

Imagerie conjointe RGBS couleur et speckle pour la caractérisation de semences végétales

Étienne BELIN¹, David ROUSSEAU², Julio ROJAS-VARELA¹, François CHAPEAU-BLONDEAU¹

¹ *Laboratoire Angevin de Recherche en Ingénierie des Systèmes (LARIS), Université d'Angers, 62 avenue Notre Dame du Lac, 49000 Angers, France*

² *Université de Lyon; CREATIS; CNRS UMR5220; INSERM U1206; Université Lyon 1; INSA-Lyon, 69621 Villeurbanne, France*

etienne.belin@univ-angers.fr

L'imagerie de speckle est une technique non invasive et non destructive utilisée pour la caractérisation de tissus biologiques. Dans le domaine du végétal, elle est exploitée notamment pour caractériser la croissance, la viabilité des plantes ou leur infestation par des pathogènes [1, 2]. Nous présentons ici un dispositif de vision par ordinateur couplant deux modalités d'imagerie : speckle plein-champ et couleur RGB, et visant une application originale qui est l'étude de l'imbibition dans les semences. L'imbibition des semences est un processus essentiel qui déclenche le passage d'une graine sèche inerte à une plante vivante, et dont la dynamique demeure encore largement méconnue.

Le dispositif d'imagerie, illustré sur la Fig. 1, exploite pour les deux modalités une unique caméra 3×8 bits avec une résolution spatiale de 5 Mpixels suffisante pour la taille des échantillons biologiques imagés. Pour l'imagerie RGB, une lumière blanche incohérente est utilisée et peut fonctionner d'une part en rétro-éclairage donnant accès à un masque binaire des échantillons obtenu par un seuillage automatique, et d'autre part en mode spéculaire fournissant des mesures colorimétriques des échantillons. Pour le speckle, une illumination en lumière cohérente est assurée avec un laser vert à $\lambda = 532$ nm. Le dispositif, synchronisé et piloté par ordinateur, donne accès à différentes séquences d'illumination/acquisition possibles. Une séquence typique consiste en l'alternance d'une acquisition de deux images RGB en lumière incohérente blanche en mode rétro-éclairage puis spéculaire, suivie de l'acquisition d'une série de N images de speckle. L'activité de biospeckle perçoit les micromouvements à la surface des échantillons biologiques, que l'on peut relier aux flux d'eau entrants lors de l'imbibition des semences. Cette activité est quantifiée par le calcul de l'intercovariance normalisée I_N entre l'image initiale de référence et les $N - 1$ images de la série. La Fig. 1(d) présente des évolutions typiques de l'activité de biospeckle, qui fournissent des informations pouvant servir à une caractérisation de l'imbibition, son démarrage, intensité, durée, selon les conditions et les espèces. On cherche aussi à explorer les corrélations possibles entre les micromouvements et les changements de teinte observés lors de l'imbibition. La Fig. 1(e) montre des changements de teinte significatifs qui surviennent à la surface de graines de betterave selon les stades durant toute la durée de l'imbibition.

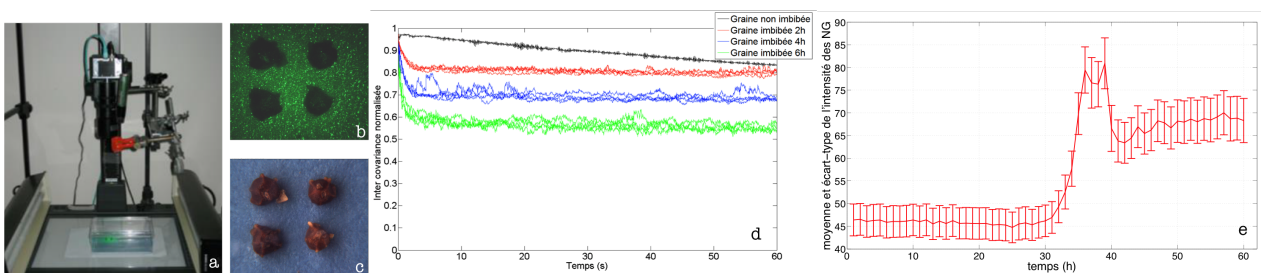


Fig. 1 : Dispositif d'imagerie RGBS (a), images speckle (b) et RGB (c) de graines de betterave en imbibition à 2 heures, intercovariance I_N de graines à différents stades d'imbibition (d) et évolution d'une combinaison des trois composantes couleur RGB à la surface d'une graine en imbibition sur 60 heures.

Ce travail a bénéficié d'une aide de l'État gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre du programme « Investissements d'Avenir » sous la référence ANR-11-BTBR-0007 (programme AKER).

RÉFÉRENCES

- [1] D. Rousseau, C. Caredda, Y. Morille, É. Belin, F. Chapeau-Blondeau, D. Gindre, "Low-cost biospeckle imaging applied to the monitoring of seed germination," in *3rd International Workshop on Image Analysis Methods for the Plant Sciences (IAMPS)*, 15-16 Sept., Aberystwyth, UK, 2014.
- [2] P. M. Pieczywek, A. Kurenda, A. Zdunek, A. Adamiak, "The biospeckle method for the investigation of agricultural crops : A review," *Optics and Lasers in Engineering*, vol. 52, pp. 156-158, 2014.