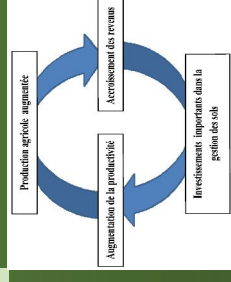




CATALIST

Catalyser l'Intensification Agricole Accélérée pour la Stabilité Sociale et Environnementale

PRINCIPES ET TECHNOLOGIES DE LA GESTION INTEGREE DE LA FERTILITE DES SOLS (GIFS)



FICHE TECHNIQUE 1



FICHE TECHNIQUE 1
PRINCIPES ET TECHNOLOGIES
DE LA GESTION INTEGREE
DE LA FERTILITE DES SOLS (GIFS)



AVANT PROPOS

Il est possible d'améliorer durablement la sécurité alimentaire et réduire la pauvreté par l'intensification agricole dans la sous-région des Grands Lacs Africains. IFDC, un Centre International pour la Fertilité des Sols et le Développement Agricole, a entrepris de relever ce défi à travers le projet CATALIST (Catalyser l'Intensification Agricole Accélérée pour la Stabilité Sociale et Environnementale).

Ce projet couvre le Rwanda, le Burundi et l'Est de la RD Congo (Provinces du Kivu). Il a opté pour une approche de **Gestion Intégrée de la Fertilité des Sols (GIFS)**, qui combine l'utilisation des engrais et des amendements à d'autres pratiques de protection et de conservation du sol. Cela permet d'augmenter le rendement des cultures tout en protégeant la base physique de l'environnement.

Dans le souci d'accélérer l'adoption de la GIFS, IFDC CATALIST a conçu 9 fiches techniques destinées aux agronomes et aux vulgarisateurs agricoles.

Les fiches 1 et 2 concernent les généralités sur la GIFS, les fiches 3 à 9 donnent des détails sur les technologies de base et les technologies complémentaires de la GIFS.

Les neuf fiches thématiques développées se complètent. En tant qu'agent de vulgarisation, nous vous recommandons de maîtriser leur contenu autant que possible.

Ci-après leur liste exhaustive :

- ♦ **Fiche 1**: Principes et technologies de la gestion intégrée de la fertilité des sols;
- ♦ **Fiche 2** : Pourquoi utiliser les engrais dans l'intensification agricole ;
- ♦ **Fiche 3** : Les éléments nutritifs des plantes et leur rôle ;
- ♦ **Fiche 4** : Les engrais minéraux : présentation, conditionnement et stockage;
- ♦ **Fiche 5** : Les facteurs qui influencent l'efficacité des engrais ;
- ♦ **Fiche 6** : Modes d'application des engrais et risques liés à leur utilisation ;
- ♦ **Fiche 7** : La gestion de l'acidité du sol ;
- ♦ **Fiche 8** : La gestion de la matière organique dans le sol ;
- ♦ **Fiche 9** : La lutte contre les maladies et les ravageurs des principales cultures;

Dans l'ensemble, l'intensification agricole dans notre sous-région est handicapée par une sous-utilisation des engrais et des amendements du sol. La fumure organique a longtemps été présentée comme la solution miracle aux problèmes de fertilité des sols, alors que si on veut augmenter significativement les rendements agricoles, sa disponibilité est de loin inférieure aux besoins.

En outre, les partisans de l'agriculture dite biologique entretiennent l'illusion que le non recours aux engrais minéraux dans l'agriculture revient moins cher que leur utilisation, alors que cette pratique conduit à un déficit alimentaire et à la dégradation des sols qui s'aggravent au fil des ans.

Seule une intensification agricole dans le cadre de la GIFS pourra permettre de renverser la tendance. Dans la perspective d'une augmentation durable de la production, les fiches techniques qui vous sont proposées constituent des outils précieux.

La présente fiche n° 1 traite des principes et technologies de la gestion intégrée de la fertilité des sols (GIFS).

TABLE DES MATIERES

AVANT PROPOS	1
1. QU'EST-CE QU'EST LA GIFS ?	4
2. OBJECTIFS DE LA GIFS	5
3. PRINCIPES DE LA GIFS	5
3.1. REDUCTION DES PERTES DE NUTRIMENTS	6
3.1.1. Sources de pertes de nutriments	6
3.1.2. Réduction des pertes de nutriments par érosion	6
3.1.3. Réduction des pertes dues au lessivage ou lixiviation	6
3.1.4. Réduction des pertes dues à la volatilisation.....	7
3.1.5. Réduction des pertes dues aux exportations par les résidus des récoltes	7
3.2. APPORT DES NUTRIMENTS	8
3.2.1. Apports organiques	8
3.2.2. Apport des engrais	9
3.3. AMELIORATION DE L'EFFICACITE DES APPORTS	10
4. LES TECHNOLOGIES DE LA GIFS	11
5. LE LIEN ENTRE LA GIFS ET L'UTILISATION DES ENGRAIS	12
6. CONCLUSION	13

1. QU'EST-CE QU'EST LA GIFS ?

La gestion intégrée de la fertilité des sols (GIFS) est le meilleur usage possible :

- des stocks de nutriments dans le sol ;
- des amendements locaux ,
- des engrais minéraux ;

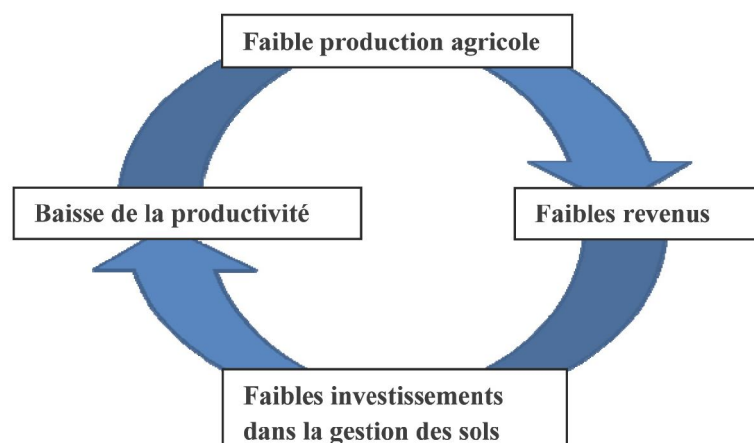
dans le but d'augmenter les rendements des terres tout en assurant l'amélioration et la durabilité de leur fertilité.

La GIFS est donc considérée comme le point d'entrée pour augmenter et améliorer de façon durable la productivité des terres. Elle augmente le rendement qualitatif et quantitatif, entraînant plus de bénéfices par rapport au travail fourni et les intrants utilisés pour la production. La GIFS est le moyen et/ou la base nécessaire de faire de l'intensification agricole une action durable par l'intégration de plusieurs technologies : utilisation des engrais, des amendements organiques et minéraux, utilisation des semences de qualité, lutte intégrée contre maladies et ravageurs, application des bonnes pratiques culturales (respect des dates de semis, lutte antiérosive, entretien des cultures, rotation culturale, irrigation et drainage, etc).

2. OBJECTIFS DE LA GIFS

La GIFS a pour objectif d'améliorer la productivité des sols par le maintien et l'amélioration de la qualité des sols, permettant ainsi d'augmenter la disponibilité des éléments nutritifs par une utilisation intégrée des engrais et des amendements (organiques et minéraux).

La demande pour une production agricole intensive dans la région des grands lacs africains s'accroît. Les effets combinés de la dégradation des sols (accentuée par le relief et le climat), de la croissance démographique et l'utilisation de techniques traditionnelles de production constituent de réelles contraintes dans la conquête de la sécurité alimentaire des populations.



Les moyens techniques pour briser ce cercle vicieux et assurer une production agricole durable existent. Il s'agit notamment d'éradiquer cette dégradation des sols et améliorer leur fertilité par une gestion intégrée.

3. PRINCIPES DE LA GIFS

La GIFS a pour principes le maintien et l'amélioration de la qualité des sols. Elle permet, par une utilisation intégrée des engrais et des amendements, d'augmenter la disponibilité des éléments nutritifs, de réduire le ruissellement et lessivage, favorisant ainsi l'augmentation des rendements et la protection de l'environnement.

La GIFS vise à :

- Réduire les pertes de nutriments;
- Apporter des nutriments et améliorer leur accessibilité ;
- Améliorer l'efficacité des apports de ces nutriments.

3.1. REDUCTION DES PERTES DE NUTRIMENTS

3.1.1. Sources de pertes de nutriments

Il y a plusieurs formes d'exportations non productrices de nutriments des sols:

- L'érosion hydrique (érosion en nappe, ravinement, glissement de terrain.....) ;
- Le lessivage ou lixiviation (entraînement de nutriments en profondeur) ;
- La volatilisation (azote et soufre) ;
- L'exportation par des résidus de récoltes / non recyclage des résidus de récolte sur la ferme.

3.1.2. Réduction des pertes de nutriments par érosion

L'érosion hydrique est la cause majeure de perte de nutriments. La mise en œuvre des techniques de conservation des sols et des eaux est d'une importance capitale, non seulement pour prévenir des pertes supplémentaires de nutriments, mais aussi pour maintenir en place un quelconque apport d'éléments minéraux.

Pour y parvenir il faut :

- Améliorer la couverture du sol (réduction de l'impact des gouttes de pluies sur le sol et le ruissellement) ;
- Augmenter la teneur en matière organique du sol (stabilité de la structure du sol) pour améliorer l'infiltration de l'eau de pluie ;
- Réduire la vitesse de ruissellement (mesure de conservation des eaux et des sols)

N.B. : Une bonne application des deux premières mesures diminue l'importance relative de la dernière, qui est la mesure la plus chère.

3.1.3. Réduction des pertes dues au lessivage ou lixiviation

Le lessivage des nutriments intervient quand l'eau qui percole à travers le profil du sol transporte des nutriments dissous au-delà de la rhizosphère. Dans ce cas, les nutriments sont considérés comme perdus pour les cultures. Ces pertes se produisent quand les précipitations excèdent l'évapo-transpiration et que le sol

présente un bon système de drainage. Le lessivage est d'autant plus important quand les sols sont sableux et perméables et que la pluviométrie est élevée. Il concerne en premier lieu les éléments minéraux azotés, en particulier sous leurs formes nitrates et les cations (potassium, calcium, magnésium).

Le rôle du lessivage dans la perte de nutriments est important. Sa réduction contribue à la durabilité des systèmes de production agricole et à l'efficacité de l'utilisation des engrais. En plus, la perte sélective des cations qui en découle, constitue une des causes de l'acidification du sol.

Les technologies pour réduire ces pertes sont :

- Améliorer la capacité du sol à retenir l'eau et les éléments nutritifs au niveau de la zone racinaire par les amendements organiques ;
- Faire remonter les éléments perdus en profondeur par lessivage à l'aide de l'agroforesterie;
- Les bonnes techniques culturales. Exemple : le fractionnement des doses d'engrais.

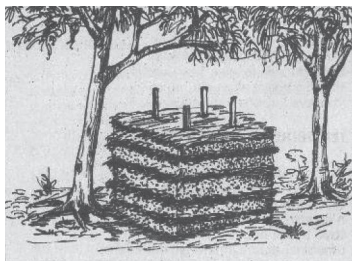
3.1.4. Réduction des pertes dues à la volatilisation

Les dégagements gazeux jouent un rôle important dans les exportations non productrices du soufre et de l'azote. Le soufre s'échappe essentiellement sous forme H_2S ou sous forme de composés réduits de H_2S . Pour le cas de l'azote, ce sont des processus comme la dénitrification et la volatilisation qui sont responsables des pertes gazeuses.

Pour réduire ces pertes, on préconise, en plus des technologies du paragraphe précédent, de ne pas brûler les sous-produits agricoles et les mauvaises herbes, d'éviter les feux de brousses et de pratiquer le zéro labour.

3.1.5. Réduction des pertes dues aux exportations par les résidus des récoltes

Les résidus de récolte peuvent être utilisés comme fourrage, énergie, comme matériaux de construction d'infrastructures diverses et de confection d'articles artisanaux. Dans ces différents usages, les résidus sont enlevés du champ. Les nutriments que les résidus contiennent sont perdus pour les champs d'où ils ont été exportés. Lorsque les conditions le permettent, il est toujours conseillé d'incorporer



Le compostage en tas

les résidus de récolte dans les champs ou de les recycler par les animaux ou par la production du compost.

En effet, les résidus de récolte contiennent beaucoup de nutriments dont le recyclage permet de restituer une partie des éléments exportés par les cultures.

La contrainte majeure de l'utilisation des résidus de récoltes se trouve dans la compétition pour leurs utilisations alternatives (alimentation du bétail, source d'énergie, artisanat, construction, etc). L'amélioration des pratiques agronomiques conduisant à une plus grande production de biomasse avec l'intensification agricole devrait permettre un retour plus important de résidus aux champs.

3.2. APPORT DES NUTRIMENTS

3.2.1. Apports organiques

Les ressources organiques comprennent du matériel d'origine animale ou végétale à différentes étapes de décomposition. Elles sont apportées au sol pour améliorer son statut minéral et ses propriétés physiques, chimiques et biologiques. Elles comprennent du fumier, des résidus de récoltes, les déchets ménagers, urbains ou industriels. La contribution des ressources organiques au bilan minéral du sol se fait à travers de la décomposition. Elle comprend des changements tels que la minéralisation qui permet de transformer l'organique en minéral ou l'immobilisation qui est le passage du minéral à l'organique.

Gérer les ressources organiques pour apporter au sol des nutriments consiste à faciliter la minéralisation tout en limitant l'immobilisation. Lorsque le rapport carbone-azote ou la teneur en lignine ou polyphénols des ressources organiques est élevée, leur application conduit à des risques d'immobilisation des nutriments du sol pour permettre la couverture des besoins des organismes présents en éléments minéraux. Une utilisation combinée de l'engrais avec les ressources organiques de faible qualité (rapport C/N élevé) est le plus souhaitable (voir détails dans la fiche technique 8).

Les apports de ressources organiques ont été souvent préconisés comme étant des moyens économiques à la portée des paysans, sans dommage écologique majeur pour l'environnement dans la gestion de la fertilité des sols.

Cependant, les sources traditionnelles de ressources organiques, i.e les résidus de récolte, fumier, compost, ne répondent pas aux besoins de l'agriculture intensive. Elles sont de quantités très limitées, de qualité médiocre (faible teneur d'éléments minéraux),

et leur apport sur les champs nécessite beaucoup de travail (Bremant et Sissoko, 1998¹), Il faut aussi noter que la production de ressources organiques nécessite des investissements en engrais minéraux. En effet, la production d'engrais verts, du fumier, des litières ou du compost requiert des éléments minéraux. Car sur des sols déjà déficients en nutriments, il est difficile de produire suffisamment de biomasse dont le recyclage pourrait permettre de couvrir les besoins des plantes. L'utilisation d'engrais s'impose alors.

3.2.2. Apport des engrais

Les systèmes de production agricole de la région se heurtent à la contrainte liée à la faible utilisation des engrais combinée au bilan nutritif le plus négatif du monde. Comme nous l'avons déjà souligné, cela entraîne les paysans dans un cercle vicieux de : pauvreté des sols ► faible rendement ► faibles revenus ► faible investissement ► pauvreté des sols. Sans utilisation d'engrais minéraux, les perspectives d'amélioration de la situation des systèmes de productions sont faibles, voire même inexistantes.

Apporter les nutriments par les engrais a comme avantage qu'ils contiennent ces nutriments en concentration bien supérieure qu'en cas de source organique. Il faut donc transporter des quantités moindres : pour assurer par exemple 75 kg d'azote, il ne faut que 163 kg d'urée ou 441kg de NPK, contre 7.5 tonnes de fumier sec ou 22.5 tonnes de fumier frais.

Seulement, pour des raisons environnementales et économiques, il est impératif de gérer avec efficacité les engrais. Les facteurs qui affectent l'utilisation efficace des engrais peuvent être globalement classés en facteurs sol, les facteurs plantes,

¹ : H. Bremant et K. Sissoko(Eds), 1998. Intensification agricole au Sahel. Edition Karthala, Paris. 996P.

les facteurs agrono-miques et les facteurs liés à la gestion des engrais eux-mêmes.

3.3. AMELIORATION DE L'EFFICACITE DES APPORTS

Pour améliorer l'efficacité des apports, il faut une gestion de deux facteurs suivants.

- L'efficacité des apports de nutriments est améliorée avant tout par la diminution des pertes. Ceci est valable aussi bien pour les apports minéraux que organiques. Mais c'est avant tout les amendements organiques qui servent ce but.
- L'accessibilité des éléments nutritifs menacée dans les sols acides et en acidification est corrigée par les amendements calciques. Les apports organiques contribuent de façon bien moindre.

Pour une bonne application de la GIFS, il faut tenir compte du chevauchement des deux facteurs.

N.B : Le rôle des apports organiques pour diminuer les pertes et améliorer l'accessibilité (comme amendement) s'oppose au rôle pour apporter les nutriments (comme engrais).

Les facteurs sols et environnementaux qu'il faut bien gérer sont :

- Fertilité initiale du sol : Les sols riches réagissent faiblement aux apports d'engrais.
- Texture et structure du sol : Les sols légers conduisent au lessivage (les éléments nutritifs s'infiltrent dans la profondeur du sol) alors que les sols lourds conduisent à la dénitrification (processus bactérien de respiration alternatif).
- PH, salinité/ alcalinité : La volatilisation de l'ammonium est plus importante sur sol calcaire et alcaline.
- Topographie : Les pertes de nutriments par ruissellement sont plus importantes sur des pentes prononcées.
- La distribution pluviométrique : Les pluies abondantes conduisent aux ruissellements et au lessivage.

En jouant sur ces facteurs ci-haut, la GIFS améliore ainsi l'efficacité des engrais.

4. LES TECHNOLOGIES DE LA GIFS

La GIFS repose notamment sur le principe clé suivant : utiliser les engrais en combinaison avec une amélioration et un maintien de la qualité de sol par des amendements (comme de la matière organique, la chaux et les phosphates naturels selon le cas) mène à une efficacité et une rentabilité élevées des engrais ainsi qu'une exploitation durable du sol.

Ce principe est à la base d'une série de technologies, qui cherchent à améliorer l'état de la matière organique du sol quantitativement et/ou qualitativement. L'utilisation des engrais est combinée avec les technologies suivantes:

- Le recyclage des sous-produits agricoles dans le sol sur la parcelle fertilisée où ils sont produits ;
- L'agroforesterie (utilisation de différentes combinaisons arbres-cultures)
- L'intégration des cultures et de l'élevage ;
- Les rotations de cultures, avec les légumineuses comme composante clé.

La première technologie est presque partout et toujours utile. L'exception est liée aux risques phytosanitaires. Il n'est pas sage de recycler par exemple les fanes de pomme de terre ou de tomate. Le choix des autres technologies dépend du contexte local. Par ailleurs, leur efficacité optimale est obtenue quand on les combine avec l'utilisation des semences améliorées et de bonnes techniques de production (semis en lignes, lutte phytosanitaire intégrée, ...).

Certaines conditions d'optimisation de ces technologies existent notamment :

- Utilisation des semences améliorées ;
- Bonnes techniques de production (semis en ligne, lutte phytosanitaire intégrée, entretien à temps des cultures, bonne gestion de l'eau en riziculture irriguée, ...)

En résumé, l'application de la GIFS implique la combinaison variable de technologies :

- La technologie de base qui est l'utilisation combinée des engrais minéraux et du recyclage des sous-produits agricoles, ainsi que le recours, en cas de besoin, à la chaux (pour corriger l'acidité du sol) ou aux phosphates naturels (pour assurer une accessibilité meilleure du phosphore);
- Les technologies complémentaires (pratiques culturales, lutte phytosanitaire intégrée, assolement, lutte antiérosive, semences de bonne qualité, etc...)
- Les technologies contextuelles
L'insertion des cultures fourragères ou des parcours améliorés dans un système mixte agriculture-élevage, du fumier, la rotation des cultures (entre autres avec les légumineuses), l'agroforesterie.

5. LE LIEN ENTRE LA GIFS ET L'UTILISATION DES ENGRAIS

L'utilisation combinée d'engrais minéraux et des amendements est la meilleure approche pour augmenter et maintenir la production. Les amendements organiques apportent aussi les nutriments. Elles améliorent la capacité de rétention en eau et en éléments nutritifs, réduisent l'érosion, augmentent l'infiltration, etc., et améliorent ainsi le taux de recouvrement des éléments nutritifs.

L'apport de ressources organiques et d'autres amendements par la GIFS permet une utilisation efficace des nutriments apportés sous forme d'engrais. En effet, les ressources organiques les plus efficaces de la GIFS ne sont pas celles qui apportent beaucoup d'éléments nutritifs. Ces derniers ont une minéralisation trop rapide et trop complète pour bien contribuer à l'amélioration de l'état de la matière organique du sol.

Les engrais minéraux disponibles dans la sous-région apportent essentiellement les éléments majeurs pour les cultures (N, P et K). Ces éléments sont nécessaires pour la croissance et la production des cultures. Les techniques de GIFS apportent les facteurs qui influencent l'efficacité des engrais et aident à éviter que d'autres éléments ne deviennent aussi rapidement déficients.

6. CONCLUSION

Il n'y a pas de véritable GIFS sans apport d'engrais. Les amendements seuls ne peuvent pas apporter les éléments essentiels à la satisfaction de la culture pour produire suffisamment et de façon durable. En effet, les amendements ne peuvent même pas compenser les exportations des éléments minéraux par la plante et autres pertes par érosion, lessivage, volatilisation, etc. De ce fait, l'intensification agricole passe par la promotion conséquente de la fertilisation et de l'entretien des sols.

Contacts d'IFDC CATALIST

Le projet CATALIST est basé à Kigali (Rwanda) avec des bureaux à Bujumbura (Burundi) et à Goma (RDC). L'organisation mère, IFDC, a son siège aux Etats Unis.

- Siège de l'IFDC** P.O. Box 2040
Muscle Shoals, Alabama 35662, USA
Tél. : +1 (256) 381-6600
Téléfax : +1 (256) 381-7408
Adresse électronique : general@ifdc.org
Site Internet : www.ifdc.org
- Au Rwanda** IFDC CATALIST Rwanda
730 – Kimihurura II / Gasabo
B.P. 6758 Kigali - Rwanda
Tél. : +250 255 10 42 11
Adresse électronique : ifdcrwanda@ifdc.org
Site Internet : www.ifdc-catalist.org
- Au Burundi** IFDC CATALIST Burundi
Rohero II
Avenue Bweru N°3
B.P. 1995, Bujumbura
Tél. : +257 22 25 78 75
Adresse électronique : ifdcburundi@ifdc.org
Site Internet : www.ifdc-catalist.org
- En RDC** IFDC CATALIST RDC
Avenue Basila N° 200/ Route du Musée/Himbi-Goma
Province Nord Kivu
Tél. : +243 998 625 515
Adresse électronique : ifdcrdc@ifdc.org
Site Internet : www.ifdc-catalist.org