MANUEL DE CONCEPT 4B DE LA GESTION DES ELEMENTS NUTRITIFS

MODULES D'APPRENTISSAGE POUR AGENTS DE VULGARISATION



INSTITUT AFRICAIN DE NUTRITION DES PLANTES

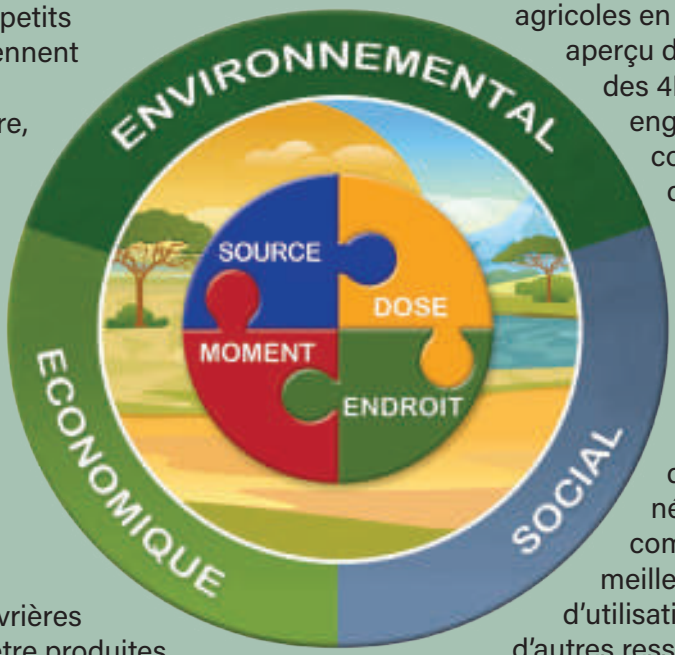
Solution



LE CONCEPT 4B POUR LA GESTION DES ELEMENTS NUTRITRIFS

L'utilisation efficace des engrais, telle que guidée par le concept 4B de la gestion des éléments nutritifs, est importante pour développer des systèmes de culture durables des petits exploitants qui soutiennent l'amélioration de la production alimentaire, l'augmentation des revenus des agriculteurs et l'amélioration et le maintien de la fertilité des sols.

Les engrais fournissent les éléments nutritifs nécessaires aux cultures. Plus de quantité et de bonne qualité de cultures vivrières et de rente peuvent être produites avec les engrais. La fertilité des sols, largement surexploitée, peut également être restaurée avec des engrais. Une gestion correcte des engrais basée sur les 4B peut engendrer des plus d'effets sociaux, économiques et environnementaux pour les exploitations, les villages, les communautés et les pays en Afrique tout entière.



Ce guide a été élaboré comme une ressource pour les agents de vulgarisation, distributeurs d'intrants et d'autres parties prenantes travaillant avec les petits exploitants agricoles en Afrique. Il offre un aperçu détaillé de chacun des 4B de l'utilisation des engrais. Le but de cette collection de modules d'apprentissage est d'assurer que ces conseillers ont une bonne compréhension des quatre principes de gestion des éléments nutritifs 4B, les dotant ainsi des connaissances nécessaires pour communiquer les meilleures pratiques d'utilisation des engrais et d'autres ressources nutritives, aux agriculteurs.

Le concept 4B de la gestion des éléments nutritifs *est une approche qui a été développée pour communiquer les Bonnes pratiques de gestion des engrais sur la base de quatre principes : appliquer la bonne source, à la bonne dose, au bon moment de la saison de croissance et au bon endroit. Il fournit une base pour définir des stratégies pour une utilisation efficace des éléments nutritifs.*

MANUEL DE CONCEPT 4B DE LA GESTION DES ELEMENTS NUTRITIFS

www.apni.net
info@apni.net

© 2021. Institut Africain de Nutrition des Plantes (APNI)

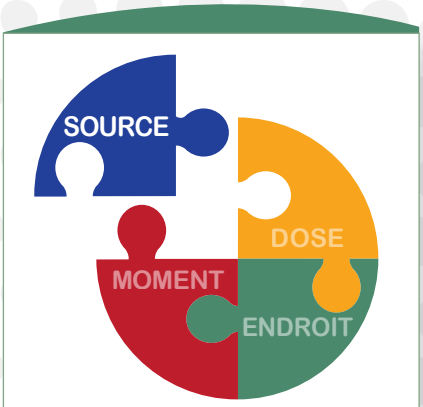
Ce travail est sous licence "Creative Commons Attribution 4.0 International Licence. Pour une copie de cette licence visitez http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Tous les droits réservés.

MANUEL DE CONCEPT 4B DE LA GESTION DES ELEMENTS NUTRITIFS

MODULES D'APPRENTISSAGE POUR AGENTS DE VULGARISATION

MODULE 1
BONNE SOURCE



BONNE SOURCE:

APPLICATION DU BON ENGRAIS ET DES BONNES RESSOURCES ORGANIQUES QUI FOURNISSENT AUX CULTURES EN DÉVELOPPEMENT TOUS LES ELEMENTS NUTRITIFS NÉCESSAIRES POUR UNE BONNE CROISSANCE ET MATURITÉ.



INSTITUT AFRICAIN DE NUTRITION DES PLANTES

Solution

1. PRINCIPES SCIENTIFIQUES DERRIERE BONNE SOURCE

Différentes conditions du sol et pratiques agricoles nécessitent l'utilisation de différents nutriments pour de meilleurs résultats. Pour déterminer la bonne source, les principes scientifiques suivants doivent être considérés :

Principes Scientifiques pour Déterminer la Bonne Source

Considérer la dose, le moment et l'endroit d'application: La dose, le moment et l'endroit d'application ont une influence sur la bonne source d'engrais. Par exemple, là où des doses élevées d'éléments nutritifs sont requises, les engrais avec forte teneur en éléments nutritifs sont mieux adaptés. Lorsque l'apport d'engrais est nécessaire au semis, comme pour les céréales telles le blé et le maïs, les engrais composés NPK qui fournissent une large gamme d'éléments nutritifs sont les mieux adaptés. Pour l'application en couverture, les engrais simples tels que l'urée qui apporte seulement N sont les mieux adaptés.

En ce qui concerne l'endroit d'application, les engrais solides sont les mieux adaptés pour les applications au sol, tandis que les engrais liquides sont les mieux adaptés là où les applications foliaires sont nécessaires.



Apporter les éléments nutritifs sous forme disponible aux plantes: la bonne source doit garantir que les éléments nutritifs sont appliqués sous une forme disponible pour les plantes, ou sont sous une forme qui se transforme prestement sous forme disponible pour garantir une absorption rapide et efficace par les plantes.

Convenir aux propriétés physiques et chimiques du sol: la bonne source doit tenir compte des différences en propriétés physiques et chimiques du sol pour différents types de sol et environnements de l'exploitation. Par exemple, l'application d'urée en surface doit être évitée sur les sols à pH élevé afin de réduire les pertes d'azote sous forme d'ammoniaque.

Reconnaitre comment l'application d'un élément nutritif affecte la disponibilité ou l'absorption d'un autre: la bonne source devrait garantir une disponibilité et une amélioration de l'absorption d'autres éléments nutritifs. Par exemple, la co-application de N et du P améliore l'absorption de P. Les effets complémentaires de l'utilisation combinée du fumier et de sources d'engrais inorganiques doivent être pris en compte également.

Reconnaitre la compatibilité du mélange: la bonne source doit prendre en considération la compatibilité des éléments nutritifs lors du mélange de différentes sources d'éléments nutritifs. Par exemple, certaines combinaisons de sources d'éléments nutritifs attirent l'humidité lorsqu'elles sont mélangées, ce qui limite l'uniformité de l'application de matériaux mélangés. Pendant le mélange, il faut également s'assurer que les granules d'engrais sont de taille similaire pour assurer une application uniforme sur le terrain et éviter la ségrégation des engrais mélangés.

Reconnaitre les avantages et les sensitivité des éléments associés: la plupart des éléments nutritifs ont souvent un ion d'accompagnement qui peut être bénéfique, neutre ou nocif pour la culture. Par exemple, l'inon chlorure (Cl^-) qui accompagne le K dans le murate de potasse est bénéfique pour le maïs, mais peut diminuer la qualité de certaines cultures (par exemple, le tabac et certains fruits).

2. ELEMENTS NUTRITIFS ESSENTIELS DES PLANTES

Les éléments nutritifs essentiels sont les éléments dont la plante a besoin pour terminer son cycle de vie. Toutes les plantes requièrent au moins **17 éléments essentiels.**

Chacun de ces éléments essentiels a des fonctions uniques pour le métabolisme et la croissance des plantes. Cependant, la quantité de chaque élément nutritif spécifique requise par les plantes varie considérablement.

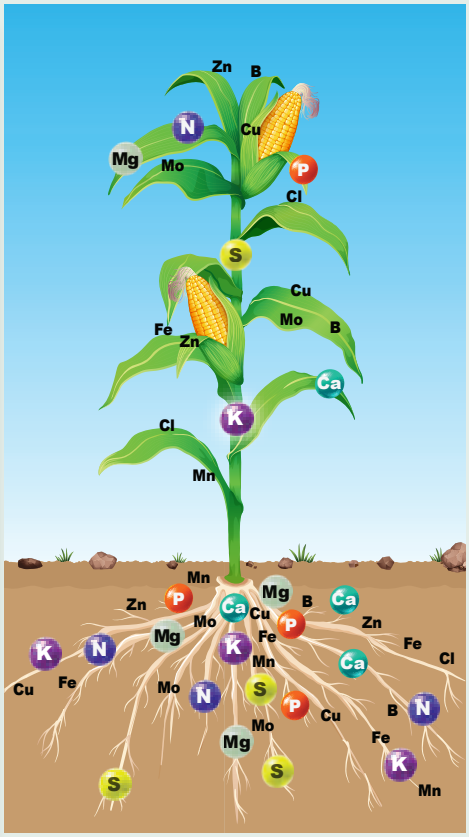
Parmi ces éléments essentiels, **le carbone (C), l'hydrogène (H), et l'oxygène (O) proviennent de l'air et sont appelés éléments non minéraux.**

Les autres 14 éléments sont appelés **« éléments minéraux »** et sont dérivés du sol ou fournis par des engrais ou du fumier organique.

Les éléments minéraux sont divisés en deux groupes principaux, à savoir **les macroéléments** et **les microéléments.**

Tableau 1: Liste des éléments nutritifs essentiels des plantes, leur forme primaire de disponibilité pour les plantes et leur forme principale dans la réserve du sol.

Éléments	Symbole chimiqe	Forme d'absorption primaires	Forme principale dans la réserve du sol
Macronutriments			
Azote	N	Nitrate (NO_3^-) or Ammonium (NH_4^+)	Matière Organique
Phosphore	P	Phosphate (HPO_4^{2-}, $H_2PO_4^-$)	MO, Minéraux sol
Potassium	K	Potassium ion (K^+)	Minéraux
Soufre	S	Sulphate (SO_4^-)	MO, Minéraux sol
Magnésium	Mg	Magnésium (Mg^{2+})	Minéraux sol
Calcium	Ca	Calcium ion (Ca^{2+})	Minéraux sol
Micronutriments			
Chlore	Cl	Chlore (Cl^-)	Minéraux sol
Fer	Fe	Fer (Fe^{2+})	Minéraux sol
Manganèse	Mn	Ion Manganèse (Mn^{2+})	Minéraux sol
Zinc	Zn	Zinc ion (Zn^{2+})	Minéraux sol
Cuivre	Cu	Ion Cuivre (Cu^{2+})	MO, Minéraux sol
Bore	B	Acide borique (H_3BO_3)	MO
Nickel	Ni	Ion Nickel (Ni^{2+})	Minéraux sol
Molybdéne	Mo	Molybdate (MoO_4^{2-})	MO, Minéraux sol



2.1 Macroéléments

Macroéléments sont nécessaires aux plantes en grande quantité pour une bonne croissance et productivité. Ils sont divisés en deux sous-groupes, à savoir **les macroéléments primaires** et **les macroéléments secondaires.**

Macroéléments primaires incluent:
Azote (N), phosphore (P), et potassium (K), sont requis par les plantes en grandes quantités (i.e., >30 kg/ha).

Macroéléments secondaires incluent:
soufre (S), magnésium (Mg), et calcium (Ca), et sont nécessaires aux plantes en petites quantités (i.e., 5 - 30 kg/ha).

2.2 Microéléments

Microéléments sont nécessaires aux plantes en très petites quantités. Cependant, les plantes doivent les avoir quand et où elles en ont besoin pour une bonne croissance et un bon rendement.

La plupart des sols contiennent généralement des quantités suffisantes de microéléments et n'ont souvent pas besoin d'être appliqués sous forme d'engrais. Une déficience en macroélément ou microéléments provoque des carences chez les plantes et finit par entrainer une baisse de croissance, du rendement et de la qualité des produits.

Les microéléments comprennent :
chlore (Cl), fer (Fe), manganèse (Mn), zinc (Zn), cuivre (Cu), bore (B), molybdène (Mo) et nickel (Ni).

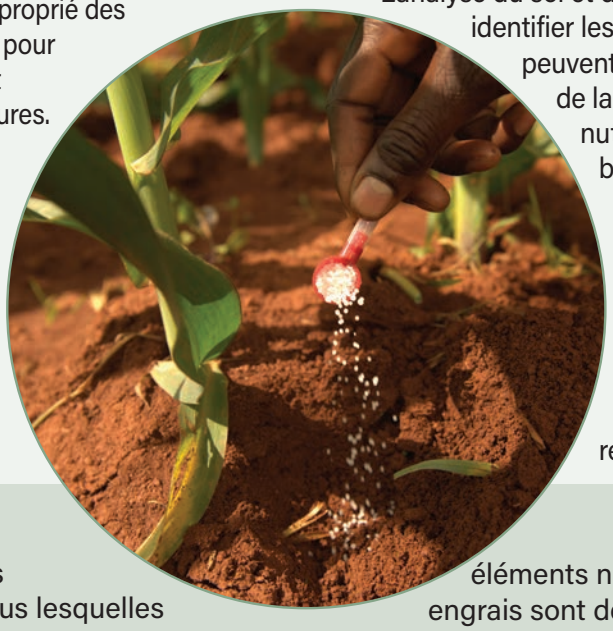
Lorsque l'application de microéléments est requise, une attention et des soins particuliers sont nécessaires car il existe une marge étroite entre appliquer trop ou pas assez pour répondre aux besoins d'une culture. Souvent, des engrais composés spéciaux NPK peuvent être préparés pour contenir des combinaisons de microéléments conçues pour répondre aux exigences des plantes cultivées sur des sols connus pour être déficients.

Dans de nombreux cas, les déficiences en microéléments sont causées par un pH du sol faible (acide), ou plus souvent par un pH de sol très élevé (neutre à alcalin), ainsi un changement du pH du sol peut améliorer la disponibilité des microéléments.

3. SOURCES DES ELEMENTS MINÉRAUX

Les plantes ont besoins d'un apport équilibré de tous les éléments essentiels pour un bon rendement et une bonne qualité. La plupart des sols manquent souvent de l'équilibre approprié des éléments nutritifs requis pour une bonne croissance et développement des cultures.

La culture continue sans application de sources d'éléments nutritifs externes telles que les engrais ou le fumier épuise également les éléments disponibles dans le sol qui auraient pu être initialement disponibles en quantités suffisantes.



L'analyse du sol et des plantes peut aider à identifier les éléments spécifiques qui peuvent être inadéquats. L'application de la bonne source d'élément nutritifs aide à assurer le bon équilibre des éléments nécessaires à une bonne croissance et développement des cultures. Les sources de nutriments disponibles pour l'agriculteur comprennent : les engrais inorganique, le fumier, le compost, l'engrais vert et les résidus de récolte.

3.1 Engrais

L'engrais est l'une des principales formes sous lesquelles les éléments nutritifs sont apportés au champ. A l'exception de N, tous les autres éléments nutritifs fournis par les engrais sont dérivés de minéraux naturels du sol qui peuvent être extraits et transformés sous des formes qui sont faciles à transporter et plus disponibles pour les plantes.

3.2 Légumineuses

L'air contient 79% de di-azote gazeux (N_2) qui ne peut pas être utilisé directement par les plantes. Cependant, les légumineuses à graines (comme le soja, l'arachide, les pois cajan, le niébé et les haricots) et les plantes de couverture (comme le mucuna et le crotalaria) sont capables de convertir le N_2 de l'air en une forme utilisable par les plantes. Ces légumineuses ont des nodules sur leurs racines qui agissent comme de « petites usines » qui fabriquent l'azote qu'elles utilisent pour leur croissance (**Fig. 1**). Lorsque les légumineuses sont restituées au sol, elles se décomposent et libèrent de l'azote qui peut ensuite être utilisé par d'autres cultures dans la rotation, et peut également contribuer à la constitution de la matière organique du sol. Les céréales comme le maïs, le riz, le blé et le teff ne peuvent pas fabriquer leur propre N car elles n'ont pas ces nodules spéciaux dans leurs racines. Ces cultures peuvent bénéficier de l'azote fixé par les légumineuses en rotation, mais nécessitent toujours des sources externes de fertilisation azotée pour obtenir des rendements élevés.



Figure 1. Nodules sont des « usines d'engrais N » sur les racines de légumineuses.

3.3 Fumier animal et compost

Le fumier animal et le compost sont de bonnes sources d'éléments nutritifs pour les plantes lorsqu'ils sont utilisés correctement. Le fumier contient tous les éléments nécessaires aux plantes, mais les quantité sont généralement faibles par rapport aux quantités requises par les plantes pour des rendements élevés.

La quantité d'éléments nutritifs dans le fumier, en particulier N, peut être augmentée en nourrissant le bétail avec des pâturages de bonne qualité et en réduisant les pertes des éléments pendant le stockage et la manipulation.



3.4 Autres matériaux organiques

D'autres matériaux organiques tels que les résidus de récolte libèrent les éléments nutritifs qu'ils contiennent lors de leur décomposition. La qualité d'un matériel organique est déterminée par les éléments qu'il contient. Les matériaux organiques peuvent contenir une large gamme d'éléments bien que les quantités soient généralement faibles.

La plupart des matériaux organiques trouvés dans les petites exploitations agricoles sont de mauvaise qualité et contiennent de petites quantités d'éléments majeurs. Malgré cette faible qualité nutritive, les matériaux organiques sont toujours précieux en tant que source de matière organique.



Culture de maïs saine avec une fertilisation équilibrée.

4. NUTRITION EQUILIBREE ET BONNE SOURCE

Une nutrition équilibrée est la clé d'un meilleur rendement des cultures et constitue la base de la sélection de la bonne source d'éléments nutritifs. Le concept de nutrition équilibrée indique qu'une culture a besoin d'un apport adéquat de tous les éléments pour une croissance optimale. Si plus d'un élément nutritif est en déficience, la croissance de la culture est déterminée par l'élément dont l'apport est le plus faible.

Le concept de nutrition équilibrée est basé sur la loi du minimum de Liebig qui stipule que si l'un des éléments essentiels est déficient, la croissance des plantes sera faible même lorsque tous les autres sont en quantité suffisante.

Lorsqu'un élément déficient est fourni, les rendements peuvent être améliorés jusqu'au point où un autre élément nutritif devient nécessaire en quantité plus grande que le sol ne peut en fournir. Des sources externes d'éléments nutritifs seront alors nécessaires pour compléter la disponibilité du sol.

Illustration simplifiée de la loi du minimum et du concept de nutrition équilibrée.

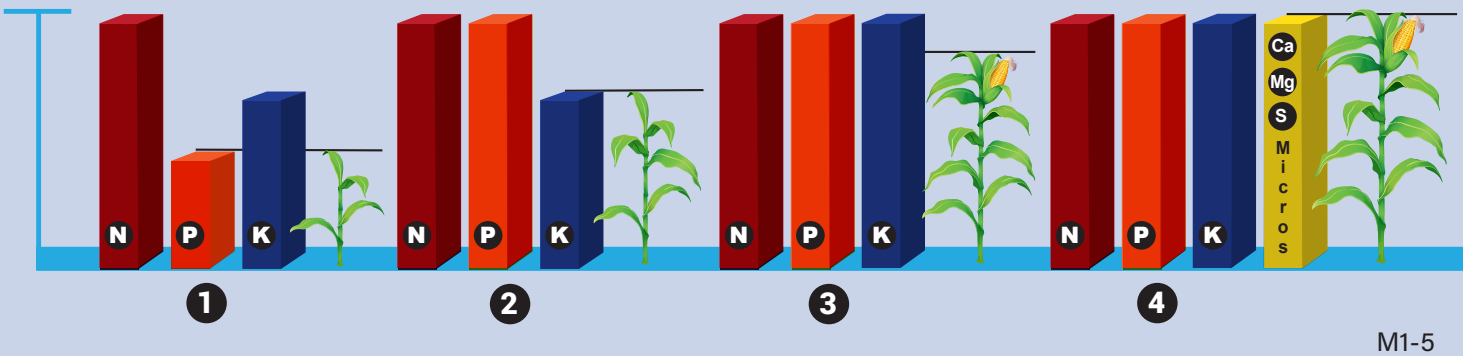
1. Lorsqu'une plante a un apport suffisant en N, un apport modéré en K et un apport faible en P, la croissance et le rendement de la culture sont alors proportionnels à la quantité de l'élément le plus limitant, dans ce cas P.

2. Lorsque l'apport de P est amélioré mais la quantité de K reste faible, la croissance des cultures s'améliore mais est alors limitée par l'apport plus faible de K de sorte que la croissance et le rendement des cultures sont alors proportionnels à la quantité de K qui est dans ce cas l'élément limitant.

3. Lorsque le K disponible est amélioré par un apport externe, les trois macroéléments sont désormais disponibles en quantités suffisantes et la croissance des cultures et le rendement augmentent pour correspondre à l'apport en éléments nutritifs du sol.

4. Souvent, des macronéléments secondaires (S, Ca et Mg) et des microéléments doivent être fournis en plus des macroéléments primaires (N, P et K) afin d'éliminer toutes les carences et réaliser le rendement atteignable.

Besoin des plantes



Loi du Minimum de Liebig Illustrée avec les éléments nutritifs

Pas de fertilisant



P & K



N & K



N & P



N & P & K



Une étude au champ dans l'ouest du Kenya démontrant la nécessité d'une fertilisation équilibrée conformément à la loi du minimum de Liebig, comme illustré par la croissance du maïs dans des parcelles avec et sans apport des éléments. Les images ont été prises le même jour et 7 semaines après la plantation.

5. CONNAITRE VOS ENGRAIS

5.1 Qu'est-ce un engrais?

L'engrais est un matériau contenant au moins un des éléments nutritifs essentiels pour les plantes sous forme chimique qui est soluble dans la solution du sol lorsqu'il est apporté au sol et «disponible » pour l'absorption des racines des plantes.

Pour qu'un matériau soit classé comme engrais, il doit contenir au moins 5% de l'un des éléments nutritifs essentiels sous une forme immédiatement disponible pour les plantes.

5.2 Formes des engrais

L'engrais est généralement disponible sous forme solide ou liquide. La plupart des engrais sont généralement fournis sous forme solide.

Les engrais solides se présentent généralement sous forme de granules bien que d'autres puissent être sous forme de pellets ou de poudres selon le procédé de fabrication.

Les engrais liquides sont largement utilisés dans les systèmes de culture horticoles et irrigués.

5.3 Teneur des engrais en éléments nutritifs et étiquetage

Les engrais sont normalement commercialisés avec un pourcentage ou une teneur minimum garanti.

La teneur des engrais en éléments nutritifs est généralement indiquée sur l'étiquette du sac sous la forme d'une série de chiffres (**Fig. 2**). Les trois premiers chiffres se réfèrent aux éléments primaires N, P et K. Ces éléments sont exprimés en pourcentage de N-P_2O_5-K_2O, où les teneurs en P et K sont généralement indiquées sous forme d'oxyde (i.e., P_2O_5 and K_2O). Par exemple un engrais composé étiqueté 17-17-17 signifie que la teneur en éléments nutritifs de l'engrais est de 17% N, 17% P_2O_5 et 17% K_2O. De même, un engrais étiqueté 18-46-0 contient 18% N, 46% P_2O_5 et pas de K.

Si un autre élément est présent, un numéro supplémentaire est donné, suivi de son symbole chimique. Par exemple, un produit fertilisant étiqueté 15-20-22-0.5 B est garanti par le fabricant pour contenir un minimum de 15% N, 20% P_2O_5, 22% K_2O, et 0.5% B.



Figure 2. Certains produits fertilisants avec un étiquetage indiquant les teneurs en éléments nutritifs.

REMARQUE : Les teneurs en P et K de l'engrais sont toujours présentées sous forme d'oxyde. Pour convertir les formes oxyde de P et de K en formes élémentaires, utilisez les facteurs de conversion suivants :

Pour le phosphore:

$\%P = \%P_2O_5 \times 0{,}44$

Donc pour un engrais contenant 14% P_2O_5, calculer le %P comme: $\%P = 14 \times 0{,}44 =$ **6,2**

Pour le potassium:

$\%K = \%K_2O \times 0{,}83$

Donc pour un engrais contenant 14% K_2O, calculer le %K comme: $\%K = 14 \times 0{,}83 =$ **11,6**

Ces conversions signifient que le poids moléculaire de P_2O_5 est 44% P avec de l'oxygène (O_2) faisant la différence; de même le poids de K_2O n'est que de 83% de K.

Les étiquettes sur l'emballage d'engrais indiquent également le poids du sac et comprennent parfois des recommandations pour une manipulation et un stockage corrects. Des détails supplémentaires d'étiquetage peuvent inclure la date de fabrication et la date de péremption.

Il faut être curieux de lire et de comprendre tous les détails inclus sur l'étiquette du sac d'engrais pour s'assurer que la bonne source est sélectionnée.

5.4 Classification des engrais

Les engrais sont souvent classés en fonction des éléments nutritifs qu'ils contiennent ou de la méthode de leur formulation. Les classifications des engrais basées sur la teneur comprennent : les engrais simples, les engrais complets et les engrais incomplets. Des exemples de classification des engrais basée sur la formulation comprennent : les engrais mélangés en vrac et les engrais composés.

Engrais simples

Ceux-ci ne contiennent qu'un seul des éléments majeurs (N, P ou K). Des exemples incluent Urée (46-0-0), nitrate d'ammonium et de calcium ou CAN (27-0-0), et le Triple superphosphate ou TSP (0-46-0).

Les engrais simples sont économiques pour remédier à la déficience d'un seul macroélément qui est considéré comme le plus limitant.

Certains engrais simples peuvent être facilement mélangés pour répondre aux besoins en éléments nutritifs d'un champ ou d'une culture particulière.

Engrais complets

Ceux-ci contiennent tous les nutriments majeurs. Un exemple est l'engrais NPK (15-15-15).

Engrais incomplets

Ceux-ci contiennent uniquement deux des éléments majeurs. Un exemple est diammonium phosphate or DAP (18-46-0), qui contient seulement N et P.

Engrais mélangés ou Blend

Ceux-ci sont un mélange physique de deux engrais ou plus. Différentes combinaisons d'engrais solides sont mélangées pour répondre à des conditions spécifiques de sol et de culture. Les engrais mélangés sont ajustés aux différents ratios de nutriments pour chaque culture et conditions de sol.

Les Blend sont populaires pour leur faible coût car les engrais les moins chers peuvent être combinés à partir de matériaux peu coûteux. Cependant, tous les engrais solides ne sont pas compatibles pour les mélanges.

Les composants individuels de l'engrais doivent être chimiquement et physiquement compatibles pour le mélange et le stockage.

Des précautions sont également nécessaires lors de la manipulation de mélanges en vrac pour éviter la ségrégation des composants lors de la manipulation et l'épandage.

Engrais composés

Ces engrais contiennent deux éléments nutritifs ou plus, qui sont chimiquement combinés dans une seule particule. Chaque granulé d'engrais contient donc un mélange d'éléments nutritifs.

Les engrais composés assurent une répartition uniforme des éléments nutritifs de chaque particule. Les engrais composés sont plus faciles à manipuler ou à appliquer. Ils offrent une simplicité dans la prise de décisions en matière d'engrais lorsque l'application de plusieurs éléments est généralement requise.



Types de granules des engrais composés (Coupe transversale)

Tableau 2: Propriétés des engrais communs, leur utilisation agricole et gestion.

Engrais	Propriétés	Utilisation agricole	Gestion
Nitrate d'ammonium et de calcium (CAN)	- Contient 27% N; et fourni aussi une petite quantité de Ca -Couleur grise ou marron clair selon l'enrobage utilisé	- Peut être utilisé comme engrais N de fond mais utilisé principalement en couverture - Engrais N le plus convenable aux régions semi-arides	- Doit être stocké dans un endroit sec et fermé. - Doit être recouvert de sol à l'application
Urée	- Contient N seul à 46% N -Le plus concentré des engrais azotés solides -Couleur blanche avec granules ronds. -Souvent le coût de l'unité est plus faible que les autres engrais azotés -Très soluble dans l'eau. -Hygroscopique	- Bon pour la couverture	- Doit être recouvert de sol à l'application pour éviter la volatilisation de l'ammoniac. - Doit être incorporé dans le sol immédiatement après l'application. - Doit être emballé dans des sacs hermétiques et bien stocké.
Sulfate d'Ammonium	-Contient 21% N et 23% S -Souvent de couleur blanche avec de petits granules comme le sucre.	- Très utile là où il y a besoin de N et S. - Préféré pour une utilisation dans les systèmes irrigués tels que les systèmes de riz où les engrais azotés à base de nitrate tels que CAN ne conviennent pas due aux pertes par dénitrification dans des conditions d'engorgement d'eau. - Utile pour augmenter l'efficacité des pulvérisations d'herbicides de post-levée pour le contrôle des adventices. - Peut être appliqué au semis mais convient mieux en couverture.	-Il ne doit pas être appliqué dans des sols sulfatés très acides en raison du risque de dommages causés par le sulfure. -Doit être incorporé dans le sol lors de l'application pour éviter les pertes.
Superphosphate simple (SSP)	- Contient 16 à 20% of P_2O_5, 12% de S et 18 à 21% Ca -Est gris cendre d'apparence avec bonnes qualités de stockage	-Bonne source de P, S et Ca	- Ne nécessite aucune procédure de manipulation spéciale. -Le phosphore ne se déplace pas rapidement avec l'eau dans le sol et doit donc être appliqué près de la zone racinaire des plantes.
Triple superphosphate (TSP)	- Contient 46% P_2O_5 et 15% Ca -Le plus concentré des engrais P simples -Soluble dans l'eau -Souvent de couleur grise avec de grandes granules.	-Convient à la plupart des types de sol -En plus de P il fournit également du calcium	-Il contient des traces d'acide phosphorique libre et doit donc être correctement emballé. -Devrait être appliqué à une bonne dose, au bon moment et bien couvert pour minimiser les pertes dans les plans d'eau par ruissellement de surface - Ne se déplace pas rapidement dans le sol et doit donc être appliqué près de la zone racinaire des plantes
Diammonium Phosphate (DAP)	-Engrais composé Incomplet -Contient 18% N et 46% P_2O_5 -Engrais P le plus utilisé -Souvent marron sombre avec de grandes granules rondes. -Très soluble et se dissout rapidement dans le sol pour libérer le phosphate et l'ammonium disponible pour les plantes.	- Convient pour les apports de fond en N et P	- Doit être bien stocké dans des conditions sèches. -Eviter de placer des concentrations élevées de DAP près des racines en germination pour éviter d'endommager les semis et les racines des plantules.
NPK	- Engrais composé Complet -Disponible en différentes compositions avec quantités variables de N, P et K selon la région ou les besoins spécifique à la culture en éléments nutritifs.	-Convient pour les apports de fond en N, P et K	- Doit être stocké dans des conditions sèches. -Des précautions doivent être prises pour confirmer les teneurs en éléments nutritifs car l'étiquette et la composition des engrais NPK varient par rapport à celles d'autres engrais communs qui sont généralement constantes.

Exemples d'engrais Communs













6. ABSORPTION DES ELEMENTS NUTRITIFS ET BONNE SOURCE

Les éléments nutritifs doivent être sous leurs formes disponibles pour les plantes pour que l'absorption par les plantes se produise.

Les éléments ne sont absorbés par les racines que lorsqu'ils sont dissous dans la solution du sol. Les éléments insolubles ne sont pas immédiatement utiles pour la nutrition des plantes.

Etant donné que les racines des plantes ne peuvent absorber que des éléments nutritifs dissous dans la solution du sol, leur solubilité est une considération importante pour la nutrition des plantes. Par conséquent, la teneur en éléments nutritifs d'un sol ne reflète pas toujours l'apport en éléments nutritifs solubles disponibles pour l'absorption.

Les facteurs qui limitent la croissance des racines réduiront également l'absorption des éléments nutritifs.

Par exemple, les sols qui sont froids, secs, acides ou compactés peuvent entrainer une réduction de l'absorption des éléments nutritifs.

Les plantes absorbent principalement des formes inorganiques d'éléments nutritifs, et la source d'élément ne fait aucune différence lors de l'absorption par la racine ou pour la croissance des plantes. Par exemple, le nitrate provient de nombreuses sources, mais la plante ne les distingue pas (**Fig. 4**).

Une fois absorbé par la plante, la source des éléments n'est plus importante. L'ajout de matière organique peut modifier les propriétés du sol, mais les éléments nutritifs qui sont minéralisés (i.e. P, S et micronutriments) sont les mêmes que ceux des engrais.

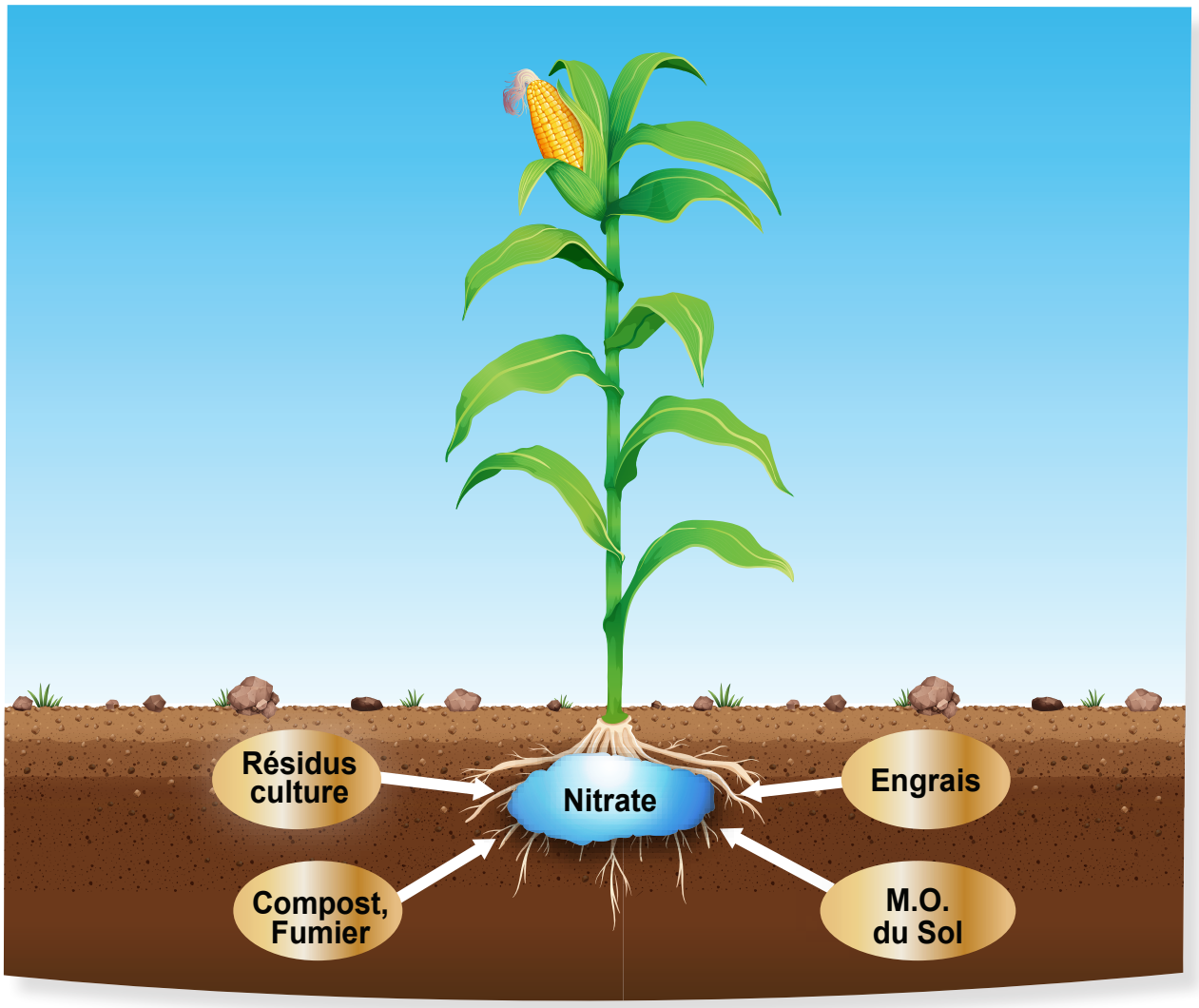


Figure 4. Une fois dans le sol, la source de nitrate ne fait aucune différence lors de l'absorption par les racines.

7. CONSIDERATIONS CLE POUR BONNE SOURCE

Il n'y a pas une seule "bonne source" pour chaque condition de sol et de culture. Chaque culture, sol et agriculteur a des besoins et des objectifs différents. Pour décider de la bonne source, une multitude de facteurs locaux et spécifiques doivent être pris en compte. Ces problèmes économiques, de production et spécifiques au site seront différents pour chaque agriculteur et peut-être différents pour des champs séparés. Les facteurs à considérer comprennent:

- **Considérer la dose d'application:** Différents engrais et sources organiques contiennent différents types d'éléments nutritifs et à différentes concentrations. Par exemple, les engrais contiennent généralement des concentrations plus élevées d'éléments nutritifs tels que l'azote par rapport aux sources organiques. Par conséquent, lorsque des doses élevées d'éléments sont souhaitées, les engrais peuvent constituer une meilleure source par rapport aux sources organiques.

- **Considérer le moment d'application:** Différentes sources d'éléments nutritifs libèrent d'éléments à des doses différentes. Par exemple, les sources organiques telles que le fumier libèrent d'éléments nutritifs lentement par rapport aux engrais. Par conséquent, là où d'éléments doivent être appliqués plusieurs semaines avant la plantation, les sources organiques peuvent servir de bonne source alors que les engrais seraient la bonne source d'éléments nutritifs lorsqu'une application est requise au moment de la plantation.



- **Considérer la place d'application:** Selon l'endroit où les éléments nutritifs doivent être appliqués, différentes sources peuvent servir de bonne source. Par exemple, pour les applications foliaires de microéléments, des sources de microéléments pures et entièrement solubles constitueraient la bonne source. Lorsque l'application de microéléments sur le sol est nécessaire, les engrais composés granulés contenant des microéléments seraient la source appropriée.

- **Propriétés physiques et chimiques du sol:** Par exemple, évitez l'application de nitrate dans les sols inondés ou l'application d'urée en surface sur les sols à pH élevé.

- **Interactions des éléments nutritifs:** Application d'un élément nutritif peut affecter la disponibilité ou l'absorption d'un autre. Par exemple, l'application de N augmente l'absorption de P.

- **Effets bénéfiques versus effets nocifs potentiels:** La plupart des éléments nutritifs ont souvent un ion d'accompagnement qui peut être bénéfique, neutre ou nuisible à la culture. Par exemple, le chlore (Cl) qui accompagne le K dans le murate de potasse est bénéfique pour le maïs mais nocif pour les cultures comme le tabac.

- **Disponibilité de l'engrais:** S'assurer que les sources recommandées sont à la disposition de l'agriculteur. Il n'est pas pratique de recommander des engrais qui ne sont pas disponibles dans la zone de l'agriculteur.

- **Coût de la source:** les sources qui offrent le meilleur rapport qualité/prix en termes de kilogrammes d'éléments nutritifs fournis par coût unitaire offrent la meilleure valeur.

- **Disponibilité des éléments nutritifs:** S'assurer que la source sélectionnée correspond à la libération des éléments nutritifs avec les périodes de pointe de la demande des plantes.

- **Nutrition équilibrée:** Evitez de vous concentrer uniquement sur les macroéléments, bien qu'ils soient nécessaires en grande quantité.

- **Autres conditions du sol:** Corrigez les autres problèmes qui peuvent limiter l'absorption des éléments nutritifs, tels que l'acidité, le compactage ou la salinité.

Gallerie Photos



Effets des conditions limitantes en phosphore sur la croissance du maïs au premier plan, comme démontré par le retard de croissance des plantes et les symptômes de carence en phosphore, par rapport à la croissance du maïs dans des conditions d'approvisionnement suffisant en phosphore.



Effets des conditions limitantes en potassium sur la croissance du maïs au premier plan comme démontré par la faible croissance des plantes et les symptômes de carence en potassium, par rapport à la croissance du maïs dans des conditions d'approvisionnement suffisant en potassium.



Avantages de l'application de la bonne source comme démontré par une bonne croissance du maïs sur la gauche par rapport à une faible croissance du maïs sans application d'éléments nutritifs dans des conditions de faible fertilité du sol.

Remarques

Remarques

Remarques

Remarques

© **2021. Institut Africain de Nutrition des Plantes (APNI)** Tous les droits reservés.
www.apni.net | info@apni.net

Module 1: Bonne Source Quiz

1. Quels sont les 4B correctes de la gestion des engrais?
   a) Bon engrais, bonne semence, bon moment, bon endroit.
   b) Bon moment, bonne source, bonne parcelle , bon endroit.
   c) Bonne source, bonne dose, bon moment, bon endroit.
   d) Bonne source, bonne dose, bon moment, bon prix.

2. Que signifie la Bonne source?
   a) Appliquer la bonne quantité d'engrais et de ressources en éléments nutritifs organiques.
   b) Appliquer des engrais et des ressources organiques au bon moment.
   c) Appliquer des engrais et ressources organiques au bon endroit.
   d) Appliquer le bon engrais et les bonnes ressources en éléments nutritifs organiques.

3. Lequel des énoncés suivants est l'un des principes scientifiques fondamentaux définissant la bonne source?
   a) Apporter uniquement des formes d'éléments nutritifs disponibles pour la plante.
   b) Convenir au mieux aux propriétés physiques et chimiques du sol
   c) Eviter d'apporter les éléments associés.
   d) Ignorer la compatibilité des mélanges.

4. Un élément est considéré comme essentiel à la croissance des plantes si
   a) Le sol en contient uniquement de petites quantités.
   b) Les plantes en ont besoin sous sa forme élémentaire.
   c) Il est capable d'être absorbé par les plantes.
   d) Toutes les plantes en ont besoin pour compléter leur cycle de vie.

5. Lequel des éléments suivants n'est pas un macroéléments?
   a) Azote
   b) Calcium
   c) Zinc
   d) Potassium

6. Lequel des éléments suivants n'est pas un microéléments?
   a) Fer
   b) Magnesium
   c) Bore
   d) Cuivre

7. Lequel des éléments suivants est un engrais simple?
   a) DAP
   b) UREE
   c) CAN
   d) NPK

8. Engrais composés peuvent être utiles pour
   a) Apporter des éléments simples.
   b) Fournir différentes ratios des éléments nutritifs pour répondre à des besoins spécifiques.
   c) Eliminer la ségrégation potentielle des éléments nutritifs.
   d) Fournir des macroéléments sans microéléments.

9. Quelles sont les teneurs en éléments nutritifs d'un engrais étiqueté comme 10-23-12-5S?
   a) 10% N, 10% P, 10% K et 5%S
   b) 10% N, 23% P, 12% K et 5%S
   c) 10% N, 23% P, 10% K et 5%S
   d) 10% N, 10% P, 10% K et 0.5%S

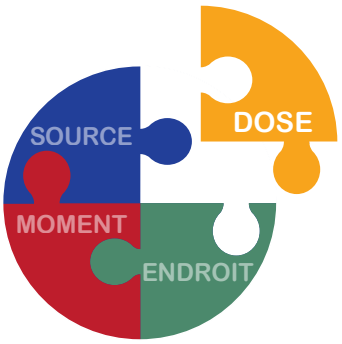
10. Quel serait l'étiquetage approprié pour un engrais qui contient 7% Soufre, 13% Phosphore, 12% Azote et 15% Potassium à un décimal près?
    a) 7-13-12-15S
    b) 7S-30P-12N-15K
    c) 12N-30 P_2O_5-18 K_2O-7S
    d) 12-30-18-7S

Pour les réponses, répondez au quiz en ligne sur:
https://www.apni.net/e-learning

MANUEL DE CONCEPT 4B DE LA GESTION DES ELEMENTS NUTRITIFS

MODULES D'APPRENTISSAGE POUR AGENTS DE VULGARISATION

MODULE 2
BONNE DOSE



BONNE DOSE:

FOURNIR AUX CULTURES LA JUSTE QUANTITE DE NUTRIMENTS POUR UNE CROISSANCE ET UN DEVELOPPEMENT SAINS.



INSTITUT AFRICAIN DE NUTRITION DES PLANTES

Solution



1. PRINCIPES SCIENTIFIQUES DERRIERE BONNE DOSE

Une fois la bonne source d'éléments nutritifs déterminée, elle doit fournir les éléments nutritifs nécessaires aux plantes en quantités suffisantes, dans des proportions équilibrées, sous les formes disponibles et au moment où les plantes en ont besoin.

Il est important de garantir la bonne dose d'application d'engrais car une application insuffisante ou excessive d'un élément nutritif particulier peut affecter la production des cultures, les revenus et la santé des sols. Par exemple, une sous-application d'éléments nutritifs peut entrainer de faibles rendements, une mauvaise qualité des produits et un appauvrissement profond de la fertilité du sol. D'autre part, une application excessive d'éléments nutritifs peut entrainer une réduction des bénéfices, la pollution des sols et des systèmes hydrologiques, et verse des cultures telles que le riz, le teff et le blé.

Pour déterminer la bonne dose, les principes scientifiques suivants doivent être pris en considération :

- Considérer la source, le moment et la place d'application des éléments nutritifs.
- Evaluer la demande en éléments nutritifs des plantes.
- Evaluer l'apport du sol en éléments nutritifs.
- Tenir compte de toutes les sources d'éléments nutritifs disponibles.
- Prévoir l'efficience d'utilisation des engrais.
- Tenir compte de l'impact sur la fertilité du sol
- Tenir compte de l'économie des doses d'application des éléments nutritifs

1.1 Considérer source, moment et place des éléments nutritifs

La source, le moment et la place d'application des éléments nutritifs ont tous une influence sur la bonne dose d'engrais. Par exemple, lorsqu'une source à libération lente est sélectionnée, une dose d'application d'éléments nutritifs plus élevée peut être recommandée pour garantir que des quantités suffisantes d'éléments nutritifs soient disponibles pour les plantes au moment où les plantes ont en besoin, comme les éléments devraient être libérés lentement.



Le moment d'application des engrais a également une incidence sur la bonne dose. Lorsque plusieurs applications d'engrais sont prévues au cours de la saison de croissance, des doses d'application d'éléments nutritifs plus faibles par application sont plus adaptées.

Le placement de l'engrais a également une influence sur la bonne dose des éléments nutritifs, car les différentes méthodes de placement entrainent de différences dans les quantités des éléments disponibles pour l'absorption des cultures. Par exemple, une application ponctuelle a des résultats dans les zones de haute concentration en éléments nutritifs près des racines des plantes par rapport à la diffusion où les éléments nutritifs sont répartis plus uniformément à la surface du sol.

1.2 Evaluer la demande des plantes en éléments nutritifs

La demande en éléments nutritifs se réfère à la quantité totale qui devra être absorbée par la culture pendant la saison de croissance pour une bonne croissance et un rendement escompté.

L'évaluation des éléments nutritifs requis par une culture aide à faire correspondre l'approvisionnement à la demande de la plante et permet de déterminer la bonne dose d'application. Différentes cultures nécessitent différentes quantités pour une croissance et une maturité saines. Différentes variétés d'une culture peuvent également différer dans leurs besoins en éléments nutritifs et leur réponse à l'application d'engrais.

La quantité des éléments nutritifs requise dépend également du rendement visé. Des rendements cibles élevés nécessitent des doses d'éléments plus élevées, car les plantes doivent absorber plus d'éléments pour produire des rendements élevés. En général, les macroéléments primaires (N, P et K) sont requis en grandes quantités comparativement aux éléments secondaires ou microéléments.

La quantité totale d'éléments nutritifs requise par une culture spécifique peut être estimée en multipliant le rendement cible d'un agriculteur, par les quantités d'éléments nutritifs prélevées pour chaque tonne de rendement.

Le rendement cible sélectionné pour une culture particulière doit cependant être réaliste par rapport au rendement atteignable avec une gestion des cultures et des éléments nutritifs pour la même variété dans cette location particulière.

Une approche simple pour fixer un rendement cible consiste à choisir une valeur de rendement qui se situe quelque part entre le rendement moyen et le rendement le plus élevé qui a été atteint récemment dans ce champ spécifique, ou des champs environnants ayant des caractéristiques similaires.

Tableau 1: Taux de prélèvement des éléments nutritifs par différentes cultures à différents niveaux de rendements.

Culture	Rendement grain, t/ha	Éléments nutritifs prélevé, kg/ha		
		N	P_2O_5	K_2O
Mais	1	24	12	18
	2	48	24	36
	4	96	48	72
	6	144	72	108
Riz	2	32	17	50
	4	64	34	100
	6	98	50	150
Blé	2	48	18	44
	4	96	36	88
	6	144	54	132
Teff	1	25	12	20
	2	50	24	40
	3	75	36	60
Sorgho/Mil	1	20	12	30
	2	40	24	60
	4	60	48	120
Soja	1	80	18	40
	2	160	36	80
	3	240	54	120
Haricot	1	65	15	35
	2	130	30	70
	3	195	45	105
Arachides	1	70	12	28
	2	140	24	56
	3	210	36	84

NOTE: *Tandis que les valeurs de prélèvement des éléments nutritifs dans le tableau ci-dessus sont un bon indicateur des besoins des plantes aux niveaux de rendements, d'autres facteurs doivent être pris en considération afin de déterminer les besoins réels en engrais. Ces facteurs incluent : les réserves du sol, la fixation de l'azote par les légumineuses, et les pertes d'éléments nutritifs appliqués. Alors que les légumineuses telles que le soja, les haricots et les arachides prélèvent de plus grandes quantités de N que les céréales telles que le maïs, les légumineuses n'ont besoin que de petites applications d'engrais en raison de leur capacité de fixer leurs propres N à travers leurs racines.*

1.3 Evaluation de la capacité d'apport du sol en éléments nutritifs

Une partie des éléments nutritifs nécessaires à la croissance des plantes peut être satisfaite par ce qui est fourni par le sol, tandis que le reste peut être fourni à l'aide d'engrais. L'évaluation de la capacité d'apport du sol en éléments nutritifs permet donc de déterminer la quantité d'éléments nutritifs à apporter à l'aide d'engrais.

Les méthodes d'évaluation de l'apport en éléments nutritifs incluent l'analyse du sol, d'échantillons de plantes, et des essais de réponse des engrais.

Les analyses de sol mesurent la quantité d'éléments nutritifs disponibles pour les plantes à absorber. Plus le niveau d'analyse d'éléments nutritifs disponibles pour les plantes est élevé, plus la capacité d'apport potentielle du sol est grande et plus la quantité d'éléments nutritifs à fournir par les engrais est faible.

- Les analyses de sol devraient principalement se concentrer sur les éléments disponibles pour les plantes car ils sont les plus importants pour l'absorption des plantes.
- Les tests de sol devraient également évaluer d'autres facteurs qui affectent la disponibilité des éléments tels que le pH et la texture du sol.
- Pour obtenir les résultats les plus fiables d'une analyse de sol, des échantillons de sol doivent être prélevés avant la plantation, mais après la récolte de la culture précédente.
- Lorsque l'analyse de sol est une option, le personnel de vulgarisation peut aider les agriculteurs à collecter, emballer et soumettre correctement des échantillons pour analyse.
- Dans la mesure du possible, des analyses de sol doivent être effectuées tous les 3 à 5 ans pour s'assurer que les éléments nutritifs sont maintenus à des niveaux suffisants.

L'analyse d'échantillons de plantes peut également fournir une indication des éléments nutritifs dont les plantes sont déficientes. Cette analyse aide à confirmer un diagnostique visuel des symptômes de carence en éléments nutritifs et d'identifier également la carence cachée où aucun symptôme n'apparait.

- L'analyse d'échantillons de plantes est particulièrement utile pour évaluer l'état nutritionnel des cultures pérennes comme le café, le thé, et le palmier à huile.
- La collecte, le traitement et l'analyse des échantillons de plantes sont toujours plus compliqués que l'échantillonnage et l'analyse de sol et doivent être effectués avec le soutien des chercheurs.

Les essais de réponse aux engrais tels que les essais soustractifs d'éléments nutritifs sont également utiles pour évaluer la capacité d'apport du sol en éléments nutritifs. Dans ce genre d'essais, la capacité du sol d'un champ particulier à fournir un certain élément nutritif est évaluée en comparant le rendement de la culture sur une parcelle où cet élément est omis tandis que les autres macroéléments sont apportés avec le rendement sur une parcelle où tous les éléments sont apportés.



Si le rendement de la culture dans la parcelle d'omission de l'élément nutritif évalué est très faible par rapport à la parcelle où tous les éléments sont apportés, alors la capacité d'apport d sol pour cet élément particulier est faible. Inversement, si les rendements sont similaires, alors le sol contient des quantités suffisantes de cet élément particulier.

Des données récentes d'expérimentation sur la réponse des engrais dans une zone particulière, peuvent être utilisées comme indicateur général de la capacité d'apport du sol pour les parcelles environnantes avec des caractéristiques géographiques et de gestion similaires. Les essais de réponse des engrais doivent cependant être conduits avec le soutien des chercheurs pour s'assurer qu'ils sont correctement mis en place.

D'autres méthodes d'évaluation des éléments nutritifs du sol peuvent être utilisées lorsque l'analyse de sol et l'analyse d'échantillons de plantes ne sont pas disponibles ou abordables pour les agriculteurs. Les agriculteurs peuvent utiliser des méthodes alternatives telles que l'historique de la production des cultures, les symptômes visuels des carences des plantes et la connaissance des types de sol pour évaluer la capacité d'apport en éléments nutritifs de ce sol.

L'historique de la production des cultures peut aider à évaluer la capacité en éléments nutritifs du sol d'une parcelle donnée. Par exemple, on peut s'attendre à ce que les sols où les cultures ont été produites pendant plusieurs saisons avec une application minimale d'engrais ou de fumier aient une faible capacité d'apport en éléments nutritifs, tandis que les sols qui reçoivent des applications régulières de grandes quantités de fumier de haute qualité peuvent avoir une capacité d'apport en éléments nutritifs élevée.

La connaissance des types de sol peuvent également être utilisées pour développer des estimations du potentiel d'apport en éléments nutritifs du sol en évaluant des facteurs clés tels que les niveaux de matière organique et la texture du sol.

La matière organique du sol contient la plupart des éléments nutritifs nécessaires à la croissance des plantes. Par conséquent, plus la teneur en matière organique est élevée, plus le potentiel d'apport du sol en éléments nutritifs est élevé. Il convient cependant de noter que les éléments nutritifs de la matière organique du sol existent en très faibles quantités, et même pour les sols à forte teneur en MO, il est souvent nécessaire de complémenter l'apport en éléments nutritifs par des

La texture du sol est principalement déterminée par la proportion d'argile, de limons et de sable dans un sol donné. Les sols argileux ont une plus grande capacité de retenir les éléments nutritifs et la MO, que les sols à faible teneur en argile. Les sols argileux ont donc généralement un plus grand potentiel d'apport en éléments nutritifs que les sols sablonneux.

1.4 Considérer toutes les sources d'éléments nutritifs disponibles

Lors de la détermination de la bonne dose d'application des éléments nutritifs, la contribution de toutes les sources disponibles doit être prise en compte. Ces sources d'éléments nutritifs comprennent les résidus de récolte, les engrais verts, les fumiers animaux et les composts, et les légumineuses. Les résidus de récolte contiennent des quantités substantielles d'éléments nutritifs.

Recycler ces résidus dans le sol augmente la teneur en éléments nutritifs de ce sol.

Le compost et les fumiers animaux peuvent également aider à augmenter la teneur en éléments nutritifs du sol. Cependant, il peut être difficile de transporter ces ressources loin de la source locale.





La quantité d'éléments nutritifs dans les résidus et d'autres ressources organiques peut varier considérablement et est sensiblement inférieur à celle fournie par les sources inorganiques telles que les engrais minéraux. Les teneurs moyennes en éléments nutritifs pour certaines ressources organiques couramment disponibles dans les petites exploitations agricoles sont répertoriées dans le tableau 2.

Tableau 2: Teneurs moyennes en éléments nutritifs de certaines sources organiques couramment disponibles dans les petites exploitations agricoles.

Culture	% N	% P	% K
Arachides (feuilles)	3,0	0,17	2,4
Soja (feuilles)	3,6	0,15	2,4
Haricots (feuilles)	2,9	0,30	2,8
Niébé (feuilles)	2,9	0,11	2,1
Riz (feuilles/tiges)	1,0	0,06	1,4
Maïs (feuilles/ tiges)	0,9	0,07	0,7
Blé (feuilles/ tiges)	0,6	0,07	1,1
Teff (leaves/ tiges)	0,6	0,12	1,2
Type de fumier	**% N**	**% P**	**% K**
Bovin	1,2	0,23	0,9
Caprin	1,3	0,39	0,8
Volaille	2,5	1,58	3,3

Les légumineuses et les engrais verts peuvent apporter des quantités importantes d'azote aux cultures en croissance et doivent également être pris en compte lors de l'évaluation de toutes les sources de nutriments disponibles. Une partie de l'azote contenu dans les résidus de légumineuses est fixée dans les racines de ces cultures et n'est pas exportée du sol.

Par conséquent, lorsque les légumineuses sont conservées dans le champ, elles fournissent de l'azote à la culture précédente. Lorsque des cultures céréalières comme le maïs et le blé sont cultivées en rotation avec une légumineuse, des ajustements de la dose d'azote recommandée peuvent être effectués pour tenir compte de la contribution de l'azote fourni par les légumineuses.

Cependant, la quantité d'azote produite par différentes légumineuse varie considérablement, certaines ayant un faible potentiel de fixation d'azote et peuvent n'avoir qu'une faible contribution à l'azote du sol. Certains des facteurs qui influencent la contribution potentielle des légumineuses comprennent la capacité **de fixation de l'azote, l'inoculation et la gestion des éléments nutritifs.**

La capacité de fixation de l'azote des légumineuses peut être faible (haricots), moyenne (arachide) et élevée (soja, niébé, pois cajan).

L'inoculation avec le rhizobium spécifique est nécessaire pour certaines légumineuses comme le soja. Si ces légumineuses ne sont pas inoculées, la quantité de N qui est fixée sera faible.

La gestion des éléments nutritifs des légumineuses nécessite des quantités adéquates de P, de K et d'éléments secondaires pour une bonne fixation de l'azote et une bonne croissance des plantes.



Soja et autres légumineuses ont une influence positive sur la fertilité du sol en azote et le rendement des cultures grâce au recyclage de leurs résidus et la conservation de l'azote du sol.

1.5 Prévision de l'efficacité de l'utilisation des engrais

L'efficacité de l'utilisation de l'engrais (EUE fait référence à l'efficience avec laquelle les plantes utilisent les engrais appliqués. Plus les cultures utilisent les engrais efficacement, plus faible sera la dose requise pour une bonne croissance et développement. Déterminer quelle quantité d'engrais appliquée est récupérée par la culture est donc un facteur majeur pour déterminer la bonne dose de l'élément nutritif. Même avec les meilleures pratiques de gestion basées sur le concept 4B de la gestion des éléments nutritifs, la quantité d'engrais appliquée sera toujours inférieure à 100%. La perte de éléments fournis par les engrais se produit principalement par lessivage, fixation par le sol, immobilisation microbienne et volatilisation.

Le lessivage élimine les éléments solubles dans la solution du sol en raison des pluies ou de l'irrigation.

La fixation est un processus où les éléments appliqués réagissent avec d'autres matériaux dans le sol pour former des composés insolubles qui ne sont pas disponibles pour les plantes. Par exemple, la fixation du P est courante dans les sols à faible pH.

L'immobilisation microbienne se produit lorsque les microbes convertissent les éléments nutritifs appliqués sous formes inorganiques à des formes organiques (par incorporation dans leurs cellules) rendant les éléments indisponibles pour l'absorption des plantes.

La volatilisation se produit lorsque l'azote appliqué est perdu dans l'atmosphère sous forme d'ammoniac gazeux (NH_3).

Les pratiques d'application d'engrais et les conditions locales telles que les conditions météorologiques et le type de sol influencent la façon dont les cultures utilisent les engrais appliqués. Par exemple, l'application d'engrais à base d'azote suivie de très fortes pluies entraine un risque plus élevé de perte d'azote par lessivage et érosion.

L'application des pratiques 4B aide à améliorer la quantité d'engrais utilisée par les cultures en minimisant la perte d'éléments nutritifs par le biais des processus de perte décrits ci-dessus.

L'efficacité d'utilisation des engrais peut être estimée grâce à l'utilisation de l'efficacité agronomique (EA).

L'efficacité agronomique fait référence à la quantité d'augmentation de rendement par unité d'engrais appliqué. Cela peut être calculé comme le nombre de sacs de grains produits pour chaque sac d'engrais. EA est calculée comme suit:

EA = (Y – Y0) / F

Où:

1. Y = rendement culture avec engrais appliqué;
2. Y0 = rendement culture sans apport d'engrais; *et*
3. F = quantité d'engrais apportée.

Exemple: si un agriculteur obtient 5000 kg de grains de maïs dans une section d'un champ où 150 kg de N plus d'autres éléments nutritifs ont été apportés, et 2000 kg de maïs dans une section de taille similaire du même champ où d'autres éléments ont été apportés mais sans azote, l'efficacité agronomique pour N (EAN) sera:

$$EA_N = (Y_N - Y0_N) / F$$
$$EA_N = (5000 - 2000) / 150$$

Une fois l'EA déterminée, des efforts peuvent être déployés pour accroitre l'efficacité d'utilisation des engrais grâce à l'adoption des pratiques 4B appropriées visant à minimiser la perte des éléments nutritifs appliqués et à améliorer leur absorption.

L'efficacité agronomique peut également être utilisée pour estimer la quantité des éléments nutritifs à fournir par apport d'engrais afin d'atteindre un certain objectif de rendement. Si le rendement actuel et le rendement cible sont connus, la quantité d'engrais peut être calculée comme:

AF = (Y – Y0) / EA

Où:

1. Y = Rendement ciblé avec apport fertilisants
2. Y0 = Rendement sans apport de fertilisant
3. EA = Efficacité Agronomique

Exemple: Si un agriculteur veut obtenir 6000 kg de grains de maïs dans un champ où l'efficacité agronomique de l'azote (EAN) est de 20, et un rendement sans azote est 2000 kg, la quantité d'engrais à apporter (AFN) sera de:

$AF_N = (Y_N - Y0_N) / EA_N$
$AF_N = (6000 - 2000) / 20$
$AF_N = 200$ kg

NOTE: *le rendement cible ne devrait pas dépasser le rendement atteignable dans des meilleures pratiques de gestion des éléments nutritifs et de la culture.*

1.6 Considération de l'impact sur la fertilité du sol

La nutrition des plantes affecte la qualité du sol de plusieurs manières. Premièrement, lorsque les éléments nutritifs des plantes sont présents à des niveaux qui favorisent une bonne croissance des cultures, la quantité de carbone organique apportée par les plantes au sol est plus élevée que lorsque la croissance des plantes est limitée par les éléments nutritifs. Deuxièmement, de nombreux éléments nutritifs sont retenus dans le sol, et le taux de leur addition influence les niveaux de leur disponibilité au cours du temps. Par exemple, P et K sont conservés dans la sol et des ajouts répétés au fil du temps peuvent influencer leur disponibilité pour la plante.

- Si les sols ont des niveaux élevés de ces éléments nutritifs (bons fertilité du sol) les doses d'apport des éléments nutritifs peuvent être inferieurs aux prélèvements des plantes.
- Inversement, si le sols ont de faibles niveaux de ces éléments nutritifs (faible fertilité du sol), l'application d'éléments nutritifs devrait fournir plus d'éléments nutritifs que les prélèvements des plantes. Lorsque les sols ont les niveaux souhaités, les doses d'apport doivent maintenir ou correspondre aux quantités épuisées par les sous-produits.
- Pour les sols fixateurs de P et de K, des quantités supplémentaires de P et K doivent être apportées pour compenser la fixation. Il est recommandé d'analyser les sols tous les 3 à 5 ans pour les éléments nutritifs retenus tels que P et K, afin de déterminer si les doses apportées de P et K doivent être supérieures, égales ou être inférieures à la quantité exportée par la récolte.

1.7 Considération de l'économie dans les doses des éléments nutritifs à apporter

Afin de s'aligner sur l'objectif d'un agriculteur de maximiser le revenu de la production agricole, les doses d'apport des éléments nutritifs doivent être les plus rentables en termes de coûts d'engrais et de revenus supplémentaires résultant du rendement supplémentaire généré de cet apport.

Cette dose est appelée la dose économique optimale (DEO) des elements nutritifs et est définie comme la dose d'apport qui entraine le meilleur retour monétaire sur les éléments nutritifs apportés à la culture actuelle.

Points Clés sur DEO

- L'DEO est généralement inférieur à la dose de l'optimum agronomique des éléments nutritifs (DOA) qui est la dose minimale qui se traduit par rendement maximum.
- L'DEO diminue si le coûts des intrants augmente et que les prix des matières premières restent stables. D'autres parts, l'DEO augmente si les prix des matières premières augmentent tandis que les prix des intrants restent stables.
- Viser à atteindre l'DEO est une approche recommandée pour les éléments nutritifs comme N et S, qui sont mobiles dans le sol et ne sont pas retenus une année sur l'autre.
- Pour les éléments nutritifs qui sont retenus dans le sol comme P et K, les avantages de l'apport d'éléments nutritifs sont de nature à long terme. Les coûts de l'apport de P et K peuvent donc être répartis sur plusieurs saisons. Par exemple, les apports de P et K visant à renforcer la fertilité du sol sont généralement supérieures à l'DEO pour une réponse de culture d'une seule saison, mais peuvent devenir économiques sur une période plus longue lorsque les réponses au cours des saisons suivantes sont prises en compte.

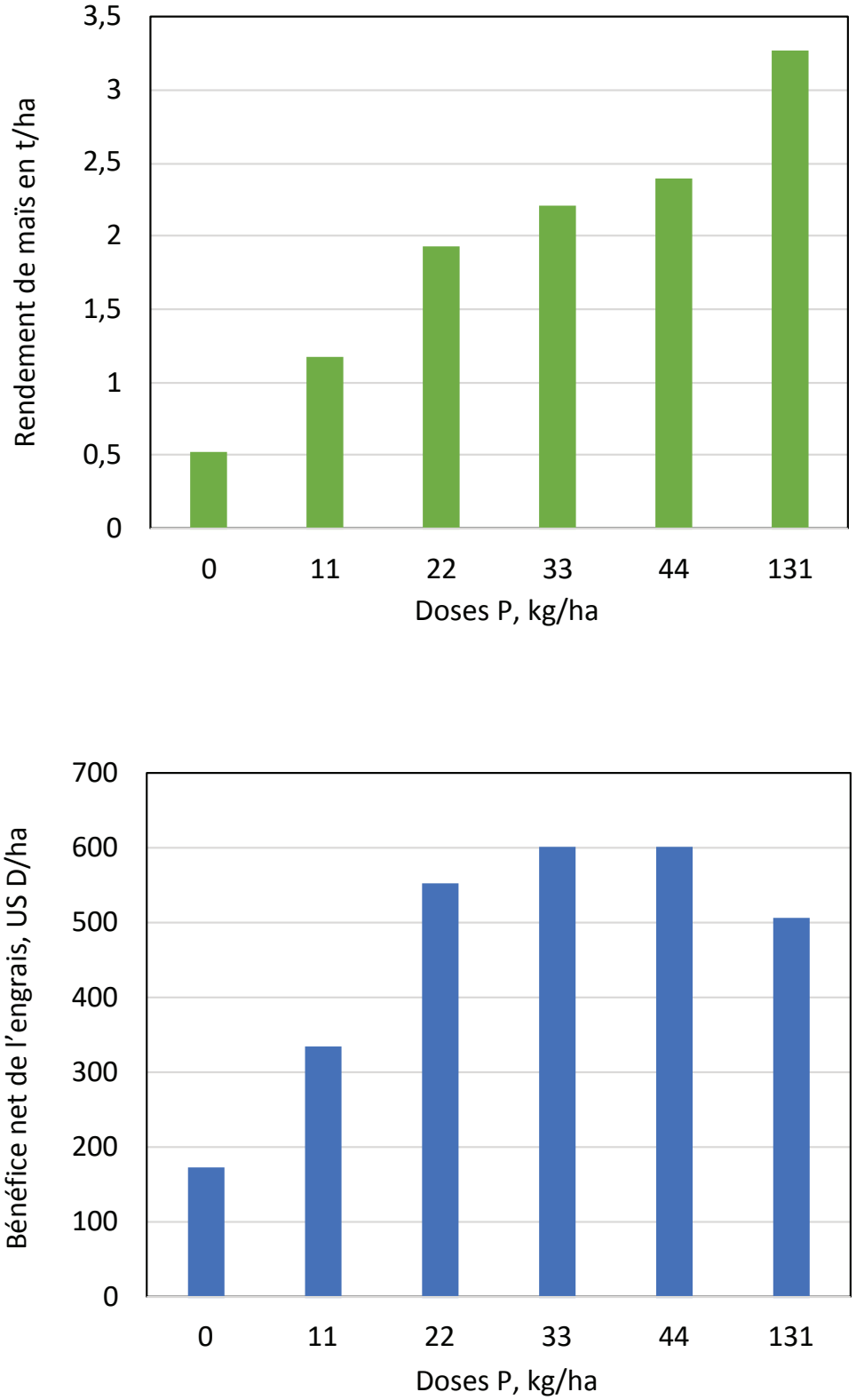


Figure 1. Rendement des cultures obtenu sur le graphique du haut montre qu'une dose de 131 kg/ha a donné le plus grand rendement de maïs ; cependant, le graphique du bas indique que la dose de 33 kg/ha a été la plus rentable.

Exemples Particuliers: Calcul des besoins en engrais à partir des recommandations

La quantité d'engrais à appliquer dans un champ particulier est calculée en tenant compte de la dose d'apport des éléments nutritifs recommandée en kg/ha, de la surface du champ et de la teneur en éléments de l'engrais disponible. Les engrais sont généralement fournis dans des sacs de 50 kg, les agriculteurs peuvent donc déterminer le nombre de sacs d'engrais nécessaires en divisant la quantité totale d'engrais requise par 50 kg.

Calcul de la quantité de fertilisant azoté

Il est conseillé à l'agriculteur d'appliquer 40 kg N/ha à sa culture de maïs en couverture en utilisant le nitrate de calcium et d'ammonium (CAN) comme source d'engrais.

1. Combien de kg de CAN devrait-on apporter dans son champ de 2 ha?
2. Combien de sacs de CAN devrait-il acheter chez un revendeur d'engrais?

Solution:

- Il est conseillé à l'agriculteur d'apporte 40 kg N/ha mais l'engrais CAN ne contient que 27% N :

  = 40 kg/ha ÷ 0,27 = 148 kg CAN/ha

- Etant donné que le champ de l'agriculteur est de 2 ha, la quantité de CAN nécessaire pour fournir 40 kg N/ha au champ est de :

  = 148 kg x 2 = 296 kg of CAN

- Enfin, comme 1 sac d'engrais pèse 50 kg, le nombre de sacs nécessaires est de

  = 296 kg CAN ÷ 50 kg = 6 bags

- Par conséquent, 6 sacs de CAN seront nécessaires.

Calcul d'engrais phosphatés

L'agriculteur est conseillé d'apporter 20 kg de P/ha sur un champ de maïs de 5 acres.

1. Combien de sacs de Super-triple phosphate (TSP) faut-il acheter ?

Solution:

- La teneur en P des engrais est généralement indiquée sous la forme oxyde (P_2O_5). Par conséquent, la première étape consiste à convertir la recommandation de %P en % en $\%P_2O_5$ en multipliant par 2,3 (facteur de conversion).

  = 20 kg P/ha x 2,3 = 46 kg P_2O_5/ha

- Ensuite convertit la surface du champ d'acre à l'hectare :
  (1 ha = 2,47 acres).

  = 5 acres ÷ 2,47 = 2,02 ha

- Donc la quantité totale de P_2O_5 requise est de:

  = 46 kg P_2O_5 x 2,02 ha = 93 kg P_2O_5

- Puisque le TSP contient 46% de P_2O_5, la quantité de TSP requise pour fournir 93 kg de P_2O_5 est :

  = 93 kg P_2O_5 ÷ 0,46 = 202 kg of TSP

- Enfin, puisque 1 sac de TPS pèse 50 kg, le nombre de sacs nécessaires pour fournir 202 kg de TSP est:

  = 202 kg TSP ÷ 50 kg = 4 sacs

- Donc, l'agriculteur devrait acheter 4 sacs de TSP.

Calcul d'engrais potassiques

Après l'analyse du sol, il est conseillé à l'agriculteur d'apporter 50 kg K/ha dans son champ de banane de 0,5 ha.

1. Combien de murate de potasse (MOP) doit-il apporter ?

Solution:

- Il est conseillé à l'agriculteur d'apporte 50 kg de K/ha. Etant donné que la teneur en K dans les engrais est généralement étiquetée sous forme d'oxyde (K_2O) la première étape est de convertir la recommandation de %K à % K_2O en multipliant par 1,21 (facteur de conversion).

  = 50 kg K/ha x 1,21 = 60,5 kg K_2O/ha

- Ensuite, déterminer la quantité de K_2O requise pour le champ de 0,5 ha

  = 60,5 kg K_2O/ha x 0,5 ha = 30,3 kg K_2O

- Puisque MOP est 60% K_2O, la quantité requise pour apporter 30,3 kg K_2O est:

  = 30,3 kg K_2O ÷ 0,6 = 50,5 kg MOP

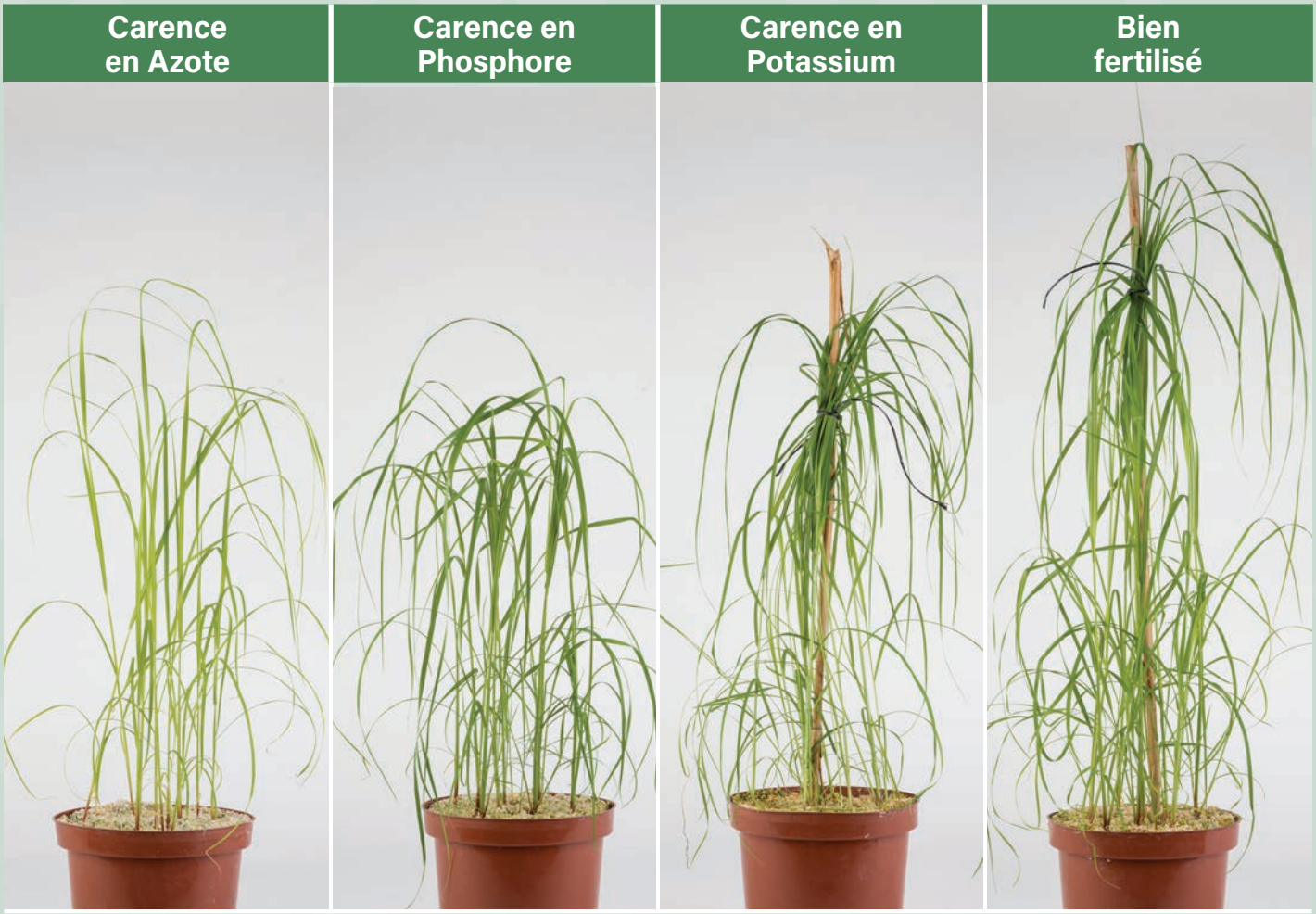
- Par conséquent, l'agriculteur devrait acheter et appliquer un sac de 50 kg de MOP.

Symptômes de Carence en Eléments Nutritifs

Carence en Azote	Carence en Phosphore	Carence en Potassium



Symptômes de carence en N, P et K (de gauche à droite) en maïs (rang du haut) riz, (rang du milieu), et blé (rang du bas).



Symptômes de carence en N, P et K *(de gauche à droite) dans le teff. Images avec autorisation du CFPN et IPI-https://www.cfpn.center/FanosieMekonen/Natalie Cohen Kadosh photographers.*

Remarques

Remarques

Remarques

Remarques

© 2021. Institut Africain de Nutrition des Plantes (APNI) Tous les droits reservés.
Ce travail est licencé sous theCreativeCommonsAttribution4.0InternationalLicense.
www.apni.net | info@apni.net

Module 2: Quiz de Bonne dose

1. A quoi réfère la bonne dose d'apport de fertilisant?
   a) Approvisionner les cultures avec la quantité d'engrais disponible.
   b) Fournir aux cultures le bon type d'engrais.
   c) Fournir aux cultures le fumier et l'engrais.
   d) Fournir aux cultures la bonne quantité de nutriments pour une croissance et maturité saines.

2. Lequel des éléments suivants est un facteur important à prendre en compte pour déterminer la bonne dose d'apport en éléments nutritifs?
   a) Considérer la surface de la parcelle.
   b) Evaluer la capacité du sol à fournir les éléments nutritifs.
   c) Considérer la taille des sacs d'engrais.
   d) Prise en compte de la période de récolte.

3. Laquelle des cultures suivantes nécessite l'apport le plus élevé en engrais azoté?
   a) Arachides
   b) Maïs
   c) Soja
   d) Haricots

4. Laquelle des cultures suivantes exportation la plus grande quantité d'azote du sol pour chaque tone de rendement?
   a) Arachides
   b) Maïs
   c) Soja
   d) Haricots

5. A long terme, les éléments nutritifs disponibles dans le sol sont maintenus à des niveaux optimaux dans la plupart des sols lorsque la quantité d'éléments nutritifs apportée
   a) Dépasse l'absorption des éléments nutritifs par les cultures.
   b) Est inférieure au prélèvement par les cultures.
   c) Egale à l'absorption des cultures.
   d) Egale aux prélèvements des cultures.

6. Il est important de tenir compte de la contribution en éléments nutritifs des légumineuses lors de la détermination de la bonne dose des éléments car
   a) Les légumineuses peuvent fixer de grandes quantités de P et K.
   b) Les cultures suivant une légumineuse n'ont pas besoin de N.
   c) Les légumineuses peuvent fixer de grandes quantités de N.
   d) Les microbes du sol fixent l'azote pour toutes les espèces.

7. Lequel des éléments suivants n'est pas un facteur important influençant la contribution potentielle d'azote par les légumineuses à graines?
   a) Gestion des éléments nutritifs.
   b) Les céréales en rotation avec les légumineuses.
   c) Capacité des légumineuses à fixer l'azote.
   d) Inoculation avec le rizhobium.

8. Lors de l'épandage, il est conseillé à l'agriculteur d'apporter 40 kg d'azote par hectare à sa culture de maïs poussant dans un champ de 3 ha. Quelle quantité d'engrais à base de nitrate d'ammonium et de calcium CAN doit-il apporter?
   a) 444 kg
   b) 148 kg
   c) 296 kg
   d) 40 kg

9. L'agriculteur a obtenu 40 sacs de 90 kg de grains de maïs provenant d'un demi hectare qu'il a fertilisé avec 3 sacs de 50 kg d'engrais composé et 10 sacs de 90 kg de grains de maïs provenant d'un autre demi-hectare où il n'a pas apporté d'engrais. Quelle est l'efficacité d'utilisation des engrais (EUE) qu'il a obtenue?
   a) 2700
   b) 18
   c) 72
   d) 24

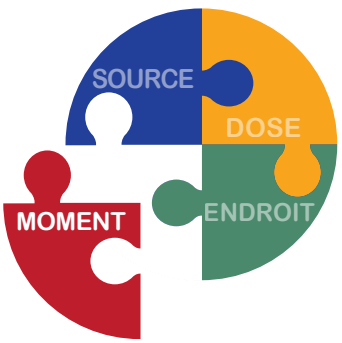
10. Dans une expérimentation d'essais soustractifs, le rendement en grains du blé dans la parcelle de traitement NPKS était de 3 tonnes par hectare, tandis qu'un rendement de 1,5 tonne par hectare a été obtenu dans la parcelle avec un traitement de PKS apporté. Etant donné que la quantité d'azote apportée était de 100 kg, calculez la dose d'azote requise pour obtenir le rendement cible en blé de 4,5 tonnes par hectare.
    a) 45
    b) 150
    c) 15
    d) 200

Pour les réponses, répondez au quiz en ligne sur:
https://www.apni.net/e-learning

MANUEL DE CONCEPT 4B DE LA GESTION DES ELEMENTS NUTRITIFS

MODULES D'APPRENTISSAGE POUR AGENTS DE VULGARISATION

MODULE 3
BON MOMENT



BON MOMENT:

ADAPTATION DE L'APPLICATION DES NUTRIMENTS AU MOMENT DE LEUR ABSORPTION PAR LES PLANTES.



INSTITUT AFRICAIN DE NUTRITION DES PLANTES

Solution



1. PRINCIPES SCIENTIFIQUES DERRIERE BON MOMENT

Après avoir déterminé la bonne source et la bonne dose d'application d'éléments nutritifs, ces éléments doivent être appliqués de manière à correspondre aux moments de l'absorption les plantes. Faire correspondre l'apport des éléments nutritifs à l'absorption par les plantes garantit que les plantes peuvent accéder aux éléments pendant les périodes où elles en ont le plus besoin. Cela garantit une utilisation efficace des éléments nutritifs apportés et se traduit par une croissance optimale et des avantages en termes de rendement.

Pour déterminer le bon moment, les principes scientifiques suivants doivent être pris en compte

- Considérer la source, la dose et la place d'application.
- Evaluer le moment de l'absorption des éléments nutritifs par les plantes.
- Evaluer la dynamique d'apport des éléments nutritifs du sol.
- Evaluer le risque de pertes des éléments nutritifs du sol.
- Evaluer la logistique des opérations sur le terrain.

1.1 Considérer la source, le moment et l'endroit des éléments nutritifs

Considérer la source des éléments nutritifs: Les sources des elements nutritifs diffèrent dans leur taux de libération des éléments, et cela a une influence sur le bon moment d'application. Par exemple, les sources organiques d'éléments nutritifs telles que le fumier libèrent les éléments lentement par rapport aux sources minérales telles que les engrais. Par conséquent, lors de l'utilisation de sources organiques comme source d'éléments nutritifs pour les cultures annuelles telles que le maïs, leur application doit être effectuée bien avant le moment de plantation (par exemple 2 à 3 semaines avant la plantation) pour assurer une bonne synchronisation entre la libération et l'absorption par la culture en croissance. Par contre, lorsqu'on utilise des engrais minéraux comme source, leur apport peut se faire au moment de la plantation ou quelques jours après la levée.

Les engrais à libération lente peuvent prolonger la période pendant laquelle les éléments nutritifs sont rendus disponibles pour les plantes par rapport aux types d'engrais conventionnels. Par exemple, l'engrais à base d'urée sous forme de super granules d'urée libère l'azote (N) plus lentement que l'engrais granulaire conventionnel à base d'urée. Pour les cultures telles que le riz, l'utilisation de super granulés d'urée peut réduire la fréquence des apports nécessaires pour fournir suffisamment d'azote. Par conséquent, les moments d'application d'engrais doivent être ajustés en fonction de la forme d'engrais minéral choisi.



***L'urée super granule** libère l'azote plus lentement que l'urée conventionnelle*

Considérer la dose d'apport des éléments nutritifs: la dose prévue des éléments nutritifs a une influence sur le bon moment d'apport. Des doses élevées des éléments nutritifs mobiles tels que l'azote peuvent nécessiter plusieurs périodes d'application afin de diviser la quantité totale en plus petites quantités qui correspondent à la demande des plantes. Les apports fractionnés sont un moyen de gérer les pertes d'éléments nutritifs et d'améliorer efficacité d'utilisation. Par exemple, là où la dose d'application de N prévue pour les céréales telles que le maïs, le riz, le blé et le teff est supérieure à 40 kg N/ha, il est recommandé de fractionner l'apport de sorte qu'une partie de l'engrais N soit appliquée comme application de base au moment de la plantation, et le reste en couverture au cours de la croissance de la culture. Cette pratique améliore la récupération des engrais N appliqués par les plantes et minimise les pertes d'azote.

Considérer l'endroit d'application: la sélection de la méthode d'application des éléments nutritifs a une influence sur le bon moment d'application. Par exemple, les applications d'engrais foliaires permettent une absorption rapide des éléments par les plantes et peuvent donc être appliqués au moment exact ou les plantes les nécessitent des éléments nutritifs. D'autre part, les engrais appliqués au sol nécessitent plus de temps pour que les éléments nutritifs deviennent disponibles aux plantes et physiquement accessibles pour être absorbés par les plantes.

1.2 Evaluer le moment de l'absorption des éléments nutritifs par les plantes

L'évaluation de la dynamique d'absorption des éléments nutritifs par les plantes est un élément important pour déterminer le bon moment d'application des éléments nutritifs, car le taux d'absorption de ces éléments par les plantes n'est pas constant tout au long de la saison. La plupart des cultures absorbent lentement pendant les premiers stades de développement, avec une augmentation de l'absorption jusqu'à un maximum pendant la phase de croissance rapide et diminuant avec la maturation de la culture. Ce modèle suit une courbe en « S » (**Figure 1**).

Les apports de nutriments correctement programmés à des stades de croissance spécifiques sont bénéfiques pour le rendement des cultures et la qualité du grain produit par les céréales et les légumineuses. Particulièrement pour les céréales, l'apport de nutriments tels que N en fonction des stades de développement aide à faire correspondre cet apport avec des étapes d'absorption maximale. Des applications bien planifiées aident également à minimiser les pertes des nutriments.

Par exemple, dans le blé et le teff, l'application d'engrais N en couverture au stade début tallage aide à améliorer l'absorption d'azote et à augmenter les rendements.

Pour les légumineuses telles que l'arachide, un apport supplémentaire de calcium (Ca) lorsque les gousses d'arachide se développent est recommandé afin d'assurer un bon développement des graines, en particulier là où les sols sont déficients en Ca. L'apport d'engrais Ca peut donc être programmé pour coïncider avec la période juste avant floraison.

Pour simplifier les recommandations pour les apports fractionnés de N dans les céréales, ces recommandations sont souvent formulées en termes de semaines après la plantation, ce nombre de semaines après la plantation étant sélectionné pour correspondre aux stades de croissance clés où la demande est de pointe en N. par exemple, l'apport fractionné de N pour le maïs est souvent recommandé comme :

- Un tiers de la dose d'engrais N recommandé à la plantation.
- Un tiers de la dose d'engrais N recommandé quatre semaines après la plantation.
- Un tiers de la dose d'engrais N recommandé huit semaines après la plantation.

Cependant, comme la croissance et le développement des cultures diffèrent en fonction de la variété et de l'environnement, il faut veiller à ce que les recommandations basées sur le temps correspondent bien aux stades de croissance spécifiques pour une variété et un environnement donnés.

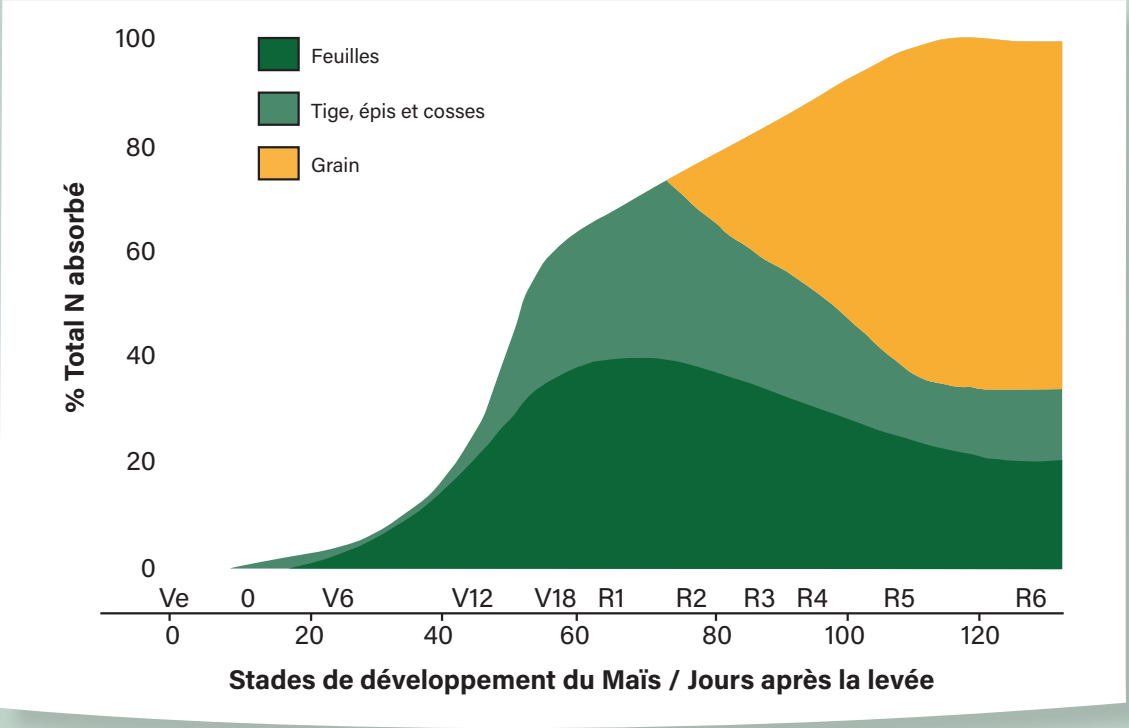


Figure 1. Absorption cumulative de N par organes de la plante. Adapté de: How a Corn Plant Develops, Iowa State, University Special Report No. 48, Nov. 2008



***Application d'engrais N** sur maïs (dans le sens inverse des aiguilles d'une montre) à la plantation, à quatre semaines, et à huit semaines après la plantation*

1.3 Evaluer la dynamique de l'apport en éléments nutritifs du sol

La plupart des sols ont la capacité de satisfaire au moins une partie des besoins en éléments nutritifs des cultures. Cependant, différents sols possèdent des capacités pour fournir des éléments requis par les cultures. En général, les sols sablonneux stockent et fournissent moins d'éléments que les sols à texture plus fine. Il en va de même pour les sols qui ont été cultivés pour de longues périodes avec peu d'ajout d'engrais minéraux ou de sources organiques d'eléments nutritifs.

Alors que la capacité d'apport du sol en éléments nutritifs influence principalement les décisions concernant la bonne dose, elle a également une influence sur le moment approprié des apports de ces éléments. En règle générale, plus la capacité du sol à retenir et fournir un élément tout au long de la saison de croissance est grande, moins il est nécessaire de mettre l'accent sur le moment critique de son application.

Certaines propriétés du sol, telles que la capacité de fixation élevée du phosphore (P), influencent également fortement la capacité d'un sol particulier à fournir en permanence aux plantes les éléments nutritifs appliqués. Cela influence en outre les décisions concernant le bon moment pour l'apport des éléments.

Une bonne compréhension des transformations des différents éléments nutritifs dans le sol sous différentes conditions pédologiques et climatiques est donc fondamentale pour évaluer la dynamique de l'apport en éléments nutritifs du sol et dans la prise de décisions sur le calendrier d'application des éléments. Par exemple, dans de nombreux sols agricoles, de larges applications d'engrais P peuvent être efficaces pour répondre aux besoins en P des cultures cultivées sur plusieurs saisons. Dans de tels sols, le P appliqué est retenu par le sol mais reste disponible pour les cultures de la saison suivante. Cependant, les sols acides qui sont communs dans les régions d'Afrique à fortes pluies, fixent généralement le P fourni comme engrais et le rendent indisponible pour les plantes cultivées au cours de la saison suivante.

Au sein d'un sol donné, le N disponible pour les plantes est fourni soit par minéralisation de la matière organique du sol, soit par les nitrates (NO_3^-) et l'ammonium (NH_4^+) résiduels. Dans les climats arides, les nitrates peuvent s'accumuler dans les sols et être

reportés sur plusieurs saisons. Là où les précipitations sont plus élevées, les nitrates sont facilement retirés des sols par lessivage et/ou dénitrification. Les pertes d'azote appliqué sont donc souvent plus élevées dans les régions à fortes pluies, et les périodes d'application dans ces zones doivent donc être au bon moment pour minimiser les pertes. Par exemple, l'épandage d'engrais azoté en surface ne doit pas être effectué pendant les périodes de fortes pluies ou lorsque de fortes pluies sont imminentes.

1.4 Evaluer le risque de pertes des éléments nutritifs dans le sol

Les applications d'engrais basées sur les principes 4B devraient viser à réduire les pertes d'éléments nutritifs appliqués au sol. Les pertes de N et P appliqués provenant des systèmes de culture sont généralement les plus préoccupantes puisque la perte de chacun de ces éléments ont non seulement des impacts économiques négatifs, mais peuvent créer des problèmes environnementaux spécifiques. Comprendre les mécanismes de perte de chacun de ces éléments peut aider à concevoir des calendriers d'application qui peuvent aider à réduire les pertes.

L'azote peut être perdu de plusieurs manières, y compris le lessivage par lequel N sous forme de nitrate est rincé à travers le sol par la pluie ou l'eau d'irrigation. L'azote peut également être perdu par le ruissellement de surface des champs et/ou perdu dans l'air sous forme de gaz.

P appliqué est principalement perdu par ruissellement de surface, avec des pertes minimes par lessivage.

Les pertes de P appliqué du sol sont donc mieux gérées en plaçant correctement l'engrais P sous la surface du sol. Par exemple, les sols sablonneux dans les zones à fortes précipitations ont un potentiel élevé de perte d'azote par lessivage. Pour minimiser la perte de N appliqué dans tels environnements, l'application d'engrais doit être divisée en plusieurs apports à faible doses. Le moment de l'épandage d'engrais azotés doit également viser à éviter les périodes de très fortes pluies afin de minimiser le risque de lessivage de N appliqué.

1.5 Evaluation de la logistique des opérations sur le terrain

La logistique de la distribution des engrais, les opérations sur le terrain et les opérations domestiques sont des facteurs importants affectant les décisions sur le bon moment. Il est important de prendre en compte l'un de ces facteurs, qui peuvent affecter le moment de l'application d'engrais lors de la prise de décisions sur le bon moment. Des considérations spécifiques peuvent inclure :

- La disponibilité de la main-d'œuvre pour l'application d'engrais et d'autres opérations sur le terrain. Pour assurer une utilisation efficace de la main-d'œuvre, les applications d'engrais de base peuvent être effectuées pendant la plantation afin d'utiliser la même main-d'œuvre disponible pendant la plantation.
- Les décisions sur les types et les quantités d'engrais à utiliser au cours d'une campagne particulière doivent être prises en temps utile afin d'assurer l'achat d'engrais en temps opportun. Par exemple, toute analyse de sol ou de plante pour déterminer les besoins en engrais pour les prochaines campagnes agricoles doit être effectuée à l'avance.
- La disponibilité en temps opportun des engrais peut être un problème dans de nombreuses petites exploitations en Afrique. Si l'engrais n'est pas disponible au moment où il doit être appliqué, il ne sera pas possible d'assurer le bon moment d'application. L'engrais doit donc être acheté bien à l'avance pour assurer que les types et les quantités d'engrais requis sont disponibles pour une utilisation au bon moment.
- Le moment des applications d'engrais doit également tenir compte des conditions météorologiques. Par exemple, l'épandage d'engrais azoté doit être évité lorsque les sols sont secs, pendant les périodes de fortes pluies ou lorsque de fortes pluies sont imminentes. Les engrais azotés doivent être appliqués lorsque le sol est humide pour améliorer l'absorption par les cultures. Une évaluation des conditions météorologiques actuelles devrait donc être utilisée pour orienter la décision finale sur le bon moment pour l'engrais de surface.

Remarques

Remarques

© **2021. Institut Africain de Nutrition des Plantes (APNI)** Tous les droits reservés.
Ce travail est licencé sous theCreativeCommonsAttribution4.0InternationalLicense.
www.apni.net | info@apni.net

Module 3: Bon moment Quiz

1. Que signifie le bon moment d'application?

   a) Appliquer des éléments nutritifs lorsque les engrais son disponibles.
   b) Appliquer les éléments nutritifs pendant la plantation uniquement
   c) Appliquer des éléments nutritifs lorsque des symptômes de carence apparaissent
   d) Appliquer des éléments nutritifs lorsque la culture en a besoin

2. Lequel des éléments suivants fait partie des principes scientifiques fondamentaux qui définissent le bon moment pour un ensemble spécifique de conditions.

   a) Appliquer les engrais juste avant l'étape de remplissage de grain.
   b) Evaluer la logistique des opérations sur le terrain
   c) Supposer une minéralisation lente des éléments nutritifs
   d) Appliquer les éléments nutritifs juste avant que les risques de lessivage augmentent

3. Lequel des éléments suivants n'est pas important lorsqu'on considère le bon moment pour appliquer les engrais ?

   a) Considérer l'espacement entre plants
   b) Considérer les engrais disponibles
   c) Considérer les conditions climatiques
   d) Considérer les forms d'engrais disponibles

4. Quel est le bon moment pour l'épandage de fumier comme source d'éléments nutritifs dans une culture de maïs?

   a) Deux semaines après plantation
   b) A la plantation
   c) Deux mois avant la plantation
   d) Deux semaines avant la plantation

5. Le moment de l'application est le plus important pour

   a) N
   b) P
   c) K
   d) Ca

6. Dans les zones à fortes pluies, les nitrates sont facilement perdus du sol par

   a) Lessivage
   b) Nitrification
   c) Immobilisation
   d) Volatilisation

7. Dans les sols avec une capacité de fixation de P très élevée, un moment approprié d'apport de P est:

   a) Annuellement après la levée de la culture
   b) Annuellement à la plantation
   c) Une fois toutes les deux années
   d) Une fois tous les trois ans

8. Lequel des éléments suivants n'est pas un indicateur de la capacité d'apport du sol en éléments nutritifs?

   a) Le contenu en sable du sol
   b) La superficie de l'exploitation
   c) La capacité des sols à retenir les éléments nutritifs
   d) La quantité de ressources organiques précédemment ajoutée

9. Lequel des éléments suivants affecte le plus fortement la capacité d'un sol à fournir des cultures avec du phosphore appliqué?

   a) Volatilisation du phosphore appliqué
   b) Lessivage du phosphore appliqué
   c) Ruissellement de surface du phosphore appliqué
   d) Fixation du phosphore appliqué

10. Lequel des éléments suivants est une considération clé lors de la prise de décisions concernant le bon moment pour l'application d'engrais?

    a) Source d'engrais
    b) Conditions climatiques
    c) Besoins totaux d'absorption totale des éléments nutritifs par la plante
    d) Rendement cible

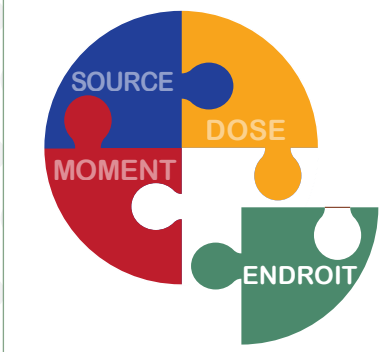
Pour les réponses, prendre le Quiz on-line sur:

https://www.apni.net/e-learning

MANUEL DE CONCEPT 4B DE LA GESTION DES ELEMENTS NUTRITIFS

MODULES D'APPRENTISSAGE POUR AGENTS DE VULGARISATION

MODULE 4
BONNE ENDROIT



BONNE ENDROIT:

AJOUTER DES NUTRIMENTS AU SOL A UN ENDROIT OU LES CULTURES PEUVENT Y ACCEDER FACILEMENT.



INSTITUT AFRICAIN DE NUTRITION DES PLANTES

Solution



1. PRINCIPES SCIENTIFIQUES DERRIERE BON ENDROIT

Appliquer des éléments nutritifs au bon endroit signifie ajouter des éléments au sol à un endroit où les cultures peuvent facilement y accéder. Un placement approprié des éléments nutritifs permet à une plante de se développer correctement et d'atteindre son rendement potentiel en fonction des conditions environnementales dans lesquelles elle est cultivée. Le bon endroit dépend de nombreux facteurs qui incluent le type de culture, le travail du sol, l'espacement des plantes, le stade de développement des cultures, les systèmes de cultures (e.g. rotation des cultures, cultures intercalaires) et la variabilité climatique.

Pour déterminer le bon placement des éléments nutritifs, les principes scientifiques suivants doivent être pris en considération:

- Considérer la source, la dose et le moment d'application.
- Considérer la zone de croissance des racines.
- Considérer la mobilité des éléments nutritifs dans le sol.
- S'adapter aux objectifs des systèmes de travail du sol.
- Gérer la variabilité spatiale.

1.1 Considérer la source, la dose et le moment des éléments nutritifs

- **Considérer la source des éléments nutritifs:** la source des éléments nutritifs sélectionnée a un impact sur la méthode de bon placement. Différentes formes d'engrais peuvent être les mieux adaptées à des méthodes spécifiques de placement d'engrais. Par exemple, dans les systèmes de culture de riz irrigué, les super granulés d'urée sont les mieux adaptés pour un placement en profondeur, tandis que la forme granulée conventionnelle d'engrais à base d'urée est la mieux adaptée pour une application à la volée.

- **Considérer la dose d'application des éléments nutritifs:** lorsque de grandes quantités d'engrais sont disponibles, l'application d'engrais à la volée peut être conduite. D'autre part, lorsque seules de petites quantités d'engrais sont disponible, l'application par bandes ou par poquets est la mieux adaptée.

- **Considérer le moment d'application:** Le moment d'application des éléments nutritifs par rapport à la croissance des cultures a une influence sur le bon placement. Par exemple, lors de l'application d'engrais de base pour le maïs au semis, l'engrais doit être appliqué dans le trou près de la semence, tandis que lors de l'application de couverture, l'engrais doit être appliqué en faisant des petits trous près de la plante.

1.2 Considérer la zone de croissance des racines.

Pour une absorption efficace, les éléments nutritifs doivent être placés là où ils peuvent être facilement absorbés par les racines en croissance lorsque cela est nécessaire.

Différentes espèces de plantes ont des schémas de croissance des racines différents, ce qui a un effet sur leurs capacités individuelles à accéder aux éléments nutritifs dans diverses parties du sol (**Figure 1**).

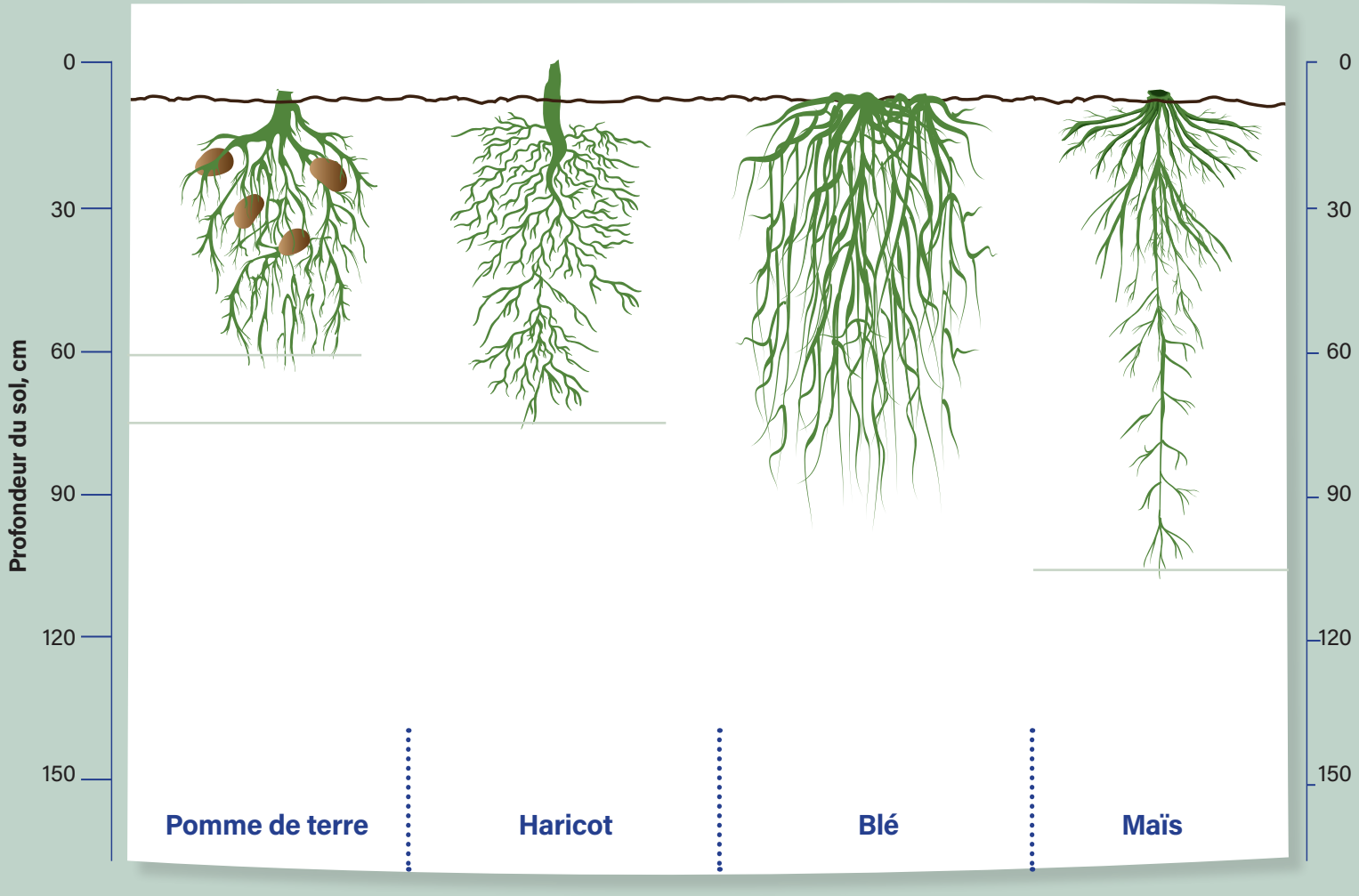


Figure 1. Caractéristiques d'enracinement de différents types de cultures.

1.3 Considérer la mobilité des éléments nutritifs dans le sol

Le placement de l'engrais doit tenir compte de la mobilité des éléments nutritifs fournis dans le sol. Les éléments nutritifs qui ont une faible mobilité comme le phosphore doivent être concentrés dans des bandes ou des trous à proximité des plantes pour améliorer leur

1.4 Adapter les systèmes de labour pratiqués

Les méthodes d'épandage d'engrais choisies doivent convenir au système de travail du sol pratiqué. Par exemple, dans les systèmes de conservation de travail de sol qui impliquent un travail minimal ou zéro labour, un équipement spécial est souvent utilisé pour appliquer des engrais sous le sol tout en maintenant la couverture des résidus de culture afin de conserver les éléments nutritifs et l'eau.

Les méthodes de placement d'engrais qui nécessitent de recouvrir l'engrais appliqué avec de la terre peuvent donc ne pas convenir aux systèmes de conservation de travail du sol.

1.5 Gérer la variabilité spatiale

Le placement d'engrais devrait également viser à gérer les différences de fertilité du sol à l'intérieur ou entre les parcelles d'un champ. Les parcelles au sein des petites exploitations agricoles en Afrique présentent souvent de grandes différences dans les niveaux de fertilité des sols. Ces différences sont souvent dues à des facteurs tels que la distance par rapport au domicile, ce qui entraine par exemple des applications plus fréquentes de ressources organiques dans les parcelles plus proches par rapport à celles éloignées. Au fil du temps, de telles différences entrainent souvent des différences substantielles dans les niveaux de fertilité du sol entre les parcelles d'une même exploitation.

La connaissance des différences de fertilité des sols au sein d'une exploitation peut donc aider à orienter les décisions sur l'endroit où donner la priorité aux applications d'engrais. Par exemple, l'application d'engrais peut être prioritaire sur les parties du champ à faible fertilité afin de gérer la variabilité spatiale. Lorsque des quantités limitées d'engrais sont disponibles, l'application d'engrais peut être prioritaire sur des champs à plus haute fertilité qui devraient donner une meilleure réponse du rendement à l'application d'engrais, donc un meilleur revenu sur l'utilisation d'engrais.



Différences de croissance du maïs *dans un champ qui suggèrent des différences spatiales de fertilité des sols.*

2. METHODES DE PLACEMENT DES ENGRAIS

Les méthodes de placement d'engrais les mieux adaptées aux cultures et aux systèmes de cultures spécifiques sont principalement influencés par la densité de plantation et le système racinaire d'une plante particulière. Il existe quatre principales méthodes de mise en place de l'engrais :

1. La volée
2. En Bandes
3. Application localisée
4. Placement en profondeur

2.1 La volée

Le placement d'engrais à la volée implique l'application uniforme d'engrais sur toute la surface du champ. La volée vise à appliquer des éléments nutritifs à toute la surface du sol entière de manière uniforme.

Le placement d'engrais à la volée est utilisé lorsqu'il est nécessaire d'augmenter le niveau de fertilité de l'ensemble de la couche de labour. Dans de tels cas, les engrais de base sont épandus et incorporés dans le sol par le labour.

La volée convient à l'application d'engrais aux cultures conduites à une densité de plantation élevée telles le riz, le blé et le teff.

L'épandage d'engrais à la volée peut être effectué à la main où à l'aide d'un équipement d'épandage d'engrais. Que l'engrais soit répandu à la main ou avec un équipement, l'épandage doit être aussi uniforme que possible.

L'application d'engrais à la volée est facile à mettre en œuvre avec une faible demande en main-d'œuvre.



Application d'engrais à base d'urée *à la volée pendant l'épandage dans un champ de teff.*

2.2 Application en bandes

Application en bandes implique le placement d'engrais dans des bandes ou des sillons à une profondeur d'environ 5 à 8 cm sous la surface du sol.

Le placement par bandes est principalement utilisé lorsque le placement d'engrais près des lignes de plantation est requis.

L'application en bandes est de préférence utilisée pour les cultures en lignes, où il y a des espaces relativement grands entre les bandes, mais des espaces petits entre les plantes comme cela est courant pour les haricots, le soja, la lentille et l'arachide.

L'application en bandes est une méthode efficace de placement d'engrais sur les sols fixateurs de P.

L'application en bandes est également une méthode de placement efficace lorsque les quantités d'engrais disponibles sont trop faibles pour être diffusées sur des sols à faible niveau de fertilité.

Pour assurer une répartition uniforme de l'engrais en bandes, la quantité d'engrais à placer dans chaque ligne doit être déterminée à l'avance et mesurée dans un récipient approprié.

L'engrais appliqué dans chaque bande doit être placé sous ou à coté de la graine et recouvert de terre. Le contact direct entre les graines ou la plante en germination doit être évité, en particulier lors de l'utilisation d'engrais contenant de l'ammonium, car cela peut provoquer la brûlure des graines et des jeunes plants.



Placement en bandes de l'engrais *de base dans les sillons de plantation.*



Graines de soja semées *dans un sillon à côté de l'engrais de base.*

2.3 Application localisée

L'application localisée implique le placement de petites quantités d'engrais à proximité de chaque trou de plantation lors de la plantation, ou à proximité de chaque plant pendant la saison de croissance.

L'application localisée convient aux cultures cultivées à grand espacement comme le maïs.

L'application localisée est la méthode la plus efficace de placement d'engrais lorsque de très faibles doses d'engrais sont utilisées.

Pour assurer une distribution uniforme de l'engrais lors de l'application localisée, de petites tasses de différentes tailles qui sont calibrées pour atteindre diverses doses d'application doivent être utilisées pour appliquer l'engrais. Lorsque des godets ne sont pas disponibles, les agriculteurs peuvent utiliser de petits récipients (tels que des bouchons de bouteilles) pour appliquer des quantités égales d'engrais par trou de plantation ou par station de plantation.

L'engrais appliqué par voie localisée doit être immédiatement recouvert d'un peu de terre pour éviter les pertes en éléments nutritifs.



***L'application localisée d'engrais** de base à l'aide d'une tasse.*



***L'application localisée d'engrais de surface** dans un champ de maïs à l'aide d'une tasse.*

2.4 Placement en profondeur

Le placement en profondeur implique l'application de gros granules d'engrais de 5 à 10 cm dans le sol à la main ou à l'aide d'applicateurs spécialement conçus.

Les engrais à base d'urée peuvent être comprimés en gros granules qui conviennent à une application par un placement profond.

Le placement en profondeur est une méthode efficace pour l'application d'engrais dans la rizière. L'application d'engrais en profondeur est relativement coûteuse par rapport à d'autres méthodes de placement en raison du coût plus élevé des granules d'engrais comprimés et de la forte demande de main-d'œuvre, ainsi que de l'équipement spécialisé requis.



Agricultrice tenant des granules d'urée comprimés *et un applicateur de granules d'urée dans une rizière.*



Application en profondeur *de granules d'urée comprimés dans une rizière.*

Remarques

Remarques

© **2021. Institut Africain de Nutrition des Plantes (APNI)** Tous les droits reservés.
Ce travail est licencé sous theCreativeCommonsAttribution4.0InternationalLicense.
www.apni.net | info@apni.net

Module 4: Bonne Endroit Quiz

1. Lequel des éléments suivants fait partie des principes scientifiques fondamentaux qui définissent le bon endroit pour l'application des engrais ?
   a) Enfouir les éléments nutritifs profondément dans le sol
   b) Mélanger les éléments nutritifs dans tout le volume du sol
   c) Considérer où poussent les racines des plantes
   d) Incorporer les éléments nutritifs en utilisant le travail primaire du sol

2. La méthode de placement des éléments nutritifs qui distribue le plus uniformément ces éléments dans tout le volume du sol est :
   a) Application localisée
   b) En bandes
   c) A la volée
   d) Placement en profondeur

3. Quelle méthode de placement d'engrais est la mieux adaptée pour les cultures de légumineuses telles que les haricots et l'arachide?
   a) Placement en profondeur
   b) A la volée
   c) Application localisée
   d) En bandes

4. Laquelle des options de placement suivantes est la mieux adaptée pour l'application de l'engrais P?
   a) 5 cm à côté et 5 cm sous la semence
   b) En contact direct avec la semence
   c) Immédiatement sous la semence
   d) A la volée et bien incorporé

5. Laquelle des cultures suivantes ne convient pas à l'application d'engrais par bandes?
   a) Lentilles
   b) Blé
   c) Soja
   d) Arachides

6. Quelle méthode de placement d'engrais est la mieux adaptée pour la culture de maïs?
   a) Placement en profondeur
   b) A la volée
   c) Application localisée
   d) En bandes

7. Lequel des énoncés suivants est incorrect concernant l'application localisée d'engrais?
   a) Méthode la plus efficace lorsque de très faibles doses d'engrais sont utilisées
   b) Convient aux cultures à grand espacement
   c) Méthode la plus efficace en main-d'œuvre
   d) L'engrais appliqué localement doit être recouvert d'un peu de terre.

8. Lequel des éléments suivants n'est pas un facteur clé pour décider du bon placement de l'engrais?
   a) Convient au système de travail du sol
   b) Considère le rendement cible
   c) Gère la variabilité spatiale
   d) Considère la mobilité des éléments nutritifs dans le sol

9. Pour les sols à faible fertilité, les faibles doses d'éléments nutritifs appliqués peuvent aider à :
   a) Augmenter l'efficience d'utilisation des éléments nutritifs des engrais appliqués.
   b) Augmenter le volume de sol fertilisé à mesure que les éléments nutritifs diffusent dans le sol.
   c) Répondre aux exigences nutritionnelles totales de la culture.
   d) Fertiliser un grand volume de terre pour obtenir un rendement maximal

10. Quelle est le bon ordre des quatres "BON" de gestion des engrais?
    a) Bonne dose, bonne source, bon moment, bon endroit.
    b) Bonne source, bonne dose, bon endroit, bon moment.
    c) Bonne source, bon moment, bon endroit, bonne dose.
    d) Bonne source, bonne dose, bon moment, bon endroit.

Pour les réponses, prendre le Quiz on-line sur:

https://www.apni.net/e-learning

A PROPOS **du Projet 4B Solutions**

www.4rsolutions.org

Le Projet 4B Solutions est financé par « Global Affairs Canada « pour améliorer les moyens de subsistance de /80000 petits agriculteurs en Ethiopie, Ghana et Sénégal en améliorant la productivité agricole et le revenus des agriculteurs grâce à l'incorporation de « 4B Nutrient Stewardship » dans les pratiques agricoles locales. « 4B Nutrient Stewardship » soutient la meilleure gestion des éléments nutritifs des plantes sur la base de quatre clés: la bonne source, la bonne dose, le bon moment et le bon endroit.

PARTENAIRES DE MISE EN OUEVRE

Fertilizer Canada
Fertilisants Canada

Co-operative Development Foundation of Canada
Since 1947

INSTITUT AFRICAIN DE NUTRITION DES PLANTES

Global Affairs Canada
Affaires mondiales Canada

Plant Nutrition Canada

PARTENAIRES DE MISE EN OUEVRE LOCAUX

Savanna Agricultural Research Institute

ewnra

ISRA

INSTITUT AFRICAIN DE NUTRITION DES PLANTES
www.apni.net

Bureaux APNI:

Quartier Général - Benguérir, Maroc
Afrique du Nord - Settat, Maroc
Afrique de l'Ouest - Yamoussoukro, Côte d'Ivoire
Afrique de l'Est et du Sud - Nairobi, Kenya

