

Compte-rendu de la réunion du Groupe Azote Soufre du 18 octobre 2017 (FIAP Jean Monnet à PARIS) 9H30 - 16H30

Participants (28) : Jean-Christophe AVICE (UMR EVA Université de Caen), Ricardo BIDEGAIN (Axereal), Alain BOUTHIER (Arvalis), Jean-Pierre CACHON (CETA du Marlois), Alain CANARD (Soufflet Agriculture), Pierre-Philippe CLAUDE (Polyor Sarl), Bruno FELIX-FAURE (Galys), Julien GAILLARD (CA 02), Jean-Louis GALAIS (Chambre d'agriculture d'Alsace), Olivier GOJJARD (K+S Kali), Cyril HANNON (Arvalis), Marc HERVE (Eurochem Agro), Mathilde HEURTAUX (ACTA), Stéphane LAFERTE (AUREA), Marc LAMBERT (Yara), Caroline LE ROUX (LDAR), Christine LE SOUDER (Arvalis), Laetitia LECONTE (COMIFER), David LEDUC (CA 44), Régis MARJOLLET (INPUTS-AG), Loïc PIAT (McCain), Coraline RAVENEL (FNAMS), Louis SEGUIN (ICL Fertilizers), Baptiste SOENEN (Arvalis), Bertrand SOUVILLE (I-Cône), Odile TAUVEL (CA 27), Laurent VARVOUX (TERRENA), Bernard VERBEQUE (CA 45)

Excusés : Sophie AGASSE (APCA), Virginie BEGUE (Vivescia), Jean-Philippe BERNARD (CA 17), Frédéric BOYNARD (TERNOVEO), Pauline BUCHHEIT (MAA), Frédéric CARNEC (ICL Fertilizers), Estelle CLEUET (NORIAP), Théophile CORIOU (Rosier - Borealis), Mathieu DE VILLENAUT (FCA Fertilisants), Grégory DHELLEMES (Galys), Mathieu DOURTHE (MAA), Marine DOUTTE (CAPSEINE), Sophie DROISIER (COMIFER), Sylvain FORAY (IDELE), Philippe GERARD (Vivescia), Marc HOPPENOT (WIUZ), Yann LAMY (Fédération du négoce agricole), Cécile LE GALL (Terres Inovia), Emilie MOREL (WIUZ), Serge NOURRY (SULKY BUREL), Thomas PROFFIT (SOLVAY), Françoise VERTES (INRA)

Ordre du jour :

- 1. Projet d'observatoire Soufre COMIFER, Olivier GOJJARD (K+S KALI France)**
- 2. Update travaux de l'équipe INCCA (Interactions Nutritionnelles Conduites et Contraintes Abiotiques), Jean-Christophe AVICE (UMR INRA-UCBN 950 Écophysiologie végétale, agronomie & nutritions NCS)**
- 3. Présentation et résumé du colloque soufre du 12 et 13 juillet 2017 à Caen, Jean-Christophe AVICE (INCCA)**
- 4. Soufre et Stress abiotiques, Jean-Christophe AVICE (INCCA)**
- 5. Contexte de la filière pomme de terre, les marchés et conséquences pour le raisonnement de la fertilisation, Loïc PIAT (McCain)**
- 6. Révision des besoins azotés de la pomme de terre, Cyril HANNON & Baptiste SOENEN (Arvalis)**
- 7. Détermination des besoins unitaires d'une culture, exemple de démarche pour le maïs popcorn, Baptiste SOENEN (Arvalis)**
- 8. Points divers et conclusion**

1. *Projet d'observatoire Soufre COMIFER, Olivier GOUJARD (K+S KALI France)*

Un observatoire Soufre a été mis en place début 2016 pour collecter des résultats d'essais et actualiser la grille de préconisation. Au début, l'observatoire était ciblé sur les céréales mais il s'est ouvert à d'autres cultures. Olivier Goujard renouvelle l'appel à contribution car il y a eu peu de retours malgré une relance. Il faudrait changer d'approche et prendre contact directement avec les partenaires potentiels. Jean-Christophe Avice signale que le groupe Roullier pourrait être intéressé.

Retrouvez ici :

- l'appel à contribution : <http://www.comifer.asso.fr/images/groupes-de-travail/groupe-ns/Comifer-Observatoire-Soufre-2017.pdf>
- le protocole validé lors de la réunion du groupe NS du 14 décembre 2015 : <http://www.comifer.asso.fr/index.php/fr/groupes-de-travail-du-comifer/azote-et-soufre/category/103-2015-12-14.html>

Laurent Varvoux présente les résultats d'essais soufre de Terrena. Ce sont des essais sur grandes cultures. Le soufre est apporté avec de la magnésie ou de l'azote.

Terrena a synthétisé les résultats de 40 essais soufre sur blé tendre (16 campagnes, différents types de sol). Avec un apport de 50 u SO₃ (sulfo nitrate d'ammoniaque), le soufre a un effet positif dans 20% des situations, un effet nul dans 50% des situations et un effet dépressif dans 30% des situations. L'effet dépressif est qualifié par un PMG plus faible et une baisse de rendement d'au moins 2.5 q/ha.

Alain Bouthier indique que cet effet dépressif est connu mais qu'il y aurait plutôt 10% des situations concernées.

Le soufre a un effet dépressif en interaction avec le climat. Lors de la collecte des essais, il faut demander des éléments pour qualifier le milieu.

Alain Bouthier précise que l'apport de soufre par l'irrigation doit être pris en compte. Un maïs irrigué peut être un bon précédent pour un blé. La concentration en sulfate dans les aquifères de Poitou-Charentes va de 20 à 60 mg/L.

L'apport de soufre sur maïs est recommandé uniquement en sol sableux.

Il serait intéressant d'étudier les interactions entre phosphore et soufre. Il y aurait une synergie entre ces 2 éléments. Jean-Christophe Avice indique que des travaux montrent qu'en cas de carence en phosphore, il y a une mauvaise valorisation du soufre.

Philippe Eveillard précise que depuis 1970, on observe une baisse de 80% des polluants soufrés. Il y a actuellement plus de soufre associé aux engrais azotés simples.

Les excès de fertilisation soufrée seraient plus fréquents dans les régions d'élevage. Le soufre des produits organiques n'est pas toujours bien pris en compte alors qu'il constitue la principale source. Il serait intéressant de synthétiser les résultats d'analyse des laboratoires.

2. Update travaux de l'équipe INCCA (Interactions Nutritionnelles Conduites et Contraintes Abiotiques), Jean-Christophe AVICE (UMR INRA-UCBN 950 Écophysiologie végétale, agronomie & nutritions NCS)

Jean-Christophe Avice présente l'UMR EVA (Ecophysiologie Végétale, Agronomie et nutritions NCS) et les travaux de l'équipe INCCA (Interactions Nutritionnelles Conduites et Contraintes Abiotiques), en particulier sur le colza. L'objectif est d'améliorer les performances agro-environnementales, en optimisant les apports de fertilisants N et S et le recyclage foliaire.

L'équipe était déjà venue présenter ses travaux lors du groupe NS du 9 juillet 2015 : <http://www.comifer.asso.fr/index.php/fr/groupes-de-travail-du-comifer/azote-et-soufre/category/73-2015-07-09.html>

La consommation des tourteaux de colza est en augmentation. Une filière colza tourteaux pourrait apparaître.

L'équipe a étudié l'impact d'une limitation en sulfate sur le rendement et la qualité de la graine mature du colza. L'impact dépend du stade. Une limitation en début de floraison aboutit à une modification de la qualité des lipides (diminution des oméga 6 et 3) et des protéines (diminution des protéines riches en soufre). En début de montaison, on observe en plus de cela une baisse du rendement et de la teneur en protéines. Il y a également une diminution des caléosines qui sont importantes dans les process de trituration, ainsi qu'une baisse du taux de germination. L'indice de récolte en soufre est supérieur au témoin en cas de limitation au début floraison. L'indice de récolte en azote est inférieur en cas de limitation au début montaison.

Plusieurs combinaisons avec des doses d'apports S/N différentes ont été testées. La limitation en S et N conduit à une baisse de rendement, mais les traitements n'ont pas d'effet sur les teneurs en huile, en acides gras et en protéines. On observe cependant une modification des protéines.

La teneur en soufre des graines a été mesurée sur 7 sites et 14 variétés. Elle dépend à la fois du site (milieu et pratiques culturales) et de la variété. Les géotypes sont plus ou moins efficaces pour le soufre. Il faut le prendre en compte lors du traitement des données expérimentales.

Il faudrait regarder si le rendement des géotypes est affecté. L'effet géotype a cependant été observé sur tous les sites.

L'équipe travaille sur le lien entre la teneur en soufre de la graine et la qualité protéique. L'objectif est d'améliorer la qualité protéique en ajustant les apports de N, S et P, tout en vérifiant l'aptitude à la conservation et l'impact sur les procédés industriels.

L'idéal est d'avoir le plus d'acides aminés essentiels dont des protéines soufrées. Les protéines du colza sont moins bien connues que celles du blé. La qualité protéique du blé ne représente pas un enjeu financier pour l'agriculteur, elle n'est pas vérifiée. Il n'y a pas de conseil soufre pour la qualité. Il pourrait y avoir un enjeu sur la qualité brassicole.

La teneur en soufre des graines de colza a été mesurée par un analyseur XRF portatif (S1 Titan). Cela permet de réaliser une mesure rapide sur un échantillon frais. Lors d'une analyse classique, il peut y avoir des pertes de soufre au séchage.

3. Présentation et résumé du colloque soufre du 12 et 13 juillet 2017 à Caen, Jean-Christophe AVICE (INCCA)

L'objectif du colloque était de dresser l'état des connaissances sur le cycle du soufre et la nutrition soufrée des plantes et de faire ressortir les questions émergentes.

Est-on capable de faire un diagnostic du risque de déficience en soufre, pour toutes les plantes, à tous les stades ?

Le colloque était organisé en 3 sessions :

- Gestion du soufre et couplage des cycles dans les agrosystèmes
- Nutrition soufrée et qualité des produits récoltés
- Nutrition soufrée et réponses des plantes cultivées aux stress biotiques et abiotiques

Lorsque l'on fait un bilan prévisionnel, on suppose que les pertes gazeuses en soufre dans les sols agricoles sont négligeables. Or, la décomposition des résidus peut aboutir à des flashes de formation de gaz soufré qui peuvent être relativement importants. Ce gaz peut réguler l'activité de certaines enzymes.

Le soufre est important pour les prairies, en particulier pour les légumineuses. En effet, la nitrogénase, l'enzyme permettant d'assimiler l'azote atmosphérique, est formée d'un noyau fer-soufre.

Il existe plusieurs indicateurs de risque de carence en soufre sur céréales à paille. Ils sont peu utilisés. On pourrait aller vers ce qui est fait pour l'azote, en trouvant les courbes de dilution critiques du soufre dans la biomasse.

L'organisation d'un second colloque dans 2 ans est envisagée.

4. Soufre et Stress abiotiques, Jean-Christophe AVICE (INCCA)

Les molécules soufrées sont impliquées dans la réponse aux stress biotiques et abiotiques.

Une restriction en sulfate entraîne un stress oxydatif. En effet, la diminution de la concentration en glutathion, molécule soufrée impliquée dans la photosynthèse, provoque une accumulation de H₂O₂.

Il existe une protéine WSCP qui protégerait la chlorophylle contre le H₂O₂ et empêcherait la dégradation des protéines.

On pourrait se servir de cette protéine comme indicateur de stress.

Sa présence est hautement dépendante du génotype.

Le rôle du soufre dans la gestion du stress peut expliquer qu'en cas de carence, l'impact d'une maladie ou d'un stress thermique soit plus important.

En fonction du rapport C/S, les résidus de culture peuvent mobiliser du soufre lors de leur décomposition. De la même manière que pour l'azote, cela dépend de l'espèce, de son état d'avancement au moment de la destruction et du milieu.

5. Contexte de la filière pomme de terre, les marchés et conséquences pour le raisonnement de la fertilisation, Loïc PIAT (McCain)

Le marché de la pomme de terre transformée est stable, mais la croissance à l'export hors Europe est énorme (Europe de l'Est, Moyen Orient, Asie, Amérique du Sud). Le Moyen Orient est le grand marché d'avenir.

La spécificité en France est qu'il y a beaucoup d'agriculteurs contractants (plus de 750). 100% des agriculteurs sont certifiés GlobalGAP (exigences techniques, environnementales, sociales).

Il est important de raisonner la fertilisation azotée pour assurer le rendement et le calibre de la pomme de terre. Ce sont les paramètres les plus importants.

Dans des conditions optimales, il n'y a pas besoin de beaucoup plus d'azote pour avoir un calibre de 50 mm. Lorsque les conditions ne sont pas optimales, il faut plus d'azote pour avoir des grosses pommes de terre. C'est un constat mais il n'y a pas d'explication. Cela s'observe pour toutes les variétés. Il faut une marge de manœuvre car on ne sait pas à l'avance si les conditions seront optimales.

Plus on a de la biomasse en très peu de temps en début de levée, plus on aura un calibre important.

Cependant, l'excès d'azote peut avoir des conséquences négatives : conservation moins bonne, la culture ne munit pas, trop de feuillage, maladies... En suivant les préconisations, il y a peu de risque de surfertilisation. Cela peut arriver quand les apports organiques sont minorés.

On estime que 25% des surfaces en pomme de terre sont irriguées.

Les variétés travaillées produisent peu de grenailles. En sélection, on recherche des variétés qui tubérisent peu. Les pommes de terre dont le calibre est inférieur à 35 mm peuvent servir à faire des flocons.

Il existe peu d'outils de pilotage. La méthode Jubil traditionnelle peut être utilisée. McCain incite les agriculteurs à le faire, mais elle n'est pas appliquée à grande échelle.

6. Révision des besoins azotés de la pomme de terre, Cyril HANNON, Baptiste SOENEN (Arvalis)

Le sujet a été travaillé car les besoins azotés de la pomme de terre suscitaient de nombreuses discussions depuis plusieurs années.

Il y a 3 types de destination :

- Destination consommation : gros calibre, plus de 50 mm (frites, chips)
- Destination chair ferme : taille moyenne, entre 35 et 50 mm (pommes de terre vapeur)
- Destination fécule : transformation d'amidon, tous les calibres

La destination dépend du calibre mais également de critères qualité comme la matière sèche et la teneur en nitrates. Chaque variété a son créneau.

L'impact de la fertilisation varie en fonction de la variété, de la conduite, de l'irrigation et du milieu.

Pour élaborer les références, on a utilisé l'INN à défanage. L'objectif était d'avoir 95% du rendement maximum en gros calibre. Les références ont été établies sur la base des années climatiques 1974-1998.

Les besoins azotés ont été mis à jour avec le modèle CRITIC, en prenant compte les données météo des années 1995-2015 et en calculant des nouveaux INN objectifs pour obtenir 98% du rendement maximum en gros calibre.

En pomme de terre, il n'y a pas de rattrape possible en fin de cycle.

Pour passer de 95% à 98% du plateau, il faut ajouter 30 kgN/ha et on obtient 1.8 t/ha en plus.

Au niveau du reliquat post-récolte (RPR), on a 20 kgN de marge avec un objectif de 95% et 5 kgN avec un objectif de 98%. On est encore sur la première partie de la courbe. Les situations avec un RPR élevé correspondent à des conditions non optimales ou à des doses optimales proches de 0.

Le modèle CRITIC prend en compte le rayonnement et la température. Cela joue sur la biomasse et l'absorption d'azote.

Il faut également prendre en compte l'impact des nouvelles données climatiques sur le Mh. Il a été réévalué dans certaines régions.

Depuis 2005, on a de nouvelles courbes de réponses qu'il faudrait utiliser pour valider les besoins.

L'objectif est d'avoir un tableau qui fonctionne en moyenne pour toutes les variétés et de ne plus avoir de modulation variétale. Dans le tableau, les dates de plantation et de défanage couvrent 99% des cas.

Pour la pomme de terre féculée, on observe une augmentation du rendement de plus d'une tonne tous les 2 ans depuis 15 ans.

La profondeur d'enracinement efficace de la pomme de terre est de 45-50 cm dans des situations assez favorables.

Les nouveaux besoins azotés de la pomme de terre seront mis en ligne sur le site Internet du COMIFER en fin d'année, pour une mise en œuvre dans les arrêtés référentiels régionaux et les outils de calcul de dose au printemps 2019.

7. Détermination des besoins unitaires d'une culture, exemple de démarche pour le maïs popcorn, Baptiste SOENEN (Arvalis)

Pour le calcul de la dose prévisionnelle dans le cadre de la Directive Nitrates, le maïs popcorn est considéré comme du maïs conso. En termes de surface, il représente 6 000 ha.

Cependant, les doses prévisionnelles calculées sont jugées trop faibles. Un réseau expérimental a donc été mis en place pour déterminer les besoins unitaires du maïs popcorn.

Les essais ont permis d'obtenir 26 courbes de réponse en 2 ans, sur 3 sites, avec 6 ou 7 variétés par an. Cependant, seulement 6 courbes de réponse sont exploitables car l'azote absorbé n'a été mesuré que la seconde année. Avec ces essais, on obtient un b popcorn de 3.2.

L'azote absorbé a été mesuré pour la partie aérienne et on a considéré qu'elle représente 15% pour les racines.

8. Points divers et conclusion

Actualités :

Les rencontres COMIFER-GEMAS auront lieu les 8 et 9 novembre 2017 à Nantes. Le programme et l'ensemble des informations relatives aux Rencontres est disponible sur le site web du COMIFER : <http://www.comifer.asso.fr/index.php/fr/evenements/rencontres-2017.html>.

La conférence agronomique de l'IFS (International Fertiliser Society) aura lieu à Cambridge les 7 et 8 décembre 2017 : <http://fertiliser-society.org/event/ifs-agronomic-conference-2017.aspx>. Elle portera sur « Efficient and sustainable crop nutrition ». Eric Justes et Jean-Pierre Cohan y feront une intervention.

Prochain groupe NS :

Propositions de sujet :

- Lors du groupe NS du 16 mai 2017, nous avons évoqué les gros reliquats observés cette année. Nous pourrions regarder les résultats de la campagne, voir si nous pouvons qualifier la valorisation de ces reliquats avec une connaissance post récolte.
- Ecriture du Mh (travail de Thierry Morvan, Yvon Lambert et Eric Justes)
- Grille volatilisat

Marc Hervé enverra un doodle pour fixer la date de la prochaine réunion.

Olivier Goujard va changer de poste chez K+S Kali et par conséquent arrêter son rôle d'animateur pour la partie soufre. Il faut donc un nouvel animateur. Les personnes intéressées peuvent se signaler.

Les présentations sont téléchargeables dans l'espace adhérents du site Internet du COMIFER : www.comifer.asso.fr.