

DISCUSSION

M. Bonneau¹. – Quelle interprétation donnez-vous à la courbe décroissante $N=f$ (matière sèche produite) ? Inaptitude du sol à fournir assez d'azote pour élaborer une masse croissante de m.s. ? Interprétation physiologique ?

J. Salette. – Cette courbe de dilution au cours de la croissance est l'équivalent d'une courbe d'évolution des relations azote x carbone. Dans les tissus plus âgés, la teneur en azote est plus faible, alors que l'élaboration de tissus riches en cellulose et en lignine, nécessite beaucoup plus de carbone issu de la photosynthèse. Il y a donc progressivement une diminution de la demande en azote, c'est ce que traduit le coefficient β , inférieur à 1, de l'équation de dilution.

J.-F. Morot-Gaudry². – Les techniques d'estimation des teneurs en azote des feuilles à partir de la teneur en chlorophylle sont-elles toujours fiables ? Est-ce qu'il y a une relation toujours linéaire entre la teneur en azote et la teneur en chlorophylle des feuilles ?

La "méthode Jubil" peut-elle être utilisée efficacement dans le pilotage de la fertilisation des céréales, blé notamment, de manière à accroître la teneur des grains en azote et en conséquence en protéines ?

Il est connu également que certaines plantes peuvent accumuler préférentiellement dans leurs racines ou leurs feuilles certains éléments, métaux lourds par exemple. Ces propriétés peuvent être utilisées pour nettoyer les sols contaminés (techniques de bio-rémédiation).

Suite à la question sur la génétique et nutrition azotée : Les aspects génétiques de la nutrition azotée sont très étudiés à l'INRA et font l'objet de plusieurs programmes de recherche de Génoplande.

Réponse complémentaire à la dilution par l'azote au cours du développement des plantes : Les plantes au début de leur croissance ont un besoin important en azote utilisée essentiellement au cours de la division cellulaire et de la mise en place de la machinerie photosynthétique. En fin de développement, en revanche, les plantes investissent dans les structures carbonées, élaboration des fibres cellulosiques et ligneuses de soutien par exemple ; en conséquence elles ont plus besoin de carbone que d'azote.

G. Thevenet. – Le passage de la teneur en chlorophylle à l'appréciation du statut azoté de la plante n'est pas linéaire et suppose une calibration pour chaque espèce, voire même une calibration variétale pour ce qui concerne le blé d'hiver.

L'outil Jubil est parfaitement adapté au pilotage de la teneur en protéines car permet de gérer les apports d'azote tardifs qui sont les plus efficaces de ce point de vue.

R. Groussard³. – Vous avez présenté la technique appliquée au blé ; comme nous l'avons vu lors d'un colloque à Nancy, il y a quelques années sur les métaux lourds, cette technique est-elle applicable aux déchets atomiques ?

¹ Membre de l'Académie d'Agriculture, directeur de recherches honoraire de l'INRA, ingénieur général honoraire du Génie rural, des Eaux et des Forêts.

² Membre de l'Académie d'Agriculture, directeur à l'INRA, directeur du Laboratoire du Métabolisme et de la Nutrition des Plantes, route de Saint-Cyr, 78026 Versailles, morot@versailles.inra.fr

³ Trésorier perpétuel honoraire de l'Académie d'Agriculture, conseiller maître à la Cour des Comptes honoraire, ancien directeur de Centre national pour l'Aménagement des Structures des Exploitations agricoles (CNASEA).

G. Paillotin⁴. – En dehors des analyses moléculaires, il est tout à fait possible de s'intéresser aux atomes. La méthode la plus développée aujourd'hui concerne les isotopes stables^(*). Une expérience très élégante a été réalisée par les forestiers de l'INRA : sur la hauteur d'un arbre on peut observer, du fait de la gravité, un gradient de composition isotopique, par exemple de l'oxygène de l'eau. Ce gradient sera d'autant plus fort que la circulation de l'eau, donc l'évapotranspiration sera plus faible. Cette approche a été mise à profit par les sélectionneurs pour identifier des variétés peu consommatrices en eau et donc, a priori, mieux adaptées aux conditions qui pourraient prévaloir dans l'avenir si l'effet de serre joue le rôle qu'on prévoit actuellement.

(*) Rappelons pour mémoire que l'utilisation des isotopes radioactifs a permis d'établir les bases de la physiologie des végétaux et notamment celles du cycle de Calvin.

M. Morot-Gaudry. – Suite à la réponse de G. Paillotin sur les "atomes" ; il est bien connu que les plantes réalisent une discrimination isotopique lors de l'assimilation du carbone (¹²C/¹³C) et de l'azote (¹⁴N/¹⁵N). Cette propriété est d'ailleurs largement utilisée pour déterminer les différents types d'assimilation du carbone par les plantes (plantes C3 et C4 par exemple).

X. Eftimakis⁵ – "Animateur Jubil en France depuis 1993", nous dosons NO₃ et SO₄ dans le jus de base de tige. Pour nous, c'est indissociable.

M. Salette. – Effectivement azote et soufre ont des comportements très comparables, que ce soit dans les sols ou dans les plantes. Le soufre suit les lois de dilution que nous avons définies (S/MS), de même nous avons établi que, pour le soufre, les relations linéaires S% x N% permettent un bon diagnostic. Ce diagnostic est plus précis que le rapport classique N/S car la droite qui relie les teneurs en S et en N ne passe pas par l'origine. Des précisions sur le soufre sont détaillées dans deux des publications citées dans notre bibliographie.

J. Ganry⁶. – Comment peut-on diagnostiquer les besoins en azote en zone tropicale où les quantités de pluie sont de l'ordre de 2000-4000 mm par an et où la lixiviation est très forte ? L'analyse de plante n'apparaît pas la mieux appropriée. N'y a-t-il pas une piste intéressante avec les dernières techniques présentées ?

G. Thevenet. – Je n'ai pas de référence en zone tropicale, mais je suis d'accord sur l'intérêt des images aériennes – type Farm star – pour piloter les apports dans ce contexte.

J. Salette. – En fait, il ne s'agit pas de diagnostiquer les besoins en azote mais l'état de la nutrition azotée, ce qui n'est pas tout à fait la même chose. Dans les conditions de forte lixiviation du nitrate, l'analyse des feuilles le montrera.

M. Bonneau. – Un apport à une question de posée : les travaux menés en France sur les écosystèmes forestiers montrent que les apports par les pluies et l'atmosphère peuvent être importants. En France métropolitaine, il varie de valeurs très faibles (5 Kg/hectare/an dans des zones peu polluées : Hautes Alpes, littoral), à des valeurs très élevées (50 Kg/hectare/an en zones très polluées : Ardennes). Ces chiffres incluent les dépôts sous forme d'aérosols. L'apport par les pluies (travaux de F. Dambrine dans les Vosges) est croissant avec la quantité de pluie. Les plantes pérennes à couvert important, comme les forêts, peuvent absorber directement l'azote à partir de leurs feuillages. Cela peut aller jusqu'à 20 Kg/hectare/an, et les nitrates sont aussi bien absorbés que l'ammoniaque.

⁴ Président de l'INA-PG, ancien président de l'INRA.

⁵ Challenge Agriculture. Tel. 02.47.52.42.12.

⁶ Correspondant de l'Académie d'Agriculture, directeur adjoint chargé des affaires scientifiques, CIRAD-FLHOR, TA 50/PS4, boulevard de la Lironde, 34398 Montpellier.

F. de Montard. – Quel est la transposition possible de la méthode de diagnostic P et K sur les associations de graminées et légumineuses ?

Lydie Théliet-Huché. – En prairie pluri-spécifique, la méthode s'est avérée tout à fait satisfaisante lorsque la proportion de légumineuses ne dépasse pas 25 %. Au-dessus, il faudrait séparer les légumineuses, ce qui constitue un travail souvent dissuasif. Rappelons aussi que le comportement des légumineuses en peuplement pur, en particulier de la luzerne, correspond aux lois et aux équations que nous avons présentées.