



NF EN ISO 9001

RITTMO Agroenvironnement
Z. A. BIOPÔLE
37 rue de Herrlisheim
CS 80023
68025 Colmar Cedex
Tel : 03 89 80 47 00 / Fax : 03 89 21 16 70



Développement d'une méthode d'analyse non-destructive sur la croissance des végétaux grâce à un logiciel d'analyse d'image

Auteur : Sonia ROUSSEL

Encadrant : Sylvain PLUCHON

Résumé : Ce stage effectué au sein de l'association RITTMO a pour but de développer une méthode d'analyse non-destructive sur le développement des végétaux et ceci grâce à un logiciel de traitement d'image appelé ImageJ.

En effet, l'association a pour mission de trouver, développer et transmettre des solutions durables pour les agriculteurs dans le domaine de la fertilisation organique. C'est pourquoi, elle effectue des études sur les végétaux, afin d'évaluer la performance d'un fertilisant ou sa toxicité. Les résultats de ces tests sont alors obtenus grâce à une mesure de matière sèche en fin d'expérimentation, car il s'agit de la méthode la plus fiable pour mesurer le développement des plantes. Cependant, cette manipulation ne survenant qu'à la fin de l'étude, nous pouvons déplorer la perte de nombreuses informations sur l'évolution au cours du temps de la croissance végétale. En effet, les courbes de croissance des végétaux peuvent être très différentes les unes des autres, et aboutir au final à un résultat identique. Pour pouvoir effectuer des mesures de matière sèche à différents instants de l'étude, il faut sacrifier des répétitions et donc augmenter considérablement le nombre de plantes au début de l'essai.

ImageJ est un logiciel libre et automatisable disponible gratuitement sur internet qui permet de sélectionner une partie spécifique d'une image et d'en sortir de nombreuses données chiffrées. Cette analyse peut être automatisable ce qui la rend beaucoup plus rapide et réalisable sur un grand nombre de plantes. Ainsi la mission a consisté tout d'abord à standardiser la prise d'image des plantes, puis automatiser au maximum le traitement d'image à l'aide de macros, et enfin, de vérifier que le logiciel donne des résultats fiables en mesurant la corrélation entre les données chiffrées que ce dernier génère et celles obtenues avec les mesures habituelles de laboratoire.

A chaque type de prise de vue est associée une macro réalisée sur le logiciel ImageJ. Par exemple, dans le cas d'une petite plante, la macro créée va faire en sorte que le logiciel ne sélectionne que les parties jaunes et vertes de l'image grâce à un seuillage (c'est-à-dire la partie végétale, le reste étant blanc ou gris) et qu'il ne mesure que la surface de cette sélection. Lorsqu'il s'agit d'une feuille isolée, la macro associée va tracer le périmètre de la feuille, puis elle va sélectionner l'intérieur de ce dernier pour mesurer la moyenne des valeurs de gris qu'il contient ainsi que les valeurs de gris minimum et maximum. Pour les

prises de vue de dessus ou de profil de plantes entières, deux possibilités sont offertes. Si la plante est totalement verte, on utilise une macro réalisant un seuillage capable de calculer la surface, la hauteur et la largeur de la plante. S'il s'agit d'un végétal coloré (une plante à fleurs, par exemple), la macro utilisée permettra de choisir manuellement le premier et l'arrière-plan de l'image, et le logiciel pourra extraire la surface, la hauteur et la largeur de la plante. Une dernière macro a été établie pour tous les types de prise de vue : elle fait un montage de toutes les photos, classées par modalités, légendées et munies d'une échelle afin de les mettre en page rapidement pour un éventuel rapport.

Des tests ont ensuite été réalisés afin de connaître la corrélation entre la matière sèche et la surface estimée par ImageJ. Les résultats sont variables selon les espèces végétales, mais en règle générale, il existe une bonne corrélation entre ces deux mesures (avec un coefficient de détermination proche de 0.9 pour une courbe de tendance linéaire). Cependant, il y a une exception pour les petites plantes (les lentilles d'eau) qui n'ont aucune corrélation. Le problème viendrait plus de la mesure de la matière sèche que de la surface. La hauteur estimée par le logiciel a également été testée et mise en corrélation avec la hauteur des plantes que nous avons mesurée et cela s'est avéré moins bon, car plusieurs erreurs de sélection sont commises par le logiciel. Cependant, le coefficient de détermination reste aux alentours de 0.85, ce qui demeure une assez bonne corrélation, même si l'on pouvait s'attendre à mieux pour cette mesure. Enfin, la valeur de gris a été testée avec une mesure de concentration de chlorophylle a, b et totale. Ici encore, les résultats sont très mitigés selon les espèces, mais ils peuvent être bons (avec le maïs), comme ils peuvent être très moyens (avec les pétunias), mais ils restent cohérents.

Grâce à ce stage, le développement des plantes d'études pourra facilement être suivi dans le temps avec une bonne précision et sans sacrifice à condition que les espèces choisies soient adaptées. Le développement des maladies est plus difficile à suivre, car il ne peut se faire que sur le logiciel WinRhizo qui n'est pas automatisable, mais donne de bons résultats. Les carences en azote peuvent être repérées sur la couleur des feuilles, mais la méthode doit encore être approfondie pour que la variabilité des résultats baisse. Cependant, toutes les corrélations ont été réalisées à partir de la courbe de tendance linéaire et il est possible qu'une courbe de tendance logarithmique soit plus adaptée. La surface d'une plante pouvant augmenter plus rapidement, à un certain stade végétatif, alors que la masse sèche garde une même croissance, les feuilles s'allongeraient tout en devenant plus fine. Cette hypothèse reste à vérifier, mais elle pourrait éventuellement augmenter la précision des analyses.