



TC/51/21  
 ORIGINAL : anglais  
 DATE : 2 février 2015

## UNION INTERNATIONALE POUR LA PROTECTION DES OBTENTIONS VÉGÉTALES

Genève

### COMITE TECHNIQUE

#### Cinquante et unième session Genève, 23–25 mars 2015

REVISION DU DOCUMENT TGP/8 : DEUXIEME PARTIE : TECHNIQUES UTILISEES  
 DANS L'EXAMEN DHS, NOUVELLE SECTION :  
 EXAMEN DE CARACTERES 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 les éléments nouveaux concernant le document TGP/8 : deuxième partie : Techniques utilisées dans l'examen DHS, nouvelle section : "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
  - 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. Les informations générales sur cette question sont fournies dans le document TC/50/27 "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".

#### FAITS NOUVEAUX EN 2014

##### Comité technique

4. Le TC, à sa cinquantième session tenue à Genève du 7 au 9 avril 2014, a examiné le document TC/50/27 "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".
5. Le TC est convenu du remaniement du texte proposé par un expert de l'Union européenne dans un style TGP standard impersonnel et d'y ajouter l'introduction suivante comme indiqué dans le paragraphe 9 du document TC/50/27 (voir le paragraphe 63 du document TC/50/36 "Compte rendu des conclusions") :

“1. Introduction

“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.

“2. Combinaison de caractères

“2.1 Il est indiqué dans l’Introduction générale (section 4 du chapitre 4 du document TG/1/3) ce qui suit :

“4.6.3 Combinaison de caractères

“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.’

“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.”

Groupes de travail techniques

6. À leurs sessions de 2014, le TWO, le TWF, le TWC, le TWV et le TWA ont respectivement examiné les documents TWO/47/20, TWF/45/20, TWC/32/20, TWV/48/20, TWV/48/20 Add. et TWA/43/20 “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”.

7. Le TWO, le TWF, le TWC, le TWV et le TWA ont pris note de la proposition de l’expert de l’Union européenne d’établir un nouveau projet pour la nouvelle section “Examen de caractères au moyen de l’analyse d’images” à inclure dans le document TGP/8 pour examen par le TC et les TWP à leurs sessions en 2015 (voir le paragraphe 55 du document TWO/47/28 “Report”, le paragraphe 46 du document TWF/45/32 “Report”, le paragraphe 41 du document TWC/32/28 “Report”, le paragraphe 56 du document TWV/48/43 “Report” et le paragraphe 51 du document TWA/43/27 “Report”).

8. Le TWO et le TWC sont convenus de demander au rédacteur d’envisager d’inclure des exemples typiques de caractères pouvant être évalués au moyen de l’analyse d’images, comme la surface foliaire et la longueur/largeur du grain (voir le paragraphe 56 du document TWO/47/28 et le paragraphe 42 du document TWC/32/28).

9. Le TWC a pris note que les expériences portant sur l’utilisation de l’analyse d’images seraient présentées au TWV (voir le paragraphe 43 du document TWC/32/28).

10. Le TWV a suivi les exposés d’experts de République tchèque, de France, des Pays-Bas et du Royaume-Uni sur leur utilisation de l’analyse d’images aux fins de l’examen DHS, qui font l’objet des annexes du document TWV/48/20 Add. “Addendum to Revision of Document TGP/8: Part II: Selected Techniques used in DUS Examination, New Section: Examining Characteristics using Image Analysis” (voir le paragraphe 57 du document TWV/48/43).

11. Le TWV est convenu que certains des logiciels actuellement utilisés pour l’analyse d’images devraient être mentionnés dans le document UPOV/INF/22 “Logiciels et équipements utilisés par les membres de l’Union” (voir le paragraphe 58 du document TWV/48/43).

12. Le TWV est convenu que les experts de République tchèque, de France, des Pays-Bas, de Pologne et du Royaume-Uni aideraient le rédacteur de l’Union européenne à établir un nouveau projet pour examen par le TC et les TWP à leurs sessions en 2015 (voir le paragraphe 59 du document TWV/48/43).

13. Le TWA est convenu de l'importance de définir précisément les caractères à évaluer au moyen de l'analyse d'images (voir le paragraphe 49 du document TWA/43/27).

14. Le TWA a pris note de l'utilisation de l'analyse d'images : en Australie, pour mesurer la longueur et la largeur des feuilles des plantes ornementales; au Danemark, pour mesurer les pétales, cotylédons et siliques du colza et la longueur des épis et des barbes de l'orge; au Royaume-Uni, pour mesurer les pétales, cotylédons et siliques du colza, et divers caractères dans la betterave sucrière et les féveroles; et en France pour l'évaluation des cotylédons du colza (voir le paragraphe 50 du document TWA/43/27).

15. Un nouveau projet, proposé par un expert de l'Union européenne, fait l'objet de l'annexe du présent document.

#### Comité de rédaction élargi

16. À sa session tenue à Genève les 7 et 8 janvier 2015, le TC-EDC a examiné le document TC-EDC/Jan 15/11 "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" et a formulé les recommandations suivantes :

Annexe, Introduction et paragraphe 19	Le TC-EDC a pris note de la contradiction existant entre l'Introduction et le paragraphe 19 du projet d'indications et a recommandé de supprimer le paragraphe 19
Annexe, paragraphe 5	ajouter "dans les cas où l'analyse d'images est automatisée" à la fin de la première phrase
Annexe, paragraphe 14	supprimer le titre au-dessus du paragraphe
Annexe, paragraphe 18	doit se lire "Code RHS <u>des couleurs</u> "
Annexe, paragraphe 22	doit se lire "...possible de l'utiliser pour déterminer dans l'avenir un plus large éventail de caractères <u>standard de l'UPOV.</u> "

*17. Le TC est invité à examiner la proposition de projet de principes directeurs concernant l'"Examen de caractères au moyen de l'analyse d'images", qui figure à l'annexe du présent document, ainsi que les observations formulées par le TC-EDC à sa réunion en 2015, telles qu'indiquées au paragraphe 16.*

[L'annexe suit]

Document établi par des experts de l'Union européenne

## EXAMEN DES CARACTERES AU MOYEN DE L'ANALYSE D'IMAGES

### INTRODUCTION

1. La section III du document TGP/12/1 Draft 7 intitulé "Caractères spéciaux" est ainsi conçue :

*"Les caractères qui se prêtent à l'examen par analyse d'images devraient aussi pouvoir être examinés par observation visuelle ou mesure manuelle, selon le cas. Dans les explications visant l'observation de ces caractères, y compris le cas échéant celles données dans les principes directeurs d'examen, il conviendra de veiller à ce que le caractère soit défini en des termes qui permettent à tous les examinateurs chargés de l'examen DHS de le comprendre et d'en effectuer l'examen."*

"2. Caractères combinés

"2.1 L'Introduction générale (document TG/1/3, chapitre 4, section 4) dispose ce qui suit :

*"4.6.3 Combinaison de caractères*

*"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'."*

"2.2 L'Introduction générale précise ainsi que l'analyse d'images est une méthode possible d'examen des caractères qui remplit les conditions fondamentales d'utilisation aux fins de l'examen DHS (voir le document TG/1/3, chapitre 4.2), dont celle de permettre de vérifier l'uniformité et la stabilité des caractères. En ce qui concerne les caractères combinés, l'Introduction générale explique aussi que la combinaison doit être biologiquement significative."

~~4-3.~~ 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.

~~2-4.~~ 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.

### ENREGISTREMENT DES IMAGES : ETALONNAGE ET NORMALISATION

~~3-5.~~ 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.

~~5-6.~~ L'étalonnage de la taille est nécessaire. L'unité de mesure utilisée dans les images étant le pixel, il convient d'établir un lien entre les pixels de l'image et les millimètres : ~~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.

~~4-7.~~ L'étalonnage de l'éclairage est également nécessaire : 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 déterminée automatiquement. 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.

~~5-8.~~ 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.

~~9.~~ Il convient de s'assurer ~~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.

~~10.~~ 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.



~~11.~~ 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 chauffer suffisamment ~~ce pour quoi il faut les laisser brûler pendant 15 minutes environ~~ avant de commencer les enregistrements. Si des tubes fluorescents sont utilisés, il convient de vérifier ~~vérifiez~~ régulièrement qu'ils ont plus ou moins la même intensité/couleur, car ils peuvent changer assez rapidement avec l'âge. ~~Vous pouvez utiliser le~~ Le code d'étalonnage peut être utilisé à cet effet ~~à des fins de notification~~.

~~12.40.~~ 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~~.



**13.41.** 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 CARACTERES STANDARD DE L'UPOV

**14.42.** 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  $y=x$ .

**15.43.** 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.

**16.44.** 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.

**17.45.** 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.

**18.46.** 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 Alstroemeria".~~ Dans la plupart des cas, les phytotechniciens continuent de s'appuyer sur l'observation visuelle avec le code RHS des couleurs.

## ANALYSE DES CARACTERES QUI NE SONT PAS DES CARACTERES STANDARD

19.17. 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

20.18. 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.

21.19. 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.

22.20. 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 & G. Polder (1996) Measuring onion cultivars with image analysis using inflection points. *Euphytica*, 87, 19-31.

[Fin de l'annexe et du document]