



Imagerie hyperspectrale et inférence de la teneur en azote foliaire : Approche par modélisation pour documenter les effets liés à l'architecture de la plante

**Pierre ROUMET¹, Pierre-Antoine JEAN¹, Nathalie GORRETTA²,
Gilles RABATEL² et Martin ECARNOT¹**

¹ INRA UMR AGAP 2 place Viala, 34060 Montpellier Cedex 2

² IRSTEA - ITAP - 361 rue Jean-François Breton, 34196 Montpellier Cedex 5

Orateur : Martin ECARNOT

La spectroscopie visible et proche Infrarouge couplée à de l'imagerie (hyperspectrale) permet le traitement du signal de réflectance à l'échelle d'un couvert végétal en plein champ. A partir de ce signal, un étalonnage permettant d'inférer la teneur en azote foliaire d'un couvert de blé a été développé [1]. Notre objectif était de i) préciser le domaine de validité de cet étalonnage notamment en prenant en compte l'impact de variations architecturales (insertion des feuilles notamment) et ii) comprendre pourquoi les performances de l'étalonnage obtenu -au demeurant très correctes- restaient inférieures à celles obtenues sur feuilles ou plantes isolées. Nous avons modélisé différentes maquettes de couvert de blé (modèle architecturé ADEL [2]) correspondant à différents stades phénologiques et architectures foliaires. Ces maquettes ont été couplées avec un modèle de radiativité, CARIBU, estimant la quantité d'énergie d'une feuille reçue soit directement soit par ses voisines (reflectances directe et multiples) [3]. Nous avons observé que les organes soumis à des expositions fortes (généralement situés dans la partie haute du couvert) présentaient peu de réflexions multiples et avaient une teneur en azote foliaire conforme à un attendu défini sur la base d'une feuille isolée. A l'inverse, les réflexions multiples étaient importantes pour les pixels situés dans la partie basse du couvert générant un découplage entre signal spectral et contenu biochimique et une sous estimation de la teneur en azote (-0.4 points). Ces résultats sont présentés dans différents contextes architecturaux et leurs implications sont discutées dans le cadre du développement de la technologie hyperspectrale pour l'inférence de la teneur azote foliaire de couvert de blé.

Références :

- [1] N. Vigneau, M. Ecarnot, G. Rabatel, P Roumet. Potential of field hyperspectral imaging as a non destructive method to assess leaf nitrogen content in Wheat. *Field Crop Research* 122 : 25–31, 2011.
- [2] C. Fournier, B. Andrieu, S. Ljutovac, S. Saint-Jean, ADEL-wheat: a 3D architectural model of wheat development. In: HuBG, JaegerM, eds. *International Symposium on Plant Growth Modeling, Simulation, Visualization, and their Applications*. Beijing, China PR : Tsinghua University Press/Springer, 54–63.
- [3] M. Chelle, B. Andrieu, K. Bouatouch, 1998. Nested Radiosity for Plant Canopies. *The Visual Computer*, 14: 109-125.

Abstract

Hyperspectral imaging and assessment of leaf nitrogen content : modeling approach to document the effects of plant architecture traits

Imaging coupled with visible and infrared spectroscopy provide us some data to represent the canopy under field conditions. This signal can be processed to infer some leaf biochemical content such as nitrogen [1]. Here our aim was firstly, to precise how this calibration could be extended to numerous architectural contexts according in particular to leaf angle and secondly, to clarify why the accuracy of this calibration is lower compared to another one's performed on isolated leaves.

Using ADEL-wheat a 3d architectural model of wheat development [2], different scenes corresponding to wheat canopies along plant cycle or related to leaf geometry shape have been modelled. These 3D scenes have been coupled with Caribu which model lighting for virtual scenes [3] allowing to estimate in each point of the scene direct and multiple reflectances.

Multiple reflexions were reduced for upper leaves which received larger amount of light whereas they were important for lower leaves decoupling the relationship between spectral data and leaf nitrogen content (LNC). Therefore the LNC of these leaves are slightly under-estimated (-0.4 points). The consequence of these results will be discussed in the frame of the use of hyperspectral imaging development for field phenotyping.