



Injecteur à roue avec tracteur et réservoir d'engrais.

La technique de fumure Cultan est mûre pour la pratique

Ecologique, économique, efficace en matière de rendement et de qualité: pour l'approvisionnement en N, un engrais liquide est disponible pour réaliser un dépôt d'engrais (Cultan). Des essais exhaustifs et un important travail de développement ont été réalisés, entre autres, par MERITEC GmbH à Guntershausen (TG) et Briner AG à Hagenbuch (ZH). L'agro-entreprise Peter Briner fournit maintenant les moyens techniques nécessaires à une application pratique de cette fumure liquide.

Ernst Spiess, Urs Meier

CULTAN signifie Controlled Uptake Long Term Ammonium Nutrition, soit absorption d'ammonium contrôlée à long terme. L'approvisionnement en azote se base sur une fumure en dépôt sous forme d'ammonium. Ce sont surtout des engrais liquides qui entrent en ligne de compte: dans les cultures ayant un espace interligne important (maïs, pommes de terre, betteraves sucrières), l'application se fait au moyen d'injecteurs à couette, alors que pour le colza, les céréales ou les prairies, on utilise des injecteurs à roue. Afin d'exploiter tout le potentiel du

*Ernst Spiess, Lommis TG et Urs Meier,
MERITEC GmbH, Guntershausen TG*

système, l'enfouissement des pailles est nécessaire si l'on renonce à tout apport de nitrates; de plus, il faut impérativement tenir compte des cultures précédentes et suivantes.

Contrairement au nitrate, l'ammonium recèle une capacité de résorption. Il se lie aux particules du sol et n'est pas lessivé. Sous forme de dépôt, l'ammonium exerce un effet d'inhibition sur les racines des plantes et les microorganismes. Il est donc relativement stable et les pointes des racines ne peuvent accéder que lentement, selon les besoins, au dépôt d'engrais depuis l'extérieur. Contrairement aux engrais azotés, l'effet se produit à long terme. Les besoins des plantes en N peuvent en général être couverts sur l'ensemble de la période d'absorption. Il est cependant essentiel

de procéder à la mise en place au moment optimal; la marge de manœuvre est ici plus restreinte qu'avec la fumure azotée classique.

La fumure Cultan dans les faits

- Le dépôt Cultan sollicite moins de 5% de l'horizon supérieur du sol. Peu de racines d'une plante absorbent de l'ammonium depuis l'extérieur, indépendamment de la **teneur en eau du sol**. En conséquence, une **meilleure résistance à la sécheresse** est assurée. La **masse racinaire** se développe mieux avec Cultan.

- Grâce à l'emplacement du dépôt d'ammonium, l'azote est plus facilement atteignable par les plantes de la culture dans leur première phase de développement que par les **adventices** qui ger-

ment. Les **organismes du sol** ne subissent aucune influence.

- Le dépôt d'ammonium est absorbé par la substance du sol et se comporte de manière relativement stable. Un **lessivage ou des pertes sous forme gazeuse**, comme pour le nitrate, sont quasiment exclus.

- Contrairement à la fumure à base de nitrates, la fumure d'ammonium en dépôt suit le principe des flux contraires, les **éléments nutritifs** migrant des racines aux feuilles et inversement. Cela exerce un effet général positif sur le développement des plantes.

- L'absorption d'ammonium par les racines des plantes se fait de manière contrôlée selon les capacités momentanées de la masse foliaire. Un besoin élevé et simultané de métabolites dans les racines et les feuilles engendre une croissance intensive sans accumulation excessive de **nitrates dans les feuilles et les racines**. Les plantes sont ainsi moins sensibles aux maladies et les résidus de nitrates dans les produits restent limités.

- L'ammonium en dépôt n'a qu'une faible influence sur la **dégradation des résidus de récolte**. La fixation de l'azote par le développement d'algues à proximité de la surface du sol est empêchée. La plante cultivée peut cependant s'approvisionner en suffisance avec de l'azote provenant du dépôt d'ammonium.

- Les résidus de récolte comme la paille subsistent plus longtemps avec Cultan et servent de nourriture aux **vers de terre**. La **multiplication des microorganismes**

est ainsi stimulée, ce qui exerce un effet positif sur la structure du sol et l'infiltration des précipitations. Les apports d'engrais à base de nitrates destinés à stimuler la transformation de la substance organique ne convient donc pas au concept Cultan.

- Les **oligo-éléments et les matières actives** peuvent être intégrés à la méthode Cultan. Ces substances sont ajoutées à la solution Cultan et appliquées lors du même passage. Des essais ont démontré une économie de travail, ainsi qu'une meilleure efficacité.

- Dans les **systèmes cultureux sans labour et un travail minimal du sol**, en l'absence d'engrais verts et d'apports de nitrates, le dépôt Cultan est placé sous la litière ou sous l'horizon travaillé. Les résidus de récolte servent ainsi de nourriture aux vers de terre et de substrat aux champignons, ce qui a un effet positif sur la structure du sol et l'infiltration de l'eau. L'enrichissement du phosphate se limite principalement à la couche de litière, ce qui le rend plus facilement accessible aux plantes qu'avec une présence dans l'ensemble de la couche arable avec liaison aux particules du sol.

Expériences positives en Suisse et à l'étranger

Pommes de terre et betteraves sucrières: En Suisse également, la méthode Cultan dans les cultures de pommes de terre et de betteraves sucrières n'a présenté aucun inconvénient par rapport à la fumure à la volée (CAN): on a constaté, au contraire, un meilleur

rendement en tubercules et betteraves dans plusieurs essais. Dans une autre série d'essais, des améliorations de rendement avec Cultan sont apparues uniquement lorsque les apports d'azote étaient un peu plus réduits et adaptés aux prélèvements. Lorsque les apports étaient supérieurs aux prélèvements, le rendement était identique. Dans plusieurs essais, la méthode Cultan – associée à des apports inférieurs d'azote qu'avec la méthode CAN – a permis l'obtention de rendements en tubercules et amidon moyens à bons, surtout les années sèches. Dans d'autres cas, Cultan a permis d'obtenir les mêmes rendements qu'avec les méthodes usuelles (surtout nitrate d'ammoniac) avec cependant une teneur inférieure en nitrates dans les tubercules. Avec des apports d'azote supérieurs, la teneur en amidon était un peu plus faible avec la méthode Cultan.

Céréales: Les comparaisons ont montré des différences moins marquées que pour les pommes de terre entre Cultan et les autres procédés, mais cependant aucun désavantage en termes de qualité et de rendement par rapport au CAN. Hormis des rendements et une qualité identiques, voire tendanciellement un peu supérieurs, certains essais ont permis d'enregistrer des rendements et des teneurs en matière azotée significativement plus élevés. Par rapport aux engrais azotés stabilisés (ENTEC), qui contiennent des inhibiteurs de nitrification, Cultan a permis d'obtenir des rendements équivalents. L'injection dans le sol est jugée légèrement plus favorable que le dépôt en surface au moyen d'une rampe d'épan-

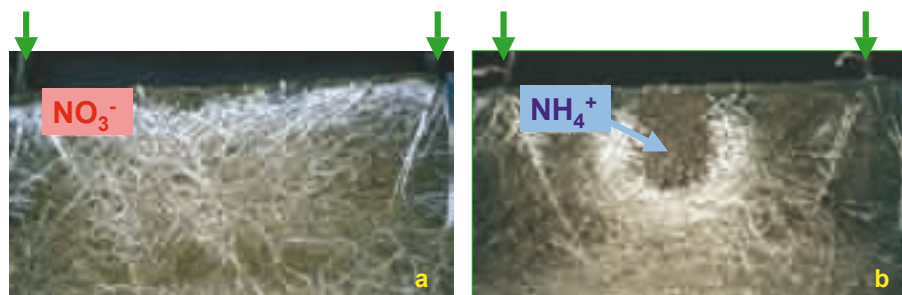


Roue d'injecteur pour l'application ponctuelle d'ammonium dans les cultures à rangs serrés et les prairies. Les raccords d'injection en forme d'étoile sont fermés à leur extrémité. Le liquide sort par des ouvertures latérales au moment où les tubes pénètrent dans le sol. Grâce à une fixation pendulaire et une compression à ressort des agrégats individuels, une profondeur régulière est assurée.



La pompe à membrane et la soupape de régulation de l'appareil d'injection sont commandées par un microprocesseur. La quantité souhaitée peut ainsi se régler indépendamment de la vitesse de travail. Le marquage à la mousse sur les extrémités des roues permet un départ précis dans n'importe quelle condition.

■ Technique des champs



Développement des racines de deux plantes de maïs (flèche) avec apport de nitrate à la volée (a) et apport d'ammonium en dépôt (b) (source: Rapport ART 657). Les pertes d'azote sont largement minimisées par l'extrême développement radiculaire autour du dépôt Cultan et en raison de la stabilité chimique de l'ammonium.



Dans les prairies, l'effet Cultan est aisé à percevoir, et ceci rapidement même par sécheresse: à gauche, aucune fumure N; à droite, Brinamon env. 40 kg N/ha (juin 07, Rickenbach-Attikon ZH).

Aspects écologiques

L'évaluation écologique de Cultan est axée essentiellement sur les cultures maraîchères. Ce sont dans ces cultures que l'on constate des **valeurs de lessivage des nitrates** les plus importantes et ceci en raison de la faible profondeur d'enracinement. Avec Cultan, le taux de lessivage est d'environ un tiers inférieur à celui de la fumure CAN, en particulier au printemps. Des **teneurs en nitrates des légumes** nettement inférieures ont été constatées avec Cultan. Cette méthode ne permet cependant pas de diminuer le taux de lessivage constaté durant l'hiver. Dans les pommes de terre, la fumure d'ammonium en dépôt assure également un lessivage réduit d'environ un tiers par rapport à la fumure CAN. Cela confirme le constat selon lequel les taux d'efficacité de l'azote de la fumure CAN se situent à 60–70% contre 90–95% pour la méthode Cultan.

Plusieurs institutions allemandes considèrent la technique de fumure Cultan comme une solution possible pour assainir les eaux souterraines contaminées par **les nitrates**. On part du principe que la fumure d'ammonium en dépôt est un procédé de fertilisation durable qui répond aux **exigences écologiques** (protection de l'eau potable, des rivières et des lacs, de l'atmosphère, du sol et contre l'érosion). Les objectifs suivants sont considérés comme réalistes: amélioration de la valorisation de l'azote, réduction des pertes d'ammoniac, limitation du lessivage des nitrates et de leur ruissellement dans les eaux de surface.

dage. Une série d'essais a montré que pour le blé d'automne et un traitement Cultan précoce, il ne fallait pas renoncer à une fumure azotée tardive.

Maïs-grains et colza: Les expériences réalisées avec Cultan dans le maïs-grains et le colza sont relativement restreintes. Avec le maïs-grains, les rendements obtenus avec Cultan sont semblables ou légèrement supérieurs par rapport à CAN et ENTEC. L'injection s'est révélée toujours légèrement supérieure au dépôt avec une rampe d'épandage. Les essais sur colza ont montré de légères différences, mais aucun désavantage de Cultan par rapport à la fumure classique. Les teneurs en matière azotée et en glycosinolate sont légèrement plus élevées avec Cultan alors que les teneurs en huile s'avèrent un peu plus faibles. Cultan a aussi apporté une certaine amélioration de l'état sanitaire du colza.

Production fourragère: Les expériences véritables avec des essais précis de Cultan sur prairies ou en production fourragère sont quasiment inexistantes. Un premier test réalisé en 2007 à Rickenbach-Attikon (ZH) sur des prairies et des pâturages riches en graminées a montré un effet étonnamment rapide et intensif, également en cas de sécheresse. L'injection n'a eu aucune conséquence sur la qualité d'engazonnement.

Dosage un peu plus faible qu'avec les nitrates

Avec Cultan, le principe de dosage de N se fonde sur les prélèvements prévisibles de la culture et la réserve N-min du sol. Par des apports d'engrais quelque peu réduits (–10 à –20%) par rapport à la fumure en nitrates, les diminutions des pertes avec Cultan sont prises en considération, ce qui évite une possible application excessive de N.

Période de dépôt en fonction de la culture et de la technique d'application

Céréales: Dans les céréales, l'approvisionnement en N avec Cultan se fait en principe par un dépôt unique. Compte tenu de la longueur moyenne des racines, la distance entre les roues d'injection correspond à 25–30 cm alors que celle entre les boules dans les lignes doit être de 15–20 cm à une profondeur de 5–10 cm. La période de dépôt optimale correspond à la fin du tallage, lorsque le manque de N se fait sentir. Si à ce stade, l'application dans les céréales d'automne ne peut se faire par les voies de passage, l'on risque des dommages durables sur les plantes à l'emplacement des traces. Dans ce cas, ainsi que dans des endroits sensibles et avec l'orge d'automne (tallage en automne déjà, besoins précoces en N), le dépôt devrait se faire si possible dès le départ de la période de végétation. En cas de fumure Cultan précoce en particulier, l'épuisement anticipé du dépôt d'ammonium peut être compensé par un apport tardif d'azote.

Maïs et betteraves sucrières: En considération de la période de végétation relativement longue du maïs et des betteraves sucrières, ainsi que de la conservabilité limitée du dépôt d'ammonium, la fumure en dépôt se fait après une fumure N-Starter au semis. Le dépôt se réalise en ligne (entre toutes les deux lignes) ou ponctuellement au stade 3 feuilles pour le maïs et 5 feuilles pour les betteraves, ceci à une profondeur de 10–15 cm. Dans le cas de la fumure par injection, la distance entre les roues doit être réglée en conséquence et le volume du dépôt d'ammonium dans le sol doit rester limité au minimum.

Colza et prairie: Pour le colza et la prairie, l'injection ponctuelle s'avère la mieux

adaptée, ceci en configuration identique à celle des céréales. Le dépôt en un passage se fait au printemps, dès le début de la période de végétation. Dans le colza très développé, il est conseillé de procéder à un broyage relativement haut (au-dessus de l'horizon de végétation) fin décembre/début janvier, afin d'obtenir de bons rendements avec la méthode Cultan. Pour éviter les risques spécifiques à l'endroit ou à la variété, il est conseillé d'effectuer préalablement un essai à petite échelle.

Les oligo-éléments sont compatibles avec le dépôt d'ammonium

En cas de déficit en oligo-éléments, il est conseillé de mélanger ces sels facilement solubles à la solution Cultan (qui ne doit pas contenir de phosphates dans ce cas) selon les besoins. Il s'agit principalement de sulfates de cuivre, de manganèse, de zinc et de fer, ainsi que d'acide borique. Les oligo-éléments sont absorbés, de manière efficace et en fonction des besoins, par les racines des plantes simultanément avec l'ammonium.

«Brinamon»: Azote par recyclage

Pour la méthode Cultan, ce sont surtout des engrais liquides synthétiques, comme les solutions SAU (mélange de sulfate d'ammonium et d'urée en solution), NAU (mélange de nitrate d'ammonium et d'urée) et DAP (phosphate diammonique) qui sont utilisés.

Comme l'urée seule peut conduire à une absorption incontrôlée, voire dommageable pour les plantes (constitution fragile des parois cellulaires), il faudrait qu'au moins 25% de l'ensemble du N de la solution soit couvert par de l'azote ammoniacal. Le lisier traditionnel n'entre pas en ligne de compte pour la fumure Cultan en raison de sa basse teneur en N et de sa quantité élevée de liquide qui entraîne un écoulement rapide du dépôt de N. Le lisier peut être adapté à condition que sa teneur en N soit enrichie par du sulfate d'ammonium et/ou de l'urée, voire concentré par filtration au travers d'une membrane. Cependant, la première variante n'est pas autorisée pour la production bio. De plus, seule une faible quantité de lisier peut être utilisée au moyen de l'enrichissement. L'approvisionnement en N par l'ammonium recèle un intéressant potentiel dans le sens de l'utilisation intelligente et respectueuse de l'environnement de produits recy-

«Brinamon»

Les solutions d'ammonium étaient jusqu'à présent relativement onéreuses en Suisse et ne s'obtenaient pas sans autre. Depuis peu, de l'engrais recyclé Cultan, produit chez nous et contenant 8.5% d'azote ammoniacal, est disponible sous la marque «Brinamon». Le fabricant peut livrer son engrais liquide comparativement bon marché directement sur l'exploitation ou l'appliquer au moment opportun avec son injecteur à roue, principalement dans les céréales, le colza, le maïs et les prairies. L'utilisation pratique de la technique Cultan devient ainsi réaliste également en Suisse, ceci alors que le prix des engrais du commerce tend à prendre l'ascenseur.

- Solution de sulfate d'ammonium à 39%, densité 1.22
- Récolte à partir d'eaux usées, de lisier ou de résidus de fermentation par extraction d'ammoniac.
- Admission, respectivement autorisation par l'Office fédéral de l'agriculture
- Pour céréales, maïs, betteraves sucrières, colza, pommes de terre, prairies, pâturages et cultures maraîchères.
- Prix indicatif pour 100 litres de solution: env. 20 CHF/hl*
- Mise en place avec injecteur à roue: env. 150 CHF/ha*

*selon quantité livrée, distance du champ et surface

Fabrication, conseil, livraison et mise en place par injecteur à roue:
Peter Briner AG, Hagenbuch ZH, tél: 052 366 17 60, www.pe-briner.ch

Autres informations sur CULTAN dans le rapport ART Nr. 657
www.art.admin.ch

clés. Ainsi, l'épuration des eaux usées contenant de l'ammonium permet la récupération de N par dénitrification, sans recyclage de l'azote présent dans l'air. Avec l'extraction d'ammoniac, du sulfate d'ammonium est obtenu à partir d'eaux usées, de lisier ou de substrats de fermentation. Le procédé comporte deux étapes. La première consiste à

transformer, en phase gazeuse, l'ammonium contenu dans les eaux usées en ammoniac. Dans un deuxième temps, l'ammoniac contenu dans l'air est lavé et lié, par le biais d'un apport d'acide, sous forme de sulfate d'ammonium (fig. 6). Brinamon (voir encadré) est le premier engrais liquide de ce genre fabriqué en Suisse. ■



Ils ont mis au point l'application pratique de la fumure Cultan avec «Brinamon» et injection ponctuelle: Urs Meier (MERITEC GmbH Guntershausen), Walter Kleiner (Machines agricoles Dinhard) et Peter Briner (Produits et prestations pour la ferme, Hagenbuch).



Installation d'extraction d'ammoniac pour la fabrication de solution de sulfate d'ammonium (Brinamon). L'ammonium issu d'un processus de fabrication est transféré dans un flux d'air sous forme d'ammoniac, ensuite lavé dans un second temps, puis fixé par un acide.