.



# Ensemble # 117

# Type: Fiche documentaire

Date: 2021

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Fiche documentaire : L'approche 4R pour l'application d'engrais**

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**Introduction**

Cette fiche documentaire aborde les aspects de la production de blé et de teff en mettant l'accent sur l'approche 4R de l'application des engrais \*. Il comprend également des informations sur les pratiques sensibles au genre et respectueuses du climat.

**Pourquoi ce sujet est-il important pour les auditeurs.trices?**

Ce matériel vise à informer les auditeurs.trices sur :

* Les avantages de l'application d'engrais dans la production végétale.
* Les meilleures façons d'appliquer des engrais pour améliorer la production agricole.
* Les aspects sexospécifiques de l'utilisation des engrais.
* Les défis de l'utilisation des engrais.
* Le changement climatique et l'application d'engrais.
* Les types d'engrais (organiques, inorganiques).

**Avantages de l'application d'engrais**

* Les engrais fournissent aux cultures en croissance les éléments nutritifs dont elles ont besoin pour une bonne croissance et un bon développement. Si les sols contiennent souvent la plupart des éléments nutritifs dont les cultures ont besoin, la plupart des sols n'en contiennent que de faibles quantités, en particulier si le sol a été cultivé pendant longtemps avec une application minimale d'engrais organiques et inorganiques.
* L'application d'engrais permet de produire des aliments en plus grande quantité et de meilleure qualité.
* L'application d'engrais permet d'obtenir des rendements élevés dans les petites exploitations, ce qui évite aux agriculteurs.trices de devoir abattre des forêts pour trouver de nouvelles terres à cultiver.

**Quels sont les principaux défis liés à l'utilisation d'engrais?**

* Le ruissellement des nutriments provenant des exploitations qui utilisent des engrais synthétiques et organiques peut avoir des effets négatifs sur les écosystèmes terrestres et aquatiques. Étant donné que les engrais inorganiques sont facilement et rapidement absorbés par les plantes, ils peuvent aussi être rapidement emportés dans les eaux souterraines ou de surface lors de leur application ou pendant l'irrigation ou les fortes pluies, surtout si elles ne sont pas appliquées correctement. (16)
* L'application incorrecte d'engrais à base d'azote, comme l'urée, peut entraîner une augmentation des émissions de gaz d'ammoniac et de gaz à effet de serre (GES), comme l'oxyde nitreux.
* Manque de sensibilisation sur la façon d'utiliser correctement les engrais.
* Les prix élevés des engrais en Afrique, principalement en raison du coût excessif du transport des engrais des ports d'expédition aux terres agricoles, limitent la capacité de la plupart des agriculteurs.trices africain.e.s à utiliser les doses d'engrais recommandées.

**Aspects sexospécifiques de la production agricole et de l'utilisation des engrais**

Les femmes jouent un rôle important dans la production, le stockage et la commercialisation des cultures et du bétail. Cependant, le travail des femmes dans le secteur agricole a souvent été considéré à tort comme marginal et elles ont été vues plus comme des consommatrices que comme des productrices. (19) En outre, l'accès relatif des femmes aux ressources et leur contrôle sur celles-ci sont limités.

* Bien que les femmes contribuent à une grande partie de la main-d'œuvre agricole, leur capacité à participer avec succès à la production de cultures est souvent limitée par des facteurs culturels et sociaux qui restreignent leur pouvoir de décision et leur accès à la terre et aux ressources financières nécessaires à une production agricole réussie. Par exemple, dans la majorité des communautés d'Afrique subsaharienne, les maris et les membres masculins de la famille et de la parenté ont généralement la haute main sur les décisions concernant l'utilisation des terres.
* La propriété foncière est souvent dévolue aux membres masculins du ménage et les droits de propriété foncière se transmettent souvent de père en fils. Au sein des ménages, les documents relatifs à la propriété foncière sont souvent au nom du mari, même lorsque la femme est plus impliquée dans les activités agricoles quotidiennes.
* Les droits des femmes, y compris leurs droits légaux, d'utiliser et de gérer la terre sont couramment violés, généralement par leurs parents et leurs proches, ainsi que par leurs maris et les proches de leurs maris. Par conséquent, les agricultrices sont généralement désavantagées lorsqu'il s'agit de produire des cultures dans des systèmes agricoles à petite échelle, car leur réussite est souvent entravée par les facteurs suivants :
  + Une plus faible capacité à acheter des intrants agricoles tels que des engrais et des semences améliorées en raison de leur statut socio-économique plus faible.
  + Le manque de garanties telles que les titres de propriété pour accéder au crédit nécessaire à l'achat d'intrants.
  + Le manque d'accès aux fonds provenant de la vente des produits agricoles, car celle-ci est souvent gérée par les membres masculins du ménage.
  + Un accès plus limité aux informations de vulgarisation, notamment sur la manière d'améliorer la productivité des cultures, en partie en raison des niveaux d'alphabétisation généralement plus faibles.
  + Un temps limité pour s'engager pleinement dans les activités agricoles en raison des responsabilités domestiques telles que la cuisine et les soins aux enfants et aux autres membres de la famille.
  + Un accès plus faible aux marchés.
  + Un accès plus faible aux technologies et aux machines agricoles.

En raison de l'accès inégal aux informations de vulgarisation, aux technologies agricoles et à un pouvoir d'achat plus faible, les femmes utilisent souvent moins d'engrais (12), ce qui entraîne une baisse de la productivité des cultures dans les exploitations gérées par des femmes.

**Changement climatique et engrais**

Le changement climatique fait référence à des modifications importantes et à long terme du climat mondial.

L'utilisation efficace des engrais peut jouer deux rôles majeurs dans la lutte contre le changement climatique :

1. Elle peut prévenir la déforestation, car l'utilisation efficace des engrais permet d'accroître la productivité, ce qui réduit la nécessité de défricher les terres forestières et maintient les forêts comme d'importants puits de carbone.
2. L'utilisation d'engrais peut également réduire les émissions de gaz à effet de serre tels que le CO2 grâce à une meilleure séquestration du carbone. L'augmentation du rendement des cultures résultant de l'utilisation d'engrais peut entraîner une augmentation de la matière organique du sol provenant de plusieurs sources : les résidus de culture qui peuvent être conservés sur l'exploitation après la récolte, les racines des plantes et le fumier organique appliqué sur l'exploitation. L'augmentation de la matière organique du sol améliore la capacité des sols agricoles à séquestrer le carbone, limitant ainsi les émissions de CO2 (13).

**Que sont les engrais?**

Les engrais sont des substances organiques ou minérales qui augmentent l'apport d'éléments nutritifs dans le sol, ce qui accroît directement la croissance des plantes, et sont appliqués sur les champs de culture pour augmenter la productivité. Les engrais contiennent un, deux ou plusieurs des nutriments minéraux essentiels dont les plantes ont besoin, notamment les principaux nutriments que sont l'azote, le potassium et le phosphore. (1)

Les engrais inorganiques commerciaux contiennent au moins un des 14 éléments nutritifs minéraux essentiels pour les plantes sous des formes chimiques qui sont solubles dans le sol au moment de l'application et disponibles pour être absorbés par les racines des plantes (20).

Pour assurer une production végétale accrue et minimiser les effets négatifs de l'utilisation des engrais sur l'environnement, ceux-ci doivent être appliqués de la bonne manière. L'une des façons d'assurer une production végétale accrue et de minimiser les effets néfastes sur l'environnement est d'utiliser les engrais de manière efficace et efficiente. L'approche 4R de l'application des engrais (4R Nutrient Stewardship) spécifie quatre principes essentiels : la bonne source, le bon taux, le bon moment et le bon endroit.

**L'importance des engrais pour une meilleure production végétale (4)**

Tout comme les humains ont besoin de types et de quantités spécifiques de nutriments dans leurs repas pour se développer et rester en bonne santé, les plantes ont également besoin de types et de quantités spécifiques de nutriments essentiels pour une bonne croissance et de bons rendements. Les engrais fournissent aux cultures les éléments nutritifs essentiels dont elles ont besoin pour leur croissance et leur rendement, et peuvent donc être considérés comme une forme de nourriture pour les plantes. Sans l'application d'engrais, le rendement des cultures, la productivité agricole et la fertilité des sols seraient considérablement réduits.

**Avantages et inconvénients de l'application d'engrais**

*Avantages*

* L'application d'engrais garantit une production alimentaire plus importante et de meilleure qualité.
* L'application d'engrais permet d'obtenir des rendements élevés dans les petites exploitations, ce qui réduit la nécessité pour les agriculteurs.trices d'abattre des forêts à la recherche de nouvelles terres à cultiver.
* Augmenter le rendement des cultures et améliorer les sols de mauvaise qualité.
* Le fumier améliore la texture du sol, recycle l'azote, introduit des bactéries essentielles qui améliorent la structure et l'agrégation du sol, et recycle les nutriments et l'eau du sol. (11)
* Améliore les pâturages pour que les animaux engraissent plus rapidement.
* Peut aider à remettre en état les sols infertiles, dégradés et improductifs.
* Aide les cultures à pousser plus rapidement, en particulier lorsque des semences hybrides sont utilisées.

*Inconvénients*

* L'application d'engrais peut stimuler une croissance plus rapide des mauvaises herbes.
* L'application excessive d'azote par les engrais peut entraîner la verse (chute) de plantes comme le blé, le teff et le riz.
* L'utilisation excessive et inappropriée d'engrais peut entraîner la lixiviation de nutriments tels que l'azote dans les eaux de surface et souterraines, réduisant ainsi la qualité de l'eau et tuant ou blessant les poissons et autres créatures aquatiques.
* L'utilisation inappropriée d'engrais peut entraîner une augmentation des émissions de gaz à effet de serre tels que le méthane et l'oxyde nitreux dans l'atmosphère, contribuant ainsi au réchauffement de la planète et au changement climatique.
* Les produits chimiques contenus dans certains engrais peuvent affecter la santé des agriculteurs.trices s'ils ne sont pas utilisés avec précaution.

**Informations détaillées sur l'approche 4R de l'application d'engrais**

Des études montrent que les agriculteurs.trices éthiopien.ne.s n'utilisent souvent pas les meilleures pratiques lors de l'application des engrais, ce qui rend plus difficile une production agricole efficace. C'est pourquoi il est essentiel d'utiliser l'approche 4R pour l'application des engrais, une approche qui protège également l'environnement par une utilisation efficace des engrais et des pratiques agricoles responsables.

1. **La bonne source (6)**

***La bonne source*** consiste à appliquer les bons engrais et/ou ressources organiques qui fournissent aux cultures tous les éléments nutritifs dont elles ont besoin pour une bonne croissance et une bonne maturité. Cependant, il est important de noter qu'il n'y a pas une seule " bonne source " pour chaque sol et chaque culture. Chaque sol et chaque culture ont des besoins différents dont il faut tenir compte lors du choix d'une source. De plus, les objectifs des agriculteurs.trices, par exemple, des rendements élevés pour la vente sur le marché ou des rendements modérés pour la consommation domestique, doivent également être pris en compte lors du choix de la "bonne source".

Pour déterminer la "bonne source" pour un système de culture spécifique, les facteurs clés suivants doivent être pris en compte.

* Le taux d'application d'engrais recommandé pour la culture plantée.
* Les éléments nutritifs déjà disponibles dans le sol. (7)
* Les cultures précédemment plantées dans le champ en question.
* Les autres sources d'éléments nutritifs disponibles, comme le fumier organique.
* Les engrais disponibles localement qui constituent la source la plus rentable des types et des quantités d'éléments nutritifs requis par la culture.
* Les éléments nutritifs d'un engrais particulier qui sont disponibles pour une absorption immédiate ou différée par la culture.
* Les conditions du sol telles que l'acidité ou la salinité qui pourraient limiter l'efficacité des engrais appliqués.
* Le taux prévu d'application des engrais. (Différentes sources libèrent les nutriments à des taux différents).
* L'endroit recommandé pour l'application des engrais. (Selon l'endroit où les nutriments sont requis, différentes sources peuvent être correctes. Par exemple, si des applications foliaires (sur les feuilles) sont nécessaires, les engrais mono-éléments entièrement solubles sont la bonne source.

**Choisir la bonne source d'éléments nutritifs (6)**

*L'azote (N)*

* Tous les engrais N se présentent d'abord sous forme d'ammoniac. L'ammoniac peut être pressurisé et utilisé directement ou converti en divers types d'engrais solides et liquides.
* Le nitrate, l'ammonium et l'urée sont les sources les plus courantes d'azote.

*Phosphore (P) et potassium (K)*

* Les engrais à base de P et de K sont extraits de gisements de minerai de phosphate et de potasse, respectivement. Après l'extraction, le phosphate et la potasse sont transformés en engrais solubles.
* Le P est généralement absorbé par les plantes sous forme de phosphate.
* Le chlorure de potassium, également connu sous le nom de muriate de potasse, est le composé K le plus utilisé dans la production d'engrais. (18)
* Les engrais qui fournissent du phosphore comprennent le DAP, le NPS et le TSP.
* Les engrais qui fournissent du potassium comprennent le NPK et le muriate de potasse (MOP).

1. **Le bon taux**

***Le bon taux*** consiste à fournir aux cultures en croissance la bonne quantité d'éléments nutritifs pour une croissance et un développement sains. Une fois la bonne source déterminée, le bon taux doit fournir les éléments nutritifs en quantité suffisante, dans des proportions équilibrées, sous des formes disponibles et au moment où les plantes en ont le plus besoin.

Différentes cultures ont besoin de différentes quantités d'éléments nutritifs. La quantité d'éléments nutritifs requise dépend également du rendement souhaité et de la capacité du sol à fournir des éléments nutritifs. Pour choisir le bon taux, il faut faire correspondre l'offre d'éléments nutritifs avec la demande attendue des plantes en éléments nutritifs.

**Comment déterminer le bon taux d'application d'engrais :**

* *Tenir compte de la source, du moment et du lieu d'application des éléments nutritifs :*
* Les différentes sources d'éléments nutritifs contiennent des quantités différentes d'éléments nutritifs. Par exemple, les engrais organiques contiennent généralement de plus faibles quantités d'éléments nutritifs que les engrais inorganiques. Par conséquent, les agriculteurs.trices ont besoin de plus grandes quantités d'engrais organiques pour atteindre le taux d'éléments nutritifs visé.
* Le moment de l'application influence également le bon taux. Par exemple, lorsque plusieurs applications sont nécessaires au cours de la saison de croissance (comme c'est souvent le cas avec les engrais azotés pour des cultures comme le blé et le teff), les agriculteurs.trices peuvent appliquer des taux plus faibles au moment de la plantation et de la fumure de surface, par rapport à une seule application.
* Le lieu d'application influe également sur le choix du bon taux. (8) Par exemple, les applications ponctuelles nécessitent des taux plus faibles que la diffusion parce que les applications ponctuelles concentrent davantage les nutriments près des racines des plantes que la diffusion.
* *Évaluer la demande des plantes en éléments nutritifs :*
* Les différentes cultures ont besoin de différentes quantités d'éléments nutritifs. Par exemple, les cultures céréalières comme le blé nécessitent généralement des taux plus élevés que les cultures de légumineuses comme les pois chiches ou les lentilles.
* La quantité d'éléments nutritifs requise dépend également du rendement visé. Les rendements élevés nécessitent des taux d'application plus élevés car les plantes doivent absorber plus d'éléments nutritifs pour produire un rendement plus élevé.
* La quantité d'éléments nutritifs nécessaire dépend également du type d'éléments nutritifs. En général, les plantes ont besoin des macronutriments primaires (azote, phosphore et potassium) en plus grande quantité que les macronutriments secondaires tels que le soufre et le calcium, ou les micronutriments tels que le zinc et le bore.
* *Évaluer la capacité du sol à fournir des éléments nutritifs :*
* Une partie des éléments nutritifs nécessaires à la croissance des plantes peut être satisfaite par le sol, tandis que le reste peut être fourni par des engrais. Les sols très fertiles ont une meilleure capacité à fournir des nutriments et nécessitent donc des taux d'application plus faibles. Les méthodes permettant d'évaluer rapidement la fertilité du sol et sa capacité à fournir des éléments nutritifs comprennent :
* L'analyse du sol : L'analyse du sol mesure la quantité d'éléments nutritifs disponibles pour l'absorption par les plantes. Plus le niveau de nutriments disponibles pour les plantes est élevé, plus la fertilité du sol et sa capacité à fournir des nutriments sont élevées.
* Historique de production des cultures : On peut s'attendre à ce que les sols dans lesquels des cultures ont été pratiquées pendant de nombreuses saisons avec une application minimale d'engrais ou de fumier aient une faible capacité à fournir des éléments nutritifs.
* Types de sols : Les sols très sableux ont généralement une capacité d'approvisionnement en éléments nutritifs plus faible que les sols riches en argile.
* Teneur en matière organique du sol : La matière organique du sol contient la plupart des éléments nutritifs nécessaires à la croissance des plantes. Les sols à forte teneur en matière organique ont une plus grande capacité à fournir des éléments nutritifs.
* Symptômes visibles d'une carence en éléments nutritifs : La croissance, la vigueur et la couleur des plantes en croissance indiquent souvent la capacité du sol à fournir des éléments nutritifs. Par exemple, dans les cultures céréalières comme le maïs et le blé, les plantes avec des tiges fortes et des feuilles vertes foncées indiquent un apport suffisant en nutriments, tandis que les plantes avec des tiges faibles et des feuilles jaunâtres et petites indiquent un apport insuffisant en nutriments.
* *Tenez compte de toutes les sources d'éléments nutritifs disponibles :* Lorsque vous déterminez le bon taux d'engrais, tenez compte de la contribution des autres sources d'éléments nutritifs disponibles sur une exploitation. Les autres sources d'éléments nutritifs comprennent :
* Le compost et le fumier animal : Lorsqu'ils sont appliqués en grandes quantités, le compost et le fumier animal peuvent apporter une partie des éléments nutritifs nécessaires aux plantes. Les agriculteurs.trices ayant accès à de grandes quantités de compost ou de fumier animal peuvent donc appliquer des taux d'engrais plus faibles.
* Les cultures de légumineuses et les engrais verts : Les cultures de légumineuses telles que le pois chiche et la lentille peuvent apporter de l'azote au sol. Les taux d'application d'azote pour les cultures céréalières telles que le blé cultivé en rotation avec des cultures de légumineuses peuvent donc être réduits.
* Résidus de culture : Les résidus de culture tels que les feuilles et les tiges contiennent des éléments nutritifs. Dans les champs où de grandes quantités de résidus de culture sont souvent recyclées dans le sol, les taux d'application d'engrais peuvent être réduits.

Après avoir déterminé le bon taux d'application pour une culture particulière, il est important de s'assurer que l'équipement utilisé pour appliquer l'engrais est bien calibré pour distribuer des quantités égales d'engrais dans le champ.

**Pourquoi la bonne dose est-elle importante?**

L'application de la bonne dose d'engrais est essentielle car l'application insuffisante ou excessive d'un élément nutritif particulier peut affecter la production agricole, le revenu et la santé du sol. Une sous-application d'éléments nutritifs peut entraîner de faibles rendements, des produits de mauvaise qualité et un appauvrissement de la fertilité du sol \*. Une application excessive peut entraîner une baisse des profits, la pollution des sols et des systèmes d'eau, et la verse \* dans des cultures telles que le riz, le teff et le blé.

1. **Le bon moment**

***Le bon moment*** consiste à appliquer les éléments nutritifs au moment où les plantes en ont le plus besoin. Après avoir déterminé la bonne source et le bon taux d'application des nutriments, les agriculteurs.trices doivent appliquer les nutriments en fonction du moment où les plantes les absorbent. Cela permet d'assurer une utilisation efficace des nutriments et d'obtenir une bonne croissance et des rendements élevés.

**Comment déterminer le bon moment pour l'application des nutriments :**

* *Tenez compte de la source, du taux et du lieu d'application des nutriments* :
* Les différentes sources diffèrent dans la rapidité de libération de leurs nutriments, ce qui influence le bon moment pour l'application. Par exemple, les sources organiques comme le fumier libèrent les nutriments plus lentement que les sources minérales comme les engrais. Par conséquent, les sources organiques doivent être appliquées quelques semaines avant la plantation pour s'assurer que les nutriments sont disponibles lorsque les cultures sont plantées, tandis que les sources minérales peuvent être appliquées à la plantation.
* Le taux d'application influence également le bon moment pour appliquer les engrais. Par exemple, des taux d'application élevés pour des nutriments comme l'azote qui se perdent facilement dans le sol nécessitent plus d'une application. Ainsi, la quantité totale à appliquer est divisée en plus petites quantités afin de réduire les pertes de nutriments appliqués et d'assurer une utilisation plus efficace des nutriments.
* L'endroit où les nutriments sont appliqués influe également sur le moment opportun. Par exemple, l'application de nutriments sur les feuilles des plantes (applications foliaires) permet une absorption rapide des nutriments par les plantes. Les agriculteurs.trices peuvent donc effectuer des applications foliaires au moment exact où les plantes ont besoin de nutriments. En revanche, l'application d'engrais sur le sol nécessite plus de temps pour l'assimilation des nutriments et doit donc être effectuée quelques jours avant la période d'assimilation souhaitée.
* *Faites correspondre le moment de l'application des nutriments avec la demande en nutriments des plantes* : La plupart des cultures absorbent lentement les éléments nutritifs au cours des premiers stades de croissance, et l'absorption des éléments nutritifs augmente lorsque la culture se développe rapidement, et diminue lorsque la culture arrive à maturité. Ceci est particulièrement important pour les cultures céréalières comme le maïs, le blé et le teff, où les applications d'azote doivent correspondre aux principaux stades de croissance. Par exemple, dans le cas du blé et du teff, l'application d'un terreau riche en azote au début du labourage permet d'améliorer l'absorption de l'azote et d'augmenter le rendement. Pour le riz, une application fractionnée consistant en un épandage d'engrais riche en azote au début du labourage, puis à l'initiation de la panicule, permet d'améliorer l'absorption de l'azote et d'augmenter le rendement.
* *Minimiser le risque de pertes d'éléments nutritifs :* Les applications d'engrais doivent être programmées de manière à réduire le risque de perte d'éléments nutritifs dans le sol. Par exemple, les éléments nutritifs tels que l'azote se perdent facilement lorsqu'ils sont appliqués pendant de fortes pluies, il faut donc éviter les applications pendant ces périodes.
* *Autres considérations importantes* : Le moment de l'application des éléments nutritifs doit également tenir compte des conditions du champ et de la météo. Les points à prendre en compte sont les suivants :
* La disponibilité de la main-d'œuvre : Pour utiliser la main-d'œuvre disponible le plus efficacement possible, l'application d'engrais doit être effectuée en même temps que d'autres opérations sur le terrain qui se déroulent habituellement à peu près au même moment. Par exemple, l'engrais nécessaire à la plantation peut être appliqué lorsque les graines sont semées afin d'utiliser la main-d'œuvre désignée pour la plantation de la manière la plus efficace.
* Disponibilité des engrais en temps voulu : Pour s'assurer que les nutriments peuvent être appliqués au bon moment, achetez les engrais bien avant l'application.
* Les conditions météorologiques : Par exemple, l'épandage d'engrais azotés doit être effectué lorsque les sols sont humides mais pas très mouillés. Il faut éviter de l'effectuer lorsque les sols sont secs et lors de fortes pluies afin de minimiser les pertes et d'assurer une absorption efficace.

**4. Le bon endroit**

***Le bon endroit*** consiste à ajouter des nutriments au sol à l'endroit où les cultures peuvent le plus facilement y accéder. Un bon placement des nutriments permet à une plante de bien se développer et d'obtenir des rendements élevés.

Pour la plupart des cultures, le bon endroit est la zone des racines ou juste en amont du système racinaire qui avance. La majeure partie de l'absorption des nutriments se fait par le système racinaire, donc placer les nutriments dans la zone des racines maximise la probabilité d'absorption par la plante. (15)

Voici les facteurs à prendre en compte pour décider du bon endroit où appliquer les engrais :

* *La source, le taux et le moment de l'application des nutriments :*
* La source de l'élément nutritif a des répercussions sur le bon endroit. Par exemple, le fumier est mieux appliqué par épandage et incorporation dans le sol, tandis que les engrais minéraux sont mieux adaptés aux applications ponctuelles près des trous de plantation.
* Le taux d'application des nutriments influe également sur le bon endroit. Lorsque de grandes quantités d'engrais sont disponibles, l'épandage à la volée peut être effectué. Mais avec de petites quantités, l'application en bandes ou l'application ponctuelle est préférable.
* Le moment de l'application des éléments nutritifs influence également le bon endroit. Par exemple, lors de l'épandage basal sur le maïs au moment de la plantation, l'engrais doit être appliqué dans le trou de plantation près de l'endroit où les graines seront plantées. Mais lors de l'épandage de surface, l'engrais doit être appliqué dans de petits trous proches de la plante.
* *Tenez compte de l'endroit où poussent les racines des plantes* : Les différentes cultures ont des systèmes d'enracinement différents. Par exemple, le maïs a des racines profondes et étroites, alors que les haricots ont des racines courtes et larges. Tenez compte des racines de la plante lors de l'application d'engrais pour vous assurer que les racines peuvent facilement absorber les nutriments appliqués.
* *Mouvement des nutriments dans le sol :* La bonne méthode d'application des engrais et le bon endroit pour les appliquer doivent tenir compte de la facilité de mouvement (mobilité) des nutriments dans le sol. Les éléments nutritifs peu mobiles, comme le phosphore, doivent être concentrés dans des bandes ou des trous proches de la plante pour améliorer leur disponibilité pour les plantes.

Il existe quatre méthodes principales d'application ou de placement des engrais :

a) *L'épandage à la volée* : Application uniforme d'engrais à la surface d'un champ. Les principaux faits liés à l'épandage à la volée sont les suivants :

* Elle convient aux cultures à semis dense comme le blé et le teff.
* Elle convient également pour augmenter le niveau de fertilité de toute la couche de labour. \*
* Elle peut être réalisée à la main ou à l'aide d'un équipement d'application d'engrais.
* Qu'il soit réalisé à la main ou à l'aide d'un équipement, l'épandage doit être aussi uniforme que possible.
* En cas d'épandage à la volée, l'engrais doit être incorporé au sol par le biais du labourage ou de l'enfouissement.
* L'épandage à la volée est facile à mettre en œuvre et nécessite peu de main-d'œuvre.

b) *Bandes* : Placement d'engrais en bandes ou en sillons à 5-8 cm sous la surface du sol. Les faits clés liés à l'épandage en bandes sont les suivants :

* L'épandage en bandes convient lorsqu'il faut placer les engrais près des rangs de plantation.
* L'épandage en bandes convient également aux cultures plantées en rangs relativement espacés mais avec de petits espaces entre les plantes, par exemple les haricots et les lentilles.
* L'épandage en bandes est une méthode efficace pour les sols qui fixent le phosphore. \*
* Pour assurer une distribution uniforme pendant le banderolage, appliquer des quantités égales d'engrais dans chaque rangée de banderolage en divisant le nombre de rangées de plantation par la quantité totale d'engrais à appliquer pour déterminer la quantité d'engrais pour chaque rangée.
* Pendant le banderolage, l'engrais doit être placé sous ou à côté des graines et recouvert de terre pour éviter tout contact direct entre les graines et l'engrais.

c) *Application ponctuelle* : L'application de petites quantités d'engrais à proximité de chaque trou de plantation pendant ou après la plantation. Les principaux faits liés à l'application ponctuelle sont les suivants :

* Elle convient aux cultures très espacées comme le maïs.
* C'est la méthode la plus efficace pour de petites quantités d'engrais.
* Pour assurer une distribution uniforme de l'engrais lors de l'application ponctuelle, utilisez de petits godets à dollop de différentes tailles qui facilitent l'application de quantités égales par trou de plantation.
* Si vous ne disposez pas de gobelets, utilisez des bouchons de bouteille ou des cuillères à café.

d) *Application en profondeur* : Placer les granules d'engrais à 5-10 cm sous la surface du sol à la main ou avec des applicateurs spécialement conçus. Les principaux faits relatifs au placement en profondeur sont les suivants :

* Le placement en profondeur est une méthode efficace pour appliquer des engrais azotés au riz paddy.
* Les engrais à base d'urée peuvent être comprimés en gros granulés de 1 à 4 g qui conviennent mieux à l'application en profondeur que les granulés d'engrais normaux.
* L'application d'engrais par le biais d'un placement profond est plus coûteuse que les autres méthodes de placement en raison de :
* Le coût plus élevé des granulés d'engrais.
* La demande plus élevée de main-d'œuvre.
* L'équipement spécialisé requis.

**Définitions clés**

*Fertilité* : La capacité du sol à fournir aux plantes en croissance les éléments nutritifs nécessaires à une bonne croissance et à des rendements élevés.

*Engrais* : Éléments nutritifs organiques ou minéraux qui augmentent l'apport de nutriments minéraux essentiels aux plantes dans le sol, ce qui profite directement à la croissance des plantes.

*Bourrage* : La flexion des tiges des cultures céréalières près du sol, ce qui les rend très difficiles à récolter et peut réduire considérablement le rendement.

*Nutriment* : Substance utilisée par un organisme pour survivre, croître et se reproduire.

*Matière organique* : Matière composée de composés organiques provenant des restes d'organismes tels que les plantes et les animaux et de leurs déchets. La matière organique du sol est la composante de la matière organique du sol.

*Indice P (indice de phosphore)* : Outil d'évaluation des risques qui aide à quantifier le potentiel de ruissellement du phosphore d'un champ et à cibler les zones critiques de perte potentielle de phosphore auxquelles il faut accorder une plus grande attention.

*Fixation du phosphore* : Processus par lequel le phosphore appliqué au sol réagit avec d'autres minéraux pour former des composés insolubles et devient indisponible pour l'absorption par les cultures.

*Couche de labour :* Couche supérieure du sol qui est généralement travaillée lors du labourage.

*Agrégats du sol* : Le sol est une combinaison de particules primaires - sable, limon et argile. Ces particules peuvent être liées entre elles pour former des " agrégats ", c'est-à-dire des amas de terre de taille variable.

*Soluble* : Capable d'être dissous, en particulier dans l'eau.

*Volatilisation* : Processus par lequel une substance dissoute dans un liquide est vaporisée pour devenir un gaz.

**Remerciements :**

Contribution de : Neo Brown, Expert en médias et communication, Addis Abeba, Ethiopie

Révisé par : Samuel Njoroge, Gestionnaire de programme - 4R Nutrient Stewardship, African Plant Nutrition Institute, East & Southern Africa Region, Nairobi, Kenya.

**Entretiens**

Nebiyu Yetsedaw, agent de projet national, Radios Rurales Internationales-Éthiopie, 10 avril 2021 par téléphone.

Shewaye Derib Woldeyohannes, Directeur de programme, Ethio-Wetlands, 23 avril 2021 par téléphone.

Abayneh Mekonnen, Coordinateur du projet Wereda à Minjar Shenkora (région d'Amhara), 23 avril 2021 par téléphone.

**Où puis-je trouver d'autres ressources sur ce sujet?**

1. 3M Future Wise, undated. *Advantages of applying fertilizers to the land*. [http://www.3m.com/intl/IE/3MFutureWise/geography-farm-9-2-answers-fertilisers.htm](about:blank)
2. 4R Learning Module 1 – Right Source
3. 4Rs Module 2 – Right Rate
4. 4Rs Module 3 – Right Place & Time
5. Belay, F., and Oljira, A., 2016. Gender Role in Agricultural Activities in Ethiopia: Country Review. *Journal of Culture, Society, and Development* Vol. 22. [https://core.ac.uk/download/pdf/234691181.pdf](about:blank)
6. BYJU’S, undated. *Fertilizers*. [https://byjus.com/biology/fertilizers/#:~:text=Fertilizers%20are%20chemical%20substances%20supplied,nitrogen%2C%20potassium%2C%20and%20phosphorus](about:blank#:~:text=Fertilizers%20are%20chemical%20substances%20supplied,nitrogen%2C%20potassium%2C%20and%20phosphorus)
7. Farm Radio International, 2020. *Backgrounder: Organic fertilizers*. [http://scripts.farmradio.fm/radio-resource-packs/farm-radio-resource-pack-116/backgrounder-organic-fertilizers/](about:blank)
8. Carlson, C., undated. *Potassium Compounds Used In Potash Fertilizer Production On The Rise*. FEECO International. [https://feeco.com/potassium-compounds-used-in-potash-fertilizer-production-on-the-rise/#:~:text=Potassium%20chloride%20(KCl)%2C%20also,potassium%20compound%20in%20fertilizer%20production](about:blank#:~:text=Potassium%20chloride%20(KCl)%2C%20also,potassium%20compound%20in%20fertilizer%20production)
9. Morris. M, et al, 2007. *Fertilizer Use in African Agriculture: Lessons Learned and Good Practice Guidelines.* World Bank.[https://documents1.worldbank.org/curated/en/498591468204546593/pdf/390370AFR0Fert101OFFICIAL0USE0ONLY1.pdf](about:blank)
10. Gebre, G. G., et al, 2021. Gender differences in agricultural productivity: evidence from maize farm households in southern Ethiopia. *GeoJournal* 86: 843-864. [https://link.springer.com/article/10.1007/s10708-019-10098-y](about:blank)
11. Gupta, R. K., et al, 2008. Soil Solution. In *Encyclopedia of Soil Science*, 8th edition. [https://link.springer.com/referenceworkentry/10.1007%2F978-1-4020-3995-9\_555](about:blank)
12. Henin, U., undated. *How to create a prescription map for variable-rate seeding*. OneSoil. [https://blog.onesoil.ai/en/how-to-create-a-variable-rate-seeding-prescription#:~:text=Variable%2Drate%20seeding%20means%20we,rate%20seeding%20is%20financially%20advantageous](about:blank" \l ":~:text=Variable%2Drate%20seeding%20means%20we,rate%20seeding%20is%20financially%20advantageous)
13. Hochmuth, G., Mylavarapu, R., and Hanlon, E., 2018. *The four Rs of fertilizer management*. University of Florida Extension. [https://edis.ifas.ufl.edu/publication/SS624](about:blank)
14. Hoorman, J. J., undated. *Role of Soil Bacteria*. Ohioline. [https://ohioline.osu.edu/factsheet/anr-36#:~:text=Bacteria%20perform%20many%20important%20ecosystem,particles%20together%20with%20their%20secretions](about:blank#:~:text=Bacteria%20perform%20many%20important%20ecosystem,particles%20together%20with%20their%20secretions)
15. International Fertilizer Association, undated. *Fertilizers and Climate Change.* [https://www.fertilizer.org/public/fertilizer\_Topics/Climate\_Change.aspx](about:blank)
16. Ministry of Agriculture and Natural Resources, 2018. Guideline for Conservation Agriculture (Amharic).
17. Rogers, E., 2019. *The 4R's of Nutrient Management*. Michigan State University Extension. [https://www.canr.msu.edu/news/the-4r-s-of-nutrient-management#:~:text=The%204R's%20of%20nutrient%20stewardship,on%20and%20in%20the%20field](about:blank#:~:text=The%204R's%20of%20nutrient%20stewardship,on%20and%20in%20the%20field)
18. Raimi, A., Adeleke, R., and Roopnarain, A., 2017. Soil fertility challenges and Biofertiliser as a viable alternative for increasing smallholder farmer crop productivity in sub-Saharan Africa. *Cogent Food and Agriculture*, Vol 3(1). [https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/23311932.2017.1400933](about:blank)
19. United Nations Environment Programme, 2020. *Fertilizers: challenges and solutions*. [https://www.unep.org/news-and-stories/story/fertilizers-challenges-and-solutions](about:blank)
20. YARA, undated. *Why is fertilizer important for feeding the world?* [https://www.yara.com/crop-nutrition/why-fertilizer/feeding-the-world/#:~:text=Fertilizers%20replace%20the%20nutrients%20that,absorbed%20and%20used%20by%20crops](about:blank#:~:text=Fertilizers%20replace%20the%20nutrients%20that,absorbed%20and%20used%20by%20crops)

*Cette ressource a été financée par la Cooperative Development Foundation-Canada et Fertilizer Canada avec l'aide financière d'Affaires mondiales Canada (GAC) qui met en œuvre le projet 4R-Nutrient Stewardship (4R-NSP).*