



**AGRICULTURES  
& TERRITOIRES**  
CHAMBRES D'AGRICULTURE  
CENTRE



Source : Sulky

## Machines agricoles : Quelles pistes pour réduire vos factures d'engrais minéraux ?

Maîtrise des marges, respect de l'environnement, ou réduction des émissions de gaz à effet de serre, l'économie d'engrais occupe une place importante dans le raisonnement stratégique des exploitations.

La directive nitrates impose d'appliquer des quantités précises, et la tenue d'un cahier d'épandage. Le matériel d'épandage se doit donc de répondre aux enjeux de la précision de la dose appliquée et de la traçabilité des chantiers, tout en restant performant sur la qualité de répartition de l'engrais.

Car, plus les doses sont réduites, plus les défauts de répartition ont des conséquences agronomiques importantes. Si la verse en est l'effet le plus visible, une étude INRA/ARVALIS, publiée en 2000, a pu chiffrer l'impact d'un épandage hétérogène sur la baisse de rendement (jusqu'à 5 q/ha), la diminution du taux de protéine (0.5 %) et l'augmentation des reliquats azotés (plus 10 kg d'azote/ha).

### L'engrais, un impact important sur les émissions de gaz à effet de serre

En région Centre, première région céréalière de France, le secteur agricole représente 24 % des émissions de gaz à effet de serre (hors absorption).

36 % de ces émissions agricoles sont liés à la fertilisation minérale via, entre autres, un phénomène de volatilisation de l'azote lors de l'épandage (émissions de protoxyde d'azote : N<sub>2</sub>O).

Or, le N<sub>2</sub>O présente un pouvoir de réchauffement climatique 310 fois supérieur à celui du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) d'où un impact non négligeable de l'engrais sur les émissions de gaz à effet de serre.

Sources : Schéma Régional d'Aménagement et de Développement Durable et Territoire.

Document réalisé à partir de contacts et recherches bibliographiques, notamment le document « Épandage des engrais minéraux solides » du groupe Comifer de Nov. 2009 téléchargeable sur le site [www.comifer.asso.fr](http://www.comifer.asso.fr)

Décembre 2013

# Engrais solide : Investissez dans un distributeur centrifuge performant

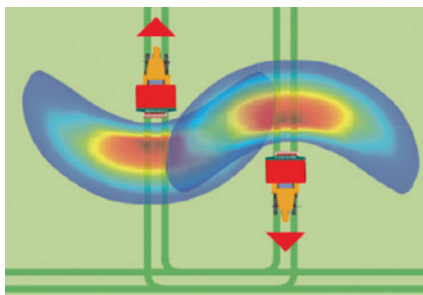
## Double ou quadruple recouvrements ?

Le choix est plus lié à un argument commercial que technique.

On peut classer les appareils centrifuges en deux catégories :

- Ceux dont la rotation des disques est convergente. Chaque disque projette l'engrais l'un vers l'autre et travaille sur la totalité de la surface. En un passage, deux nappes d'engrais se superposent.
- Ceux dont la rotation des disques est divergente. Chacun travaille sur un côté de l'appareil avec une petite zone de recouvrement entre disques au milieu de l'appareil.

Pour les deux types d'appareil, c'est le recouvrement obtenu par le cumul des passages aller et retour qui permet d'obtenir l'épandage de la pleine dose, soit quatre nappes d'engrais pour la première catégorie (d'où l'appellation quadruple recouvrement) ou alors deux nappes pour la deuxième.



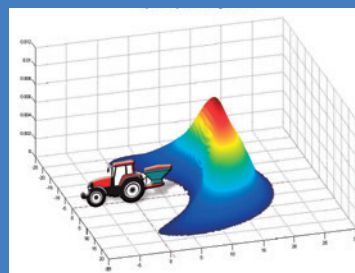
Source : Sulky

On a souvent associé aux appareils à quadruple recouvrement, des courbes d'épandage triangulaires (voir encadré) avec lesquelles la sensibilité au réglage de largeur est moindre. Il n'en est rien. La forme de la courbe d'épandage est bien évidemment liée à la performance de l'appareil mais surtout à la qualité de l'engrais épandu. Avec le même appareil et quel que soit son mode de fonctionnement, aux limites des largeurs d'épandage, on peut obtenir des courbes triangulaires ou trapézoïdales. Ce n'est donc pas un critère de choix.

## Modélisation des nappes d'épandage en trois dimensions

La modélisation en 3 D de la nappe d'épandage obtenu avec un banc d'essai rotatif permet de connaître sa forme avec plus de précision. La distribution réelle de l'engrais au sol prend alors une forme circulaire comparable à celle d'un croissant.

Grâce à cette mesure de la réalité, les préconisations de réglage des constructeurs sont plus précises et le déclenchement des coupures de tronçons en fourrière et dans les pointes peut être affiné.



Source : Sulky

## Le distributeur d'engrais centrifuge : un prix de revient négligeable comparé au coût des engrais épandus

Le distributeur d'engrais centrifuge porté est une machine au niveau d'investissement contenu qui travaille sur deux à trois fois la surface de l'exploitation. Grâce à des débits de chantier souvent élevés (plus de 10 ha/h à partir de 24 m de large), le prix de revient d'un épandage est faible : 7 à 8 €/ha/passage (tracteur et main-d'œuvre inclus), hors logistique d'approvisionnement de l'engrais.

À raison de 2 à 4 passages selon les cultures, le coût de l'épandage est environ dix fois moins élevé que le coût d'achat de l'engrais. Il n'y a donc pas d'économie à faire lorsqu'il s'agit d'investir pour gagner en précision.

Par comparaison, le coût d'un pulvérisateur, traction, carburant et main-d'œuvre compris est de l'ordre de 10 à 12 €/ha.

### Coût en engrais\*

Blé	250 à 350 €/ha
Maïs	250 à 320 €/ha
Colza	300 à 350 €/ha

\*Coût de la fertilisation N.P.K. moyen avec prix octobre 2013.



Source : Sulky

## Courbes de répartition d'épandage

**Courbe d'épandage rectangulaire :** C'est le type de courbe obtenu avec un appareil à rampe. La zone de recouvrement est nulle (on néglige la petite zone de recouvrement en extrémité de rampe). **Avantage :** la largeur de travail est parfaitement maîtrisée. **Inconvénient :** Si l'intervalle entre passage n'est pas respecté, la dose hectare est localement multipliée par deux ou nulle.



**Courbe d'épandage triangulaire :** La zone de recouvrement est très importante. La largeur totale d'épandage est égale à deux fois la largeur de travail. **Avantage :** En cas d'erreur entre les intervalles de passage, le sur ou sous dosage est dilué. La régularité d'épandage est moins soumise aux effets du vent. C'est la configuration idéale.



**Courbe d'épandage trapézoïdale :** La zone de recouvrement est localisée à l'extrémité de la courbe d'épandage. C'est la situation intermédiaire entre les deux courbes précédentes.



Source : Kverneland

## Ne confondez pas les largeurs

La largeur totale d'épandage : c'est la distance maximale qui sépare les points extrêmes de la nappe d'épandage.

La largeur de travail : elle est égale à l'intervalle entre passages.

La largeur optimale de travail : Elle correspond à la largeur pour laquelle l'engrais est réparti uniformément. Si l'appareil est bien réglé, elle est équivalente à la largeur de travail.

## Avec une régulation D.P.A. et un contrôle massique du débit

**APPROUVÉ**

Contrairement aux distributeurs traînés sur lesquels le dosage est volumétrique, l'écoulement de l'engrais dans la trémie d'un appareil porté est gravitaire. Il est donc soumis à des variations liées à la forme et la taille des granulés, et l'hygrométrie de la journée. C'est la raison pour laquelle, une régulation D.P.A. (débit proportionnel à l'avancement) classique, ne prenant en compte que les fluctuations de vitesses, n'est pas suffisante. Il faut l'associer à un dispositif de contrôle massique du débit plus connu sous l'appellation « système de pesée ».

Deux systèmes existent. L'un utilise des jauges de contraintes électroniques mesurant le poids d'engrais dans la trémie ; l'autre, sur les appareils où l'entraînement des disques est hydraulique, mesure la différence de pression entre la rotation à charge et à vide des disques.

Cette option double le prix d'achat de l'appareil (coût de l'option : 5 à 6 000 €) mais garantit la précision de la dose à l'hectare tout en soulageant l'opérateur des tâches répétitives d'étalonnage.

Les systèmes de pesée en continue permettent d'afficher le poids d'engrais dans la trémie pour gérer plus finement les approvisionnements en fonction de la taille des parcelles, surtout en vrac. Enfin, la possibilité de transfert informatique des quantités épandues simplifie la traçabilité administrative des chantiers.

Cette technique est parfaitement maîtrisée par l'ensemble des constructeurs tant sur le plan de la performance que sur celui de la fiabilité.

## Avec un dispositif de coupure de tronçons par GPS

**APPROUVÉ**

L'optimisation des recouvrements avec le GPS est une innovation majeure dans le développement des distributeurs centrifuges. Comme avec le pulvérisateur, la coupure de tronçons automatique permet de faire des économies d'engrais dans les pointes et les fourrières. Une expérimentation Arvalis a démontré, avec une rampe de pulvérisateur, que l'utilisation du GPS permettait de réduire en moyenne les surfaces épandues de 2 à 3 %, sur des petites parcelles, avec une correction sous abonnement ou RTK. Ce gain ne peut être traduit directement en économie d'engrais du fait des caractéristiques de la nappe d'épandage. Les constructeurs l'estiment entre 2 et 5 %. Elle facilite aussi le travail de nuit ou par temps de brouillard.

L'absence de coupure automatique de tronçons sur un distributeur d'engrais est moins pénalisante que sur un pulvérisateur. Malgré tout, sa présence s'avère d'une grande utilité

En fourrière, la nappe d'engrais s'étendant à l'arrière de l'appareil de façon



plus ou moins importante selon la largeur de travail et le type d'engrais, le paramétrage de la coupure doit prendre en compte sa position moyenne. La modélisation en 3 D (voir encadré) permet aux constructeurs de programmer avec plus de précision les coupures. Elles s'effectuent d'abord par les extrémités puis à l'arrière du distributeur. À défaut de système équivalent, il faut tenir compte du décalage en programmant la distance entre l'antenne GPS et la distance moyenne de la nappe.

Coût de l'option : 3 000 €.

## Investissez dans un système de jalonnage par GPS

**APPROUVÉ**

Le respect des intervalles entre passage est un critère primordial de réussite de l'épandage. Une correction gratuite du signal GPS brut, de type EGNOS ou SF1 précise à 15 – 30 cm est suffisante pour assurer un travail de qualité pour les épandages.

Coût d'un équipement de base : 1 000 €

## Les critères techniques de choix à ne pas oublier

- Capacité de débit à largeur d'épandage et vitesse élevées
- Facilité d'entretien
- Simplicité de réglage
- Nombre d'engrais référencés par le constructeur pour les réglages et la facilité d'accès à la base de données
- Compatibilité du boîtier pour faire de la modulation intra-parcellaire.
- Dispositif d'épandage de bordure facile à mettre en œuvre et conforme à la norme EN 13739

## Est-il possible d'adapter une coupure de tronçon sur un distributeur existant comme sur un pulvérisateur ?

**Non.** Les constructeurs gèrent la coupure de tronçon en modifiant soit le point de chute de l'engrais sur les disques avec un vérin électrique, soit le régime de rotation des disques entraînés hydrauliquement, soit les deux en même temps. La correction de débit est coordonnée avec la largeur afin de conserver l'objectif de quantité hectare affiché par l'opérateur. Il faut que l'appareil soit électriquement conçu à la base pour cela.

# Réglez votre appareil en fonction de la qualité de l'engrais

D'après l'IRSTEA (ex CEMAGREF), les distributeurs centrifuges commercialisés par les cinq marques leader du marché, s'ils sont bien réglés, sont capables de fournir un travail de très bonne qualité et ce quel que soit le type d'engrais, même de qualité moyenne, jusqu'à 28 voire 30 m de large.



Source : Amazone

## Deux réglages sont essentiels :

- **Le débit**, pour garantir le respect de la dose hectare. Il est bien maîtrisé depuis le développement des appareils à « pesée embarquée ».
- **La largeur de travail** qui doit être adapté au type et à la quantité d'engrais épandu afin d'obtenir une courbe de répartition après recouvrement la plus régulière possible. Épandre trop large se traduira par un sous dosage dans l'axe de passage et un surdosage dans la zone de recouvrement. Inversement pour un épandage trop étroit.

Le contrôle de la largeur de travail au champ avec des bacs est une opération fastidieuse. Pour optimiser votre réglage, privilégiez l'accès à une base de données de réglage la plus complète possible et mise à jour régulièrement sur Internet. Un tableau papier vieux de plus de 5 ans est obsolète. Vous pouvez le mettre à la poubelle !

Les préconisations de réglages par méthode approchante, soit en communiquant au constructeur les caractéristiques de votre engrais (densité, forme du granulé et granulométrie), soit en envoyant un échantillon, permettent de prendre en compte les spécificités de l'engrais au moment de l'épandage. Dans les deux cas, soyez rigoureux pour que l'échantillon prélevé soit représentatif.

## La qualité de l'engrais est primordiale



Source : Sulky

La qualité de répartition de l'engrais sur la parcelle, particulièrement pour les épandages de grandes largeurs, est conditionnée par des caractéristiques physiques minimales. On retiendra notamment :

- Une densité supérieure à 850 kg/m<sup>3</sup> de 24 à 30 m et supérieure à 950 kg/m<sup>3</sup> pour plus de 30 m,
- Une forme la plus sphérique possible,
- 80 % des granules doivent avoir un diamètre supérieur à 2,5 mm,
- Une absence de poussière,
- Une bonne résistance à l'écrasement.

Pour conserver la qualité de l'engrais en cours de stockage et lors des reprises :

- Limitez le nombre de manutentions,
- En vrac, lors de la mise en tas, multipliez si possible les points de chute pendant le déchargement,
- Isolez les big bag de l'humidité du sol en les stockant sur des palettes,
- Chargez l'engrais vrac en évitant de l'écraser avec le godet ou les roues du tracteur,
- Bâchez les bennes au transport,
- Limitez la hauteur de chute de l'engrais dans la trémie du distributeur.

## Les réglages à respecter

Vérifiez que votre appareil est en bon état de fonctionnement : état des pales, des disques, de la commande d'ouverture de trappe.

- Attelez le distributeur sur une surface plane. Réglez la longueur des chandelles et du troisième point en respectant les préconisations du constructeur.
- La pression des pneumatiques du tracteur doit être identique de chaque côté afin de garantir une symétrie droite/gauche du réglage.
- Assurez-vous que la prise de force tourne bien à 540 tour/min.
- Respectez la hauteur de travail des disques selon la préconisation du constructeur. Compensez un éventuel effet d'ornièrre sur la parcelle.
- Contrôlez votre vitesse d'avancement au champ.
- Étalonnez le réglage de débit à l'arrêt ou en marche selon la préconisation du constructeur

$$D \text{ (kg/minute)} = \frac{Q \text{ (kg/ha)} \times L \text{ (m)} \times V \text{ (km/h)}}{600}$$

*D est le débit en kg/minute sous les deux disques*

*Q est la dose en kg/ha*

*L la largeur de travail en mètre*

*V la vitesse en km/h*

- Contrôlez la symétrie d'ouverture des trappes pour garantir un fonctionnement uniforme droite/gauche
- Réglez la largeur de travail à partir des préconisations de réglages du constructeur

## Le contrôle automatique de la largeur de travail

Initiée par Sulky avec le Justax à la fin des années 90, l'option contrôle automatique de la largeur de travail se justifie moins que la pesée embarquée ou la coupure de tronçons par GPS. En effet, les courbes d'épandage à fort recouvrement et les préconisations de réglages par méthode approchante permettent de minimiser considérablement les irrégularités d'épandage, de plus, un contrôle manuel au champ est toujours possible.

À l'occasion du salon Agritechnica 2013, Kuhn a présenté l'Axmat, un système qui associe le contrôle du débit (à la place de la pesée) et de la largeur de travail.

## Les distributeurs d'engrais pneumatiques à rampes

Deux marques sont positionnées sur le marché des distributeurs à rampes (Kuhn et Kongskilde), avec des appareils traînés de grandes capacités (trémie de 4 à 6 000 litres) et des largeurs de rampes allant de 12 à 36 m.

Leurs clients sont essentiellement les grandes exploitations d'Europe de l'Est. Elles ont fait le choix des appareils à rampes pour s'affranchir de la mauvaise qualité des engrais et pour pouvoir travailler lorsque les conditions météorologiques sont défavorables. Le prix d'achat moindre de l'engrais et la surface des exploitations permettent de compenser le niveau d'investissement élevé de ce type d'appareil (le Kuhn AGT 6 000 litres 36 m vaut environ 180 000 € H.T.).



En France, le débat « rampes » ou « disques » n'existe plus, les appareils centrifuges étant capables d'épandre des engrais de bonne qualité jusqu'à 50 m de large, sans contrainte de rampe, pour une valeur d'achat dix fois moins importante !

## Moduler vos apports en fonction de la variabilité intra-parcellaire

Après 15 ans de somnolence, la modulation intra-parcellaire des doses d'azote et de la fumure de fond revient sur le devant de la scène.

Grâce au développement technologique, il existe désormais plus de moyens pour caractériser la variabilité intra-parcellaire : mesure de conductivité ou de résistivité pour géoréférencer des zones de sol homogène, images satellites, drone, capteurs embarqués (N Sensor de Yara et GreenSeeker de Trimble).

De plus en plus d'organismes (dont les Chambres d'Agriculture) se positionnent pour accompagner les agriculteurs sur la réalisation de leurs cartes de modulation.

Pour que le distributeur puisse valoriser au mieux ces cartes de préconisation, il est nécessaire de porter son attention sur les points suivants :

**1<sup>er</sup> cas :** La console du distributeur est autonome pour gérer la modulation. Il suffit alors de la relier par un câble à la console de guidage pour y transférer l'information de positionnement GPS. Assurez-vous que le format de fichier informatique de la carte de préconisation et les protocoles de communication soient compatibles avec la console.

**2<sup>ème</sup> cas :** La console du distributeur est compatible mais pas autonome. Elle doit dans ce cas être asservie par la console de guidage qui, à condition qu'elle en ait la capacité, va gérer le guidage et la lecture de la carte de la modulation. Les deux boîtiers sont reliés entre eux par un câble. Assurez-vous que le protocole d'échange de données existe dans la console du distributeur.



## Achetez une machine conforme à la norme Isobus

**Isobus** est le nom donné à un protocole de communication universel qui permet à des machines de marques différentes de communiquer entre elles et donc de supprimer les problèmes de compatibilité entre constructeurs. Il permettra également de partager l'information avec l'extérieur via Internet. Concrètement, **Isobus** permet de réduire le nombre de boîtiers de commande en cabine.

Un système **Isobus** est composé de trois éléments : une machine sans boîtier de commande, un terminal de commande **Isobus** et le tracteur. Pour que l'ensemble soit opérationnel, il faut que les fonctionnalités **Isobus** soient disponibles\* et déverrouillées par le constructeur par l'achat de clés informatiques, à la fois sur la machine et sur le terminal.

Pour un distributeur d'engrais, les fonctionnalités indispensables sont :



**UT** : permet d'afficher les commandes de base de la machine.



**TC-BAS** : permet l'importation ou l'exportation de données vers le logiciel d'exploitation sous format de fichiers ISO xml.



**TC-GEO** : permet de faire de la modulation intra-parcellaire.



**TC-SC** : permet de faire de la coupure de sections.



Prise **Isobus**

*\*Pour s'assurer de cette disponibilité, une base de données mise à disposition par l'AEF sera prochainement disponible via internet.*



Source : Amazone

## L'épandage d'engrais liquide

L'utilisation de l'engrais liquide par rapport au solide est variable selon les secteurs géographiques. Par exemple, dans le Loiret, elle représente 50 % des épandages d'engrais azotés (azote et azote soufré) dans l'ouest du département contre seulement 30 % dans l'Est.

En termes de qualité d'épandage, les atouts de la forme liquide par rapport au solide sont de deux ordres : une largeur de travail maîtrisée (grâce à la rampe du pulvérisateur) même lorsque les conditions météo se dégradent et une régulation plus précise du débit avec des temps de réaction plus courts.

La limite concerne la modulation de dose. Sur un pulvérisateur, celle-ci est limitée par la plage d'utilisation des buses.

### Quelles buses utiliser ?

Les buses d'épandage à jet filet sont recommandées pour l'épandage des solutions azotées même si l'utilisation d'une buse à fente classique est envisageable dans certaines conditions.

Les tri-filets classiques sont les plus utilisés. Leur conception impose une hauteur de rampe supérieure à 1 m, parfois contraignante, pour garantir une bonne qualité de répartition. Elles peuvent générer des brûlures par effet de concentration de l'engrais sur trois rangs notamment sur les plantes peu développées et par la force d'impact du jet sur la plante, liée à la pression, qui provoque la fragmentation des gouttes.



Ce type de buses est aujourd'hui concurrencé par des modèles multi-filets (5 à 8 trous). Ces buses garantissent une répartition plus homogène, comparable pour certaine à une buse à fente, avec une hauteur de rampe faible. L'effet concentration sur le rang s'en trouve limité. Les modèles à éjection horizontale permettent en plus de casser la vitesse des gouttes (effet parapluie) et donc le risque de brûlures. Attention, ces modèles ne sont pas adaptables sur toutes les rampes !

Enfin, les buses sans filet cumulent l'intérêt de conserver des grosses gouttes avec celui de l'éjection horizontale.

Concernant les brûlures, qu'elles soient générées par les buses ou les conditions d'application (rosée, hygrométrie), une étude Arvalis a démontré pour les applications sur céréales à paille, que celles-ci n'avaient pas d'effet pénalisant sur le rendement, le PMG ou le taux de protéines. Sur ce seul critère, l'utilisation des buses tri-filets est donc économiquement plus intéressante. Par contre, lorsque le sol diffuse mal l'engrais, les buses tri-filets peuvent générer des effets de moutonnement préjudiciables sur le rendement. Les variantes multi-filets ou sans filet sont dans ce cas recommandées.

Pour choisir le calibre de la buse, prendre en compte la densité de la solution. Utiliser un facteur de conversion lorsque le tableau est énoncé en litres d'eau par hectare.

Litres de solution/ha x facteur de conversion = litres d'eau/ha

Densité	Facteur de conversion
1.28	1.13
1.32	1.15

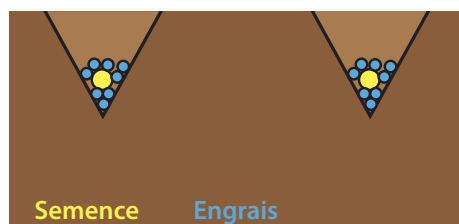
## Incorporation d'engrais localisé dans le sol

La localisation de l'engrais (solide ou liquide) par enfouissement, au semis ou en végétation, permet de limiter la volatilisation de l'azote, d'améliorer la disponibilité de l'engrais (phosphore et potasse) et de bénéficier d'un effet starter. Cette technique lisse les effets de sol et réduit le risque de non solubilisation de l'engrais les années sèches (azote en culture de printemps). La dose peut ainsi être ajustée (-25 % en azote loca-

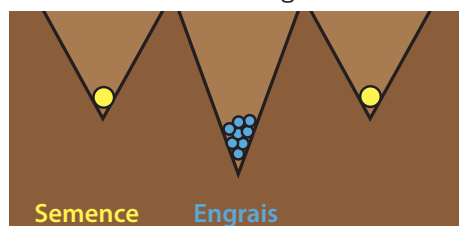
lisé sur betteraves par exemple). La réduction du nombre de passages évite la création d'ornières.

En constante progression depuis 2003, la localisation d'engrais sur betteraves au semis représente aujourd'hui 30 % des surfaces en Région Centre (source ITB). Proposés par tous les constructeurs sur les semoirs monograins et les bineuses, les équipements de localisation d'engrais solides se développent sur les semoirs à céréales et sur les strip till. L'atout d'un dispositif spécifique, comparé à une incorporation en mélange avec les semences, réside dans la possibilité de doser et de localiser l'engrais indépendamment de la semence.

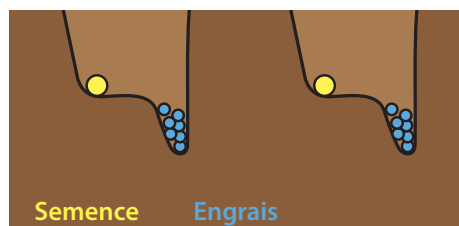
Dans le même sillon



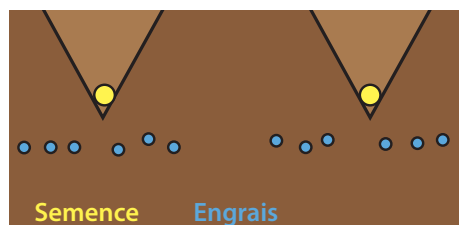
Entre deux lignes



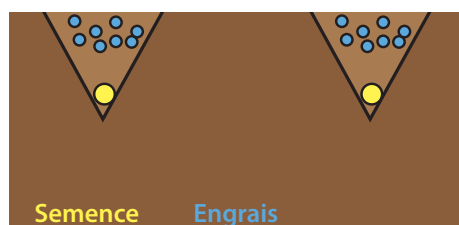
En dessous et à côté



Mélangé dans le lit de semence



Au-dessus de la semence



L'intérêt de la localisation dépend beaucoup du contexte agronomique (type de plante, son niveau d'exigence en N P K, sol naturellement bien pourvu ou non, ...) et des conditions météo.

Sur maïs, la localisation lors de semis précoces, en sol froid, peut générer des gains de rendement de l'ordre de 2 quintaux et d'un point d'humidité à la récolte. Sur céréales, les réponses sont bonnes en fertilisation P K dans les sols pauvres à très pauvres. Pour l'azote, les résultats sont très tributaires des conditions climatiques et ils restent à valider. Le gain peut atteindre 10 quintaux lors de printemps sec. La vigueur apportée par la localisation d'engrais starter sur cultures d'automne ne semble pas améliorer le rendement mais permet de limiter la sensibilité aux risques sanitaires. Les essais réalisés sur strip till ne permettent pas aujourd'hui de justifier de l'intérêt de la technique. Enfin sur betteraves, les essais en fertilisation azotée réalisés par l'ITB montrent que les rendements obtenus avec la localisation sont systématiquement supérieurs et ce quelle que soit la dose appliquée (source plaquette régionale ITB 2013).

- Incorporateur sur semoir : 8 à 15 000 € selon la largeur (Il est possible de valoriser ce type d'équipement pour le semis simultané de plusieurs plantes type double variété, plantes compagnes ou associés, couvert multi-espèces).
- Kit de fertilisation sur bineuse 6 rangs : 4 000 € (système à simple descente)
- Outils spécialisés avec cuve ou trémie et injecteurs (disques ou coutres) : plus de 20 000 €.

## La fertigation

**APPROUVÉ**

En grandes cultures, la fertilisation associée à l'irrigation est utilisée principalement pour les apports d'azote sur maïs. En cultures maraîchères ou fruitières, l'ensemble des éléments fertilisants passent par l'eau d'irrigation.

Les installations sont réalisées sur les pivots, les rampes frontales et le goutte-à-goutte afin d'avoir une bonne maîtrise de la répartition. L'apport d'azote (40 à 100 unités) mélangé à l'eau (5 à 25 mm) limite la volatilisation. Il permet également de s'affranchir de la contrainte de passage du distributeur pour mieux faire coïncider l'apport avec les phases de besoin de la plante.

L'injection de solution azotée (S390) concentrée ou diluée se fait à l'aide de pompe doseuse en sortie de station de pompage ou en pied de pivot. La pompe est alors couplée à une unité de stockage. Elle sera motorisée sur les installations types pivots et rampes.

L'investissement est compris entre 2 000 et 4 000 € selon le débit choisi hors cuve de stockage. Il peut rapidement être compensé par l'économie de passages du distributeur.



Source : CA 45

## L'incorporation d'engrais liquide en végétation

L'offre commerciale sur l'incorporation d'engrais liquide est plus restreinte et souvent plus artisanale. Ici, un système d'injecteur rotatif permettant d'incorporer l'engrais en végétation proposé par la firme GÜSTROWER depuis 2011. Ce système est la meilleure solution pour supprimer les pertes par évaporation. De plus, il positionne l'engrais en profondeur à la portée des racines.



Source : GÜSTROWER

### Votre contact départemental :

Cher : O. Hochedel

Indre : M. Guillouard

Loir-et-Cher : S. Chapuis

Indre-et-Loire : A. Godefroy

Loiret : M. Teixeira et S. Deseau

PCA CUMA : J.M. Morcet

Document réalisé par le groupe des conseillers machinisme de la Région Centre avec la contribution financière du Cas Dar - Ministère de l'Agriculture et de la Pêche dans le cadre du PRDA 2009-2013. Coordination S. Deseau, Chambre d'Agriculture du Loiret.



Avec la contribution financière du compte d'affectation spéciale « Développement agricole et rural »