à l'évaluation manuelle des caractères que s'il porte sur un grand nombre de mesures ou sur des mesures dont l'évaluation par l'examineur est difficile et chronophage. Dans le cas d'organes de petite taille comme la taille des semences par exemple, l'analyse d'images sera plus précise et plus fiable.

19. 20. L'analyse d'images offre la possibilité de stocker des informations. Les images peuvent en effet être enregistrées et analysées à un stade ultérieur afin d'éviter les heures de pointe et elles peuvent être extraites à un stade ultérieur également afin de comparer des variétés en cas de doute par exemple.

20. 21. De nos jours, l'analyse d'images est surtout utilisée pour déterminer les caractères que sont la forme et la taille mais, avec la mise au point de techniques, il sera possible de l'utiliser pour déterminer dans l'avenir un plus large éventail de caractères.

BIBLIOGRAPHIE

van der Heijden, G., A. M. Vossepoel et G. Polder (1996) Measuring onion cultivars with image analysis using inflection points. *Euphytica*, 87, 19-31.

[Fin de l'annexe et du document]