

L'ANALYSE DE LA SEVE XYLEMIENNE, POUR PILOTER L'AZOTE ET LES OLIGO-ELEMENTS

Philippe MICHONNEAU⁽¹⁾, Charlotte MERLIN-TERREY⁽¹⁾,

Bruno FELIX-FAURE⁽²⁾, Bernard DUZAN⁽²⁾

(1) Société Coopérative Agricole Région d'Arcis – SCARA – ZI de Vilette-Sur-Aube, 10700 Arcis-Sur-Aube.

(2) GALYS SAS – 14 rue André Boulle – 41000 Blois.



Philippe MICHONNEAU ; Charlotte MERLIN-TERREY ; Bruno FELIX-FAURE ; Bernard DUZAN

Philippe MICHONNEAU est Docteur de l'Université de Poitiers en Physiologie, Biochimie, Biologie moléculaire végétale. Pendant plus de 5 ans, il a dirigé une société de biotechnologie (Géniflore), spécialisée dans la production de plantes OGM à vocation thérapeutique et dans la mise au point de méthodes de luttés alternatives contre les maladies des plantes. En 2010, il s'est orienté vers le monde des grandes cultures en intégrant la SCARA (Société Coopérative Agricole Région d'Arcis) ou actuellement, il anime le Pôle Agronomie, Innovation, Service.

La fertilisation des céréales est cruciale pour assurer des niveaux de rendement performant et une qualité de récolte répondant au cahier des charges des clients. La fertilisation azotée tient une place prédominante sur les aspects rendement et qualité. De plus, la gestion de l'azote constitue un levier important pour limiter les impacts environnementaux et sur la santé publique. Ajoutons que, l'analyse du besoin de la plante en oligo-éléments est un axe encore trop peu travaillé de manière précise en culture. Nous nous sommes intéressés en particulier au fer et au manganèse. Ces derniers sont des catalyseurs d'enzymes impliqués dans la biosynthèse des protéines. Depuis trois ans, en sol de craie, notre travail est focalisé sur la compréhension de l'absorption de l'azote et des oligo-éléments par le système racinaire du blé tendre d'hiver et de l'orge de printemps. En Champagne crayeuse, les conditions pédoclimatiques peu favorables à la minéralisation du sol, permettent de mettre en évidence par l'analyse de la sève xylémienne, les diverses stratégies de fertilisation azotée. Ces dernières peuvent ainsi être adaptées à la physiologie de la plante. L'objectif de notre travail est d'assurer une absorption efficace de l'azote, de favoriser l'assimilation et le métabolisme des nitrates et de l'ammonium, le stockage des protéines dans les feuilles en quantité suffisante pour finalement optimiser la remobilisation des réserves des feuilles vers les grains.

Les éléments minéraux absorbés par le système racinaire et véhiculés dans le xylème, ont été analysés à des stades de développement précis (fin tallage ; épi 1 cm ; 1^{er} nœud ; post floraison), facilement identifiable par l'agriculteur. L'analyse de la sève a été réalisée sur des échantillons de céréales composés d'une centaine de plantes entières. Les méthodes d'extraction et d'analyse de la sève xylémienne relève des savoir-faire du laboratoire GALYS qui sont confidentiels. Pour chaque stade, nos résultats montrent des variations d'absorption de nitrate et d'ammonium selon les variétés. En 2015 et 2016, au stade épi 1 cm la teneur en nitrate véhiculée par la sève xylémienne est de l'ordre de 300 mg.L⁻¹ pour un blé améliorant (Uli11), 175 mg.L⁻¹ pour une variété de blé recommandée par la meunerie comme Fructidor et 125 mg.L⁻¹ pour un blé biscuitier (Arkéos). Pour ces mêmes

variétés, bien que des variations de teneur en nitrate dans la sève xylémienne, soient observées selon l'année, le gradient du besoin en azote dès les premiers stades de développement en fonction du type de blé est constant. Nous avons aussi mis en évidence des variations d'absorption entre les nitrates et l'ammonium selon les conditions de températures. L'absorption de l'ammonium étant favorisée lorsque les températures moyennes journalières sont inférieures à 15°C (comme en début de cycle végétatif). L'analyse de sève est donc un outil qui permet d'apporter la juste dose d'azote selon le besoin physiologique de la plante. En sortie d'hiver, lors du premier apport, sur des variétés ayant un besoin important en azote, l'agriculteur pourra opter pour des formes rapidement assimilables comme de l'ammonitrate.

Au stade 1^{er} nœud pour les cultures de blé, nous observons une corrélation entre la teneur en nitrate de la sève xylémienne et le taux de protéines obtenus à la récolte (blé Uli 11 $R^2 = 0,85$; blé Mathéo $R^2 = 0,92$). Pour l'orge de printemps, la corrélation entre teneur en nitrate et taux de protéines est observée à partir du stade épi 1 cm ($R^2 = 0.66$ pour Odyssey ; $R^2 = 0.76$ pour RGT-Planet)). L'analyse de sève montre ici son intérêt pour piloter la fertilisation azotée à un stade précoce du cycle végétatif des céréales : 1^{er} nœud pour le blé et épi 1 cm pour l'orge de printemps. En effet, la teneur en nitrate à ces stades (épi 1 cm pour l'orge ; 1^{er} nœud pour le blé), nous permet d'évaluer le taux de protéines obtenu à la récolte. Cette information permet à l'agriculteur pour les derniers apports, de fournir à la culture la dose nécessaire, afin d'assurer un taux de protéines requis par les cahiers des charges (14% pour les blés améliorants, 11.5% pour les blés panifiables, 10.5% pour les blés biscuitiers). Pour l'orge de printemps, notre méthode permet d'assurer un taux de protéines compris entre 9.5% et 11.5%. Depuis un an, nous avons complété notre modèle en analysant les oligo-éléments impliqués comme catalyseur dans le métabolisme des protéines. Il s'agit en particulier, du fer et du manganèse.

Enfin, l'analyse de la sève met en évidence des antagonismes d'absorption entre oligo-éléments, notamment le fer et le manganèse. Chez le blé et l'orge de printemps, la teneur en fer est maximum, au stade épi 1 cm. Le manganèse est préférentiellement transporté dans la sève aux stades 2^{ème} nœud à dernière feuille étalée. Le suivi de la sève nous permet de définir précisément les périodes d'apport de chaque oligo-élément pour éviter les phénomènes d'antagonismes et favoriser leur absorption par la plante. Sur orge de printemps un pilotage précis des oligo-éléments comme le fer et le manganèse permet sur Odyssey d'obtenir une augmentation de rendement de 10 qx/ha (en 2014 et 2015) et sur Sébastien une hausse du rendement de 5 qx/ha en moyenne (en 2016). Toujours sur orge de printemps (RGT-Planet), le fer induit aussi une augmentation du taux de protéines de 0.2 à 0.3% sans apport supplémentaire d'azote (dose $x = 160 \text{ kg N.ha}^{-1}$).

L'ensemble de nos résultats obtenus depuis 4 ans, et les premières applications sur parcelle entière (1800 ha) réalisées en 2017, montrent que l'analyse de la sève xylémienne est un outil efficace pour piloter les apports d'oligo-éléments en pulvérisation foliaire (fer, manganèse) et la fertilisation azotée (dose, forme, période d'apport). L'analyse de sève xylémienne tient compte de la teneur en azote dans le sol et de la capacité des plantes à absorber les nitrates via les transporteurs. La prise en compte de l'ensemble de ces paramètres assure un pilotage précis et robuste de la fertilisation. Enfin, sur l'aspect environnemental l'analyse de sève a permis une baisse de consommation d'azote moyenne de 6 kg N.ha^{-1} en blé et 20 kg N.ha^{-1} en orge de printemps, en comparaison des plans de fumure prévisionnels. Les critères de qualité en protéines ont été respectés et nous avons réalisé une diminution d'émission de gaz à effet de serre de $69 \text{ kg eqCO}_2.\text{ha}^{-1}$ en blé et $230 \text{ kg eqCO}_2.\text{ha}^{-1}$ en orge de printemps.