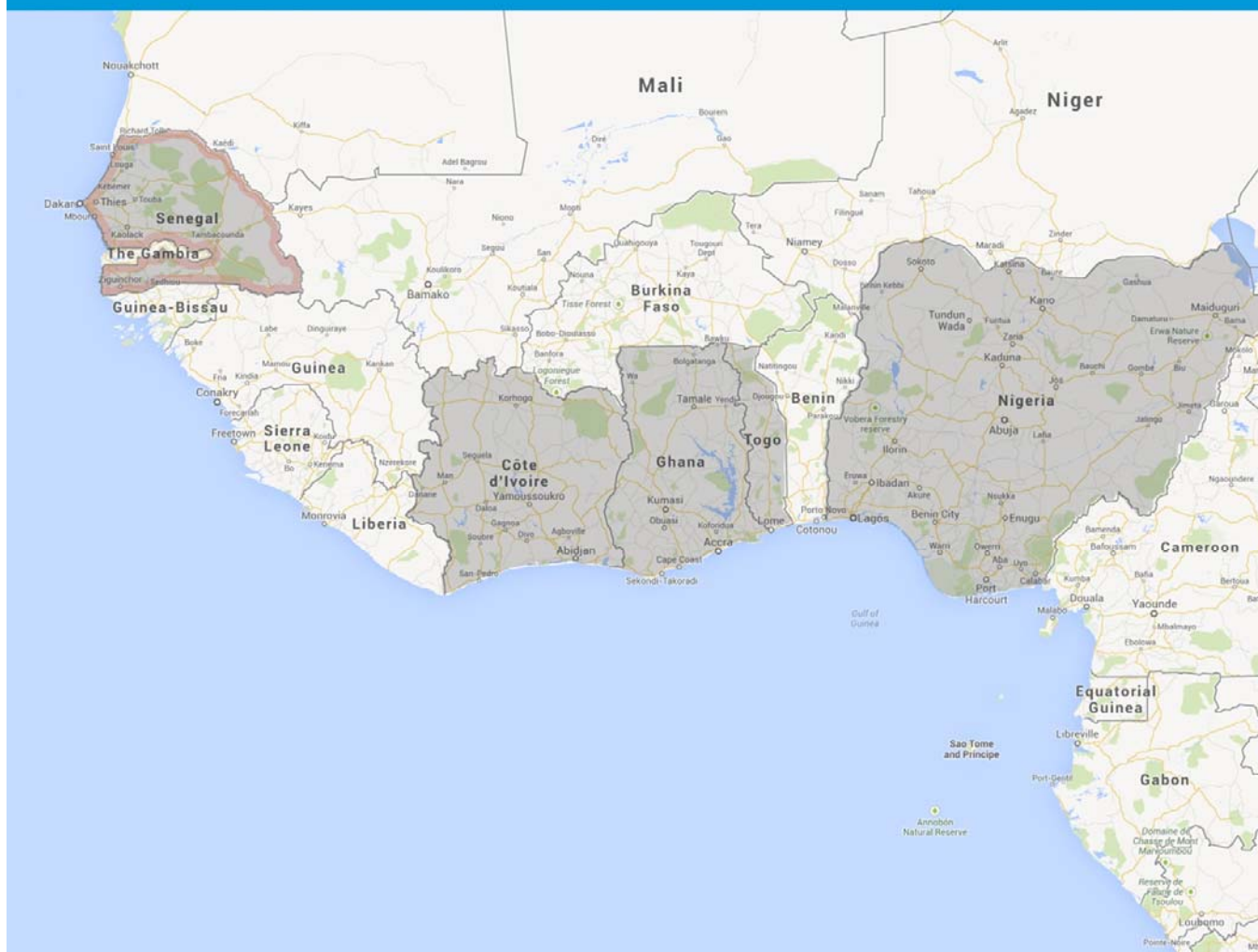


La qualité des engrais commercialisés en Afrique de l'Ouest : Evidence pour un contrôle renforcé

Rapport du SENEGAL



La qualité des engrais commercialisés en Afrique de l’Ouest : Evidence pour un contrôle renforcé

Rapport du Sénégal

**par Joaquin Sanabria, Georges Dimithe et
Emmanuel K.M. Alognikou**

Avec la collaboration de :

IFDC

Amit Roy
John Allgood
Peter Heffernan
Rick Austin

Au niveau du pays

Yacine Ndour Ndeye
Ibrahima Dieme

Rapport conjoint de la CEDEAO, de l’UEMOA et de l’IFDC
Août 2013

International Fertilizer Development Center

Avec l’appui financier de
Directorate-General for International Cooperation (DGIS)

Avant-propos

Un des éléments clés d'intégration des économies des Etats de l'Afrique de l'Ouest est le développement des marchés régionaux. Etant donné le rôle prépondérant que l'agriculture joue dans le développement de ces économies, le renforcement des marchés d'intrants et de produits agricoles est au cœur de l'intégration économique de l'Afrique de l'Ouest. Ceci est clairement énoncé dans la politique agricole de l'UEMOA adoptée en 2000 et, par la suite, réaffirmée dans celle de la CEDEAO en 2005. La libéralisation des économies nationales dans les années 1980 et 1990 visait à mobiliser la capacité du secteur privé à stimuler le développement économique à travers une plus grande participation dans les activités économiques. Beaucoup reconnaissent maintenant que, dans chaque pays, cela s'est fait sans une définition des "règles du jeu" et, dans la plupart des cas, sans une reconnaissance suffisante que les marchés nationaux sont de trop petites tailles pour attirer d'importants investissements du secteur privé pour combler le vide créé par le retrait du secteur public. Il n'est donc pas surprenant de voir émerger, dans tous les pays, la préoccupation concernant la qualité des produits mis en vente, en particulier les engrais.

Dans leurs efforts visant à faciliter le développement d'un marché régional des intrants agricoles, les Commissions de la CEDEAO et de l'UEMOA ont fait de l'adoption de cadres réglementaires régionaux pro-marché instituant le commerce et le contrôle de qualité des intrants agricoles, l'une des priorités dans la mise en œuvre de leurs politiques agricoles régionales. En ce qui concerne les engrais, ces efforts font aussi partie de la mise en œuvre de la stratégie régionale pour la promotion de l'utilisation des engrais adoptée par lesdites Commissions en 2006, à la veille du Sommet Africain sur les Engrais.

Le présent rapport est une contribution aux efforts nationaux et régionaux visant à intensifier l'utilisation des engrais minéraux et organiques, un intrant que les chefs d'Etats et de Gouvernements africains ont déclaré, lors du Sommet qui s'est tenu à Abuja en 2006, être "un produit stratégique dans la réalisation de la Révolution Verte en Afrique pour enrayer la faim". Le rapport rappelle également aux décideurs que, tout en favorisant une plus grande utilisation des engrais, il est tout aussi important d'en contrôler efficacement la qualité afin de promouvoir une concurrence loyale entre les vendeurs. Cela permettrait d'assurer que les agriculteurs obtiennent ce pourquoi ils ont dépensé leur argent car ils n'utiliseront les engrais que si ces derniers sont de bonne qualité. Enfin, l'étude servira de référence pour évaluer la performance du système de contrôle de qualité et de réglementation qui est en cours d'être instauré avec l'adoption du cadre régional.

Bien que de nombreuses personnes et organisations aient contribué à la conception et la réalisation de cette étude, le soutien, les conseils et la coopération des importateurs d'engrais et distributeurs d'intrants dans les pays cibles se sont avérés essentiels. De même, le soutien financier de DGIS à travers MIR Plus, un projet conjoint de la CEDEAO et de l'UEMOA mis en œuvre par l'IFDC, était tout aussi important. La Commission de la CEDEAO et l'IFDC sont très reconnaissants de ces soutiens.

Dr. Amit H. Roy
Président Directeur Général
IFDC

Dr. Marc L. Atouga
Commissaire chargé de l'Agriculture,
de l'Environnement et des Ressources en
Eau, Commission de la CEDEAO

Table des matières

	Page
Avant-propos.....	ii
Résumé du Rapport régional.....	vii
Introduction.....	1
Section 1. Méthodologie.....	4
1.1. Collecte de données et prélèvement des échantillons.....	4
1.1.1. Echantillonnage des distributeurs d’engrais.....	4
1.1.2. Echantillonnage aléatoire des engrais et collecte des données.....	5
1.2. Analyses chimique et physique des échantillons d’engrais.....	5
1.2.1. Choix du laboratoire.....	5
1.2.2. Analyse chimique des engrais.....	6
1.2.3. Analyse physique des engrais.....	6
1.3. Analyse et interprétation des données.....	8
1.3.1. Conformité de la teneur en éléments nutritifs.....	8
1.3.2. Vérification du poids des sacs.....	11
1.3.3. Evaluation des propriétés physiques des engrais.....	11
Section 2. Résultats et discussion.....	13
2.1. Répartition des échantillons d’engrais.....	13
2.2. Conformité de la teneur en éléments nutritifs.....	14
2.2.1. NPK de mélange 15:10:10.....	15
2.2.2. NPK de mélange 6:20:10.....	15
2.2.3. Urée.....	17
2.2.4. Autres engrais.....	17
2.3. Conformité du poids des sacs d’engrais.....	18
2.4. Facteurs influençant la teneur en éléments nutritifs.....	19
2.4.1. Caractéristiques des marchés et des distributeurs.....	19
2.4.2. Propriétés physiques des engrais.....	19
2.5. Engrais de contrefaçon.....	20
Conclusions et recommandations du rapport régional.....	21
Annexe A. Procédures de collecte des données, et de prélèvement et de réduction des échantillons d’engrais.....	24
Annexe B. Résumé des méthodes d’analyse chimique des engrais.....	31
Annexe C. Limites de tolérance de la CEDEAO concernant la teneur en éléments nutritifs des plantes et le poids des sacs d’engrais.....	35
Annexe D. Répartition géographique des échantillons prélevés au Sénégal.....	36

Annexe E. Résultats non-significatifs de l'analyse statistique des facteurs influençant la teneur en éléments nutritifs	37
---	----

Liste des tableaux

Tableau 1. Probabilité de non-conformité de la teneur en éléments nutritifs des engrais échantillonnés au Sénégal	14
Tableau 2. Nombre d'échantillons non conformes en termes de teneur en éléments nutritifs des engrais avec peu d'échantillons	18
Tableau 3. Probabilité de non-conformité du poids des sacs échantillonnés dans les cinq pays	18

Liste des figures

Figure 1. Méthodologie générale d'évaluation de la qualité des engrais commercialisés dans les pays de la CEDEAO	4
Figure 2. Répartition des échantillons d'engrais par produit au Sénégal	13
Figure 3. FEDFC de la conformité de la teneur en éléments nutritifs du 15:10:10 de mélange au Sénégal.....	14
Figure 4. FEDFC de la conformité de la teneur en éléments nutritifs du 6:20:10 de mélange au Sénégal.....	16
Figure 5. Prise en masse de l'urée et types de sacs d'engrais au Sénégal	19

Sigles

AGRA	Alliance pour une révolution verte en Afrique (<i>Alliance for a Green Revolution in Africa</i>)
AOAC	Association of Official Analytical Chemists (<i>Association des Chimistes Analytiques Officiels</i>)
CEDEAO	Communauté Economique des Etats de l’Afrique de l’Ouest (<i>Economic Community of West African States - ECOWAS</i>)
DAP	Phosphate diammonique (<i>Diammonium Phosphate</i>)
DGIS	(<i>Directoraat Generaal voor Internationale Samenwerking</i>) Directorate-General for International Cooperation / Direction Générale de la Coopération Internationale
ENTN	Somme des écarts négatifs des teneurs en éléments nutritifs (<i>Deviation from Total Nutrient Content - DTNC</i>)
EPD	Ecart du poids déclaré sur l’étiquette (<i>Departure from the Weight in the Label - DWL</i>)
ETEN	Somme de tous les écarts des teneurs en éléments nutritifs (<i>Departure from Total Grade -DTG</i>)
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (<i>Food and Agriculture Organization of the United Nations</i>)
FEDF	Fonction empirique de distribution des fréquences (<i>Empirical Frequency Distribution Function - EFDF</i>)
FEDFC	Fonction empirique de distribution des fréquences cumulées (<i>Empirical Cumulative Frequency Distribution Function - FEDFC</i>)
GADD	Ghana Agro-Dealer Development
GAEC	Ghana Atomic Energy Commission
ICP-OES	Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry
IFDC	International Fertilizer Development Center
IFPRI	International Food Policy Research Institute
kg	kilogramme(s)
LT	Limite(s) de tolérance (<i>Tolerance Limits - TL</i>)
MIR	Marketing Inputs Regionally
t	tonne(s)
NEPAD	Nouveau Partenariat pour le Développement de l’Afrique (<i>New Partnership for Africa’s Development</i>)
OMD	Objectif du Millénaire pour le Développement (<i>Millennium Development Goal - MDG</i>)
PDDAA	Programme Détaillé de Développement de l’Agriculture Africaine
PNB	Produit national brut (<i>Gross Domestic Product - GDP</i>)
ReSAKSS	Regional Strategic Analysis and Knowledge Support System
SA	Sulfate d'ammonium
SGS	Société Générale de Surveillance

SSP	Superphosphate simple (<i>Single Superphosphate</i>)
UEMOA	Union Économique et Monétaire Ouest Africaine (<i>West African Economic and Monetary Union</i>)
USA	United States of America

La qualité des engrais commercialisés en Afrique de l'Ouest : Evidence pour un contrôle renforcé

Rapport du Sénégal

Résumé du Rapport régional

Les Commissions de la Communauté Economique des Etats de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO) et de l'Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA) ont adopté un cadre juridique régional pour le contrôle de la qualité des engrais commercialisés en Afrique de l'Ouest. L'objectif principal de ce cadre est de sauvegarder les intérêts des agriculteurs contre les déficiences en éléments nutritifs, la contrefaçon, les déclarations fausses ou mensongères et les déficits en poids, ainsi que de contribuer à la création d'un environnement favorable à l'investissement privé dans l'industrie des engrais. Afin de déterminer les données de base pour l'évaluation de l'effectivité dudit cadre lorsqu'il sera mis en œuvre, les Commissions de la CEDEAO et de l'UEMOA ont initié, à travers le projet Marché d'Intrants Régional Plus (MIR Plus), une étude d'évaluation de la qualité des engrais commercialisés en Afrique de l'Ouest ainsi que les facteurs qui l'influencent.

L'étude a été conduite par des inspecteurs formés des services nationaux chargés de la réglementation des engrais dans cinq pays d'Afrique de l'Ouest – la Côte d'Ivoire, le Ghana, le Nigéria, le Sénégal et le Togo. La méthodologie d'échantillonnage a consisté en deux étapes. La première s'est focalisée sur l'obtention d'un échantillon aléatoire de 5 à 10% des distributeurs d'engrais dans chaque pays, soit à partir de cartes (Ghana et Nigéria) géo-référençant la localisation de chaque distributeur ou à partir de listes de distributeurs disponibles auprès des ministères de l'agriculture (Côte d'Ivoire, Sénégal et Togo). La deuxième étape a concerné le prélèvement des échantillons aléatoires d'engrais auprès de chacun des distributeurs sélectionnés. L'échantillonnage des engrais et leur prélèvement ont été réalisés selon un protocole convenu au préalable. En outre, des questionnaires pré-testés ont été utilisés pour documenter les conditions de stockage, les propriétés physiques des engrais et celles des marchés et des distributeurs.

Dans les cinq pays, un total de 2.037 échantillons d'engrais a été prélevé dans 827 points de distribution appartenant à des grossistes, au gouvernement et à des détaillants de taille diverse. La distribution de ces échantillons d'engrais est une bonne représentation de l'importance relative des différents produits dans les cinq pays. L'urée et l'engrais de mélange NPK 15:15:15 ont été les seuls produits prélevés dans chacun des cinq pays. L'urée, les produits complexes (NPK 15:15:15, NPK 16:16:16 et NPK 23:10:5), l'engrais de mélange NPK 15:15:15 et le sulfate d'ammonium représentent 79% des échantillons prélevés.

Les analyses chimiques des échantillons d'engrais ont porté sur la détermination de la teneur en éléments nutritifs primaires (azote total, phosphore assimilable et potassium soluble). Toutefois, la détermination de la teneur en éléments nutritifs secondaires (calcium, magnésium et soufre) a aussi été considérée, mais seule l'analyse de la teneur en soufre des échantillons de Sulfan prélevés au Ghana a été réalisée.

Des analyses statistiques ont été appliquées aux données sur les teneurs en éléments nutritifs, les propriétés physiques des engrais et celles des marchés et des distributeurs ainsi que les conditions de stockage, afin de déterminer la qualité des différents types d'engrais et d'évaluer les associations existant entre la qualité des engrais et les caractéristiques du marché, des distributeurs et des produits. Pour garantir leur validité, les analyses statistiques de la conformité de la teneur en éléments nutritifs ont été faites seulement pour les engrais comptant au moins 23 échantillons ; ce lot d'échantillons représentait 93% de tous les échantillons prélevés dans le cadre de cette étude. La conformité de la teneur en éléments nutritifs observée par rapport à celle déclarée sur l'étiquette a été évaluée sur la base des normes récemment adoptées par la CEDEAO.

L'analyse des engrais de mélange et des engrais complexes présente des cas de mauvaise qualité, mais ce problème est plus accentué pour les engrais de mélange

Les analyses chimiques effectuées ont montré que les engrais NPK de mélange présentent les cas les plus fréquents et les plus graves de mauvaise qualité par rapport aux engrais complexes. Plus précisément, 51% des 106 échantillons d'engrais de mélange 15:15:15 avaient des niveaux de déficiences en éléments nutritifs non conformes aux limites de tolérance nouvellement adoptées par la CEDEAO. De même, 86% des 90 échantillons d'engrais de mélange 20:10:10, 12% des 30 échantillons d'engrais de mélange 6:20:10, 96% des 27 échantillons d'engrais de mélange 15:10:10, 31% des 23 échantillons d'Asaase Wura (0:22:18+9CaO+7S+5MgO) et 26% des 27 échantillons de Cocoa Feed (0:30:20) ne répondaient pas aux normes de qualité prescrites par la CEDEAO.

En revanche, contrairement aux engrais de mélange, seulement 4% des 534 échantillons d'urée, 10% des 356 échantillons de l'engrais complexe 15:15:15, 16% des 162 échantillons de sulfate d'ammonium (21:0:0+24 S), 15% de l'engrais complexe 16:16:16, 1% des 103 échantillons de l'engrais complexe 23:10:5 et 4% des 90 échantillons de Sulfan (24:0:0+6 S) ne répondaient pas aux normes de qualité prescrites par la CEDEAO. Bien que le nombre d'échantillons non conformes observé parmi les produits complexes soit moins élevé que celui des produits de mélange, ces proportions restent élevées pour des produits importés. Ce résultat confirme les conclusions de l'évaluation de 1995 menée par l'IFDC en Afrique de l'Ouest et qui indiquait que 10 des 29 échantillons de l'engrais complexe NPK examiné étaient déficients en éléments nutritifs.

Sur les 10 échantillons de superphosphate simple (SSP) prélevés au Nigéria, 7 d'entre eux se sont révélés ne contenir aucune trace de P_2O_5 mais contenaient plutôt principalement du quartz (SiO_2). Les analyses chimiques et minéralogiques aux rayons X indiquent que ces échantillons sans phosphore étaient composés de matériaux douteux n'ayant pas les caractéristiques d'engrais qui étaient commercialisés comme du SSP.

Des comparaisons entre pays montrent des produits de qualités diverses

Les comparaisons faites entre la Côte d'Ivoire, le Ghana et le Togo pour l'engrais de mélange 15:15:15 et entre le Ghana, le Nigéria et le Togo pour l'engrais complexe 15:15:15 montrent une grande variabilité entre les pays. Globalement, la non-conformité de la teneur en éléments nutritifs de l'engrais de mélange 15:15:15 était plus élevée en Côte d'Ivoire (87%), suivie par celle du Ghana (42%) et du Togo (6%). Pour le complexe 15:15:15, la non-conformité de la teneur globale en éléments nutritifs était plus élevée au Nigéria (16%), suivie par le Ghana (10%) et par le Togo (3%). La faible proportion de non-conformité observée au

Togo peut être attribuée au fait que le Togo présente une faible variabilité dans les sources d'importation et a une chaîne de distribution relativement plus simple en raison du contrôle par l'Etat de l'importation et de la distribution.

Les déficiences en éléments nutritifs des produits de mélange ne sont pas simplement le fait de la ségrégation des granules

L'analyse a révélé que la principale cause des déficiences en éléments nutritifs contenus dans l'Asaase Wura est la répartition inégale des éléments nutritifs à l'intérieur des sacs d'engrais du fait de la ségrégation des granules. Les déficiences en éléments nutritifs sont également attribuées à la ségrégation des composants utilisés dans la moitié des échantillons de l'engrais de mélange 15:15:15, dans les deux tiers des échantillons de Cocoa Feed et dans le tiers des échantillons de l'engrais de mélange 6:20:10. Ces résultats suggèrent que le pourcentage élevé des cas de déficiences en éléments nutritifs peut être évité en utilisant, pour leur fabrication, des matières premières dont les granules sont de taille uniforme ainsi qu'un équipement et des procédures de mélange appropriés.

L'effet de la ségrégation est minime dans les produits de mélange NPK 15:10:10 et NPK 20:10:10 ayant les proportions les plus élevées d'échantillons non-conformes avec les normes de qualité de la CEDEAO. Ceci indique que le manque de conformité de la teneur en éléments nutritifs de ces produits est principalement causé par l'apport insuffisant de ces éléments nutritifs lors de leur fabrication. La réduction de la teneur en éléments nutritifs le long de la chaîne de distribution pourrait être un autre facteur explicatif, mais aucune preuve de tels cas n'a été documentée dans cette étude pour ces produits.

Les preuves de la contrefaçon des produits échantillonnés sont faibles

Les inspecteurs formés ont rapporté des preuves de contrefaçon sur 31 des 134 échantillons (23%) prélevés en Côte d'Ivoire, mais seulement sur 14 des 414 échantillons (3,4%) prélevés au Nigéria. Cependant, les seuls cas de contrefaçon avérés concernent les 7 échantillons de SSP du Nigéria dans lesquels il n'y avait aucune trace de P_2O_5 ni aucun minéral du phosphate naturel susceptible de contenir du phosphore. Bien que les pourcentages élevés d'échantillons déficients en éléments nutritifs observés dans certains NPK de mélange échantillonnés dans certains pays pourraient être interprétés comme une fraude intervenue lors de la fabrication ou le long de la chaîne de distribution, cette conclusion n'est pas soutenue par les conclusions de cette étude ; l'absence ou une mauvaise maîtrise des procédures de mélange et l'utilisation d'un équipement de mélange non approprié sont aussi des explications possibles.

Des sacs d'engrais déficients en poids sont courants sur le marché

Une analyse du poids de 1.055 sacs d'engrais échantillonnés dans les cinq pays indique qu'il y a 41% de chance qu'au Nigéria le poids du sac ne respecte pas la limite de tolérance de la CEDEAO, 28% de chance pour que cela soit le cas en Côte d'Ivoire, 13% au Sénégal, 12% au Ghana et 7% au Togo. Les raisons possibles de ce déficit pondéral des sacs sont des actes délibérés de fraude sur le poids ou le mauvais processus de contrôle au cours de l'ensachage de produits importés ou pendant le ré-ensachage le long de la chaîne de distribution.

Les caractéristiques du marché sont associées à la qualité des produits

Une association statistiquement significative entre les caractéristiques du marché et les catégories de qualité des engrais (bon ou mauvais) a été établie seulement pour l'engrais de

mélange 15:15:15. Ceci tient probablement de ce que ce produit a particulièrement été le seul à présenter suffisamment de variabilité pour les deux catégories “Mauvais” et “Bon” au sein des échantillons prélevés. Les marchés ruraux sont associés à un pourcentage significativement plus élevé (87,5%) d’engrais de “Bonne” qualité que les marchés urbains (56,5%). Les résultats des analyses statistiques montrent également un pourcentage significativement plus élevé d’engrais de mélange 15:15:15 de “Bonne” qualité dans les marchés permanents que dans les marchés périodiques. De même, on note une tendance à trouver un pourcentage significativement plus élevé de produits de “Bonne” qualité dans des marchés avec une forte concentration de distributeurs que dans ceux où les distributeurs sont isolés.

La détention d’un agrément et la connaissance des engrais important

Les analyses statistiques effectuées sur la teneur en éléments nutritifs de 106 échantillons de l’engrais de mélange 15:15:15 et les caractéristiques des distributeurs gérant les points de vente où ont été prélevés les échantillons révèlent que les distributeurs ayant “une bonne connaissance des engrais” sont plus susceptibles de vendre un pourcentage plus élevé de produits de “Bonne” qualité que ceux qui n’en ont pas. De même, les analyses faites sur les données de 624 échantillons d’engrais de mélange 15:15:15 et d’engrais complexes 15:15:15 et 16:16:16 montrent que les distributeurs titulaires d’un agrément de vente d’engrais sont plus susceptibles de vendre un pourcentage plus élevé d’engrais de “Bonne” qualité que ceux qui ne sont pas agréés. En outre, les analyses indiquent que les distributeurs qui vendent principalement des engrais aux grands exploitants agricoles sont plus susceptibles de vendre un pourcentage plus élevé de produits de “Bonne” qualité que ceux dont la clientèle est surtout composée de petits exploitants agricoles. Les grossistes vendent un pourcentage significativement plus élevé d’engrais de “Bonne” qualité que les détaillants.

Les propriétés physiques des engrais sont associées à la qualité des produits

L’évaluation qualitative de l’intégrité des granules (présence de particules fines et de poussières) a indiqué qu’au moins 50% des échantillons de tous les engrais de mélange avaient un taux moyen ou élevé de particules fines. De même, 80% des échantillons de l’engrais de mélange 15:10:10 ont montré un état poussiéreux élevé. Parmi les engrais complexes plus de 50% des échantillons de 16:16:16, 15:15:15, 23:10:5 et de Sulfan contenaient des particules fines à un degré moyen ou élevé. Paradoxalement, l’intégrité des granules s’est avérée plus faible pour l’engrais complexe 15:15:15 que pour le mélange 15:15:15. Malheureusement, le manque d’intégrité des granules a un impact négatif sur la qualité des engrais. La fréquence et la sévérité observées quant à la dégradation de granules peuvent être attribuées à la manipulation excessive des sacs d’engrais au cours de leur manutention manuelle et individuelle. On observe aussi une nette tendance des chaînes de distribution complexes (Nigéria et Ghana) à présenter des cas de dégradation granulaire plus fréquents et plus graves que les chaînes de distribution simples (Togo).

Comme l’on pouvait s’y attendre, l’étude a révélé une forte relation entre les niveaux élevés d’humidité et de prise en masse des engrais de mélange comme des engrais complexes. L’importance de la qualité de l’emballage a été mise en exergue par les conclusions de l’étude au Sénégal où 41% de l’emballage extérieur tissé ne disposaient pas de doublure intérieure en plastique et où 61% des échantillons d’urée présentaient des degrés "moyen" à "élevé" de prise en masse.

Parmi les propriétés physiques des engrais considérés dans l'étude, la teneur en humidité et la ségrégation ont chacune montré une relation significative avec la qualité de l'engrais (conformité de la teneur en éléments nutritifs) et ceci uniquement pour l'engrais de mélange 15:15:15.

La mise en œuvre effective du système de réglementation des engrais adopté par la CEDEAO est primordiale

Les résultats de l'étude suggèrent clairement que la mise en œuvre effective du système de réglementation des engrais de la CEDEAO devrait permettre d'assurer que les produits mis en vente sur le marché répondent à des standards de qualité élevés. En effet, le système impose un agrément obligatoire pour les distributeurs ainsi que l'inspection, le prélèvement des échantillons d'engrais aux points d'importation et tout le long de la chaîne de distribution, et leur analyse.

Une analyse économique de l'impact des problèmes de qualité des engrais pour les agriculteurs et les économies nationales est nécessaire

L'étude a révélé des fréquences élevées d'engrais de mauvaise qualité dans les pays cibles. Ces déficiences ont un effet direct sur les revenus des agriculteurs et sur l'économie nationale. L'analyse de l'impact de ces effets sera une contribution importante.

La nécessité de s'attaquer aux défis liés à la qualité des engrais de mélange

Le fait que les engrais de mélange présentent les cas les plus fréquents de mauvaise qualité suggère l'impérieuse nécessité d'identifier l'origine de ces problèmes de qualité et de proposer des solutions appropriées. En outre, il y a un besoin évident d'améliorer les connaissances de fabrication et l'équipement utilisé dans les unités de mélange.

Nécessité de développer les capacités des distributeurs d'intrants

Les résultats de l'étude suggèrent également la nécessité de former les distributeurs sur les bonnes pratiques de stockage et de manutention des engrais ainsi que sur leurs propriétés physiques et chimiques. De telles formations contribueront à réduire l'effet des propriétés physiques des engrais sur la qualité du produit.

La qualité des engrais commercialisés en Afrique de l'Ouest : Evidence pour un contrôle renforcé

Rapport du Sénégal

Introduction

A l'exception du Cap-Vert et, dans une moindre mesure, du Sénégal, le secteur agricole occupe une place prépondérante dans les économies nationales des pays membres de la Communauté Economique des Etats de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO).¹ L'agriculture représente 25 à 65% du produit intérieur brut (PIB). Elle occupe en moyenne 40 à 77% de la population active, constituant ainsi la principale source d'emplois et de revenus pour la majorité de la population. En outre, il génère jusqu'à 66% des recettes d'exportation dans de nombreux pays et sa croissance stimule la demande dans les autres secteurs économiques.

Une évaluation des performances, réalisée par le Regional Strategic Analysis and Knowledge Support System (ReSAKSS) en 2009, montre qu'en Afrique de l'Ouest plus de la moitié de 1% de la réduction de la pauvreté aux niveaux national et rural peut être attribuée à la croissance du secteur agricole. Par conséquent, le secteur agricole est la pierre angulaire de toute stratégie visant la sécurité alimentaire et la réduction de la pauvreté dans la région, en particulier pour la population rurale. Ce secteur est malheureusement caractérisé par une faible productivité de la majorité des exploitations, surtout en ce qui concerne les cultures vivrières. Ce faible niveau de productivité provient en grande partie du fait que les éléments nutritifs prélevés du sol par les plantes n'y sont pas suffisamment restitués par des sources externes, ce qui conduit à un appauvrissement des sols déjà naturellement pauvres.²

En effet, la consommation d'engrais, estimée à 1.500.000 t/an au niveau régional, est faible et varie d'un pays à l'autre. Les engrais sont principalement utilisés sur les cultures de rente et dont le sous-secteur est organisé. L'offre des engrais est dominée par les importations, soit des matières premières qui souvent sont elles-mêmes des engrais qui sont mélangés localement pour produire des engrais NPK de mélange, ou des produits complexes granulés finis. Avec une moyenne de moins de 8 à 9 kilogrammes (kg) d'éléments nutritifs utilisés annuellement par hectare (ha) de terres arables, la consommation d'engrais en Afrique de l'Ouest est parmi les plus faibles du monde.

L'Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (FAO)³ estime que le taux moyen d'utilisation des engrais devrait augmenter des 8-9 kg/ha/an actuels à 23 kg/ha/an d'ici à 2015 pour atteindre l'objectif de croissance de 6% de la production agricole annuelle

¹ L'agriculture représente 12% du PIB du Cap Vert et moins de 18% de celui du Sénégal, comparé respectivement à au moins 65% et 51% de leur secteur tertiaire.

² Ces sols ont souvent été formés à partir de vieilles roches fortement lessivées. Leur capacité de charge tend à être très faible, en raison de la faible disponibilité soit de l'eau ou des éléments nutritifs (Roy, A.H., et J.H. Allgood. 1999. "IFDC's Experience in Development Programmes in Developing Economies with Special Reference to Africa", *FSSA Journal*).

³ FAO. 2004. "Fertilizer Development in Support of the Comprehensive Africa Agriculture Development Programme," 23ème conférence régionale, FAO.

qui a été fixé dans le Programme Détaillé de Développement de l'Agriculture Africaine (PDDAA), un cadre adopté en 2003 par le Nouveau Partenariat pour le Développement de l'Afrique (NEPAD). Selon le ReSAKSS⁴ et l'Institut International de Recherche sur les Politiques Alimentaires (IFPRI),⁵ même avec un taux de croissance annuelle de 6%, la majorité des pays ouest-africains n'atteindra pas le premier Objectif du Millénaire pour le Développement (OMD) qui est de réduire de moitié la pauvreté et la faim d'ici à 2015 ; de même une augmentation de la consommation d'engrais à 23 kg/ha/an d'ici à 2015 sera également insuffisante. Reconnaisant que l'utilisation des engrais est indispensable pour réaliser la Révolution Verte en Afrique, notamment en raison de la croissance rapide de la population, du taux d'urbanisation croissant et de la baisse de la fertilité des sols, les Etats membres de l'Union Africaine se sont engagés, lors du Sommet africain sur les engrais tenu en Juin 2006, "... à augmenter le niveau d'utilisation des engrais de la moyenne annuelle actuelle de 8 kilogrammes d'éléments nutritifs par hectare à au moins 50 kilogrammes par hectare d'ici à 2015."

En 2006, à la veille du Sommet africain sur les engrais et en collaboration avec l'Union Economique et Monétaire Ouest Africaine (UEMOA), la CEDEAO a adopté une stratégie en matière d'engrais⁶ avec pour objectif global de promouvoir l'augmentation et l'efficacité de leur utilisation en vue d'améliorer durablement la productivité agricole. Cette stratégie régionale repose sur quatre piliers ou objectifs spécifiques, à savoir :

1. L'amélioration de l'environnement physique pour une utilisation optimale des engrais.
2. L'amélioration de l'environnement institutionnel, réglementaire et commercial du marché régional des engrais.
3. La stimulation de la demande solvable.
4. La stimulation de l'offre.

Dans le cadre du deuxième objectif spécifique qui est l'amélioration de l'environnement institutionnel, réglementaire et commercial du marché régional des engrais, la CEDEAO se concentre sur la création de conditions favorables au développement du secteur des engrais. En effet, les marchés nationaux d'engrais de l'Afrique de l'Ouest sont sous-développés et trop étroits pour générer suffisamment de dynamisme et de compétitivité. L'expansion des marchés nationaux à la région de la CEDEAO à travers l'harmonisation des cadres réglementaires nationaux est susceptible de stimuler davantage d'investissements privés dans ce secteur. La mise en œuvre effective d'un cadre régional harmonisant les cadres réglementaires nationaux qui régissent la production et la commercialisation des engrais et instituant et organisant le contrôle de la qualité permettra de protéger les agriculteurs tout en rendant le commerce des engrais plus attrayant pour les investisseurs privés grâce à l'extension des marchés au-delà des frontières nationales et la stimulation d'une concurrence loyale avec des produits de qualité.

La libéralisation de l'importation et de la distribution des engrais dans plusieurs pays de l'Afrique de l'Ouest sans un contrôle approprié a conduit à de sérieux problèmes de qualité

⁴ Johnson, M., et al. 2008. "Regional Strategic Alternatives for Agriculture-Led Growth and Poverty Reduction in West Africa," Document de travail du ReSAKSS No. 22.

⁵ IFPRI. 2009. ECOWAP/CAADP Implementation: Agricultural Growth and Poverty Reduction Performance and Outlook Synthesis of National Agricultural Investment Programs.

⁶ ECOWAS. 2006. Stratégie Régionale de Promotion des Engrais en Afrique de l'Ouest.

des produits commercialisés dans la région. Ces problèmes pourraient entraver les efforts visant à accroître la productivité agricole et à restaurer ou maintenir la fertilité des sols. Il existe très peu d'études systématiques sur la qualité des engrais commercialisés en Afrique de l'Ouest. La plus récente,⁷ qui a été menée par l'IFDC, remonte à 1995. Elle a montré que, bien que les propriétés physiques des engrais commercialisés soient généralement acceptables, 43% des produits étaient déficients en éléments nutritifs et 58% avaient un déficit en poids. Cependant, l'étude n'a trouvé aucune preuve des formes habituelles de contrefaçon.⁸ Plusieurs cas confirment que ces problèmes persistent⁹ toujours et par conséquent, une grande quantité des engrais commercialisés en Afrique de l'Ouest est de mauvaise qualité. Ces problèmes de qualité vont s'aggraver si le marché continue à croître sans un contrôle approprié ; et de sérieux risques environnementaux peuvent également survenir. En revanche, seuls les produits de qualité peuvent permettre aux agriculteurs de maximiser le revenu de leur investissement et les encourager à continuer à utiliser les engrais.

L'urgence de l'adoption d'un cadre juridique régional est donc une priorité pour la CEDEAO et l'UEMOA dans le cadre de la mise en œuvre de la stratégie régionale de promotion des engrais adoptée en 2006. Pour soutenir le développement de ce cadre réglementaire régional et servir de base pour l'évaluation de son impact après son adoption et sa mise en œuvre, la CEDEAO et l'UEMOA ont initié en 2010, à travers le projet Marché d'Intrants Régional Plus (MIR Plus)¹⁰, une évaluation de la qualité des engrais commercialisés en Afrique de l'Ouest ainsi que les facteurs qui l'influencent.

Le présent rapport présente les principales conclusions de cette évaluation au Sénégal. Les comparaisons avec les autres pays impliqués dans cette étude ont été délibérément évitées. Toutefois, celles-ci sont mises en évidence dans le résumé de ce rapport, qui est le même que celui fourni dans le rapport régional¹¹ qui a été produit en utilisant avec les mêmes données pour fournir une perspective régionale de l'ampleur des problèmes de qualité des engrais commercialisés en Afrique de l'Ouest. Les conclusions et recommandations présentées dans ce rapport sont également semblables à celles publiées dans le rapport régional.

⁷ Cinty Visker, David Rutland et Kossi Dahoui. 1995. "The Quality of Fertilizer in West Africa (1995)," IFDC Miscellaneous Fertilizer Studies No. 13.

⁸ Il s'agit des formes suivantes: (a) changer l'apparence du produit ; (b) ajouter des substances "miracles" ; et (c) vendre un produit contrefait pur et simple. Ces problèmes se rencontrent habituellement au niveau de la vente au détail dans la chaîne de distribution. L'étude de 1995 a été uniquement réalisée au niveau des ports et auprès des grossistes.

⁹ Au Nigéria par exemple, des agriculteurs zimbabwéens dans l'Etat de Kwara se sont procuré des quantités importantes d'engrais NPK complexes (12-12-11, 20-10-10 et 15-15-15) en 2006. Les résultats d'analyse aux laboratoires du Zimbabwe et de l'Afrique du Sud ont montré que ces engrais contenaient plutôt respectivement les teneurs mesurées suivantes : 11,7-1,4-5,8 ; 16,2-1,3-3,8 et 15,5-1,38-7,2.

¹⁰ Le projet MIR Plus est un projet conjoint de la CEDEAO et de l'UEMOA mis en œuvre par l'IFDC avec comme objectif global de faciliter le développement d'un marché régional d'intrants agricoles en Afrique de l'Ouest, dans le cadre de l'appui à la mise en œuvre de leur politique régionale agricole.

¹¹ CEDEAO, UEMOA et IFDC. 2013. *La qualité des engrais commercialisés en Afrique de l'Ouest : Evidence pour un contrôle renforcé*. Publication Spéciale IFDC SP-42.

Section 1. Méthodologie

1.1. Collecte de données et prélèvement des échantillons

En Juillet 2010, une réunion de concertation a été tenue avec les partenaires techniques des services nationaux chargés du contrôle des engrais dans quelques pays de l’Afrique de l’Ouest (Côte d’Ivoire, Ghana, Nigéria, Sénégal et Togo). Le but était de déterminer les données à collecter et de discuter la méthodologie d’évaluation de la qualité des engrais commercialisés dans la région. La méthodologie d’échantillonnage schématisée dans la Figure 1 consiste en deux étapes : la première étant d’obtenir un échantillon aléatoire des détaillants ou distributeurs dans chaque pays et la deuxième, de prélever des échantillons aléatoires d’engrais dans chacun des magasins de stockage ou dépôts inclus dans l’échantillon des distributeurs sélectionnés lors de la première étape.

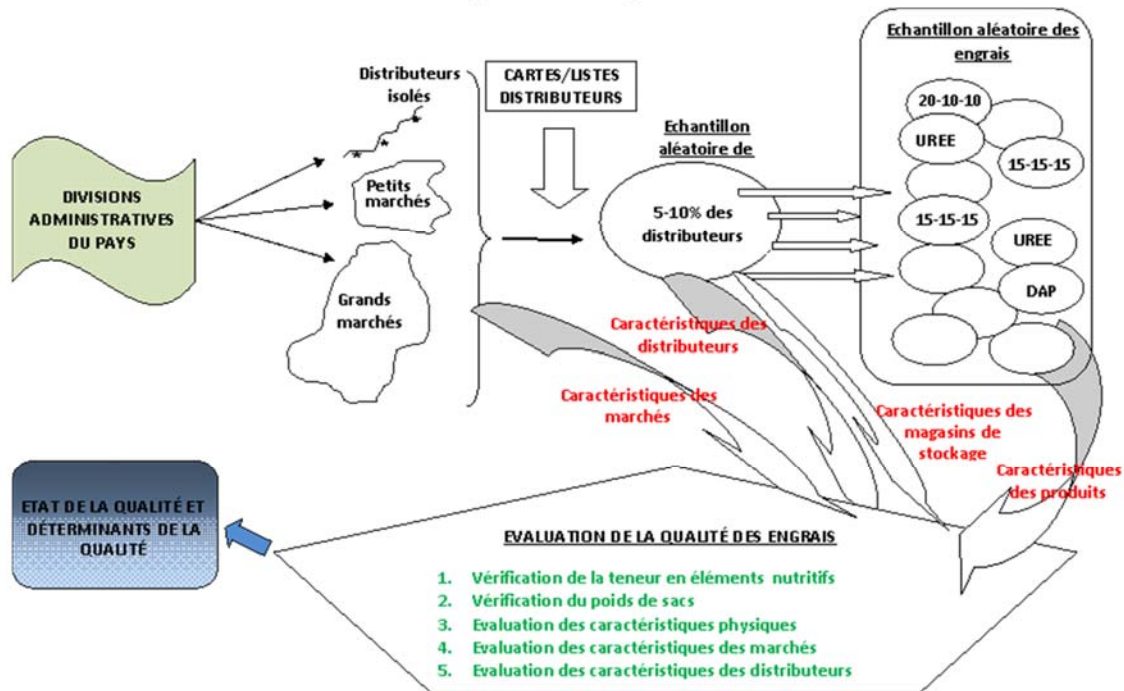


Figure 1. Méthodologie générale d’évaluation de la qualité des engrais commercialisés dans les pays de la CEDEAO

1.1.1. Echantillonnage des distributeurs d’engrais

Les données sur la localisation et les caractéristiques des marchés d’engrais ont été collectées dans les différentes régions administratives de chaque pays. Après l’identification et la caractérisation des marchés, un inventaire des distributeurs dans chaque marché a été fait, dans le but d’identifier et de délimiter la population de distributeurs à échantillonner. La définition de la population de distributeurs a été faite à partir de cartes¹² (au Ghana et au Nigéria où la localisation de chaque distributeur dans les différents marchés a été géo-référencée) ou de listes de distributeurs disponibles auprès des ministères de l’agriculture (en Côte d’Ivoire, au Sénégal et au Togo). Dans chaque pays, un échantillon de distributeurs a été obtenu par sélection au hasard de 5% à 10% des distributeurs. La sélection a été

¹² Ces cartes ont été faites dans le cadre de projets de développement des distributeurs, financés par l’Alliance pour une Révolution Verte en Afrique (AGRA) et mis en œuvre par l’IFDC.

soigneusement faite pour s'assurer que les mêmes schémas de répartition géographique s'appliquent aussi bien à l'échantillon qu'à la population des distributeurs d'engrais. La classification des distributeurs selon la taille du marché a été effectuée a posteriori lors de l'analyse des données.

1.1.2. Echantillonnage aléatoire des engrais et collecte des données

Lors des visites aux distributeurs faisant partie de l'échantillon, les équipes d'enquête ont relevé les caractéristiques des marchés et des distributeurs dans un questionnaire principal pré-testé (Tableau A.1 en Annexe A). Les enquêteurs ont échantillonné chaque type d'engrais trouvé dans le magasin ou dépôt du distributeur, et ceci selon des procédures spécifiques de sélection, de prélèvement, d'inspection et d'étiquetage de chaque échantillon d'engrais. Les caractéristiques de l'engrais échantillonné ont été relevées dans le questionnaire principal (Tableau A.1) et dans le questionnaire relatif aux caractéristiques physiques (Tableau A.2 en Annexe A). En plus du prélèvement des échantillons d'engrais chez chaque distributeur ou à chaque point de distribution sélectionné dans la première étape de la méthodologie, les inspecteurs ont relevé les informations suivantes dans le Tableau A.1 et le Tableau A.2 :

- les caractéristiques du marché (pays, état ou région, ville, type de marché, concentration des distributeurs, périodicité du marché),
- l'identification du distributeur et ses caractéristiques (propriétaire de l'engrais ou vendeur, connaissances sur les engrais, formation sur les engrais, détention d'un agrément, type de clients, statut et taille de l'entreprise),
- les caractéristiques de stockage (dimensions approximatives, aération, température, matériel de manutention des produits, utilisation de palettes, hauteur des piles, entretien général),
- les caractéristiques des engrais (type, catégorie de fournisseur, quantité en stock, type de sac, poids du sac, preuve de problèmes de qualité),
- l'évaluation qualitative des caractéristiques physiques (ségrégation, quantité estimée de matière inerte et impuretés, intégrité des granules [particules fines et poussières], prise en masse, teneur en humidité).

A chaque point de distribution visité, des échantillons d'engrais ont été prélevés, étiquetés et emballés selon le protocole d'échantillonnage décrit dans l'Annexe A. Les échantillons provenant d'un pays ou groupe de pays ont été acheminés vers un lieu central où ils ont été réduits à environ 100 g chacun à l'aide d'un diviseur à rifles (Figure A.4) pour la détermination au laboratoire de la teneur en éléments nutritifs.

1.2. Analyses chimique et physique des échantillons d'engrais

1.2.1. Choix du laboratoire

Des laboratoires ayant de l'expérience dans l'analyse des sols, des plantes, de l'eau et des engrais et opérant dans la région ont été envisagés pour l'analyse des échantillons d'engrais prélevés dans le cadre de cette étude. Sur la base des informations disponibles à l'IFDC et des expériences antérieures, deux de ces laboratoires ont été présélectionnés : le *SGS Environmental Laboratory* à Tema au Ghana et le laboratoire de *Ghana Atomic Energy Commission (GAEC)* à Accra. A la suite d'une visite effectuée dans les deux laboratoires par le personnel technique du projet MIR Plus, la démarche suivante a été retenue et utilisée pour la sélection finale du laboratoire qui sera chargé de l'analyse des échantillons.

1. Evaluation de la familiarité du laboratoire avec les modes opératoires et/ou son accord à les utiliser : Chaque laboratoire a reçu une copie du projet de manuel d'analyse que la CEDEAO était en train de faire adopter¹³ au bénéfice des Etats membres ; l'objectif était de déterminer si le laboratoire connaissait les modes opératoires décrits dans ledit manuel et était disposé à les utiliser. Les modes opératoires d'analyse décrits dans ce manuel sont basés sur les méthodes de l'Association des chimistes analytiques officiels (AOAC) et sont semblables à ceux utilisés dans le laboratoire de l'IFDC à Alabama aux Etats Unis qui avait été choisi comme laboratoire de référence pour cette étude.
2. Estimation par chaque laboratoire du temps qu'il mettrait pour exécuter l'ensemble des analyses : Pour le déterminer, il a été convenu que chacun des deux laboratoires devrait tenir compte du fait que les échantillons devaient être analysés par lots de 100-150 unités et devrait produire un rapport intérimaire à soumettre au personnel technique du projet à la fin de l'analyse de chaque lot ; la qualité des résultats conditionnerait le passage au lot suivant.
3. Estimation du coût total de l'analyse : Chacun des laboratoires a été invité à soumettre une offre financière au personnel technique du projet pour examen.
4. Phase test : Avant d'entreprendre l'analyse des échantillons, le personnel technique du projet a fourni à chacun des deux laboratoires cinq échantillons pour analyse en vue de tester leur familiarité avec les procédures. Ces échantillons comprenaient des produits NPK de mélange et NPK complexes (issus des échantillons de l'étude). Ils ont également reçu cinq produits fertilisants de teneurs en éléments nutritifs connues à l'avance et issus du Programme Magruder de contrôle des échantillons d'engrais (Magruder Fertilizer Check Sample Program).

Au terme de cette démarche, le *SGS Environmental Laboratory* de Tema a été retenu pour analyser les échantillons d'engrais. Ce laboratoire a utilisé les échantillons issus du Programme Magruder de contrôle des échantillons d'engrais comme standards pour valider-calibrer ses méthodologies.

1.2.2. Analyse chimique des engrais

Compte tenu des contraintes budgétaires, l'analyse chimique des échantillons d'engrais a prioritairement porté sur la détermination de leur teneur en éléments nutritifs primaires : azote total (N), phosphore assimilable (P_2O_5) et potassium soluble (K_2O). Cependant, quelques échantillons ont été retenus pour la détermination des éléments secondaires : calcium (Ca), magnésium (Mg) et soufre (S). La teneur en éléments nutritifs des échantillons a été déterminée en utilisant les méthodes analytiques qui sont résumées dans l'Annexe B.

1.2.3. Analyse physique des engrais

Dans chaque pays, avant l'enquête de terrain, le personnel technique du projet a formé les membres des équipes d'enquête sur l'évaluation qualitative des caractéristiques physiques des engrais décrits ci-dessous. Cette formation consistait à expliquer les concepts liés à chaque caractéristique physique et la façon d'utiliser l'échelle qualitative conçue pour chacune à cet effet. Les échelles qualitatives et le format de renseignement des caractéristiques des engrais sont présentés dans le Tableau A.2.

¹³ Le contenu technique de ce manuel avait déjà été validé par les experts des Etats membres de la CEDEAO dans le cadre d'un atelier régional. Il est actuellement en cours d'adoption par la Commission de la CEDEAO.

1.2.3.1. Ségrégation

La ségrégation est la séparation physique des granules de différents composants des engrais de mélange en raison de leur différence de taille. Une distribution non uniforme des composants des mélanges peut subvenir à la suite de secousses durant le transport et la manutention dans les magasins et dépôts. La ségrégation est le résultat de la migration de petites granules vers le bas entre les espaces laissés par les granules de plus grande taille. Plus les différences de taille des granules sont grandes, plus la possibilité de ségrégation est élevée. L'évaluation qualitative de la ségrégation dans les échantillons d'engrais a été faite dans cette étude selon l'échelle de classification suivante : aucune, faible, moyenne et élevée.

1.2.3.2. Intégrité des granules

L'intégrité des granules se réfère à la capacité des granules d'engrais de rester entières en résistant à l'éclatement ou à l'abrasion. Une mauvaise intégrité de granules peut être le signe d'un défaut de fabrication, d'une manutention excessive ou d'un vieillissement du produit. Dans cette étude, le manque d'intégrité des granules a été évalué par la quantification des particules fines (de taille plus petite que celle des granules d'origine) ainsi que la quantité de poussière.

Les particules fines sont définies comme étant la partie de l'échantillon qui semble, à l'œil nu, avoir des particules de plus petite taille que la majeure partie de l'échantillon. La détermination des particules fines a été faite par l'observation visuelle des échantillons et la classification de l'échantillon selon les catégories suivantes : aucune, faible, moyenne ou élevée.

L'état poussiéreux est défini comme étant la quantité de poussière visible au moment de transférer l'échantillon dans un sachet plastique à fermeture glissante ; elle peut être déterminée à partir de la quantité de poussière qui se dépose au fond du sachet plastique après agitation. Dans cette étude, l'état poussiéreux de l'engrais a été qualitativement classé selon les catégories suivantes : aucun, faible, moyen ou élevé.

1.2.3.3. Teneur en humidité

La teneur en humidité a été qualitativement évaluée par l'observation visuelle, le toucher et l'examen de la fluidité de l'échantillon d'engrais. Les engrais NPK ont tendance à devenir plus foncés que leur couleur d'origine lorsqu'ils absorbent l'humidité de l'atmosphère. Une teneur en humidité moyenne ou élevée d'un engrais peut être ressentie au toucher. De la même manière, les granules d'engrais ayant une teneur en humidité moyenne ou élevée ne s'écoulent pas librement ; ils peuvent s'encrasser dans la sonde. Pour préserver la teneur en humidité initiale, chaque échantillon a été conservé dans deux sachets plastiques parfaitement étanches. La teneur en humidité a été qualitativement mesurée selon les catégories suivantes : adéquate, moyenne ou élevée.

1.2.3.4. Prise en masse

La prise en masse se produit dans un engrais lorsque des granules individuels de cet engrais fusionnent pour former des agrégats plus gros. Dans les cas extrêmes de prise en masse, des sacs entiers peuvent devenir un seul corps solide. La prise en masse a habituellement lieu lorsque l'engrais entre en contact avec de l'eau ou s'il est stocké dans des conditions d'humidité relative élevée. La pression exercée par les sacs entassés les uns sur les autres constitue un autre facteur de prise en masse. Le degré de prise en masse a été qualitativement

mesuré dans cette étude par observation visuelle et au toucher des sacs d'engrais selon les catégories suivantes : aucune, faible, moyenne ou élevée.

1.2.3.5. Impuretés et matière inerte

Les impuretés sont des substances étrangères qui se mélangent avec l'engrais lors de procédés de fabrication défectueux ou à la suite de pratiques de gestion compromettant la qualité. Lorsque les produits sont répandus sur terre (une pratique utilisée par les petits détaillants pour les sécher, briser les agrégats ou faire des mélanges), ils peuvent être contaminés par le sol, les matières végétales ou d'autres matériaux. Il convient cependant de ne pas confondre la matière inerte avec les impuretés. La matière inerte constitue des substances ajoutées aux engrais pour aider à la répartition uniforme des éléments nutritifs dans un volume donné d'engrais. Les impuretés sont des substances étrangères mélangées avec l'engrais pendant les procédés de fabrication défectueuse ou à la suite de pratiques de gestion compromettantes vis-à-vis de la qualité. La matière inerte est présente en quantité relativement importante et a tendance à être répartie de façon uniforme dans l'ensemble du volume de l'engrais. Les impuretés sont présentes en petites quantités et leur répartition n'est pas uniforme.

De grandes quantités de matière inerte dans les engrais NPK de mélange peuvent être un signe de contrefaçon des produits. Généralement, les engrais NPK complexes granulés et les produits cristallins tels que l'urée, le sulfate d'ammonium, le KCl ne renferment pas de matière inerte ; la présence de matière inerte dans les sacs contenant ces produits peut constituer une preuve de contrefaçon. Dans cette étude, la présence de matière inerte et d'impuretés dans les engrais a été renseignée dans le questionnaire selon les catégories suivantes : oui ou non.

1.3. Analyse et interprétation des données

Les produits dont le nombre d'échantillons prélevés est inférieur à 23 ont fait l'objet d'une analyse descriptive. Pour les produits ayant au moins 23 échantillons, des méthodes d'analyses statistiques déductives ont été appliquées sur les données concernant la teneur en éléments nutritifs, les caractéristiques physiques, les caractéristiques des marchés et des distributeurs et les conditions de stockage, afin de déterminer la qualité des différents types d'engrais et d'évaluer les associations existant entre la qualité des engrais et ces caractéristiques. Les problèmes de qualité ont ensuite été interprétés comme résultant d'un défaut de fabrication, d'une mauvaise gestion ou de la contrefaçon. Les outils statistiques utilisés ont été appliqués séparément aux données de chacun des cinq pays et aux données agrégées de tous les pays.

1.3.1. Conformité de la teneur en éléments nutritifs

Les limites de tolérance (LT)¹⁴ adoptées par la CEDEAO pour un engrais simple exigent le respect de la conformité de la teneur en chaque élément nutritif par rapport au standard fixé (Annexe C). Pour les engrais NPK, la conformité de la teneur en éléments nutritifs pris individuellement et celle de la teneur en tous les éléments nutritifs pris ensemble sont toutes deux requises. Un engrais est considéré comme étant "déficient en éléments nutritifs" si l'écart de la teneur mesurée en un des éléments nutritifs au moins (par rapport à sa valeur déclarée) est inférieur à la LT de la teneur en chaque élément individuel et si la somme des

¹⁴ Le terme «limites de tolérance» désigne les variations tolérées inhérentes à la collecte, la préparation et l'analyse d'un échantillon d'engrais. Il n'inclut pas une provision pour des variations de fabrication.

écarts négatifs des valeurs mesurées de la teneur (ci-après dénommée écart total) en tous les éléments nutritifs est inférieure à la LT.¹⁵ Il est important de noter que cette somme des écarts des valeurs mesurées ne porte que sur les éléments nutritifs dont les teneurs mesurées sont inférieures à celles déclarées sur l'étiquette (écarts négatifs) ; aucune compensation par les éléments nutritifs dont la teneur est supérieure à celle déclarée n'est permise pour équilibrer la déficience en un autre élément nutritif. Par exemple, pour un échantillon de l'engrais 15:15:15 dont la teneur mesurée en N, P₂O₅ et K₂O est respectivement de 15 ; 13,8 et 14, seuls les écarts de la teneur en P₂O₅ et K₂O sont additionnés pour calculer la somme des écarts des valeurs mesurées de la teneur en tous les éléments nutritifs. Dans cet exemple, la somme des écarts des valeurs mesurées de la teneur en tous les éléments nutritifs est de -2,2.

L'analyse garantie¹⁶ pour le phosphate est mesurée en termes de phosphate assimilable qui est constitué par le phosphate soluble dans l'eau plus le phosphate soluble dans le citrate d'ammonium neutre ; l'analyse garantie pour l'azote est mesurée en termes d'azote total et celle pour le potassium, en termes de potasse soluble.

L'évaluation de la conformité de la teneur en éléments nutritifs est communément faite en comptant le nombre de cas ne respectant pas les normes fixées par la réglementation en vigueur. Cette approche a des limites par rapport à l'expression de la qualité en termes de probabilité et à l'évaluation des hypothèses impliquant différentes séries d'échantillons d'engrais. Alternativement, pour les variables continues telles que la teneur en éléments nutritifs pris individuellement, la somme des valeurs mesurées de la teneur en tous les éléments nutritifs, la somme des écarts des valeurs mesurées de la teneur en tous les éléments nutritifs ou le poids des sacs d'engrais, la fonction empirique de distribution des fréquences cumulées (FEDFC) est utilisée pour dégager les probabilités de la conformité ou de la non-conformité de la teneur en éléments nutritifs. La FEDFC permet d'observer et de tirer des conclusions sur le comportement de la population entière des valeurs individuelles de la teneur en éléments nutritifs (ou la somme des écarts des valeurs mesurées de la teneur en tous les éléments nutritifs) et dégager les probabilités de non-conformité de la teneur en éléments nutritifs par rapport à des limites de tolérance spécifiques ou à des intervalles de limites de tolérance. La FEDFC est également un outil précieux pour comparer le comportement des populations entières, comme c'est le cas lorsque l'on compare la conformité de la teneur en éléments nutritifs d'un produit spécifique de plusieurs pays ou plusieurs types de fabrication. Les valeurs de ces probabilités sont obtenues directement à partir de la représentation graphique de la FEDFC.

La FEDFC est représentée par une ligne ascendante continue dans un système de coordonnées où les teneurs en éléments nutritifs résultant de l'analyse chimique ou les différences de poids sont portées sur l'axe des abscisses et les fréquences cumulatives d'occurrence (%) sont portées sur l'axe des ordonnées (Figure 5, Annexe D). Les pointillés sur la FEDFC indiquent le pourcentage des échantillons correspondant aux valeurs mesurées de la teneur en azote total, en P₂O₅ assimilable ou en K₂O soluble ou au poids des sacs inférieurs de la LT. Les valeurs des probabilités sont obtenues directement en transformant le pourcentage de la fréquence en une valeur de probabilité variant entre 0 et 1.

L'évaluation de la conformité de la teneur en éléments nutritifs des engrais commercialisés dans l'espace CEDEAO a été faite sur la base des normes définies dans le Règlement adopté par ladite communauté économique et dont les limites de tolérance sont présentées en

¹⁵ Ces écarts se calculent comme suit: teneur mesurée - teneur déclarée.

¹⁶ L'analyse garantie pour un élément nutritif est le pourcentage de cet élément déclaré sur l'étiquette.

Annexe C. La non-conformité de la teneur en éléments nutritifs a été exprimée dans des énoncés de probabilité basés sur la procédure suivante :

- A. **La détermination de la probabilité de “non-conformité des teneurs en éléments nutritifs pris individuellement”** : p_N , p_P ou p_K (Tableau 1) est obtenue à partir de la FEDFC développée pour chaque élément nutritif contenu dans chaque engrais (Figures en Annexe D). Les FEDFC ont été élaborées à partir des limites de tolérance appropriées selon que l’engrais contient un seul élément nutritif ou plusieurs. Les valeurs obtenues à partir de la FEDFC sont exprimées en termes de probabilité comme suit :

$$P(\text{Teneur en éléments nutritifs mesurée} \leq x) = p$$

où $x = \text{Teneur en éléments nutritifs déclarée} - LT - 0,1$ et p est une probabilité dont la valeur est comprise entre 0 et 1.

Une teneur en éléments nutritifs est non-conforme lorsqu’elle a un déficit d’au moins $LT + 0,1$.

Exemple : L’énoncé de probabilité de non-conformité de la teneur en azote total d’un engrais 15:15:15 est $P(\text{Teneur en azote total mesurée} \leq 13,8) = p$

- B. **Le calcul de la probabilité que “la teneur en un élément nutritif au moins soit non conforme”** : $p_{(N+P+K)}$ (Tableau 1) s’obtient en faisant la somme des probabilités de la teneur en chaque élément nutritif obtenues lors de la première étape. Cette probabilité pour le NPK est la somme de la probabilité de non-conformité de la teneur en azote (p_N) plus la probabilité de non-conformité de la teneur en phosphore (p_P) plus la probabilité de non-conformité de la teneur en potassium (p_K). $p_{(N+P+K)} = p_N + p_P + p_K$. Lorsque la somme des probabilités de non-conformité de la teneur en éléments nutritifs pris individuellement est supérieure à 1, une probabilité égale à 1 est adoptée comme la probabilité de non-conformité de la teneur en un élément nutritif au moins.

- C. **Le calcul de la probabilité de “non-conformité de la somme des écarts négatifs des teneurs en tous les éléments nutritifs”** : p_{ENTN} (Tableau 1) a été obtenue à partir des FEDFC de la somme des écarts négatifs des teneurs en tous les éléments nutritifs (Figures en Annexe D) en utilisant l’expression suivante :

$$P(ENTN \leq -2,6) = p$$

où ENTN est la somme des écarts négatifs des teneurs en tous les éléments nutritifs et 2.6 est la LT pour la conformité de la somme des écarts négatifs des teneurs en tous les éléments nutritifs (soit 2,5 plus 0,1). On ajoute 0,1 parce que l’ENTN doit être inférieur à la LT pour qu’il soit non conforme.

- D. **Calcul de la probabilité de “non-conformité de la teneur globale en éléments nutritifs”** : p_{TGN} (Tableau 1 et Tableau 2) d’un engrais est obtenue à partir du produit de la probabilité de non-conformité de la teneur en un élément nutritif au moins et de la probabilité de non-conformité de la somme des écarts négatifs des teneurs en tous les éléments nutritifs : $p_{(N+P+K)} * p_{ENTN}$.

- E. **Calcul de la probabilité de ségrégation** : p_{SEG} (Tableau 1) des engrais de mélange a été obtenue à partir des FEDFC pour l’écart de la somme des teneurs en éléments nutritifs mesurées desdits engrais par rapport à la somme des valeurs déclarées (Figure E.1 et Figure E.2 en Annexe E), en utilisant l’expression $P(-2,5 \leq ETN \leq 2,5) = p$ où ETN

représente l'écart de la somme des teneurs en éléments nutritifs et 2,5 est la limite de tolérance de cet écart.

1.3.2. Vérification du poids des sacs

Avant le prélèvement des échantillons d'engrais dans chaque magasin ou dépôt inclus dans l'échantillon aléatoire de distributeurs, un échantillon de sacs d'engrais a été pris au hasard et chacun des sacs a été pesé individuellement pour la vérification du poids déclaré sur son étiquette. L'écart du poids des sacs obtenu par rapport à la valeur déclarée sur l'étiquette a été enregistré dans le questionnaire de l'enquête (Tableau A.1) et les données ont été utilisées pour construire la FEDFC par pays. Les graphiques des FEDFC montrent sur l'axe des abscisses les écarts du poids des sacs par rapport au poids déclaré sur l'étiquette (EPD) et sur l'axe des ordonnées, les fréquences cumulatives (%). Les probabilités pour l'EPSE ont été établies à l'aide de l'expression générale suivante :

$$P(\text{EPD} \leq -1,0) = p$$

La limite de tolérance adoptée par la CEDEAO pour l'écart du poids net par rapport à la valeur déclarée sur l'étiquette est de 1% du poids du sac. Pour des sacs de 50 kg, la tolérance est de 0,5 kg. Malheureusement, lors de la collecte des données, le poids des sacs a été enregistré sans décimale. Par conséquent, les probabilités de non-conformité du poids des sacs ont été déterminées en utilisant 1 kg comme le poids à partir duquel un sac d'engrais commence à être non conforme à la norme.

1.3.3. Evaluation des propriétés physiques des engrais

Compte tenu de la nature discrète des variables des propriétés physiques des engrais, les probabilités correspondant aux différentes catégories de propriétés physiques ont été obtenues à partir de la fonction empirique de distribution des fréquences (FEDF), qui est représentée par un histogramme avec les catégories des propriétés physiques sur l'axe des abscisses et les fréquences (%) sur l'axe des ordonnées.

Dans ce cas, les probabilités prennent la forme suivante :

$$P(\text{Propriétés physiques} = c) = p$$

où c représente la catégorie des propriétés physiques et p la valeur de la probabilité obtenue directement de la fréquence correspondant à une catégorie dans la figure de la FEDF.

La ségrégation des engrais de mélange a été mesurée qualitativement par les inspecteurs par l'observation visuelle des échantillons prélevés. A l'aide du concept de la somme des teneurs en éléments nutritifs, la probabilité de ségrégation a été calculée comme expliqué au point 1.3.1.

1.3.4. Facteurs influençant la qualité des engrais

Les facteurs concernés dans cette analyse sont les caractéristiques des marchés des engrais, les caractéristiques des distributeurs d'engrais, les caractéristiques des conditions de stockage et les caractéristiques des produits. Une liste de ces caractéristiques figure dans le questionnaire présenté dans le Tableau A.1 (Annexe A) que les inspecteurs ont utilisé pour enregistrer les données et informations nécessaires.

Une variable catégorique dénommée "Qualité" et ayant deux catégories (Mauvais¹⁷ ou Bon) a été développée. Lorsqu'un engrais présentait un écart de la teneur en éléments nutritifs en-dessous de la limite de tolérance, il est classé dans la catégorie "Mauvais" ; au cas contraire, il est classé "Bon".

Des tableaux de contingence à double entrées constitués de chacune des variables des caractéristiques énumérées dans le questionnaire (Tableau A.1), croisée à la variable "Qualité" ("Mauvais" ou "Bon"), ont été construits pour identifier les relations possibles. Un test du Chi deux a alors été appliqué pour tester l'hypothèse d'indépendance entre la variable "Qualité" et chacune des variables définissant les caractéristiques précitées. Les résultats significatifs du Chi deux, identifiés par des probabilités égales ou inférieures à 0.1, indiquent une relation possible entre les caractéristiques des marchés, des distributeurs, du stockage et des produits, et la teneur en éléments nutritifs des engrais (Tableaux 4 - 6). Seuls les produits ayant un grand nombre d'échantillons et suffisamment de variabilité entre les catégories des caractéristiques testées ont été pris en compte dans cette analyse. Les engrais pour lesquels la conformité de la teneur en éléments nutritifs est principalement "Mauvaise" ou principalement "Bonne" ne permettent pas de tester les hypothèses d'association entre la qualité de la teneur en éléments nutritifs et les facteurs tels que les caractéristiques des marchés, des distributeurs et des produits.

¹⁷ Dans cette étude, un engrais est classé 'Mauvais' à cause du manque de conformité de la teneur en éléments nutritifs. Cela ne signifie pas que le produit en soi est mauvais ; il s'agit d'un bon produit dont la teneur garantie en éléments nutritifs est différente, ce qui explique pourquoi le Règlement exige qu'un tel produit soit ré-étiqueté.

Section 2. Résultats et discussion

2.1. Répartition des échantillons d'engrais

Un total de 174 échantillons d'engrais a été prélevé dans 12 des 14 régions¹⁸ du Sénégal (Annexe D) en utilisant la méthodologie présentée dans la Section 1. Ces échantillons représentent 11 différents types d'engrais ; leur répartition par formule est présentée dans la Figure 2.

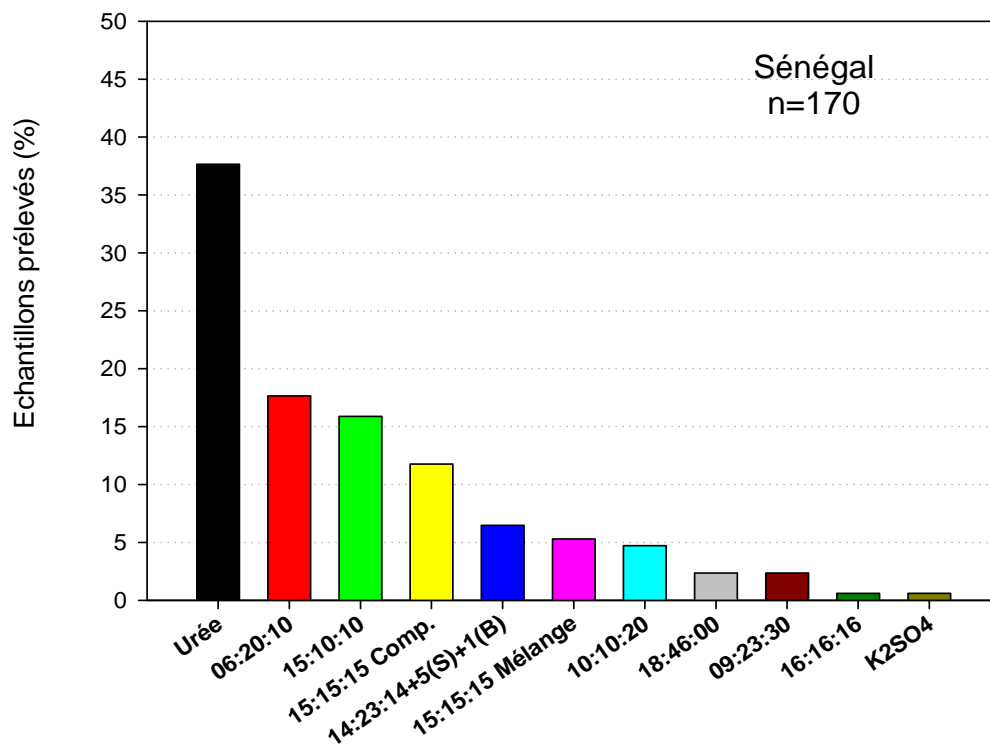


Figure 2. Répartition des échantillons d'engrais par produit au Sénégal

L'urée était présente en plus forte proportion (36,8%) parmi les échantillons prélevés, suivie du NPK de mélange 6:20:10 (16,7%) et du NPK de mélange 15:10:10 (15,5%). Les engrais échantillonnés restants étaient le NPK de mélange 14:23 14+5S+1B (12 échantillons), le NPK complexe 15:15:15 (11 échantillons), le NPK de mélange 15:15:15 (10 échantillons), le NPK complexe 10:10: 20 (9 échantillons), le DAP (5 échantillons), le NPK de mélange 9:23:30 (4 échantillons), le NPK complexe 16:16:16 (2 échantillons) et le sulfate de potassium (1 échantillon).

Il est important de noter que l'échantillonnage au Sénégal a été effectué tardivement durant la campagne agricole, à un moment où il se trouvait une quantité réduite d'engrais sur les marchés. Par conséquent, les engrais très utilisés dans le pays ont été sous-échantillonnés. Cependant, la répartition de ces échantillons (Figure 2) reflète effectivement l'importance relative des engrais sur les marchés.

¹⁸ Zinguinchor et Sedhiou ont été exclus de l'échantillonnage pour des raisons liées à l'insécurité.

2.2. Conformité de la teneur en éléments nutritifs

Des méthodes statistiques déductives ont été employées pour analyser la conformité de la teneur en éléments nutritifs de 120 échantillons représentant les trois types d'engrais énumérés dans le Tableau 1. Ces produits représentent 68,9% des échantillons prélevés au Sénégal et correspondent à trois des 11 différents types d'engrais échantillonnés. Le nombre d'échantillons des 8 autres types d'engrais prélevés étaient de tailles trop petites pour être inclus dans cette analyse statistique¹⁹. Cependant, 6 de ces produits dont les échantillons avaient des tailles allant de 4 à 12 ont fait l'objet d'une analyse descriptive (Tableau 2). Les probabilités présentées dans le Tableau 1 ont été déterminées à partir des Figures 3 et 4.

Tableau 1. Probabilité de non-conformité de la teneur en éléments nutritifs des engrais échantillonnés au Sénégal

			Probabilité de non-conformité de					Probabilité de ségrégation	
			la teneur en éléments nutritifs pris individuellement	la teneur en un élément nutritif au moins	la somme des écarts négatifs des teneurs en éléments nutritifs (ENTN)	la teneur globale en éléments nutritifs (TGN)			
			$P(TN^1 \leq x^2)$	$P_N + P_P + P_K$	$P(ENTN \leq -x)$	$P_{(N+P+K)*ENTN}$	$P(-2.5 < ENTN^3 \leq 2.5) = p$		
Engrais	Type de fabrication	Nombre d'échantillons	N total	P ₂ O ₅	K ₂ O	$P_{(N+P+K)}$	P_{ENTN}	P_{TGN}	P_{SEG}
15:10:10	MELANGE	27	0,98	0,44	0,06	1,00	0,96	0,96	0,02
6:20:10	MELANGE	29	0,40	0,07	0,24	0,71	0,07	0,05	0,31
UREE	COMPLEXE	64	0,00			0,00		0,00	

¹ TN : Teneur en élément nutritif mesurée ; ² x = Teneur en élément nutritif déclarée - LT - 0.1 ; ³ ENTN : Somme de tous les écarts des teneurs en éléments nutritifs

Les probabilités de non-conformité de la teneur en éléments nutritifs pris individuellement (P_N , P_P , P_K) et de la somme des écarts négatifs des teneurs en éléments nutritifs (P_{ENTN}) ainsi que la probabilité de ségrégation (P_{SEG}), indiquées dans le Tableau 1 pour le NPK de mélange 15:10:10 ont respectivement été obtenues à partir des Figures 3A à 3E.

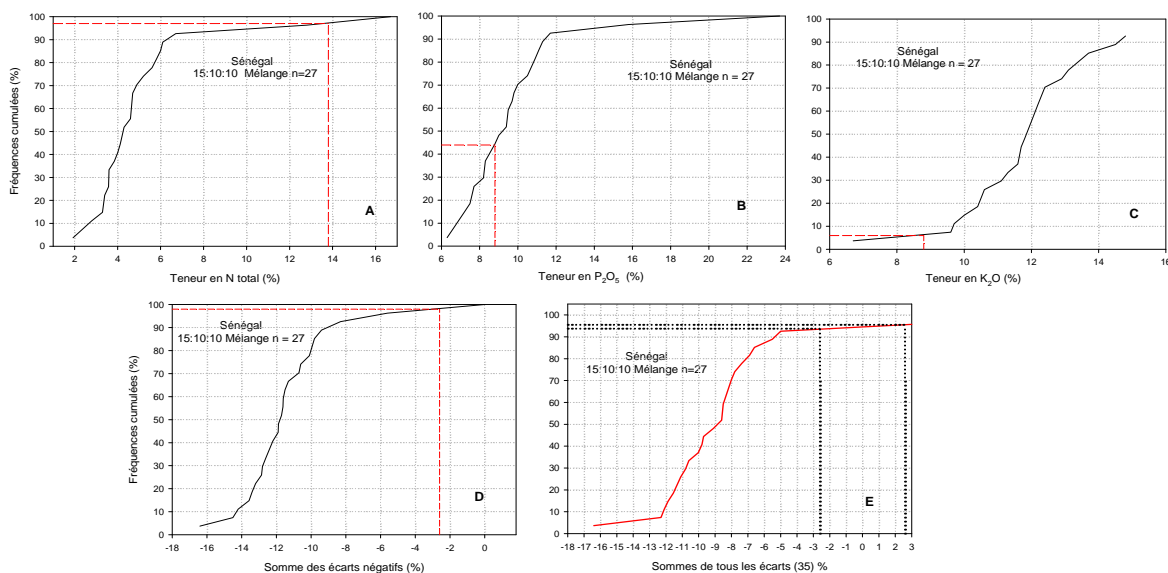


Figure 3. FEDFC de la conformité de la teneur en éléments nutritifs du 15:10:10 de mélange au Sénégal

¹⁹ Pour qu'un type d'engrais soit inclus dans l'analyse statistique déductive, la taille de ses échantillons doit être d'au moins 23. Les engrais ayant moins de 23 échantillons ont fait l'objet d'une analyse descriptive du fait de la faible fiabilité de la FEDFC construite avec moins de 20 observations.

2.2.1. NPK de mélange 15:10:10

Le Tableau 1 montre que, pour au moins un des éléments nutritifs primaires, la totalité des 27 échantillons de NPK de mélange 15:15:15 prélevés au Sénégal n'était pas conforme. La probabilité de non-conformité de la teneur globale en éléments nutritifs (P_{TGN}) de ces échantillons est 0,96. Cela indique que 96% des 27 échantillons prélevés n'étaient pas conformes à la norme combinant l'exigence de la teneur en éléments nutritifs pris individuellement et celle de la teneur en éléments nutritifs pris ensemble telles que définies dans les Règlements adoptés par la CEDEAO²⁰.

La probabilité de ségrégation (P_{SEG}) pour le même engrais est de 0,02 : ce qui indique, pour cet engrais, les déficiences en éléments nutritifs peuvent s'expliquer par la ségrégation pour seulement 2% des échantillons prélevés. En d'autres termes, pour 98% des échantillons, cette déficience est due à l'utilisation insuffisante d'éléments nutritifs au moment de la fabrication du mélange d'engrais ou, à un degré moindre, à la dilution des éléments nutritifs le long de la chaîne de distribution. Au stade de la fabrication, ce problème peut provenir d'une réduction intentionnelle des dosages d'éléments nutritifs nécessaires pour la production de la formule envisagée, l'absence ou les insuffisances de la procédure de contrôle des procédés de mélange, ou l'utilisation d'un équipement de mélange inapproprié. Puisque ce produit est importé au Sénégal, sa qualité extrêmement médiocre souligne fortement la nécessité de renforcer le dispositif d'inspection des produits importés dans le cadre d'un système rigoureux de réglementation de la qualité des engrais.

2.2.2. NPK de mélange 6:20:10

Les probabilités présentées dans le Tableau 1 pour ce qui concerne le NPK de mélange 6:20:10 ont été obtenues à partir de la Figure 4. Les probabilités de non-conformité de la teneur en éléments nutritifs pris individuellement (P_N , P_P , P_K) sont déterminées à partir des Figures 4A, B et C, tandis que la probabilité de non-conformité de la somme des écarts négatifs de la teneur en éléments nutritifs (P_{ENTN}) a été obtenue à partir de la figure 4D et la probabilité de ségrégation (P_{SEG}) de la Figure 4E.

²⁰ Un Règlement d'exécution adopté en application du Règlement C/REG.13/12/12 de la CEDEAO relatif au contrôle de la qualité des engrais dans l'espace CEDEAO stipule que, pour être acceptable, tout écart des valeurs mesurées de la teneur en éléments nutritifs primaires par rapport aux valeurs déclarées sur l'étiquette des engrais complexes et des mélanges NPK ne doit pas dépasser 1,1 unités pour les éléments nutritifs pris individuellement et 2,5% pour tous les éléments nutritifs combinés.

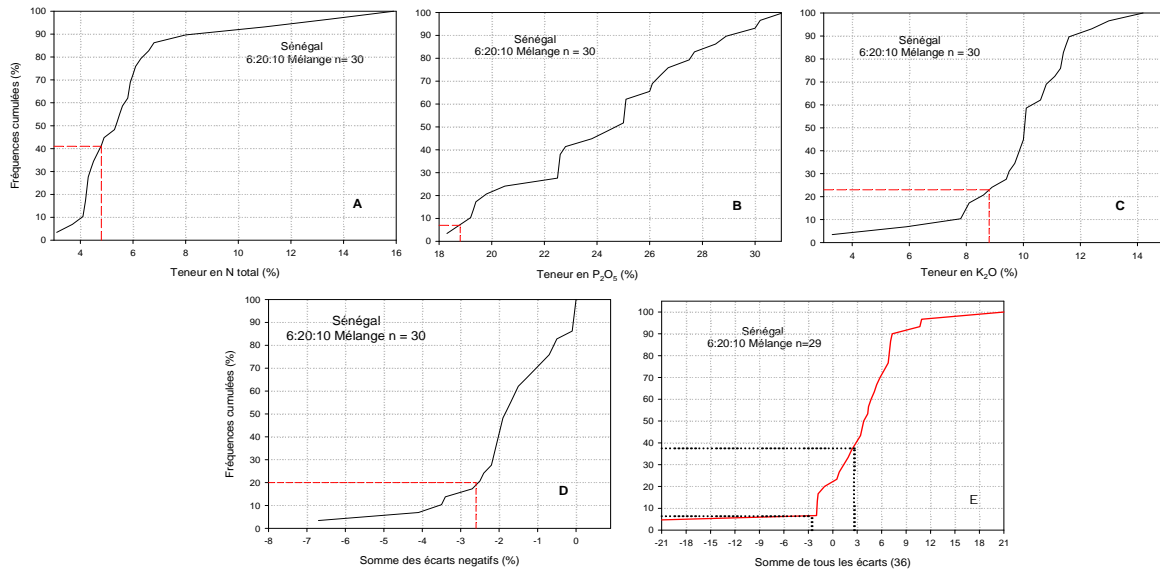


Figure 4. FEDFC de la conformité de la teneur en éléments nutritifs du 6:20:10 de mélange au Sénégal

Le Tableau 1 montre que, pour au moins un des éléments nutritifs primaires, 71% des 29 échantillons de NPK de mélange 6:20:10 prélevés au Sénégal étaient non conformes. Cependant, la probabilité de non-conformité de la teneur globale en éléments nutritifs (P_{TGN}) de 0,14 indique que seulement 14% de ces échantillons sont considérés comme déficients en éléments nutritifs selon les normes de la CEDEAO. Cela est dû au fait que la forte fréquence des cas de non-conformité de la teneur en un des éléments nutritifs au moins (71%) est atténuée par la faible fréquence des échantillons non conformes en termes de la somme des écarts négatifs de la teneur en éléments nutritifs (7%). Le phénomène en cause est la ségrégation des granules de différentes tailles dont la probabilité a été évaluée à 0,31. En d'autres termes, 31% des échantillons ont présenté la ségrégation de granules ; par conséquent, dans presque le tiers des échantillons prélevés, la non-conformité de la teneur en éléments nutritifs peut s'expliquer par la ségrégation.

En effet, le phosphate diammonique (DAP), l'urée perlée et le KCl sont les composants les plus couramment utilisés dans les mélanges NPK en Afrique de l'Ouest. Du fait de la grande disparité granulométrique entre le DAP et l'urée perlée, les granules de DAP ont tendance à se concentrer en haut des sacs et les granules d'urée perlée en bas de ces sacs. En outre, comme les granules de KCl sont plus fragiles que les granules de DAP ou d'urée, ils tendent à se dégrader, et les plus petites particules de KCl migrent vers le bas des sacs d'engrais. Ces deux phénomènes ainsi que la manutention inappropriée des sacs expliquent les cas fréquents de ségrégation rencontrés avec ces types d'engrais. Par conséquent, lorsque la ségrégation se produit dans un engrais de mélange, les éléments nutritifs introduits sous forme de petits granules tendent à se concentrer dans la partie inférieure des sacs tandis que ceux introduits sous forme de gros granules tendent à rester dans leur partie supérieure.

La distribution non uniforme des éléments nutritifs dans les sacs d'engrais ayant subi la ségrégation se reflète dans les échantillons prélevés des sacs en utilisant la méthodologie

standard pour l'échantillonnage des engrais granulés²¹. La teneur en éléments nutritifs du volume total de l'engrais contenu dans un sac demeure inchangée par la ségrégation, mais la distribution inégale des éléments nutritifs dans un tel sac entraîne une distribution inégale des éléments nutritifs dans les champs des producteurs agricoles lorsque les engrais sont appliqués manuellement ou mécaniquement. Puisque bon nombre des petits producteurs achètent des engrais en quantités inférieures à un sac, ils ont de plus fortes chances de recevoir des produits qui ne respectent pas la teneur en éléments nutritifs spécifiée sur l'étiquette si ces produits ont subi la ségrégation. Ce problème peut être évité en utilisant des engrais de granulométries analogues pour la fabrication des mélanges et en employant un équipement et des procédés appropriés pour faire les mélanges.

2.2.3. Urée

Un total de 64 échantillons d'urée a été prélevé au Sénégal. L'analyse statistique des résultats de laboratoire montre que la probabilité de non-conformité de la teneur en azote total est nulle. En d'autres termes, aucun de ces échantillons n'était non-conforme à la norme de qualité adoptée par la CEDEAO²² pour un engrais simple comme l'urée. La qualité de ces 64 échantillons était donc bonne. Pourtant, il existe une perception selon laquelle l'urée est mélangée à d'autres matériaux non fertilisants au Sénégal, ce que les résultats de la présente étude n'ont pas confirmé. Etant donné la petite taille des échantillons d'urée analysés dans la présente étude, ce résultat ne signifie pas nécessairement que la probabilité pour qu'un agriculteur achète de l'urée de mauvaise qualité au Sénégal est nulle. Puisqu'il est très improbable que la déficience en azote de l'urée soit liée à la fabrication, une évaluation spécifique avec un échantillonnage effectué à travers tout le pays lorsque les activités commerciales sont les plus intenses serait nécessaire pour vérifier cette perception ou pour confirmer nos résultats.

2.2.4. Autres engrais

Comme indiqué précédemment, la taille réduite des échantillons de 8 des 11 types d'engrais prélevés sur les marchés du Sénégal ne permettait pas une analyse statistique déductive. Les échantillons de 6 de ces types d'engrais dont le nombre se situait entre 4 et 12 ont fait l'objet d'une analyse descriptive comme présenté dans le Tableau 2. Les résultats obtenus indiquent que le NPK de mélange 14:23:14+5S+1B, le NPK de mélange 15:15:15 et le NPK complexe 15:15:15 ont montré de fortes fréquences de déficiences en éléments nutritifs, particulièrement la teneur en N total.

²¹ En modifiant la méthode d'échantillonnage pour échantillonner le profil global du contenu du sac, la distribution inégale des éléments nutritifs dans les sacs (ségrégation) ne serait pas identifiée.

²² Un Règlement d'exécution adopté en application du Règlement C/REG.13/12/12 de la CEDEAO relatif au contrôle de la qualité des engrais dans l'espace CEDEAO stipule que pour que la teneur en éléments nutritifs d'un engrais simple ayant plus de 20% de teneur en éléments nutritifs soit acceptable, tout écart de la valeur mesurée de la teneur en éléments nutritifs par rapport à la valeur déclarée sur l'étiquette ne doit pas dépasser 0,5 unité.

Tableau 2. Nombre d'échantillons non conformes en termes de teneur en éléments nutritifs des engrais avec peu d'échantillons

Engrais ²³	Type de fabrication	Nombre d'échantillons	Nombre d'échantillons non conformes en termes de teneur en éléments nutritifs		
			N total	P ₂ O ₅	K ₂ O
14:23:14+5S+1B	Mélange	12	11	5	4
15:15:15	Mélange	10	7	2	1
9:23:30	Mélange	4	2	2	2
10:10:20	Complexe	9	1	0	3
15:15:15	Complexe	11	8	0	2
DAP (18:46:0)	Complexe	5	2	1	-

2.3. Conformité du poids des sacs d'engrais

Au total 146 sacs d'engrais ont été pesés au Sénégal. Suivant les normes de la CEDEAO, l'évaluation de la conformité du poids des sacs doit se faire sur la base d'un écart maximal toléré de 500 grammes du poids de l'engrais par sac de 50 kilogrammes. Malheureusement, pendant la collecte de données pour cette étude, les poids des sacs ont été enregistrés sans décimale. En conséquence, les probabilités de non-conformité du poids des sacs (Tableau 3) ont été calculées en utilisant 1 kilogramme comme limite de tolérance.

Tableau 3. Probabilité de non-conformité du poids des sacs échantillonnés dans les cinq pays

Pays	Taille des échantillons (n)	P(EPD ^a < -1.0) = p
		(P)
Côte d'Ivoire	18	0,28
Ghana	560	0,12
Nigéria	174	0,41
Sénégal	146	0,13
Togo	157	0,06
Ensemble des pays	1.055	0,15

^a EPD = Ecart du poids déclaré sur l'étiquette.

Le résultat statistique obtenu est une probabilité de 0,13 pour qu'un sac ne soit pas conforme à la norme allégée utilisée en matière de poids ; ce qui indique qu'au Sénégal il y a une chance approximative de 13% que le poids d'un sac ne soit pas conforme à la limite de tolérance adoptée par la CEDEAO. Il convient de noter que le résultat obtenu au Sénégal est inférieur à la probabilité de 0,15 qui a été observée lorsque les poids relevés dans les cinq pays couverts par l'étude ont été regroupés (Tableau 2). Une enquête plus approfondie serait nécessaire pour déterminer où et comment survient le déficit pondéral – dans les usines de fabrication ou le long de la chaîne de distribution.

²³ Le NPK 16:16:16 (deux échantillons) et le sulfate de potassium (un échantillon) ne sont pas inclus dans cette analyse.

2.4. Facteurs influençant la teneur en éléments nutritifs

Les facteurs pris en compte dans cette analyse sont les caractéristiques du marché des engrais, les caractéristiques des distributeurs d'engrais et les propriétés physiques des engrais.

2.4.1. Caractéristiques des marchés et des distributeurs

Les analyses statistiques visant à tester l'association entre les caractéristiques des marchés et des distributeurs et la qualité du NPK 15:15:15 (complexe et de mélange) ont donné des résultats peu concluants du fait de la petite taille des échantillons prélevés au Sénégal. Cependant, des associations significatives ont été trouvées dans d'autres pays et lorsque les données des cinq pays ont été regroupées.

2.4.2. Propriétés physiques des engrais

A la différence des autres pays couverts par la présente étude, l'évaluation qualitative de l'intégrité des granules (présence de particules fines et de poussière) du NPK de mélange 15:15:15 n'a pas été faite au Sénégal à cause de la petite taille des échantillons d'engrais prélevés. Cependant, la prise en masse a été évaluée en corrélation avec le type de sacs aussi bien pour l'urée, le NPK de mélange 6:20:10 que pour le NPK de mélange 15:10:10. Les résultats obtenus montrent que 62% des échantillons d'urée prélevés au Sénégal présentaient une prise en masse dans les catégories moyenne et élevée combinées. Cette proportion était de 58% pour les échantillons de NPK de mélange 6:20:10 et 77% pour les échantillons de NPK 15:10:10 (Figure 5A). Dans d'autres pays couverts par cette étude, la majorité des sacs d'urée avaient une doublure intérieure en plastique ; au Sénégal une forte proportion de ces sacs (45%) n'avaient pas de doublure intérieure en plastique (Figure 5B). Les forts pourcentages de prise en masse observés au Sénégal pour les trois types d'engrais indiquent une forte corrélation avec les sacs d'engrais sans doublure intérieure en plastique. Les doublures intérieures en plastique des sacs ou les sacs laminés maintiennent les engrais hautement hygroscopiques isolés des conditions de forte humidité dans la plupart des entrepôts de stockage au Sénégal.

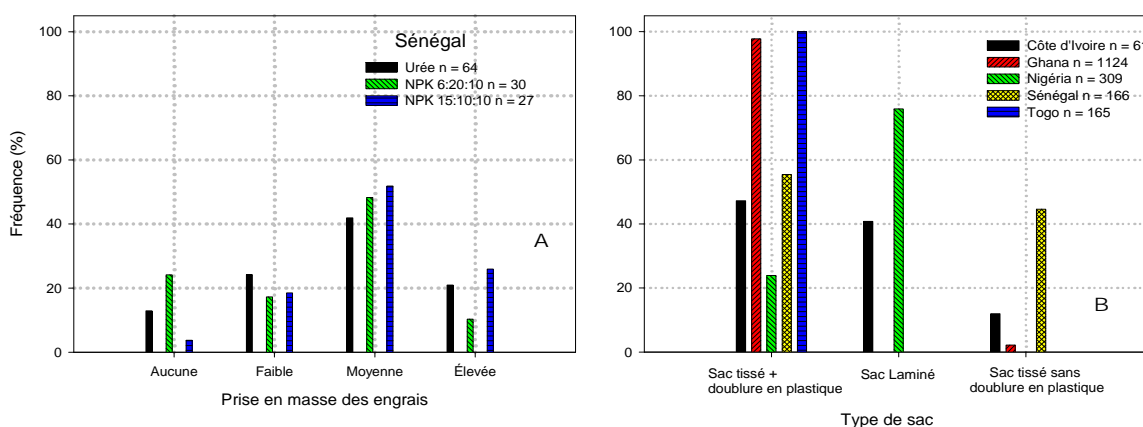


Figure 5. Prise en masse de l'urée et types de sacs d'engrais au Sénégal

2.5. Engrais de contrefaçon

Aucun cas de fraude complètement documenté n'a été relevé dans la présente étude sur la qualité des engrais au Sénégal. Cependant, la vente d'engrais dans des sacs présentant un déficit pondéral qui, selon cette étude, se produit pour 13% des sacs d'engrais vendus dans le pays, peut être considérée comme frauduleuse. De même, les cas de déficience extrême en éléments nutritifs observés pour le NPK de mélange 15:10:10 (pour lesquels l'explication la plus plausible est la réduction intentionnelle des dosages d'éléments nutritifs durant la fabrication des mélanges ou à un moindre degré la dilution des éléments nutritifs le long de la chaîne de distribution) peuvent aussi bien être considérés comme frauduleux.

Conclusions et recommandations du rapport régional

Dans les cinq pays impliqués dans cette étude d'évaluation, un total de 2.037 échantillons d'engrais a été prélevé dans 827 points de distribution appartenant à des grossistes, au gouvernement et à des détaillants de tailles variées. La distribution de ces échantillons d'engrais est une bonne représentation de l'importance relative des différents produits dans les cinq pays. L'urée et l'engrais de mélange NPK 15:15:15 étaient les seuls produits prélevés dans chacun des cinq pays.

Les analyses chimiques des échantillons d'engrais ont porté sur la détermination de la teneur en éléments nutritifs primaires des plantes (l'azote total, le phosphore assimilable et le potassium soluble). Toutefois, la détermination de la teneur en éléments nutritifs secondaires (calcium, magnésium et soufre) a aussi été considérée, mais seule l'analyse de la teneur en soufre des échantillons de Sulfan prélevés au Ghana a été réalisée.

Les analyses statistiques ont été appliquées aux données sur les teneurs en éléments nutritifs, les propriétés physiques et celles des marchés et des distributeurs ainsi que sur les conditions de stockage afin de déterminer la qualité des différents types d'engrais et d'évaluer les associations existant entre la qualité des engrais et ces caractéristiques. Les problèmes de qualité ont ensuite été classés selon leur cause : les carences de fabrication, la mauvaise gestion ou la contrefaçon. Pour garantir leur validité, les analyses statistiques de la conformité de la teneur en éléments nutritifs ont été faites seulement pour les types d'engrais comptant au moins 23 échantillons ; ce lot d'échantillons représentait 93% de tous les échantillons prélevés dans le cadre de l'étude. La conformité de la teneur en éléments nutritifs observée par rapport à celle déclarée sur l'étiquette a été évaluée sur la base des normes récemment adoptées par la CEDEAO.

Les principales conclusions de l'évaluation peuvent être résumées comme suit :

1. Les engrais NPK fabriqués par mélange physique présentent les cas les plus fréquents de mauvaise qualité, par rapport aux engrais complexes. Par exemple, l'étude a montré que 51% des 106 échantillons de l'engrais de mélange 15:15:15 n'étaient pas conformes aux normes de qualité, tant par rapport à la teneur en éléments nutritifs pris individuellement que par rapport à la teneur totale en éléments nutritifs tous confondus. Par contre, seulement 10% des 356 échantillons de l'engrais complexe 15:15:15 étaient déficients.
2. La principale cause de déficiences en éléments nutritifs de certains engrais de mélange comme Asaase Wura, Cocoa Feed et NPK 15:15:15 est la distribution inégale des éléments nutritifs dans les sacs d'engrais due à la ségrégation de granules.
3. Les déficiences en éléments nutritifs des engrais complexes NPK peuvent s'expliquer par les problèmes rencontrés lors de la granulation et/ou dilution (intentionnelle ou accidentelle) de la teneur en éléments nutritifs tout le long de la chaîne de distribution.
4. Avec une probabilité de non-conformité à la norme CEDEAO de 0,04, la conformité de la teneur en N total de l'urée par rapport à la norme de qualité était bonne. Il existe pourtant une perception largement partagée selon laquelle l'urée serait parfois mélangée avec des matériaux non-fertilisants dans la région ; cette étude ne la confirme pas. Une évaluation spécifique est nécessaire pour vérifier cette affirmation.
5. Avec une probabilité de non-conformité à la norme CEDEAO de la teneur en azote total de 0,03 et de celle en soufre de 0,04, le Sulfan, qui est un produit relativement nouveau

sur le marché et distribué principalement au Ghana, s'est aussi révélé être un produit de bonne qualité. Toutefois, étant donné la petite taille de l'échantillon de Sulfan analysé dans cette étude, ce résultat ne signifie pas nécessairement que la probabilité pour un agriculteur d'acheter du Sulfan de mauvaise qualité dans ces pays est nulle ou très faible. Une analyse faite sur un plus grand nombre d'échantillons est susceptible de donner une meilleure représentation de la qualité de Sulfan commercialisé.

6. La perception que l'existence des engrais faux ou contrefaits dans les marchés ouest-africains est un souci majeur de la qualité des produits n'est pas soutenue par les résultats de la présente étude. Le seul cas avéré de contrefaçon noté dans cette étude est celui d'un produit (SSP vendu au Nigéria) contenant des matières dénuées de toute propriété fertilisante. La question mérite cependant un examen plus approfondi.
7. Le déficit en poids des sacs d'engrais constitue un problème sérieux avec des probabilités de non-conformité du poids des sacs à la norme CEDEAO de 41% au Nigéria, 28% en Côte d'Ivoire, 13% au Sénégal, 12% au Ghana et 7% au Togo.
8. Les caractéristiques des marchés telles que la concentration des distributeurs, la périodicité des marchés et le type de marchés influent sur la qualité des engrais. Des fréquences élevées d'échantillons dont les teneurs en éléments nutritifs n'étaient pas conformes aux normes de qualité CEDEAO ont été observées auprès des distributeurs isolés et dans les marchés périodiques et les marchés urbains.
9. Les caractéristiques des distributeurs d'engrais telles que le type de clientèle, les connaissances et formations en matière d'engrais, le type de distributeur et la détention d'un agrément de vente des engrais influent sur la qualité. Les détaillants non-agrétés dont la clientèle est principalement constituée de petits exploitants agricoles et qui n'ont pas reçu de connaissance ou de formation dans le domaine des engrais présentent une fréquence plus élevée d'échantillons à teneurs en éléments nutritifs non-conformes aux normes de qualité CEDEAO.
10. Des résultats obtenus, il se dégage une forte tendance de l'association entre la complexité de la chaîne de distribution et l'intégrité des granules d'engrais. Les chaînes de distribution vastes et complexes comme celles du Nigéria et du Ghana présentent des fréquences plus élevées de la dégradation des granules de l'engrais complexe NPK 15:15:15 que celles plus simples du Togo. Dans ces systèmes complexes, les sacs d'engrais sont exposés à une accumulation de forces qui causent la rupture et l'abrasion des granules, en particulier lorsque les sacs sont manipulés manuellement et individuellement comme c'est très souvent le cas en Afrique de l'Ouest.
11. L'étude a révélé une forte association entre les niveaux élevés d'humidité et de prise en masse tant pour les engrais de mélange que pour les engrais complexes. L'importance de la qualité de l'emballage a été mise en exergue par les conclusions de l'étude au Sénégal où 41% de l'emballage extérieur tissé ne disposaient pas de doublure intérieure en plastique et où 61% des échantillons d'urée présentaient des degrés "moyen" ou "élevé" de prise en masse. Une faible fréquence de prise en masse de l'urée a été étroitement associée à l'utilisation de sacs laminés ou des sacs tissés et disposant d'une doublure intérieure en plastique au Ghana, au Nigéria et au Togo.

Les résultats de la présente étude indiquent que la qualité des engrais en Afrique de l'Ouest peut être améliorée à travers une série d'actions :

1. La mise en œuvre effective par les Etats membres du système de réglementation des engrais adopté par la CEDEAO afin d'encourager les acteurs le long de la chaîne de

valeur à juguler les problèmes de qualité, pour ainsi s'assurer que les produits fournis au marché respectent les normes de qualité. Le système de réglementation des engrais adopté par la CEDEAO instaure l'inspection des engrais et leur échantillonnage aux points d'importation et le long de la chaîne de distribution ainsi que leur analyse.

2. La réalisation des études pour identifier l'origine des problèmes de qualité des engrais de mélange et proposer des solutions appropriées.
3. L'analyse de l'impact économique des fréquences élevées de mauvaise qualité des engrais observées dans les pays, tant au niveau des agriculteurs que du pays.
4. L'amélioration des connaissances et des équipements en matière de fabrication des engrais de mélange, y compris :
 - a. L'utilisation suffisante d'ingrédients N, P, K pour une formulation appropriée du mélange.
 - b. La maintenance des équipements/calibrage.
 - c. La mise en œuvre de programmes de renforcement de connaissances et de formations techniques.
 - d. L'utilisation d'ingrédients de haute qualité et de taille appropriée pour le mélange, afin de réduire la ségrégation.
5. La définition des normes pour les unités de mélange dans le cadre de la mise en œuvre d'un système de réglementation.
6. La formation des distributeurs sur les sujets suivants :
 - a. La manipulation appropriée des engrais. La présence des particules fines et de la poussière dans les engrais complexes peut être réduite avec une manipulation manuelle moindre. L'utilisation de palettes et d'équipements mécaniques de manutention des sacs peut réduire la dégradation.
 - b. Les propriétés physiques et chimiques des engrais.
 - c. Le stockage approprié des engrais.
7. L'amélioration de l'emballage par une doublure intérieure en plastique pour réduire la prise en masse et les déficiences en éléments nutritifs.

Annexe A. Procédures de collecte des données, et de prélèvement et de réduction des échantillons d'engrais

1. Collecte des données

La procédure de collecte des données et de prélèvement des échantillons d'engrais par les inspecteurs au niveau de chaque point de distribution ou boutique visitée est décrite étape par étape comme suit :

1. Se présenter (l'inspecteur) à la personne responsable du point de distribution ou gérant de la boutique.
2. Remplir les sections suivantes du Questionnaire (Tableau A.1) : Identification générale (Questionnaire #, Pays, Etat ou Région), Caractéristiques du marché, Identification et Caractéristiques du distributeur et Caractéristiques du stockage. Faire des photos de la surface de stockage.
3. Vérifier lesquels des quatre types d'engrais retenus pour l'Etat ou la Région sont vendus dans le point de distribution ou boutique.
4. Localiser les engrais et les différents lots de chaque engrais dans la boutique/magasin. Dans le cadre de la présente enquête, le lot d'un produit particulier est défini comme tout produit de cet engrais qui a été commandé d'une même source, à la même période et livré au distributeur dans le même conteneur ou véhicule.
5. Faire une liste des produits et des lots dans la première colonne de la section "Caractéristiques des engrais" du Questionnaire (Tableau A.1). Un produit peut figurer sur la liste plus d'une fois lorsqu'il y a plus d'un lot de cet engrais ou s'il y a un sac ouvert du même produit pour vente en petites quantités.
6. Remplir la section "Caractéristiques des engrais" du Questionnaire (Tableau A.1) pour chaque produit et lot figurant sur la liste.
7. Dans chaque lot, choisir au hasard un sac de chaque produit figurant sur le questionnaire pour en vérifier le poids. Prendre une photo de l'étiquette sur le sac. Peser le sac. Noter dans le questionnaire le poids déclaré sur l'étiquette et le poids réel du sac.
8. Prélever un échantillon de chaque produit figurant sur la liste du questionnaire :
 - S'il y a moins de 5 sacs dans le lot du produit, prélever un sous-échantillon de chaque sac.
 - S'il y a entre 5 et 20 sacs dans le lot du produit, choisir au hasard 5 sacs et prélever un sous-échantillon de chacun des 5 sacs.
 - Si le lot du produit est constitué de plus de 20 sacs, choisir au hasard 10 sacs et prélever un sous-échantillon de chacun d'eux.
 - Prélever un échantillon de chaque sac ouvert utilisé pour la vente en petites quantités.

2. Prélèvement des échantillons d'engrais

Prélèvement d'échantillons à partir d'un sac fermé

Les sacs d'engrais doivent être en position horizontale. Les sous-échantillons sont prélevés directement des sacs stockés en piles. Vous pourriez avoir besoin d'une échelle pour atteindre les sacs disposés plus haut.

- Insérer la sonde ou l'échantillonneur de sac (Figure 1) dans un coin du sac (Figure 2). Les fentes de la sonde doivent être dirigées vers le bas lors de l'insertion. Lorsque la sonde atteint le coin opposé du sac, la tourner à 180° pour diriger les fentes vers le haut. Retirer la sonde.
- Vider le contenu de la sonde dans un seau. Ceci constitue un sous-échantillon.

- Refermer le trou laissé dans le sac par la sonde avec du ruban adhésif.
- Répéter la même opération avec chacun des sacs du lot choisis au hasard. Les sous-échantillons mis ensemble dans le seau constituent l'échantillon.
- A l'aide d'un entonnoir, transférer l'échantillon dans un sachet plastique. Fermer hermétiquement le sachet pour éviter la perte d'humidité.
- Préparer l'étiquette de l'échantillon (Tableau A.1).
- Remplir le formulaire intitulé "Evaluation qualitative des caractéristiques physiques" (Tableau A.2) afin d'évaluer les caractéristiques physiques de l'échantillon.
- Placer l'échantillon et l'étiquette dans un deuxième sachet plus large. Fermer hermétiquement le sachet pour préserver la teneur en humidité de l'échantillon.
- Nettoyer la sonde, le seau, l'entonnoir avec un chiffon sec pour enlever tout résidu d'engrais.
- Passer à un autre lot du même produit ou un lot d'un produit différent et répéter la procédure de prélèvement des échantillons.

Prélèvement d'échantillons à partir d'un sac ouvert

- Prélever à l'aide d'un petit gobelet trois sous-échantillons : le premier en haut, le deuxième au milieu et le troisième au fond du sac (Figure 3.A). Placer les trois sous-échantillons dans un sachet. Fermer hermétiquement le sachet.
 - Préparer l'étiquette de l'échantillon tout en indiquant la mention "Sac ouvert" dans la case réservée à cet effet sur l'étiquette.
 - Placer l'étiquette et l'échantillon dans un deuxième sachet plus large. Fermer hermétiquement le sachet.
 - Prendre une photo du sac ouvert vue de dessus et montrant le produit à la surface (il est généralement mouillé pour avoir absorbé l'humidité de l'air). Prendre une autre photo de l'étiquette du sac d'engrais.
9. Mettre tous les échantillons d'engrais prélevés dans la boutique du distributeur dans une boîte en carton.
 10. Prendre des photos de n'importe quelle condition dans la boutique et de toute pratique du distributeur qui pourraient affecter la qualité des engrais (c-à-d. : étalage de l'engrais par terre pour séchage au soleil, mélange de produits, mélange de l'engrais avec d'autres matériaux, ré-ensachage, etc.)
 11. Noter "l'heure de fin de l'opération" en haut du questionnaire.
 12. Après avoir prélevé les échantillons d'engrais chez tous les distributeurs assignés à une équipe d'enquêteurs :
 - Remettre les boîtes contenant les échantillons d'engrais, les questionnaires et les cartes mémoire de l'appareil photo au Coordinateur ou à la Coordinatrice. Les questionnaires et les cartes mémoire doivent être mis dans une enveloppe en papier kraft portant le(s) nom(s) de(s) l'Etat(s) ou Région(s).
 - Soumettre un rapport de deux pages au Coordinateur ou à la Coordinatrice. Le rapport doit décrire l'opération de prélèvement des échantillons d'engrais dans votre zone. Si l'équipe a eu à remplacer des distributeurs figurant sur la liste par d'autres distributeurs, il est recommandé d'identifier l'ancien distributeur comme le nouveau et d'expliquer la raison du changement. Rapporter les conditions et les pratiques observées durant le prélèvement des échantillons qui pourraient compromettre la qualité des engrais, tout en indiquant avec précision les distributeurs et les produits. Le rapport doit être confidentiel. Mettre le rapport de deux pages dans l'enveloppe en papier kraft.

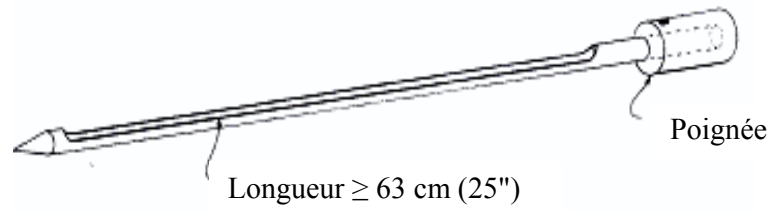


Figure A.1. Sonde pour prélever des échantillons à un sac d'engrais solide

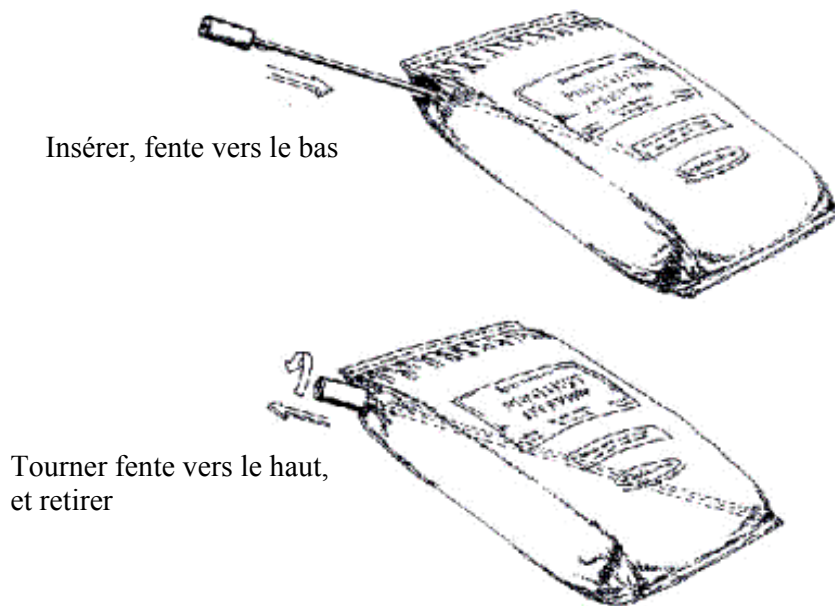


Figure A.2. Technique de prélèvement d'échantillons de l'engrais en sacs

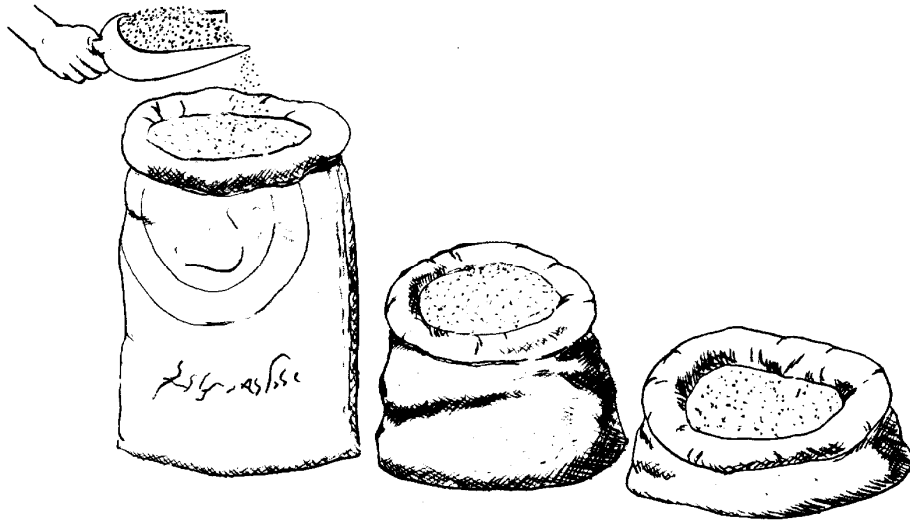


Figure A.1. Technique d'échantillonnage de produits d'un sac ouvert

3. Réduction des échantillons

Appareil/Matériel

1. Diviseur à rifles (Figure A.4) avec deux bacs de récupération corrosion.
2. Etiquette d'échantillon pour l'identification individuelle des produits échantillonnés.
3. Sachet pouvant contenir un poids d'échantillon égal à 2 kg ou selon le besoin. Il doit s'agir d'un sachet plastique résistant à fermeture glissante.

Procédure

1. S'assurer que tous les appareils/matériels sont propres.
2. Placer le diviseur à rifles en position horizontale sans le pencher vers une direction quelconque.
3. Placer les deux bacs de récupération sous le diviseur.
4. Introduire l'échantillon composite dans la trémie du diviseur.
5. Faire couler l'échantillon entier dans les bacs disposés en-dessous du diviseur pour obtenir deux portions égales en poids.
6. Au besoin, répéter les Etapes 4 et 5 en sélectionnant des portions égales alternatives (bacs) jusqu'à ce que le contenu du bac de récupération pèse entre 100 g et 200 g.
7. Transférer chaque portion de l'échantillon final dans un premier sachet à fermeture glissante et le refermer soigneusement afin d'éviter des pertes d'humidité.
8. Préparer l'étiquette et la mettre ensemble avec la portion d'échantillon dans un deuxième sachet à fermeture glissante. Refermer soigneusement les deux sachets et les sceller à l'aide d'un ruban autoadhésif.
9. Entreposer l'échantillon pour des fins d'analyse.
10. Nettoyer tous les appareils/matériels avant de les entreposer ou les réutiliser.

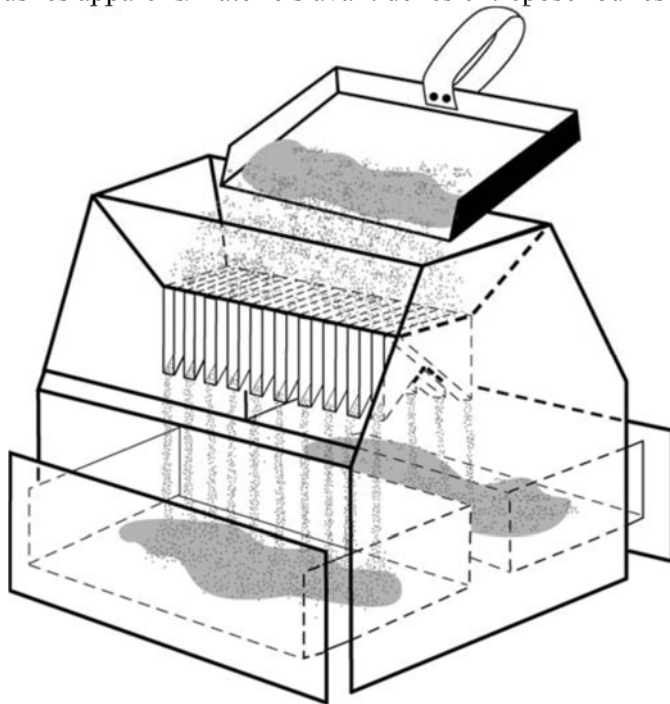


Figure A.2. A Diviseur à rifles avec 20 conduits et deux bacs de récupération

Tableau A.1. Données collectées lors de l'enquête auprès des distributeurs sur les caractéristiques des marchés, des distributeurs, du stockage et des engrais

Questionnaire #	Pays	Etat/Région	Ville	Marché/Communauté	Date	Heure au début de l'interview	Heure à la fin de l'interview					
Caractéristiques du Marché												
Type de marché			Concentration des distributeurs et leur nombre			Périodicité du marché						
Rural		Urbain	Faible ()	Elevé ()	Isolé	Permanent	Ponctuel					
Identification et Caractéristiques du Distributeur												
Propriété : Privé		Gouvernement	Si Gouvernement : gouvernement local		gouvernement régional	gouvernement national /fédéral						
Nom de l'entreprise/ou distributeur :			Autorisé à vendre de l'engrais ? Oui Non		Connaissances techniques sur les engrais : Limitées Mauvaises		Bonnes					
Géré par le propriétaire ? Oui Non			Autorisé à vendre de l'engrais ? Oui Non		Connaissances techniques sur les engrais: Limitées Mauvaises		Bonnes					
Le propriétaire et le gérant ont-ils été formés sur la connaissance des engrais ?				Seulement le propriétaire	Seulement le gérant	Les deux	Aucun des deux					
Adresse Magasin/Marché et No. boutique :					Téléphone :							
Statut : Importateur Grossiste Détaillant				Clients : Petits exploitants Grands exploitants OPA Distributeurs								
Conditions de Stockage												
Dimensions approx. (m) : Longueur		Largeur	Hauteur									
Aération : Satisfaisante Pas satisfaisante		Température : Elevé Bas Adéquat		Teneur en humidité : Elevé Bas Adéquat								
Manutention : Manuelle Mécanisée		Si mécanisée, décrire l'équipement :										
Piles organisées ? Oui Non		Expliquer :										
Hauteur des piles : Nombre maximal de couches de sacs				Nombre moyen de couches de sacs								
Propreté : Oui Non		Expliquer :										
Palettes : Suffisantes Insuffisantes Aucune			Condition des palettes : Mauvais (%) Modéré (%) Bonne (%)									
Caractéristiques des Engrais												
Type Engrais (Formule & lot)	Catégorie de fournisseur*	Engrais de mélange ? (Oui ou Non)	Quantité en stock		Quantité moy vendue par an (#sacs/tonnes)	Type de sacs**	Reconditionné ? (Oui ou Non)	Poids (Kg)		Evidence de : (Oui ou Non) ***n		
			Quantité	Depuis quand ?				déclaré (sur l'étiquette)	Actuel (lecture balance)	Mauvaise gestion	Problème de fabrication	Contrefaçon
*** Expliquer :												

*Fournisseurs : Importateur (I), Grossiste (G), Détaillant (D). **Types de sac : Emballage Intérieur (I), E. Extérieur laminé (EL), E. Extérieur tissé (ET), Papier (P), Autre (AU).

Table A.2. Evaluation qualitative des propriétés physiques des engrais

Pays :								Zone agro écologique :											
								Ville/Marché :											
Nom du business ou du distributeur:														# Questionnaire :					
Type de produit :								Couleur(s) :											
Ségrégation				Matière inerte —%		Impuretés		Intégrité des granules				Prise en masse				Teneur en humidité			
									élevée	moyenne	faible								aucune
non	élevée	moyenne	faibles	oui	non	oui	non	Fines particules					aucune	élevée	moyenne	faible	Adéquate	Moyenne	Elevée
								Poussière											
Commentaires :																			

Table A.3. Étiquette des échantillons d'engrais

ETIQUETE D'UN ECHANTILLON		
Pays	Etat/Province	Ville/Marché
Nom du business ou du distributeur :		# Questionnaire :
Nom de l'inspecteur :		
Type d'engrais		Sac fermé
		Sac ouvert

Annexe B. Résumé des méthodes d'analyse chimique des engrais

1. Dosage de l'azote total

Type d'engrais	Alliage Devarda	Digestion	Distillation
Urée	-	Oui	Oui
NPK	Oui	-	Oui
Sulfate d'ammonium	-	-	Oui
Sulfan	Oui	-	Oui

1.1. Azote total de l'engrais par la méthode Kjeldahl

Préparation de l'échantillon

- Broyer finement l'échantillon en utilisant un broyeur de laboratoire approprié ou un moulin à café.
- Peser 0,1 g ± 0,1 mg de l'échantillon et introduire dans des tubes de digestion de 750 mL.

Distillation

- Diluer l'échantillon avec 30 mL de H₂O et ajouter 2 g de l'alliage Devarda (**N.B. Ne pas utiliser l'alliage Devarda sous forme de poudre, mais sous forme de grain, pour éviter le risque de contamination de l'unité de distillation**).
- Ajouter 25 mL de la solution réceptrice au ballon récepteur. Ajouter 30 mL de NaOH à 40% dans le ballon. Laisser reposer la solution (temporiser).
- Distiller pendant la durée prescrite (voir ci-dessous) et titrer le distillat par du réactif de titrage normalisé*.

* La normalité du réactif de titrage est précisée à 4 décimales près. Effectuer un blanc de réactif avant l'analyse de chaque lot d'échantillons.

Calcul

$$\% \text{ Azote} = \frac{(V_{\text{échantillon}} - V_{\text{essai à blanc}}) \times N \times 14,007 \times 100}{m_{\text{échantillon}}}$$

- $V_{\text{échantillon}}$ = volume de réactif utilisé pour titrer l'échantillon (mL)
 $V_{\text{essai à blanc}}$ = volume de réactif utilisé pour titrer l'essai à blanc (mL)
 N = normalité du réactif de titrage
 $M_{\text{échantillon}}$ = masse de la prise d'essai (mg)

1.2 Azote ammoniacal dans les engrais chimiques par la méthode Kjeldahl

Préparation des échantillons

- Broyer finement l'échantillon en utilisant un broyeur de laboratoire approprié ou un moulin à café.
- Peser 0,1 g ± 0,1 mg et l'introduire dans un tube de digestion de 250 mL.

Distillation

- A. Diluer l'échantillon avec 30 mL de H₂O. Ajouter 25 mL de la solution réceptrice au ballon récepteur.
- B. Ajouter 50 mL de NaOH à 40% dans le ballon. Laisser reposer la solution (temporiser).
- C. Distiller pendant la durée prescrite (voir ci-dessous) et titrer le distillat par du réactif de titrage normalisé*.

*La normalité du réactif de titrage est précisée à 4 décimaux près. Effectuer un blanc de réactif avant l'analyse de chaque lot d'échantillons.

Calcul

$$\% \text{ Azote} = \frac{(T - B) \times N \times 14,007 \times 100}{\text{masse de la prise d'essai (mg)}}$$

T = titrage de l'échantillon ; B = titrage de l'essai à blanc ; N = normalité du réactif de titrage

1.3 Azote uréique par la méthode Kjeldahl

Préparation de l'échantillon

- A. Broyer finement l'échantillon en utilisant un broyeur de laboratoire approprié ou un moulin à café.
- B. Peser 0,18 g ± 2 mg et l'introduire dans un tube de digestion de 250 mL.

Digestion

- A. Ajouter 2 Kjeltabs Cu/3,5 (ou 7 g de K₂SO₄ + 0,8 g de CuSO₄ x 5 H₂O). Ajouter 12 mL de H₂SO₄.
- B. Agiter doucement jusqu'à ce que l'échantillon soit "mouillé". Placer l'échappement et allumer l'aspirateur ou l'épurateur.
- C. Laisser la digestion s'opérer pendant 60 minutes. Retirer le rack et laisser refroidir pendant au moins 15 minutes.

Distillation

Dans certains systèmes, tout ou partie de ce processus se fait automatiquement.

- A. Après refroidissement, diluer l'extrait d'échantillon avec 75 mL de H₂O.
- B. Ajouter 25 mL de la solution réceptrice au ballon récepteur. Ajouter 50 mL de NaOH à 40% au ballon. Laisser reposer la solution (temporiser). Distiller pendant la durée prescrite (voir ci-dessous) et titrer le distillat par du réactif de titrage normalisé*.

*La normalité du réactif de titrage est précisée à 4 décimales près. Effectuer un blanc de réactif avant l'analyse de chaque lot d'échantillons.

Calcul

$$\% \text{ Azote} = \frac{(T - B) \times N \times 14,007 \times 100}{\text{masse de la prise d'essai (mg)}}$$

T = titrage de l'échantillon ; B = titrage de l'essai à blanc ; N = normalité du réactif de titrage

2. Analyse du phosphore (sous forme de P₂O₅), du potassium (sous forme de K₂O), du soufre (sous forme de SO₄), du calcium et du magnésium

Les éléments nutritifs susmentionnés ont été analysés à l'aide de la Spectrométrie d'émission optique avec plasma induit par haute fréquence (ICP/OES) qui utilise un plasma d'argon d'un niveau d'énergie supérieur capable de transformer les éléments contenus dans une solution en une forme à l'état gazeux et excité grâce à l'émission d'un rayonnement électromagnétique, à des longueurs d'ondes caractéristiques. Les couleurs de la lumière émise et l'intensité de cette dernière peuvent être utilisées pour identifier l'élément et en déterminer la quantité présente dans l'échantillon. L'ICP/OES utilise un détecteur à mosaïque permettant de déterminer simultanément plusieurs éléments présents dans un échantillon.

2.1. Digestion de l'échantillon d'engrais pour analyse à l'aide d'ICP

A. Peser 1 g (avec précision, à 4 décimaux près) de l'échantillon. Noter la masse sur la feuille de calcul de l'Annexe 1 et transférer dans un bécher de 250 mL.

B. Déterminer si l'échantillon contient de l'urée. Si c'est le cas, ajouter 5 mL de HCl et 50 mL d'eau distillée au bécher. Placer sur une plaque chauffante et porter à ébullition pendant 5 minutes. Retirer le bécher et laisser refroidir. Si l'échantillon ne contient pas de l'urée, passer directement à l'Etape 3.

C. Ajouter 5 mL d'HNO₃ et 10 mL d'HClO₄ au bécher. Recouvrir le bécher d'un verre de montre et placer sur une plaque chauffante. Laisser la digestion de l'échantillon s'opérer. Si des vapeurs brunes d'acide HNO₃ apparaissent, continuer d'ajouter des gouttes de cet acide jusqu'à ce qu'elles disparaissent. Poursuivre le processus de digestion jusqu'à l'apparition de fortes vapeurs blanches d'acide HClO₄.

D. Retirer le bécher et laisser refroidir. Ajouter 100 mL d'eau distillée, remettre sur la plaque chauffante et porter à ébullition pendant 5 minutes. (Note (s'appliquant uniquement à l'analyse du K₂O) : Le K₂O peut former des perchlorates de potassium (indiqués par des grains cristallins blancs, des "plumes" ou des taches) lorsque la digestion atteint la phase d'émission de vapeurs fortes d'HClO₄. Ces perchlorates devraient aller dans la solution lors du processus d'ébullition. Si les perchlorates vont dans la solution, procéder comme indiqué à l'Etape 5. S'ils ne se dissolvent pas dans l'eau bouillante, alors procéder comme suit : peser 2,5 g de l'échantillon (noter la masse à 4 décimaux près sur la feuille de calcul de l'Annexe 1) dans un bécher de 400 mL. Ajouter 50 mL de solution d'oxalate d'ammonium (saturée) à 4% au bécher. Ajouter 125 mL d'eau distillée, placer le bécher sur une plaque chauffante et porter à ébullition pendant 30 minutes. Cet échantillon est pour l'analyse du K₂O seulement. Passer à l'Etape 5.

E. Retirer le bécher de la plaque chauffante, laisser refroidir et filtrer sur papier filtre Whatman No. 42 dans une fiole jaugée de 500 mL. Compléter au volume avec de l'eau distillée. (Filtrer seulement en cas de nécessité – si la solution contient du sable ou des particules de roche, ou si elle n'est pas claire).

F. Déterminer les substances d'intérêt à doser (c-à-d. : le P₂O₅ total, le potassium et d'autres éléments). La dilution de la solution de l'échantillon peut être nécessaire. Noter la masse de l'échantillon, son volume, l'aliquote et le mode opératoire d'analyse à utiliser pour le dosage de la substance d'intérêt.

Le plasma à couplage inductif (ICP) fonctionne par injection d'un brouillard nébulisé d'un liquide au centre d'un plasma d'argon. Un plasma est créé à partir du flux de gaz à l'intérieur d'un champ à un niveau d'énergie supérieur. Un courant alternatif fort d'énergie radiofréquence (RF) circulant dans une bobine à l'extérieur du flux de gaz ionise le gaz et produit un échauffement intense. Lorsque le brouillard de la solution de l'échantillon d'engrais entre dans le plasma, la chaleur intense provoque la dissociation de la plupart des composés chimiques et l'énergie absorbée par les atomes les transforme à un état d'énergie de transition excitée et ionisée. Ces transitions produisent des émissions spectrales caractéristiques des éléments qui sont excités. Les spectres produits par le plasma sont subdivisés en raies spectrales individuelles par le spectromètre de l'ICP et l'ordinateur de l'ICP traduit les raies spectrales en concentrations pour les éléments nutritifs des échantillons d'engrais.

3. Contrôle de la qualité

A. Au moins deux (2) échantillons standards de contrôle distincts issus du Programme Magruder sont utilisés pour vérifier l'exactitude des tests pour chaque lot de 50 échantillons ou moins.

B. Au moins 5% des échantillons sont sélectionnés au hasard à titre de reproduction afin de vérifier la précision des tests pour chaque lot de 50 échantillons ou moins.

C. Au moins 5% des blancs de méthode sont effectués pour chaque lot de 50 échantillons ou moins.

4. Méthodologies de référence

A. AOAC957.02+APHA3120B – Détermination par ICP/OES selon la Méthode officielle AOAC 957.02, 18ème Ed. (2005) préparation de l'échantillon d'engrais.

B. AOAC988.05 – Détermination de l'azote total par la méthode Kjeldahl/méthode Kjeldahl modifiée.

Annexe C. Limites de tolérance de la CEDEAO concernant la teneur en éléments nutritifs des plantes et le poids des sacs d'engrais

Maximum des écarts tolérés de la teneur en éléments nutritifs

L'écart maximum acceptable des valeurs mesurées de la teneur en éléments nutritifs primaires d'un engrais en-dessous de celles déclarées sur l'étiquette est précisé dans le tableau ci-après :

Type d'engrais	Tolérance
Engrais simples :	
– contenant jusqu'à 20% d'élément nutritif	maximum : 0,3 unité
– contenant plus de 20% d'élément nutritif	maximum : 0,5 unité
Engrais complexes et NPK de mélange	maximum 1,1 unités pour chaque élément pris individuellement et 2,5% pour tous les éléments confondus

L'écart maximum acceptable des valeurs mesurées de la teneur en tous les éléments nutritifs pris ensemble s'obtient en additionnant les écarts mesurés des éléments nutritifs dont les teneurs prises individuellement sont en-dessous de celles déclarées sur l'étiquette ; aucune compensation n'est permise par les éléments nutritifs dont les teneurs prises individuellement sont supérieures à celles déclarées sur l'étiquette.

Maximum des écarts tolérés de la teneur en éléments nutritifs secondaires

L'écart maximum acceptable des valeurs mesurées de la teneur en éléments nutritifs secondaires ou en oligo-éléments d'un engrais en-dessous de celles déclarées sur l'étiquette est précisé dans le tableau ci-après :

Élément nutritif secondaire	Tolérance pour chaque élément
Calcium (Ca)	0,2 unité + 5% de la teneur déclarée
Soufre (S)	0,2 unité + 5% de la teneur déclarée
Magnésium (Mg)	0,2 unité + 5% de la teneur déclarée

L'écart maximum toléré, calculé à partir des données du tableau ci-dessus, doit être égal à 1 unité (1%).

Ecart maximum toléré du poids des engrais

L'écart maximum acceptable entre la valeur mesurée du poids d'un sac d'engrais et celle déclarée sur l'étiquette est de 1% du poids du sac.

Annexe D. Répartition géographique des échantillons prélevés au Sénégal

RÉGION	ENGRAIS	NOMBRE D'ECHANTILLONS
DAKAR	10-10-20	2
	15-15-15 complexe	1
	18-46-0	1
	K ₂ SO ₄	1
	Urée	2
DIOURBEL	15-10-10	6
	6-20-10	7
	Urée	2
FATICK	15-10-10	4
	15-15-15 mélange	2
	6-20-10	7
	Urée	9
KAFFRINE	Urée	8
KENDOUGOU	14:23:14+5S+1B	4
	Urée	3
KOLDA	10-10-20	1
	14:23:14+5S+1B	5
	15-10-10	1
	15-15-15 mélange	2
	15-15-15 complexe	3
	6-20-10	2
	Urée	6
KAOLACK	15-15-15 mélange	1
	Urée	4
LOUGA	15-10-10	3
	6-20-10	4
	Urée	2
MATAM	10-10-20	1
	15-15-15 complexe	1
	18-46-0	2
	Urée	3
SAINT LOUIS	10-10-20	2
	15-10-10	1
	15-15-15 complexe	2
	18-46-0	1
	9-23-30	4
	Urée	9
TAMBA	14:23:14+5S+1B	2
	15-10-10	9
	15-15-15 mélange	2
	15-15-15 complexe	2
	6-20-10	5
	Urée	13
	THIES	10-10-20
15-10-10		3
15-15-15 mélange		2
15-15-15 complexe		3
16-16-16		1
6-20-10		5
Urée		6
Total		174*

* Le nombre d'échantillons qui a été soumis aux analyses chimiques et statistiques est inférieur.

Annexe E. Résultats non-significatifs de l'analyse statistique des facteurs influençant la teneur en éléments nutritifs

FACTEUR	ENGRAIS	CATEGORIE	Qualité de l'engrais		Signification de Chi carré
			Bon (%)	Mauvais (%)	
CARACTÉRISTIQUES DU MARCHÉ					
TYPE DE MARCHÉ	15-15-15 mélange	Rural			*
		Urbain	33,3	66,7	
	15-15-15 complexe	Rural			*
		Urbain	18,2	81,8	
	6-20-10 mélange	Rural			*
		Urbain	100,0		
PÉRIODOCITÉ	15-15-15 mélange	Périodique			*
		Permanent	50,0	50,0	
	15-15-15 complexe	Périodique			*
		Permanent	16,7	83,3	
	6-20-10 mélange	Périodique			*
		Permanent	100,0		
CONCENTRATION DES DISTRIBUTEURS	15-15-15 mélange	Isolé			*
		Faible			
		Élevée	33,3	66,7	
	15-15-15 complexe	Isolé			*
		Faible			
		Élevée	18,2	81,8	
	6-20-10 mélange	Isolé			*
		Faible			
		Élevée	100,0		
CARACTÉRISTIQUES DU DISTRIBUTEUR					
TYPE DE CLIENTS	15-15-15 mélange	GE **	22,2	22,2	0,5
		PE**	0,0	22,2	
		PE GE	11,1	22,2	
	15-15-15 complexe	GE	0,0	18,2	0,4
		PE	0,0	27,3	
		PE GE	18,2	36,4	
	6-20-10 mélange	GE	100,0		*
		PE			
		PE GE			
CONNAISSANCES TECHNIQUES SUR LES ENGRAIS	15-15-15 mélange	Bonne	14,3	42,9	0,8
		Limitée	14,3	28,6	
		Aucune			
	15-15-15 complexe	Bonne	20,0	30,0	0,3
		Limitée	0,0	40,0	
		Aucune	0,0	10,0	
	6-20-10 mélange	Bonne	100,0		*
		Limitée			
		Aucune			
TYPE DE DISTRIBUTEUR	15-15-15 mélange	Autre	22,2	0,0	0,5
		Détaillant	11,1	22,2	
		Grossiste	0,0	44,4	
	15-15-15 complexe	Autre	0,0	27,3	0,4
		Détaillant	0,0	45,5	
		Grossiste	18,2	9,1	
	6-20-10 mélange	Autre			*
		Détaillant	100,0		
		Grossiste			

FACTEUR	ENGRAIS	CATEGORIE	Qualité de l'engrais		Signification de Chi carré
			Bon (%)	Mauvais (%)	
DISTRIBUTEUR FORMÉ	15-15-15 mélange	Non	0,0	16,7	*
		Oui	0,0	83,3	
	15-15-15 complexe	Non	0,0	14,3	0,5
		Oui	28,6	57,1	
	6-20-10 mélange	Non			*
		Oui	100,0		
PROPRIETES PHYSIQUES DE L'ENGRAIS					
TENEUR EN HUMIDITÉ	15-15-15 mélange	Adéquate	0,0	11,1	0,6
		Moyenne	11,1	33,3	
		Élevée	22,2	22,2	
	15-15-15 complexe	Adéquate	0,0	36,4	0,4
		Moyenne	18,2	36,4	
		Élevée	0,0	9,1	
	6-20-10 mélange	Adéquate			*
		Moyenne	100,0		
		Élevée			

* Test non concluant en raison de l'insuffisance des données ou de la faible variabilité dans les données.

** PE : Petits exploitants, GE : Grands exploitants



P.O. Box 2040
Muscle Shoals, AL 35662 USA

Phone: +1(256) 381-6600
Fax: +1(256) 381-7408
Website: www.ifdc.org
E-mail: general@ifdc.org

© 2013, IFDC. All rights reserved.



Publication Spéciale IFDC – SP-46
Août 2013
2C