AgEcon SEARCH
RESEARCH IN AGRICULTURAL & APPLIED ECONOMICS

The World's Largest Open Access Agricultural & Applied Economics Digital Library

This document is discoverable and free to researchers across the globe due to the work of AgEcon Search.

Help ensure our sustainability.

Give to AgEcon Search

AgEcon Search
http://ageconsearch.umn.edu
aesearch@umn.edu

*Papers downloaded from **AgEcon Search** may be used for non-commercial purposes and personal study only. No other use, including posting to another Internet site, is permitted without permission from the copyright owner (not AgEcon Search), or as allowed under the provisions of Fair Use, U.S. Copyright Act, Title 17 U.S.C.*

REPUBLIQUE RWANDAISE

Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et des Forêts

REPONSE ET RENTABILITE DES ENGRAIS AU RWANDA

Synthèse des Résultats des Etudes du MINAGRI menées par le Food Security Research Project (FSRP) et l'Initiative sur la Fertilité des Sols de la FAO

par

Valérie Kelly*
Anastase Murekezi**

Février 2000

* Professeur Associé, Département de l'Economie Agricole, Université d'Etat du Michigan
** Agronome, Consultant à l'Initiative sur la Fertilité des Sols de la FAO et au Food Security Research Project

TABLES DES MATIERES

I. INTRODUCTION....4
1.1. Contexte de la politique....4
1.2. Objectifs de la synthèse....4
1.3. Conceptualisation de la demande potentielle et effective....5
2. HISTORIQUE SUR LES METHODES UTILISEES DANS LES ETUDES ET LA RECHERCHE....7
2.1. Critères utilisés pour évaluer la rentabilité....7
2.2. Résumé des méthodes utilisées par le FSRP et l'IFS-FAO....8
2.3. Implications des différences dans les méthodes FSRP et IFS-FAO....10
2.3.1. Réponse....10
2.3.2. Prix des intrants....11
2.3.3 Prix des produits récoltés....12
3. RESUME DES PRINCIPALES CONCLUSIONS SUR LA RENTABILITE DES ENGRAIS....13
3.1. Recommandations sur la fertilisation du haricot volubile....16
3.2 Recommandations pour la fertilisation du maïs....18
3.3. Recommandations pour la fertilisation du riz....20
3.4 Recommandations pour la fertilisation du sorgho....22
3.5 Recommandations pour la fertilisation de la pomme de terre....24
3.6 Recommandations pour la fertilisation du soja....26
3.7 Recommandations pour la fertilisation de la patate douce....28
3.8 Recommandations pour la fertilisation du chou....30
3.9 Recommandations pour la fertilisation du petit pois, du blé et du manioc....32
4. LECONS ET PERSPECTIVES D'AVENIR....36
4.1. Organisation générale des activités de promotion des engrais....36
4.2. Implications sur la recherche et la vulgarisation....38
4.3. Implications sur les activités de développement des marchés....39
4.4. Implications sur la politique sectorielle et macro-économique....40
Liste des références citées....42
Annexe 1....43
PRINCIPALES REFERENCES SUR LA REPONSE AUX ENGRAIS CONSULTEES PAR LE FSRP....43
ANNEXE 2....45
PRINCIPALES REFERENCES SUR LA REPONSE AUX ENGRAIS CONSULTEES PAR LA FAO/IFS....45
Annexe 3....47
PARTICIPANTS A L'ATELIER SUR LA REPONSE ET LA RENTABILITE DES ENGRAIS....47

Liste des tableaux

1. Comparaison des méthodes analytiques utilisées dans les études de fertilisation FSRP/IFS-FAO 9
2. Traitements engrais rentables pour le haricot volubile par zone 16
3. Traitements engrais rentables pour le maïs 18
4. Traitements engrais rentables pour le riz, par zone 20
5. Traitements engrais rentables pour le sorgho 22
6. Traitements engrais rentables pour la pomme de terre 24
7. Traitements engrais rentables pour le soja 26
8. Traitements engrais rentables pour la patate douce 28
9. Traitements engrais rentables pour le chou 30
10. Estimation de la demande effective des engrais: 1999-2010 40

Liste des figures

1. Facteurs affectant les niveaux de consommation des engrais 6
2. Tendances des prix réels du maïs de 1995 à 1999 12
3. Guide "Feux de signalisation" pour la cartographie des engrais 14
4. Classification des zones agro-bioclimatiques au Rwanda 15
5. Haricot volubile. Carte des recommandations sur la promotion de la fertilisation au Rwanda 17
6. Maïs. Carte des recommandations sur la promotion de la fertilisation au Rwanda 19
7. Riz. Carte des recommandations sur la promotion de la fertilisation au Rwanda 21
8. Sorgho. Carte des recommandations sur la promotion de la fertilisation au Rwanda 23
9. Pomme de terre. Carte des recommandations sur la promotion de la fertilisation au Rwanda 25
10. Soja. Carte des recommandations sur la promotion de la fertilisation au Rwanda 27
11. Patate douce. Carte des recommandations sur la promotion de la fertilisation au Rwanda 29
12. Chou. Carte des recommandations sur la promotion de la fertilisation au Rwanda 31
13. Petit pois. Carte des recommandations sur la promotion de la fertilisation au Rwanda 33
14. Blé. Carte des recommandations sur la promotion de la fertilisation au Rwanda 34
15. Manioc. Carte des recommandations sur la promotion de la fertilisation au Rwanda 35

REPONSE ET RENTABILITE DES ENGRAIS AU RWANDA

SYNTHESE DES RESULTATS DES ETUDES DU MINAGRI MENEES PAR
LE FOOD SECURITY RESEARCH PROJECT
ET
L'INITIATIVE SUR LA FERTILITE DES SOLS DE LA FAO

I. INTRODUCTION

1.1. Contexte de la politique

Le Gouvernement Rwandais a proposé les actions et politiques suivantes en vue d'accroître l'utilisation des intrants agricoles modernes: [1]

- Identification du potentiel d'utilisation des engrais par zone agro-écologique (les cultures et les variétés qui répondent le plus aux engrais et les types d'engrais les plus efficaces pour chaque zone).
- Promotion de l'approvisionnement (importations) progressivement de la moyenne annuelle actuelle de 4.000 tonnes à 10.000 tonnes endéans cinq ans.
- Renforcement à travers des programmes de vulgarisation de la capacité technique des agriculteurs à utiliser les engrais.
- Renforcement de l'intérêt des agriculteurs et leur accès aux engrais (par l'amélioration du système de crédit, des marchés pour les cultures à haute valeur, etc.).
- Création d'un environnement encourageant le secteur privé à commercialiser les engrais (importation, distribution, etc.) par la réduction des taxes à l'importation et à la vente et l'amélioration des infrastructures physiques (routes, entrepôts, etc.) pour rendre l'opération rentable.

Connaître les engrais à recommander pour les différentes cultures et zones ainsi qu'avoir une bonne connaissance de la rentabilité des engrais au niveau de l'agriculteur en fonction des différents scénarios prix intrant/récolte est la première étape critique pour la mise en œuvre de ce programme. En conséquence, un objectif clé du Food Security Research Project (FSRP) et de l'Initiative sur la Fertilité des Sols (IFS) de la FAO à été d'actualiser les analyses de rentabilité des engrais en utilisant les sources de données existantes sur la réponse aux engrais et les prix récents des engrais et des cultures prioritaires.

1.2. Objectifs de la synthèse

Les objectifs de la synthèse sont de:

- Présenter sous forme synthétique les conclusions et les recommandations clés des études menées par le FSRP/IFS-FAO sur la rentabilité des engrais au Rwanda;

[1] Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et des Forêts, *Proposed Fertiliser policy, 1999*

- Incorporer dans cette synthèse les informations et les commentaires obtenus des participants à l'Atelier sur la Rentabilité des Engrais organisé par le MINAGRI le 15 Décembre 1999 pour présenter et valider les résultats des deux études.

1.3. Conceptualisation de la demande potentielle et effective

Avant de présenter les résultats des études FSRP/IFS-FAO sur la rentabilité des engrais, il est utile d'identifier les facteurs affectant cette rentabilité et de comprendre comment les analyses de la rentabilité des engrais entrent dans le concept plus large des activités de développement du sous-secteur engrais.

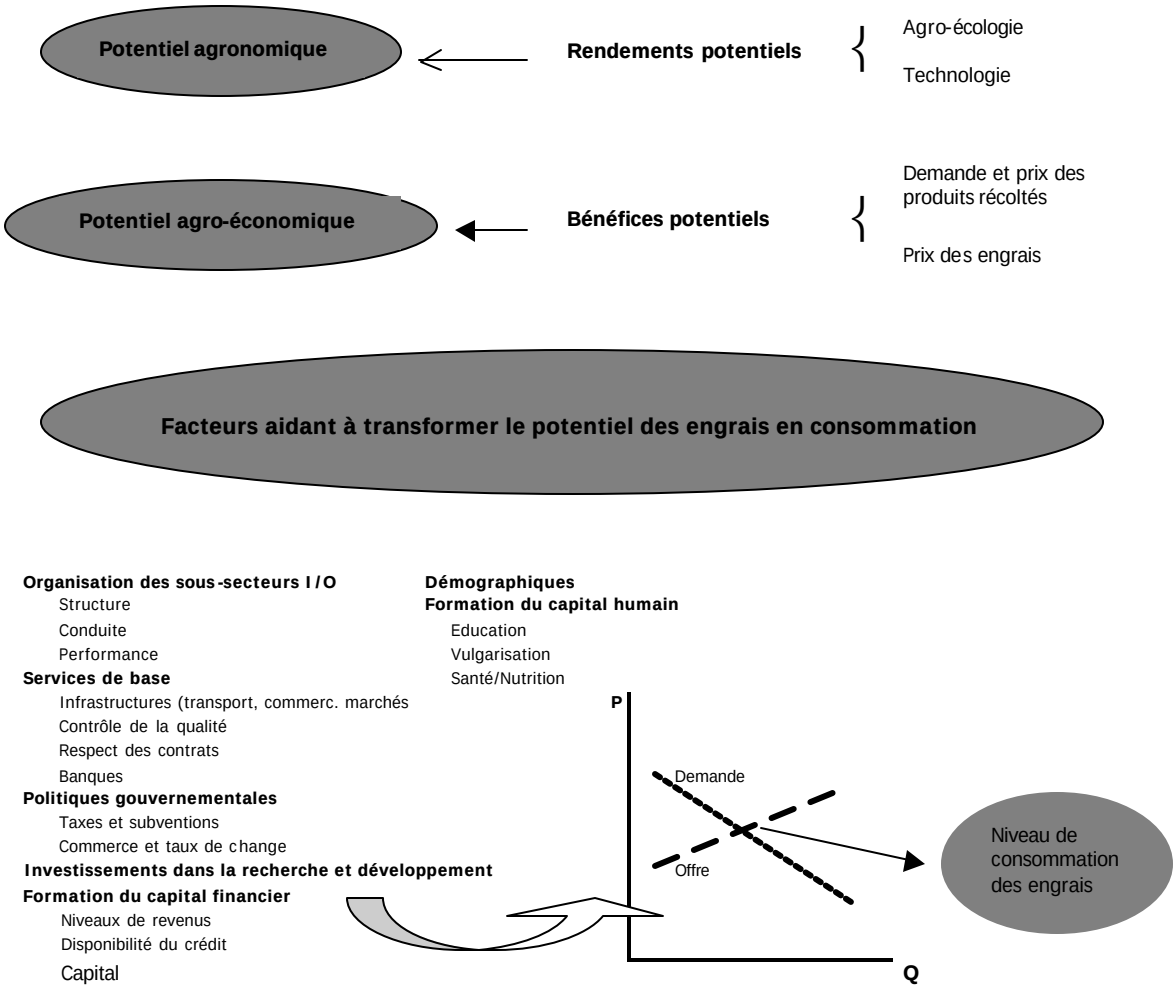
La figure 1 est un diagramme schématique représentant les divers facteurs affectant les niveaux de consommation des engrais. La partie supérieure du diagramme traite de ce que nous appelons le potentiel "agronomique" et "agro-économique" des engrais. Le potentiel agronomique est une fonction de la réponse physique de la plante à une application d'engrais dans un environnement donné (sols, climat, etc.) - il s'agit de la technologie interagissant avec la plante et son environnement pour donner un certain rendement. Une technologie peut avoir un potentiel agronomique très élevé (i.e. un rendement très élevé) mais ne pas avoir un bon potentiel "agro-économique". Le potentiel agro-économique est une fonction du rendement et de l'influence du prix des intrants et des produits récoltés - le prix des intrants doit être relativement bas et celui des produits récoltés relativement haut pour qu'une technologie particulière engrais ait un bon potentiel "agro-économique". En résumé, plus le prix des intrants est bas et celui des produits récoltés haut, plus la demande des engrais sera élevée.

Les rendements, les prix des intrants et des produits récoltés ne sont toutefois pas des facteurs indépendants qui déterminent la demande des engrais mais plutôt le résultat net d'interactions influencées par la politique gouvernementale et les décisions sur les investissements, la demande des consommateurs pour la nourriture, ainsi que les décisions indépendantes des agriculteurs et des entrepreneurs actifs dans la commercialisation des intrants et des produits récoltés. La partie inférieure de la figure 1 donne une liste de certains des multiples facteurs qui influencent la demande des engrais en agissant sur les prix des engrais et des produits récoltés ou sur l'efficacité avec laquelle les engrais et les produits récoltés sont commercialisés. Le but du diagramme est de montrer que même un potentiel agro-économique élevé ne garantit nécessairement pas une forte demande des engrais lorsqu'il y a des faiblesses ou des incertitudes dans les systèmes de commercialisation (p.ex. un retard dans les approvisionnements, des problèmes de qualité, des prix des produits récoltés variant beaucoup, etc.).

Cette publication sur la réponse et la rentabilité des engrais au Rwanda met l'accent sur la partie supérieure de la figure 1 qui traite du potentiel agronomique et agro-économique de la demande des engrais. L'identification des cultures et zones pour lesquelles ce potentiel est élevé est une première étape essentielle dans le développement du sous-secteur engrais au

Rwanda. Nous passons en revue les connaissances actuelles sur la réponse aux engrais et examinons jusqu'où cette réponse, lorsqu'elle est soumise aux rapports du prix engrais/produit récolté, est rentable pour les agriculteurs rwandais. La Section 2 discute des méthodes utilisées dans les analyses de rentabilité et la Section 3 présente les résultats. La publication conclue dans la Section 4 par une discussion sur les implications des résultats de l'étude de rentabilité et émet des recommandations sur les différentes options que le Gouvernement et le secteur privé devraient prendre en considération pour convertir le potentiel agro-économique identifié en une demande effective au niveau des agriculteurs.

Figure 1. Facteurs affectant les niveaux de consommation des engrais



Source: Naseem and Kelly 1999.

2. HISTORIQUE SUR LES METHODES UTILISEES DANS LES ETUDES ET LA RECHERCHE

2.1. Critères utilisés pour évaluer la rentabilité

Les deux études FSRP et FAO-IFS utilisent les rapports estimés valeur/coût pour évaluer la rentabilité potentielle de l'engrais. Le rapport valeur/coût est calculé comme suit:

VPA/CTE

où VPA = Valeur de la production additionnelle imputable au traitement engrais
CTE = Coût du traitement engrais

En classifiant les traitements comme "rentable" au niveau de l'agriculteur, les deux études ont utilisé un rapport V/C ≥ 2 comme limite minimale. En d'autres mots, un agriculteur ne sera motivé à utiliser les engrais que dans le cas où le profit potentiel de l'investissement est au moins le double du coût de l'investissement. C'est une loi commune utilisée dans l'analyse de l'utilisation des engrais dans les systèmes agricoles où les agriculteurs commencent juste à les adopter. Bien que strictement parlant un rapport V/C < 1 soit rentable, (le coût de l'investissement est couvert et il reste quelque chose comme profit), des agriculteurs à ressources financières limitées et s'attendant à des risques élevés dans la production et les prix (variabilité inter-annuelle élevée dans les rendements suite aux facteurs climatiques et variabilité élevée des prix suite aux marchés mal organisés) sont rarement enclins à risquer un investissement, à moins que les bénéfices ne soient substantiellement plus élevés que l'investissement. On ne rencontre nulle part dans la littérature que le rapport V/C doit être au moins 2. Toutefois, il est largement débattu si ce rapport ne devrait pas être au moins 3 dans plusieurs régions d'Afrique. L'opinion des auteurs est que les cas où le rapport V/C est au moins égal à 3 sont les cas où la promotion de l'utilisation des engrais a des chances d'être facilement adoptée à court terme. Les cas où ce rapport est seulement de 2 ou légèrement supérieur sont potentiellement rentables, mais nécessitent une plus grande vulgarisation et un suivi pour assurer que les agriculteurs utilisent correctement les engrais et peuvent obtenir les rendements atteints au cours des essais et démonstrations antérieures qui ont fourni les données de réponse utilisées dans ce rapport.

Bien que les deux rapports FSRP et IFS-FAO aient utilisé les mêmes critères de rentabilité, on remarque plusieurs différences dans les sources et la nature des données ainsi que dans les prix des intrants et des produits récoltés utilisés. Ces différences sont décrites dans les deux sections suivantes.

2.2. Résumé des méthodes utilisées par le FSRP et l'IFS-FAO

L'approche du FSRP a été de:

(1) Passer en revue et synthétiser les documents publiés sur les résultats des essais et démonstrations de fertilisation antérieures pour 5 cultures principales: haricot volubile, maïs, riz, sorgho et pomme de terre. Etant donné la diversité des sources consultées, les données examinées par le FSRP varient considérablement en termes de nombre d'observations, sites et années couverts, ainsi que les traitements évalués (y compris une certaine information sur la réponse des applications de fumier et de chaux);

(2) Utiliser les prix du marché pour la période 1995-1999 collectés par le PASAR[2] pour développer une série d'hypothèses sur les prix des produits récoltés que recevront les agriculteurs (les variations des prix au cours de l'année, des saisons et sur les différents marchés ont été pris en compte après avoir converti les données en prix réels en utilisant Décembre 1998 comme année de référence); les prix pour chaque analyse ont été choisis sur des marchés identifiés comme les plus fréquemment utilisés pour une culture donnée dans une zone agrobioclimatique donnée;

(3) Calculer le coût des différents types d'engrais par préfecture (en se basant sur les prix des engrais à Kigali communiqués par des importateurs potentiels début 1999 et les coûts de transport communiqués par les distributeurs d'engrais et le Programme Alimentaire Mondial);

(4) Estimer les bénéfices financiers probables (rapport V/C) pour l'utilisation des engrais sur des combinaisons culture/zone en combinant l'information des trois premières étapes;

(5) Préparer un rapport préliminaire des résultats incluant une évaluation de la force relative des différents rapports V/C estimés (p.ex. donnant plus de poids aux exemples avec un grand nombre de sites, années ou répétitions couvertes par les essais ou les démonstrations);

(6) Développer une feuille de calcul interactive qui permet aux analystes de changer/mettre à jour les hypothèses sur la réponse de la culture aux engrais, les prix des engrais, les prix du transport et les prix des produits récoltés.

L'approche de l'IFS-FAO a été de:

(1) Utiliser la réponse NP (Azote/Phosphore) pour estimer les fonctions de production pour les cinq cultures principales énumérées ci haut plus le soja, le petit pois, la patate douce, le manioc et le chou. Le nombre d'observations, les zones agrobioclimatiques couvertes, ainsi que les dates varient par culture, mais toutes les données avaient été collectées par le Projet FAO/DANIDA au cours des années 80 et début 90. Tous les essais avaient été conduits en champs d'agriculteurs en utilisant une dose de base de K (34 kg pour les légumineuses, 42 kg pour les céréales et 50 kg pour les tubercules) et une application de fumier équivalent à la pratique habituelle des agriculteurs.

---

[2] Projet d'Appui à la Sécurité Alimentaire au Rwanda

(2) Le modèle quadratique a alors été utilisé pour identifier la dose de N et de P qui pourrait résulter en un taux marginal minimum de profit de 2 (équivalent à un rapport V/C ≥ 2 que nous appelons la *dose économiquement optimale*)[3], en utilisant les prix de N et P basés sur une moyenne pondérée des prix des nutriments représentés dans les trois types d'engrais actuellement disponibles au Rwanda (NPK, DAP et Urée);

(3) Les rapports V/C ont été ensuite calculés en utilisant deux scénarios à propos des produits fertilisants utilisés pour disponibiliser la *dose économiquement optimale*: La quantité de NPK (17-17-17) et d'urée nécessaire contre les quantités de DAP et d'urée requises.

(4) Les coûts des engrais étaient basés sur les prix des engrais importés en 1999; les prix reflètent une politique pan-territoriale de détermination des prix car l'importateur/distributeur privé (Business Center) ajoutait un coût de transport fixe pour tous les engrais livrés dans le pays sans considération de la distance et du coût du moment.

(5) Les prix des produits récoltés étaient les prix nominaux Septembre/Octobre 1999 publiés par le PASAR (pour la plupart des cultures, c'est une période où les prix sont bas); les prix pour les analyses étaient relevés sur les marchés les plus actifs pour la combinaison culture/zone examinée.

(6) IFS-FAO a mis au point une série de feuilles de calcul (EXCEL 97) qui peuvent être utilisées pour évaluer la façon dont les changements de prix des engrais ou des produits récoltés affectent les recommandations sur l'utilisation des engrais.

Le tableau 1 résume les différences méthodologiques clés entre les deux études.

Tableau 1. Comparaison des méthodes analytiques utilisées dans les études de fertilisation FSRP/IFS-FAO

Méthode	FAO	FSRP	Impacts sur le rapport V/C
Prix des engrais	Prix actuel 1999 (FRw/kg DAP 218 Urée 211 NPK 209 (y compris le transport jusqu'aux zones rurales)	Fourchette de prix estimée 1999 (FRw/kg) DAP 226-260 Urée 175-225 NPK 207-226 (transport 3-12,5 FRw/kg additionnel en fonction du lieu de livraison)	V/C FAO généralement > à V/C FSRP
Prix des produits récoltés	• Prix nominaux Sep/Oct 1999 • Un scénario	• Moyenne des prix mensuels **réels** 1995-1999 • Deux scénarios	V/C FSRP généralement > V/C FAO
Réponse aux engrais	• Données sur les essais N/P • Fonctions de production • Fumier/Chaux non estimé • Pas d'analyse de K	• Données secondaires • Pas de modélisation • Fumier/Chaux estimés • N, P et K couverts	Deux approches complémentaires donnant au Gouvernement une gamme plus étendue de résultats/options

[3] A noter que la dose économiquement optimale N'EST PAS la dose maximisant le profit, qui a un taux marginal de profit égal à 1. La logique dans cette distinction est basée sur la conviction que la dose maximisant le profit est très onéreuse et risquée pour être considérée durant les premières étapes de la promotion des engrais en Afrique.

2.3. Implications des différences dans les méthodes FSRP et IFS-FAO

2.3.1. Réponse

Globalement, les deux études se complètent très bien en ce qui concerne les données de réponse utilisées, en couvrant largement les traitements et les zones plus que les études prises séparément. Néanmoins, il est utile de souligner quelques forces et faiblesses des différentes sources des données de réponse utilisées.

Le Potassium (K). La force de la donnée réponse utilisée par l'IFS-FAO est qu'elle a permis une estimation des fonctions de production pour N et P, considérés généralement comme les nutriments les plus limitants au Rwanda. Le désavantage en est que les essais ont été conduits avec une dose de base de Potassium (K). A proprement parler, la réponse aux engrais obtenue n'est valide que si les champs des agriculteurs contiennent approximativement les mêmes doses que celles utilisées dans les essais. Comme les études collatérales au Rwanda ont rarement identifié une réponse positive aux applications de K (FAO 1995, p.ex.), on pense généralement que les niveaux actuels de K dans les sols rwandais sont adéquats et que la dose de base utilisée dans les essais n'était pas nécessaire. Néanmoins, les experts en sciences du sol qui ont participé à l'Atelier sur la Rentabilité des Engrais du 15 Décembre 1999 ont souhaité que des fonds soient alloués aux essais pour actualiser l'information sur les niveaux de K (particulièrement dans les zones où les tubercules qui consomment beaucoup de K constituent d'importantes cultures) et de suivre les niveaux de K dans les sols et cultures vulnérables si les agriculteurs commencent à utiliser le DAP à la place du NPK à grande échelle. Pour l'étude FSRP, la grande partie des données provenaient de traitements ayant utilisé le NPK dans les proportions standards fixes (17-17-17). Le désavantage ici est qu'il est impossible de séparer les effets des différents nutriments et ainsi les rapports V/C indiquent simplement si le traitement testé est rentable ou non.

Le fumier. Les données des essais IFS-FAO ainsi que la plupart des sources FSRP ne fournissent pas l'information sur une parcelle témoin pure, i.e. sans fumier. En outre, les quantités de fumier sont rarement clairement spécifiées. Cela complique l'interprétation des résultats car on ne peut pas connaître la réponse si l'agriculteur n'est pas en mesure d'appliquer la même dose de fumier que celle utilisée dans les essais. Notre incapacité de savoir ce qui se passerait en cas de non utilisation de la dose de base de fumier suggère que le programme de vulgarisation devra souligner l'importance d'utiliser le fumier en combinaison avec les engrais minéraux plutôt que comme substitut[4]. Dans la base de données FSRP, on retrouve quelques exemples de réponses de NPK et/ou DAP sans dose de base de fumier -- quelques unes étaient rentable et ne sont ainsi pas résumées dans ce rapport. Il existe aussi quelques exemples de la réponse des cultures au fumier seul (sans engrais minéraux) -- aucun n'est rapporté ici car les traitements n'ont jamais été plus rentables que les traitements utilisant les engrais chimiques seuls ou combinés avec la matière organique. La recherche ultérieure sur la fertilisation devrait considérer la question fumier en incorporant dans les dispositifs expérimentaux de vraies parcelles témoins pour qu'il soit possible d'évaluer le fumier et les engrais minéraux indépendamment, ainsi que les effets de l'interaction.

[4] Weight et Kelly (1999) présentent une revue étendue de la littérature sur les complémentarités engrais minéral / matière organique en Afrique et ailleurs. Les implications sur le maintien de la qualité du sol et l'augmentation de la productivité y sont profondément discutés.

La chaux. Les essais IFS-FAO dans la zone 5a (Hautes Terres du Bufundu et du Bushiru) ont utilisé une application de base de chaux (2,5 t/ha) à la tête de chaque rotation sur 4 saisons. Malgré que le coût de la chaux n'ait pas été pris en considération dans l'identification de la dose économiquement optimale de N et P, un effort a été réalisé pour examiner l'impact potentiel sur la rentabilité globale (rapport V/C) de l'application de chaux sur la section pomme de terre de cette synthèse. Le traitement chaux dans les études passées en revue par le FSRP était variable, dans certains cas les données ont permis l'inclusion des coûts d'application de la chaux dans les calculs du rapport V/C et dans d'autres non (dans ce dernier cas la chaux était appliquée à la parcelle témoin et à la parcelle test). Aucun des cas FSRP n'est tombé dans la catégorie rentable, ils ne sont donc pas repris dans ce rapport de synthèse. L'absence d'une rentabilité élevée des traitements chaux dans les quelques cas examinés dans les études FSRP suggère le besoin de recherche ultérieure sans ce domaine[5].

Le site/Observation. La plupart des sources consultées par le FSRP étaient des synthèses des résultats obtenus sur plusieurs sites et/ou années d'essais et démonstrations. La documentation sur le nombre d'observations utilisées pour calculer le rendement moyen obtenu et la variabilité (p.ex. l'erreur standard ou le coefficient de variation) était pauvre. Cela a limité la capacité de comparer la force relative des résultats des différents rapports et d'évaluer le risque associé à l'utilisation des engrais (p.ex. pourcentage des parcelles à faible rendement). Malgré que la base de données IFS-FAO permette une certaine analyse de la variabilité du rendement dans le temps et l'espace, cela n'a jamais été réalisé.

Pratiques améliorées. Un autre problème rencontré dans les sources consultées par le FSRP est l'allusion aux pratiques améliorées ayant été utilisées avec le traitement engrais mais sans préciser exactement de quoi il s'agit. Ces pratiques semblent inclure une certaine combinaison avec des semences améliorées (avec une variété non toujours spécifiée), l'espacement, les techniques d'épandage des engrais (à la volée vs épandage en poquets ou en lignes), et d'autres pratiques non spécifiées. L'information sur les implications de la main d'œuvre dans l'épandage des engrais et ces autres pratiques n'était pas disponible, ainsi aucun effort n'a été réalisé pour prendre ces coûts de la main d'œuvre en considération. Malgré que les résultats d'autres pays suggèrent que l'application des engrais ne nécessite pas une importante main d'œuvre additionnelle, leur utilisation peut augmenter la main d'œuvre pour la plantation, le sarclage et la récolte. Si cette main d'œuvre est importante, elle devrait être quantifiée et les coûts supplémentaires ajoutés aux coûts de l'utilisation des engrais.

2.3.2. Prix des intrants

Les prix utilisés par l'IFS-FAO reflètent le prix à un point spécifique dans le temps (fin 1999) et un système pan-territorial de détermination des prix ne reflète pas les vrais coûts de transport aux zones éloignées de Kigali. Les prix FSRP sont des estimations pour Mai 1999 plutôt que les coûts actuels d'importation de la fin 1999, mais utilisent diverses sources qui ont permis deux scénarios: scénario de faibles coûts utilisant les plus basses estimations pour le coût de l'engrais et du transport et un scénario coûts élevés utilisant les estimations les plus élevées. En général, même le scénario faibles coûts du FSRP s'est montré plus cher que les estimations de prix de l'IFS-FAO.

---

[5] Une abondante revue de littérature sur l'utilisation de la chaux dans l'agriculture rwandaise a été récemment complétée par Frank R. Beernaert (1999); nous n'avons pas disposé assez tôt d'une copie pour l'inclure dans ce rapport.

Etant donné les différences de prix des intrants utilisés, les résultats de la FAO - toute autre chose restant égale - sont vraisemblablement plus rentables que les résultats du FSRP. Cet effet est plus prononcé pour les zones éloignées de Kigali où les bénéfices de la politique pan-territoriale de détermination des prix sont plus élevés.

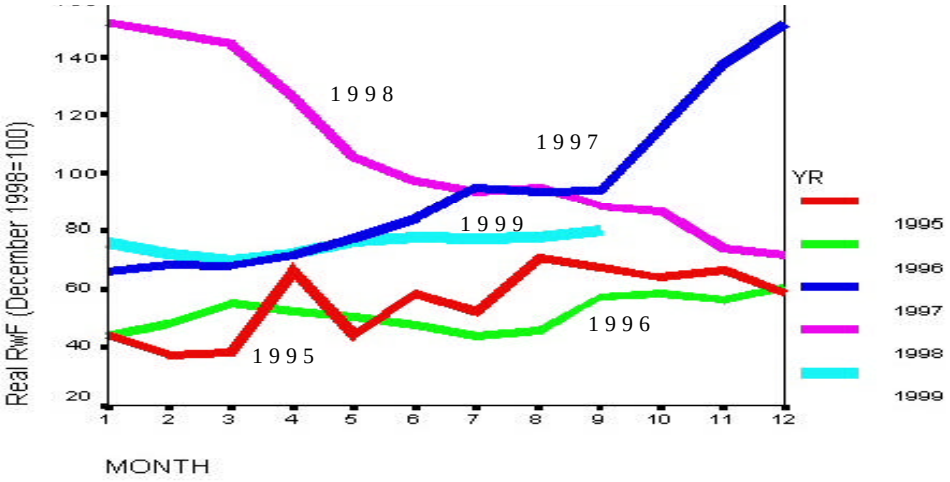
2.3.3 Prix des produits récoltés

La différence clé dans les prix des produits récoltés est similaire à celle des prix des intrants. L'analyse FSRP utilise plusieurs scénarios de prix tandis que l'IFS-FAO utilise les prix à un seul moment dans le temps. Ce moment, Septembre/Octobre 1999, représente une époque de l'année où les prix de plusieurs cultures tendent à être bas. Ainsi, l'impact - toute autre chose restant égale - est de rendre les rapports V/C de l'IFS-FAO inférieurs à ce qu'ils devraient être en utilisant les prix annuels moyens. Utiliser les prix de 1999 semble un choix raisonnable car la revue de la tendance des prix d'après guerre (prix réels utilisant Décembre 1998 comme référence) montre que la volatilité des prix d'après guerre était finalement en diminution: après deux ans de prix très bas (1995-1996) suivis de deux ans de prix exceptionnellement élevés (1997-1998), les prix semblent s'être stabilisés entre les deux extrêmes et sont restés relativement stables jusqu'en Septembre 1999, comme le montre la figure 2 qui utilise l'exemple des prix du maïs.

L'analyse FSRP utilise les prix réels moyens mensuels calculés sur toutes les années d'après guerre. Deux scénarios ont été examinés. Un scénario prix élevés utilisant le prix moyen des 3-4 mois de l'année où il y a des pénuries contre un scénario bas prix qui assume que l'agriculteur vend immédiatement après la récolte.

Dans les calculs des rapports V/C, les prix des intrants et des produits récoltés ont été combinés pour produire un scénario optimiste et pessimiste: le scénario optimiste utilise les prix élevés des produits récoltés et le prix bas des intrants et du transport, tandis que le scénario pessimiste utilise les bas prix pour les produits récoltés et le prix élevés pour les intrants et le transport. Dans ce document nous n'avons montré que la valeur du milieu entre les estimations des rapports V/C optimistes et pessimistes, mais le rapport complet du FSRP montre toute la gamme des résultats.

Figure 2. Tendances des prix réels du maïs de 1995 à 1999



3. RESUME DES PRINCIPALES CONCLUSIONS SUR LA RENTABILITE DES ENGRAIS

Cette section contient une synthèse des principales conclusions sur la réponse et la rentabilité de l'utilisation des engrais, culture par culture, ainsi que l'interprétation des auteurs sur leurs implications sur le développement des programmes de promotion de l'utilisation des engrais qui peuvent être initiés par les services de vulgarisation du gouvernement en collaboration avec les associations d'agriculteurs, les ONG d'appui, les importateurs et distributeurs d'engrais, ainsi que d'autres impliqués dans la recherche, la vulgarisation, et autres services d'appui aux agriculteurs.

Nous avons utilisé ce que nous appelons l'approche **"feux de signalisation"** pour montrer les résultats communs des études FSRP et IFS-FAO (Figure 3). Une carte utilisant les couleurs des feux de signalisation routière, rouge, jaune et vert, résume les recommandations communes pour chaque culture étudiée. Les trois couleurs représentent trois recommandations différentes:

Le rouge indique que la promotion de l'utilisation des engrais N'EST PAS recommandée.
La jaune indique qu'un *programme ciblé* avec suivi attentif est recommandé, et
Le vert indique qu'un *programme intensif de promotion des engrais* est recommandé

En plus de ces feux de signalisation, les cartes contiennent aussi un grand nombre de communes colorées en gris ou en blanc. Le gris indique les combinaisons culture/zone où les résultats des deux études n'ont pas abouti à des conclusions et où il est nécessaire de chercher des informations complémentaires sur les fonctions de réponse examinées ou identifier des sources additionnelles de données. Les zones blanches sont celles où aucune donnée n'a été trouvée pour la culture et la zone.

Plusieurs systèmes de classification des régions ont été faites au Rwanda. Nous avons utilisé le système de 18 zones mis au point par James K. Gasana et adopté par la Commission Nationale d'Agriculture (CNA) en 1991 qui est donné à la figure 4.

Chaque carte "feux de signalisation" est accompagnée par une page de synthèse des résultats clés de la rentabilité par zone agrobioclimatique (traitements engrais utilisés, rendements, prix et rapports estimés V/C).

Les résultats pour les cinq cultures principales sont présentés en premier lieu (haricot volubile, maïs, riz, sorgho et pomme de terre), puis suit les résultats pour les six cultures couvertes seulement par l'étude IFS-FAO (soja, patate douce, chou, petit pois, blé et manioc).

Figure 3. Guide "Feux de signalisation" pour la cartographie des engrais

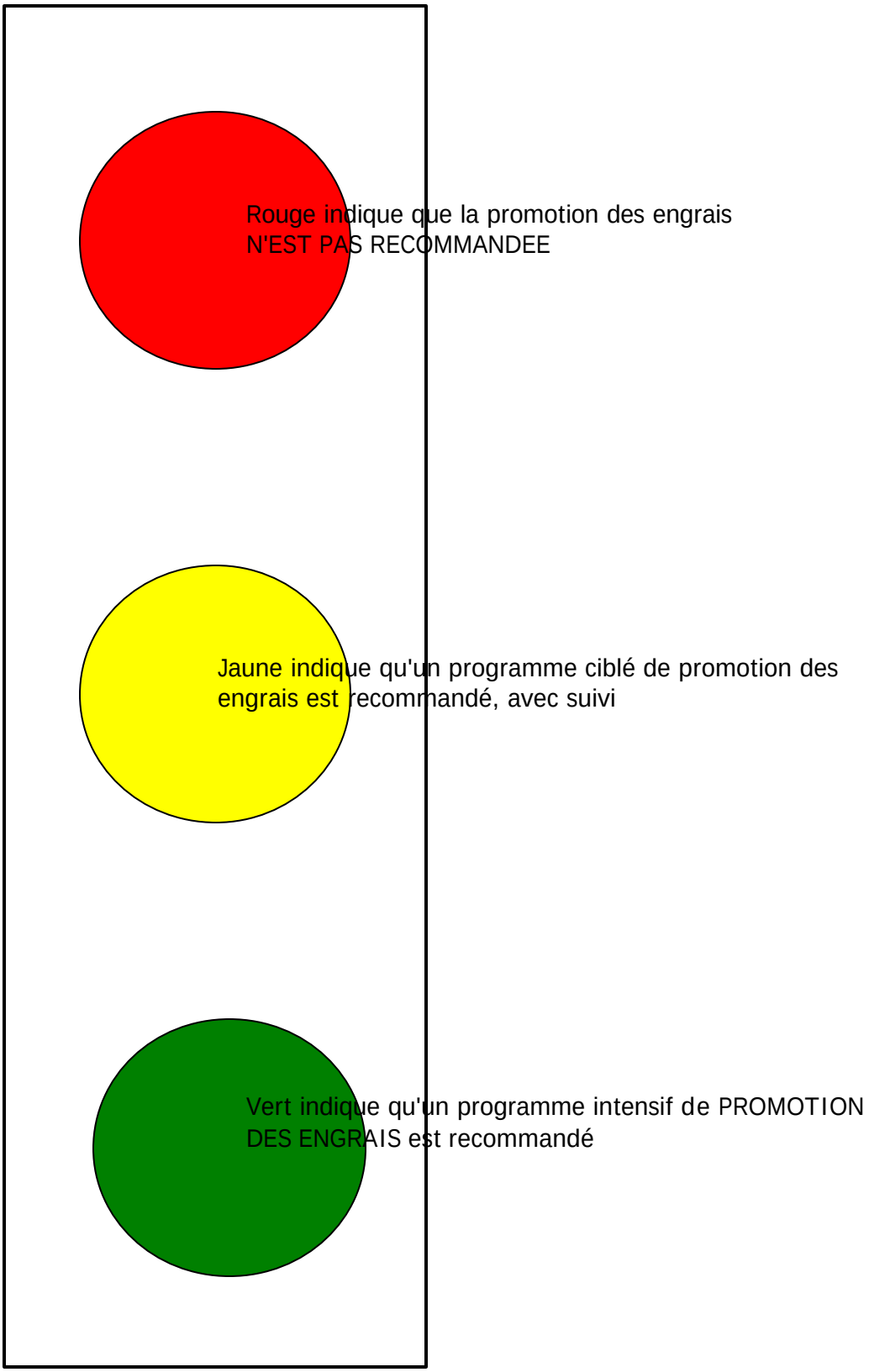
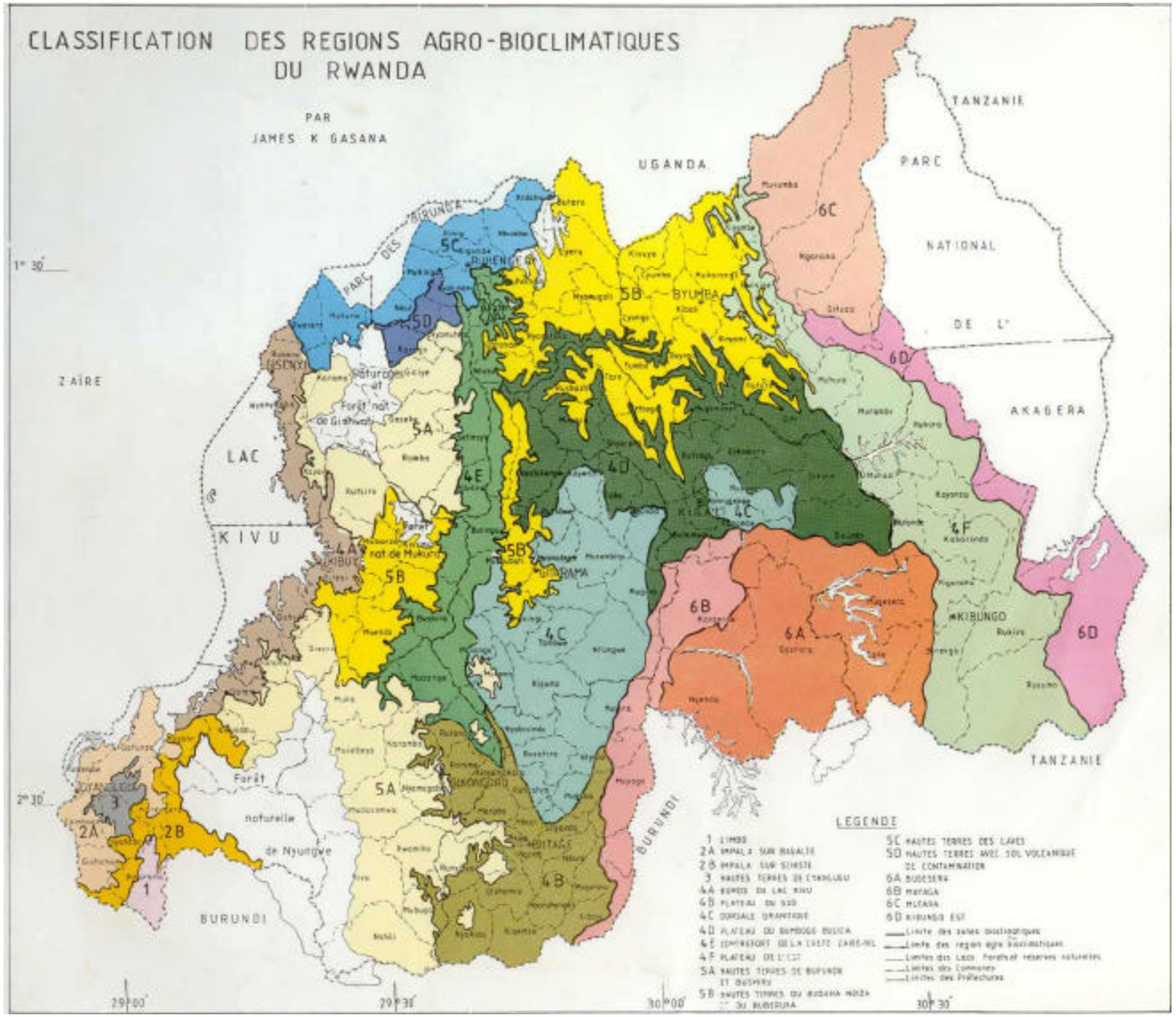


Figure 4. Classification des zones agro-bioclimatiques au Rwanda



3.1. Recommandations sur la fertilisation du haricot volubile

Les traitements rentables identifiés par la recherche sont décrits au tableau 2 ci-après et les recommandations sous forme de "feux de signalisation" sont indiquées à la figure 5, page suivante. Un programme intensif de promotion de la fertilisation du haricot volubile générera des bénéfices pour les agriculteurs des zones figurant au tableau 2. Comme la plupart des rapports V/C sont significativement plus élevés que 2, la rentabilité sera maintenue même si le prix du haricot diminue ou que celui des engrais augmente un peu.

Tableau 2. Traitements engrais rentables pour le haricot volubile par zone

Zone	Traitement*	Réponse engrais (kg/ha	Marchés	Prix du haricot (FRw/kg)**	Rapport V/C
1 – Imbo	80 kg DAP 30 kg Urée	766	Kamembe	100	3,2
4b - Plateau du Sud	120 kg DAP 10 kg Urée	1.181	Butare	120	5
4c - Dorsale granitique	120 kg DAP 10 kg Urée	1.181	Ruhango	110	4,4
4d - Plateau du Bumbogo-Buliza	100 kg DAP	365	Kigali-Ville Butare	134/175 123/200	2,3 2,4
4f - Plateau de l'Est	100 kg DAP	1.020	Gatore Kibungo	101/147 103/167	5 5,5
5c - Hautes Terres de Lave	80 kg DAP 40 kg Urée	797	Ruhengeri	100	3,1

* Tous les résultats sont basés sur l'application de 2-5 tonnes de fumier sur les parcelles tests et témoins.

** Lorsqu'un seul prix est indiqué, l'analyse a été effectuée en utilisant le prix nominal du marché pour Sept/Oct 1999; lorsque deux prix sont indiqués, l'analyse a utilisé le prix moyen de 1995-1999 (référence = Déc 1998) et deux scénarios: (1) prix moyens au cours de la période de récolte et (2) prix moyen durant les périodes de disettes. Pour ce dernier cas, le rapport V/C est une moyenne des deux scénarios.

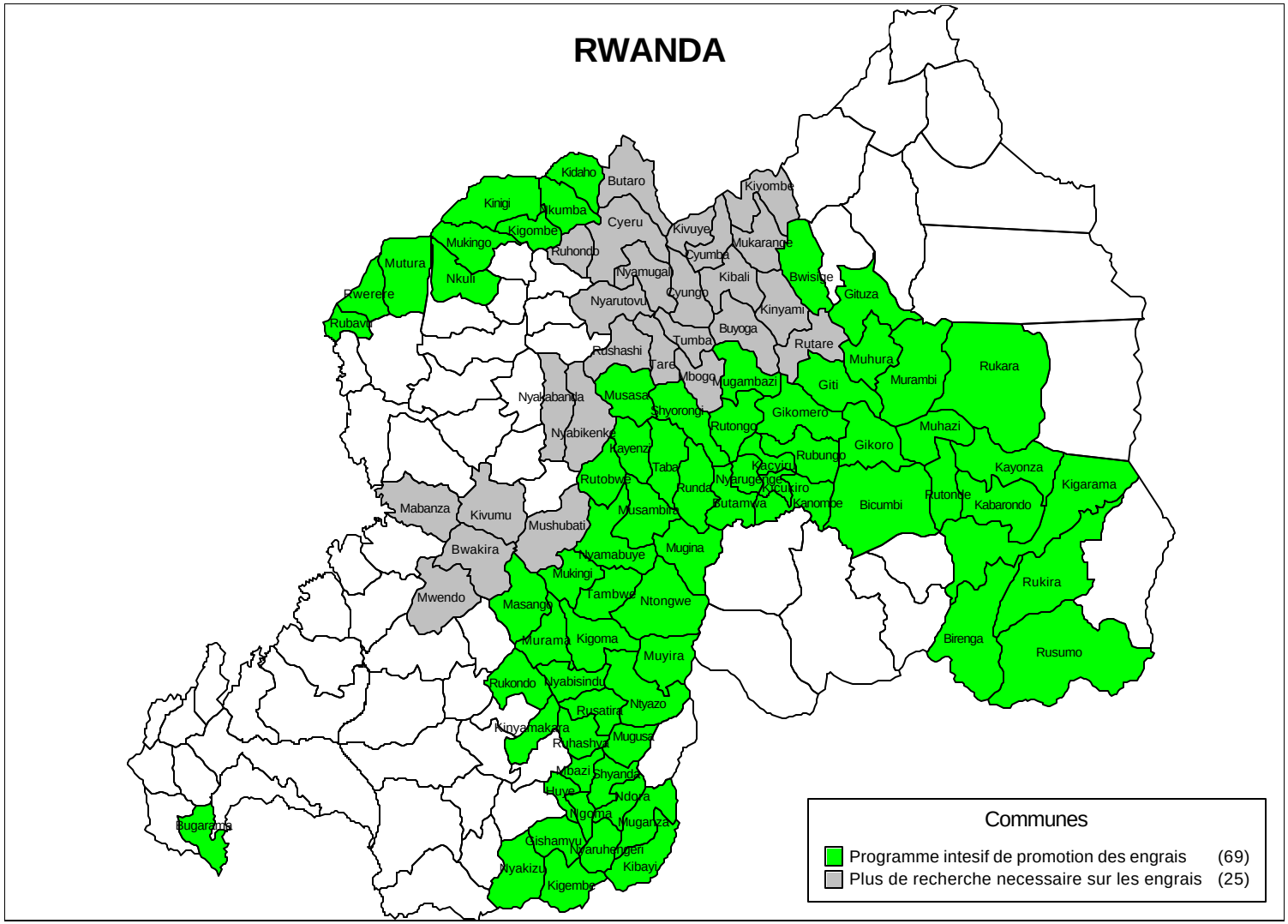
Les rapports V/C les plus élevés ont été observés dans la zone 4f. Bien que ces résultats soient prometteurs, il est important de garder à l'esprit que la pluviométrie dans ces zones est plus variable qu'autre part, augmentant le risque de faibles rendements lorsque les pluies ne sont pas adéquates.

D'autres résultats (non montrés ici) laissent supposer que si les niveaux de K sont adéquats, l'utilisation de NPK plus l'urée au lieu du DAP n'est pas rentable (V/C<2) ou considérablement moins rentable que les traitements DAP montrés dans le tableau. Nous avons également eu des résultats laissant supposer que la fumure organique seule (10 t/ha) n'est pas rentable (V/C=1,63) au prix courant du fumier de 5 FRw/kg dans la zone 4d. Nous ignorons si cela est vrai pour les autres zones.

Les résultats de la zone 5b (Hautes Terres du Budaha, Ndiza et Buberuka) n'ont pas permis de tirer des conclusions. Une gamme de démonstrations utilisant 100 kg/ha de DAP a donné des rapports V/C variant substantiellement à travers les années (de 1,3 à 2,1 en utilisant les prix du haricot de Kigali-Ville et les rendements observés au cours des saisons 1991A et 1988B) ou légèrement inférieurs à 2 (1,8 -1,9) en utilisant le prix du marché de Ruhengeri et les rendements obtenus sur plusieurs sites en 1992A.

Il existe d'autres zones ayant un potentiel pour la culture du haricot volubile (p.ex. les zones 4a (Bords du Lac Kivu), 6a (Bugesera), 6b (Mayaga), 6c (Mutara), et 6b (Kibungo Est) mais on n'a pas obtenu les rendements pour ces zones. Malgré le potentiel dans la zone 6 (a-b-c-d), la sensibilité du haricot volubile à une pluviométrie inadéquate reste un grand obstacle à surmonter.

Figure 5. Haricot volubile. Carte des recommandations sur la promotion de la fertilisation au Rwanda



3.2 Recommandations pour la fertilisation du maïs

Les traitements rentables pour le maïs sont montrés au tableau 3 et sur la carte de la figure 6. Un programme intensif de fertilisation du maïs dans les zones 2a, 2b, 4c, 4d, 5b et 5c résultera en profits. Dans les cas où le rapport V/C est beaucoup plus grand que 2 (zones 2 et 5b) la rentabilité sera maintenue même si le prix de l'engrais ou du maïs change légèrement car la réponse aux engrais est relativement forte. Dans la zone 5b, la combinaison NPK/Urée est rentable, mais les bénéfices seraient probablement plus élevés avec une combinaison DAP/Urée (les données pour confirmer cette hypothèse ne sont pas disponibles). Dans la zone 4d, l'étude IFS-FAO a utilisé le prix du maïs relativement élevé de Kigali (150 FRw/kg). L'étude FSRP a utilisé des prix moins élevés (85-123 FRw/kg) qui ont donné des résultats au point limite (V/C=2). Le prix de Kigali a une influence positive sur la rentabilité dans la zone 4c (V/C=2,6) alors qu'il n'est que de 2,2 lorsqu'on utilise le prix du marché de Ruhango. Considérant les prix généralement plus élevés autour de Kigali-Ville, un programme intensif de promotion des engrais semble garanti, mais avec un suivi régulier des prix pour éviter les pertes lorsque les prix diminuent. D'autres résultats (non montrés dans le tableau) indiquent que l'utilisation du NPK/Urée au lieu du DAP/Urée dans les zones 2, 4c, 4d et 5c n'est généralement pas rentable (V/C<2) ou considérablement moins rentable que les traitements présentés dans le tableau (assumant des niveaux adéquats de K).

Les résultats obtenus pour les zones 4b, 5a, 6c et 6d ne permettent pas de tirer des conclusions suite à l'absence d'une documentation détaillée sur les démonstrations et les essais. Traditionnellement, deux de ces zones (5a et 6c) sont productrices de maïs. Il y a aussi les zones 4a, 4f, 6a et 6b où le manque de données sur les rendements ne nous a pas permis d'évaluer la rentabilité. Suite à la recherche sur le maïs limitée dans le passé, les zones "grises" sur la carte sont plus grandes par rapport aux autres cultures. Une autre considération est l'humidité élevée nécessaire au maïs. Dans les études ultérieures, il sera important de considérer la question de l'irrigation, spécialement dans les zones à déficit pluviométrique (zones 6a-b-c-d).

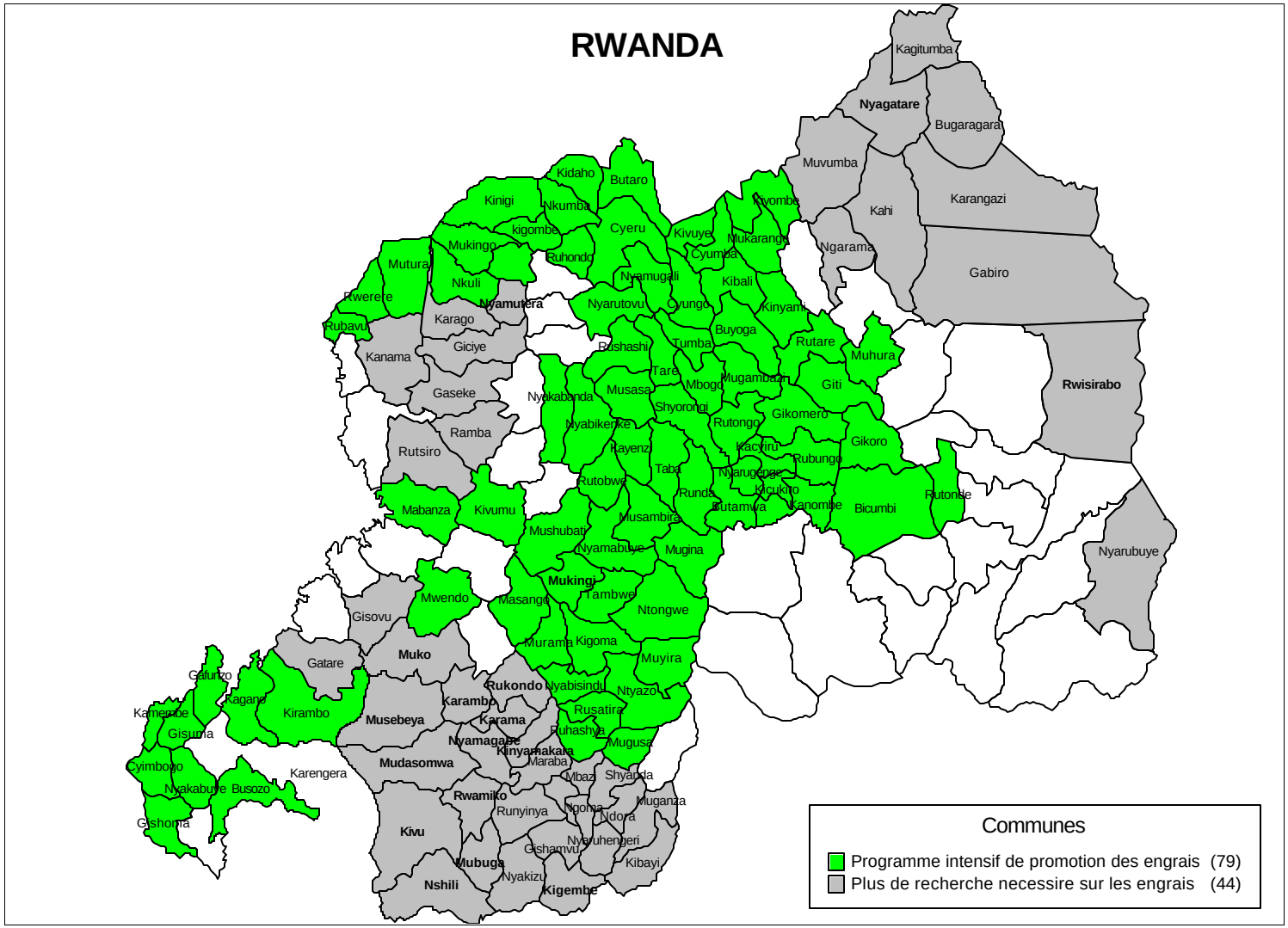
Tableau 3. Traitements engrais rentables pour le maïs

Zone	Traitement*	Réponse engrais (kg/ha	Marchés	Prix du maïs (FRw/kg)**	Rapport V/C
2a/b - Impala	90 kg DAP 120 kg Urée	1.604	Kamembe	100	3,6
4c - Dorsale granitique (Bas-fonds)	60 kg DAP 60 kg Urée	818	Ruhango Kigali-Ville	70 85/123	2,2 2,6
4d - Plateau du Bumbogo-Buliza	90 kg DAP 110 kg Urée	747	Kigali-Ville Kigali Viille	150 85/123	2,6 2
5b - Hautes Terres du Budaha-Ndiza-Buberuka	250 kg NPK 100 kg Urée 300 kg NPK	1.558 2.613	Kigali-Ville Kigali-Ville	85/12 69/79	2,9 2,9
5c - Hautes Terres de Lave	70 kg DAP 80 kg Urée	962	Byangabo	70	2,1

* Tous les résultats sont basés sur l'application de 1-10 tonnes de fumier sur les parcelles tests et témoins.

** Lorsqu'un seul prix est indiqué, l'analyse a été effectuée en utilisant le prix nominal du marché pour Sept/Oct 1999; lorsque deux prix sont indiqués, l'analyse a utilisé le prix moyen de 1995-1999 (référence = Déc 1998) et deux scénarios: (1) prix moyens au cours de la période de récolte et (2) prix moyen durant les périodes de disettes. Pour ce dernier cas, le rapport V/C est une moyenne des deux scénarios.

Figure 6. Maïs. Carte des recommandations sur la promotion de la fertilisation au Rwanda



3.3. Recommandations pour la fertilisation du riz

Les données sur la fertilisation du riz ont été obtenues pour les zones 4b et 6b seulement (Projet Rizicole de Butare); les recommandations basées sur ces données sont résumées au tableau 4 et à la carte de la figure 7 sur la page suivante. Les résultats confirment que la fertilisation peut être fortement promue sur le riz dans les zones 4b et 6b. Le traitement le plus rentable était la combinaison DAP/Urée avec un rapport V/C de 3,9 calculé en utilisant les prix du paddy au marché Gikonko. Bien que tous les autres traitements aient montré des rapports V/C>2, notre recommandation est qu'un programme de promotion du traitement le plus rentable soit initié.

Tableau 4. Traitements engrais rentables pour le riz, par zone

Zone	Traitement	Réponse engrais (kg/ha	Marchés	Prix du riz (FRw/kg)*	Rapport V/C
4b/6b - Projet Rizicole de Butare dans le Plateau du Sud & Mayaga	50 kg DAP 90 kg Urée	1.431	Gikonko (Paddy)	85	3,9
	140 kg NPK 50 kg Urée	1.431	Gikonko (Paddy)	85	2,9
	100 kg DAP	951	Gikonko (Paddy) Butare (Riz blanc)	85 180	3,2 6,2
	100 kg DAP 100 kg Urée	1.604	Gikonko (Paddy) Butare (Riz blanc)	85 180	3,2 6,2
	250 kg NPK 100 kg Urée	1.681	Gikonko (Paddy) Butare (Riz blanc)	85 180	2,0 3,9

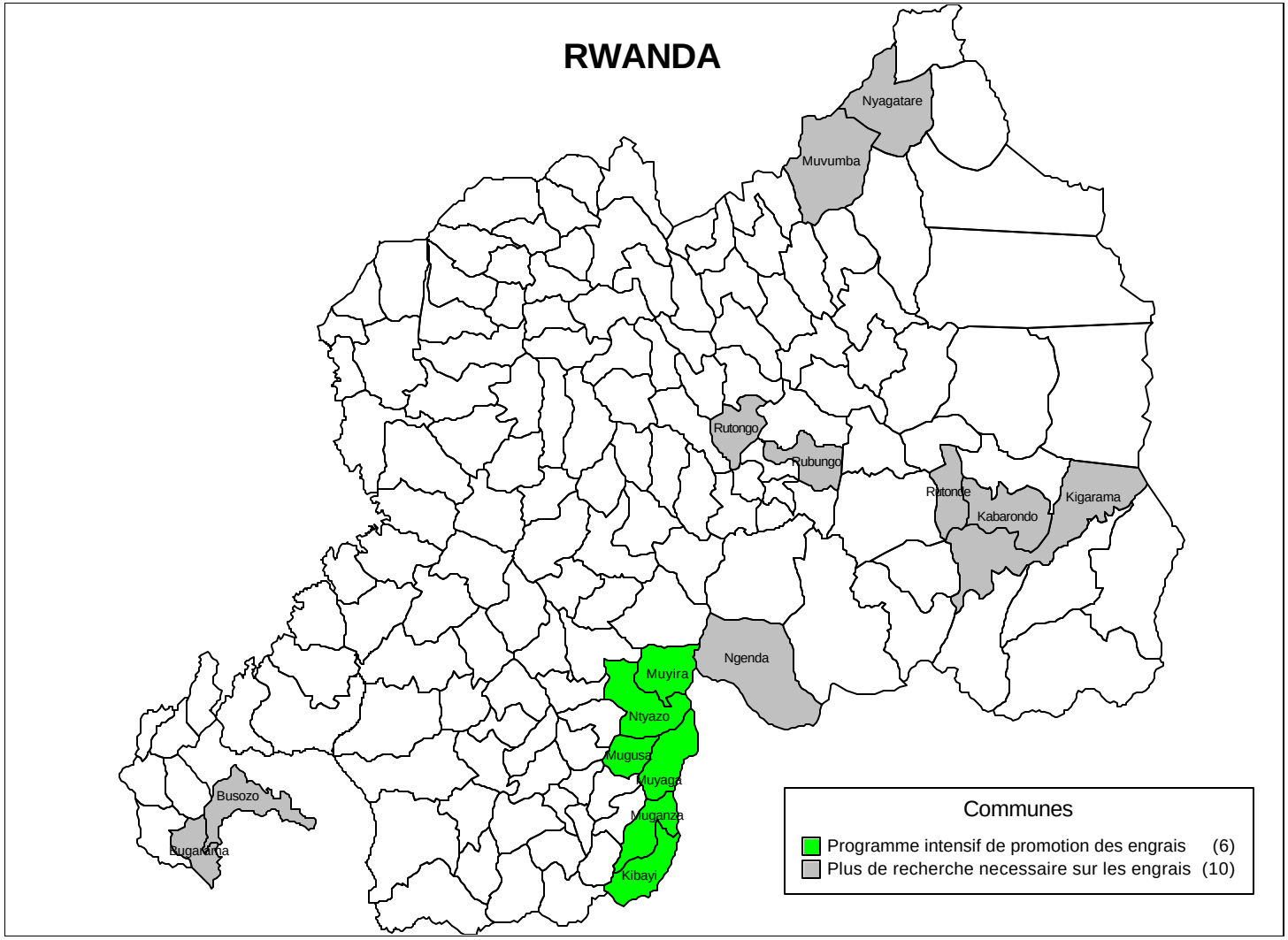
* Lorsqu'un seul prix est indiqué, l'analyse a été effectuée en utilisant le prix nominal du marché pour Sept/Oct 1999; lorsque deux prix sont indiqués, l'analyse a utilisé le prix moyen de 1995-1999 (référence = Déc 1998) et deux scénarios: (1) prix moyens au cours de la période de récolte et (2) prix moyen durant les périodes de disettes. Pour ce dernier cas, le rapport V/C est une moyenne des deux scénarios.

Nous avons également rapporté quelques rapports V/C calculés en utilisant le prix du riz blanc au marché de Butare. Les analyses montrent que la marge entre le prix du paddy et celui du riz blanc est élevée, soulevant la question de savoir si les riziculteurs (ou les associations des riziculteurs) pourraient augmenter leur revenu en vendant un produit transformé avec une plus grande valeur ajoutée - une approche d'augmenter les revenus ruraux qui a eu un certain succès ailleurs (Mali, Sénégal).

En admettant que le Gouvernement Rwandais décide de promouvoir le paquet DAP/Urée pour le riz, il est recommandé qu'un programme de suivi des modifications de la qualité du sol soit inclus. Les informations clés à suivre sont: (1) diminution du niveau de Potassium (K) disponible dans le sol car la recommandation n'inclue pas K et (2) une plus grande incidence de la pyriculariose qui peut résulter d'une application de grandes quantités d'azote.

Etant donné que nous n'avons trouvé que des données permettant l'analyse des technologies engrais/riz dans seulement deux zones, il est important d'identifier des données additionnelles permettant des analyses de rentabilité dans les autres zones (zone 1 pour le périmètre rizicole de Bugarama, 4d pour Kabuye, 4c/6b pour Mukunguri, 4f pour Rwamagana et 6c pour Mutara). Si de telles données n'existent pas, il semble approprié de concevoir des essais de fertilisation ou des démonstrations capables de fournir de bonnes données car la variabilité actuelle de rendement observée dans ces zones laisse supposer qu'une généralisation des recommandations d'une zone à l'autre n'est pas appropriée.

Figure 7. Riz. Carte des recommandations sur la promotion de la fertilisation au Rwanda



3.4 Recommandations pour la fertilisation du sorgho

Les traitements engrais rentables pour le sorgho sont montrés au tableau 5 et à la figure 8. Un programme intensif de promotion de la fertilisation du sorgho est recommandé pour les zones 4d (Plateau du Bumbogo-Buliza) et 6a (Bugesera) où le rapport V/C est beaucoup plus grand que 2. Les profits sont inférieurs, mais encore raisonnables dans les zones 4b (Plateau du Sud) et 4f (Plateau de l'Est), mais le prix du sorgho dans ces zones doit être suivi car de petits changements pourraient rendre le rapport V/C inférieur à 2. Cela est particulièrement vrai pour la zone 4b où la rentabilité actuelle est plus due au prix élevé du sorgho (110/143 FRw/kg) qu'à la réponse à l'engrais (seulement 576 kg/ha contre 807 kg/ha dans la zone de Kibungo pour le même traitement. D'autres résultats (non montrés dans le tableau) indiquent que l'utilisation du NPK/Urée au lieu du DAP/Urée, dans les zones où K est en quantité suffisante, n'est généralement pas rentable (V/C<2) ou considérablement moins rentable que les traitements montrés au tableau.

Les résultats obtenus dans la zone 4c (Dorsale granitique) n'ont pas permis de tirer des conclusions (principalement suite aux données insuffisantes sur le nombre de répétitions) alors que cette zone produit traditionnellement du sorgho. Il y a aussi les zones 5c (partie Est des Hautes Terres de Lave), 6b (Mayaga) et 6d (Kibungo-Est) où le données sur la réponse à l'engrais sont insuffisantes pour pouvoir en évaluer la rentabilité. Pour tous les cas où les données sur la réponse à l'engrais sont insuffisantes, nous émettons les recommandations pratiques suivantes: (1) essayer de trouver les données des essais menés dans le passé; (2) s'il n'y a pas de données disponibles pour ces zones, vérifier si les données de zones similaires peuvent être applicables; (3) si ces deux options ne sont pas possibles, mener de nouveaux essais ou démonstrations dans les zones où la culture est considérée comme prioritaire. En étudiant les programmes de promotion des engrais, il faudra tenir en compte le fait que le sorgho est plus tolérant au stress hydrique que le maïs. Cela laisse suggérer que dans les zones où les rapports V/C sont supérieurs à 2 pour le maïs et le sorgho (p.ex. zone 4d) le maïs pourrait être cultivé dans les marais et bas-fonds en irrigué et le sorgho cultivé sur collines.

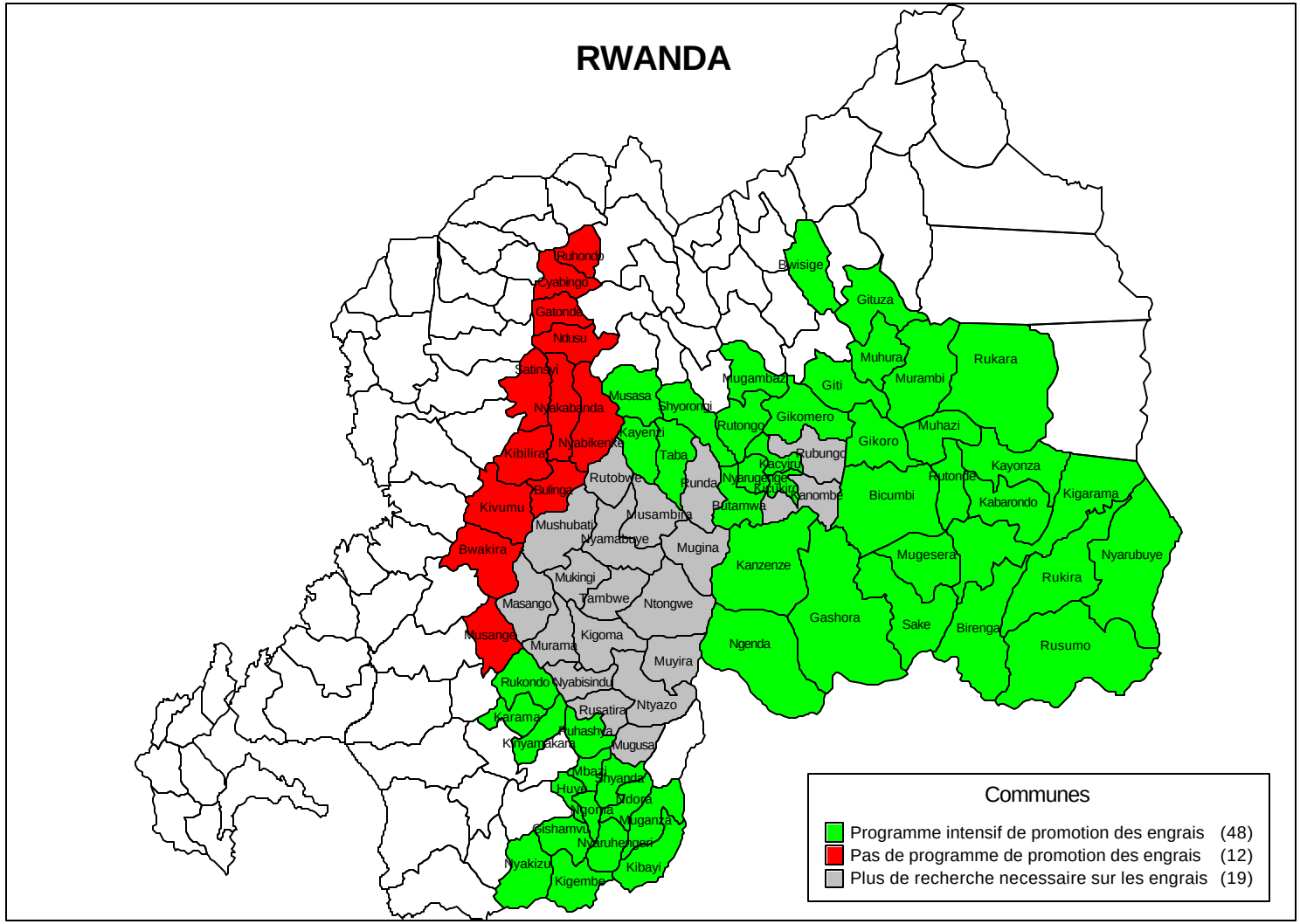
Tableau 5. Traitements engrais rentables pour le sorgho

Zone	Traitement*	Réponse engrais (kg/ha	Marchés	Prix du sorgho (FRw/kg)**	Rapport V/C
4b - Plateau du Sud	76 kg DAP 78 kg Urée	576	Butare	143/110	2,1
4d - Plateau du Bumbogo-Buliza	90 kg DAP* 70 kg Urée	1.357	Kigali-Ville	100	4,2
4f - Plateau de l'Est	76 kg DAP 78 kg Urée	807	Kibungo	114/82	2,3
6a - Bugesera	110 kg DAP* 80 kg Urée	1.864	Nyamata	80	3,6

* Tous les résultats sont basés sur l'application de 1-7 tonnes de fumier sur les parcelles tests et témoins.

** Lorsqu'un seul prix est indiqué, l'analyse a été effectuée en utilisant le prix nominal du marché pour Sept/Oct 1999; lorsque deux prix sont indiqués, l'analyse a utilisé le prix moyen de 1995-1999 (référence = Déc 1998) et deux scénarios: (1) prix moyens au cours de la période de récolte et (2) prix moyen durant les périodes de disettes. Pour ce dernier cas, le rapport V/C est une moyenne des deux scénarios.

Figure 8. Sorgho. Carte des recommandations sur la promotion de la fertilisation au Rwanda



3.5 Recommandations pour la fertilisation de la pomme de terre

Les traitements engrais rentables pour la pomme de terre sont montrés au tableau 6 et à la carte de la figure 9. Le tableau 6 montre que les traitements DAP et Urée sont plus rentables que les traitements NPK. Malgré que les rapports V/C soient supérieurs à 2 pour les traitements NPK montrés dans les zones 5b et 5c, il sera plus rentable pour les agriculteurs de ces zones d'utiliser les traitements DAP/Urée si ces produits sont disponibles. Le succès d'un programme intensif de promotion du DAP/Urée est garanti dans les zones 2b (Impala sur schistes), 5a (Hautes Terres du Bufundu-Bushiru), 5b (Hautes Terres du Budaha-Ndiza-Buberuka) et 5c (Hautes Terres des Laves).

Nous émettons cependant quelques réserves sur la promotion de la culture de la pomme de terre dans les zones 2a (Impala sur basalte) et 4c (Dorsale granitique), malgré des résultats de rentabilité très favorables. Comme les conditions de ces zones favorisent une dissémination des maladies bactériennes de la pomme de terre, les programmes doivent inclure une composante contrôle de ces maladies, sinon la production de la pomme de terre serait menacée sur toute l'étendue du territoire.

Tableau 6. Traitements engrais rentables pour la pomme de terre, par zone

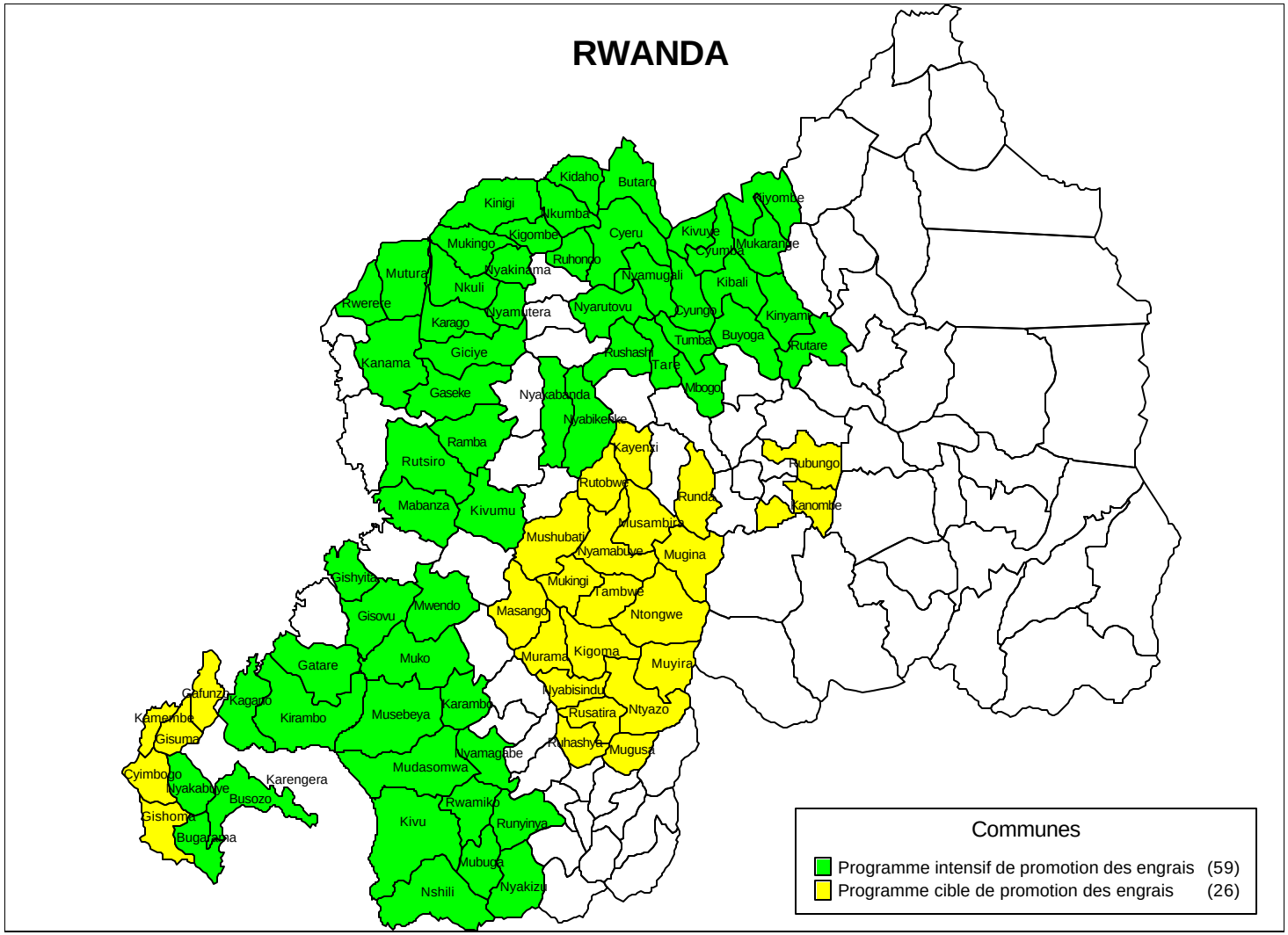
Zone	Traitement*	Réponse engrais (kg/ha	Marchés	Prix de la pomme de terre (FRw/kg)**	Rapport V/C
2a/b - Impala	110 kg DAP* 100 kg Urée	5.018	Kamembe	50	5
4c - Dorsale granitique	150 kg DAP* 30 kg Urée	8.580	Ruhango	45	9,9
5a - Hautes Terres du Bufundu & Bushiru	110kg DAP* 70 kg Urée	9.310	Gasarenda	50	12
5b - H.T. du Budaha, Ndiza & Buberuka	90 kg DAP* 70 kg Urée	9.063	Byumba	45	11,8
	300 kg NPK	3.750	Ruhengeri	48/39	2,3
	300 kg NPK	4.500	Kigali-Ville	61/66	4,4
5c - Hautes Terres des Laves	90 kg DAP* 50 kg Urée	11.745	Ruhengeri	35	12,7
	300 kg NPK + 10 T Fumier	8.258	Byangabo	44/38	2,9
			Gisenyi	41/49	3,1
			Kora	35/41	2,6

* Résultats basés sur l'application de 1-5 tonnes de fumier sur les parcelles tests et témoins.

** Lorsqu'un seul prix est indiqué, l'analyse a été effectuée en utilisant le prix nominal du marché pour Sept/Oct 1999; lorsque deux prix sont indiqués, l'analyse a utilisé le prix moyen de 1995-1999 (référence = Déc 1998) et deux scénarios: (1) prix moyens au cours de la période de récolte et (2) prix moyen durant les périodes de disettes. Pour ce dernier cas, le rapport V/C est une moyenne des deux scénarios.

Les résultats de l'étude IFS-FAO rapportés au tableau 6 n'ont pas pris en considération le coût de 2.500 kg/ha de chaux appliqués une fois les quatre saisons de rotation dans la zone 5a (Hautes Terres du Bufundu-Bushiru). Néanmoins, les calculs montrent que l'utilisation des engrais reste rentable même en prenant ce coût en considération. D'autres calculs laissent supposer que la rentabilité est maintenue à long terme même lorsqu'on considère les coûts de l'appauvrissement en K due à l'utilisation du DAP au lieu du NPK. Après soustraction des coûts d'une dose de 100 kg/ha de KCl (0-0-50), le rapport V/C reste supérieur à 2 (5,7 pour la zone 5a, 7,9 pour la zone 5b et 7 pour la zone 5c). Les traitements DAP/Urée tendent à être plus rentables que les traitements NPK/Urée, même lorsque les compléments en KCl sont pris en considération.

Figure 9. Pomme de terre. Carte des recommandations sur la promotion de la fertilisation au Rwanda



3.6 Recommandations pour la fertilisation du soja

Les traitements engrais rentables pour le soja sont montrés au tableau 7 et à la carte de la figure 10. A noter que ces résultats ont été obtenus en utilisant à la fois le fumier et en procédant à l'inoculation pour la fixation biologique de l'azote (coûts non pris en considération car ces technologies étaient utilisées sur la parcelle test et le témoin). Un programme intensif de promotion de l'utilisation des engrais (en combinaison avec l'inoculum) est recommandé dans toutes les zones étudiées: 2a (Impala sur basalte), 4b (Plateau du Sud), 4c (Dorsale granitique) et 4d (Plateau du Bumbogo-Buliza). Comme le rapport V/C dans ces zones est beaucoup plus grand que 2, l'utilisation des engrais devrait être hautement rentable. Les bénéfices sont plus élevés dans la zone 4d suite à une bonne réponse et au prix du soja relativement élevé sur le marché Kigali-Ville (250 FRw/kg).

Tableau 7. Traitements engrais rentables pour le soja

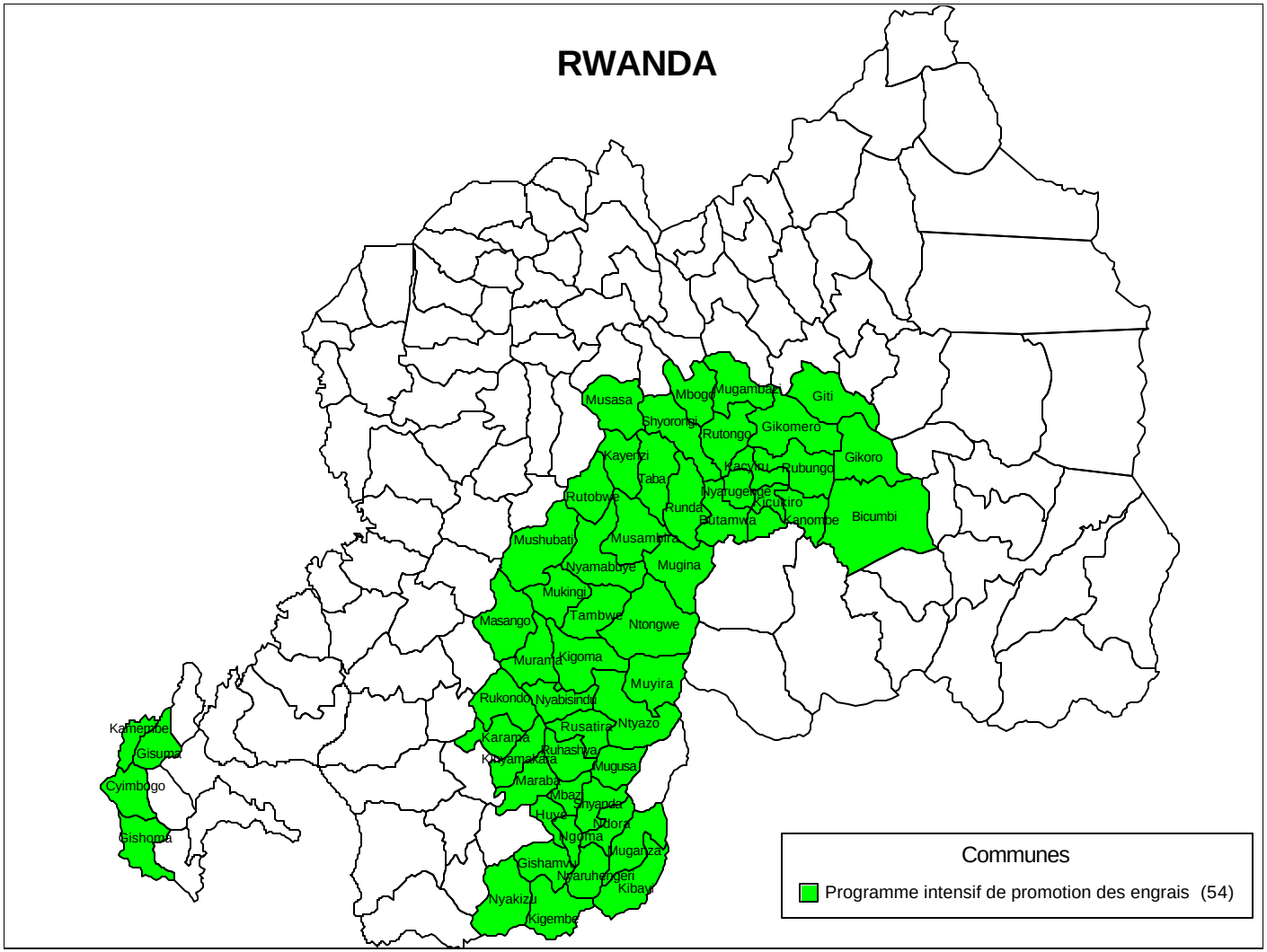
Zone	Traitement*	Réponse engrais (kg/ha	Marchés	Prix du Soja (FRw/kg)**	Rapport V/C
2a - Impala sur basalte	60 kg DAP 20 kg Urée	418	Kamembe	180	4,3
	120 kg NPK	418	Kamembe	180	3
4b - Plateau du Sud	90 kg DAP	704	Butare	10	4,7
	230 kg NPK	704	Butare	130	1,9
4b - Bas fonds du Plateau du Sud	80 DAP 10 kg Urée	811	Butare	130	5,4
	220 kg NPK	811	Butare	130	2,3
4c - Dorsale granitique	90 kg DAP	613	Ruhango	180	5,6
	250 kg NPK	613	Ruhango	180	2,1
4d - Plateau du Bumbogo-Buliza	80 kg DAP 10 kg Urée	808	Kigali-Ville	250	10,3
	230 kg NPK	808	Kigali Ville	250	4,2

* Résultats basés sur l'application de 1-5 tonnes de fumier et l'inoculation pour la fixation biologique de l'azote.
** L'analyse utilise le prix nominal du soja pour Septembre-Octobre 1999

Les résultats obtenus indiquent que l'utilisation du NPK avec le rhizobium (inoculum) dans des sols ayant naturellement des niveaux adéquats de K est rentable sur le soja (V/C>2); mais souvent moins rentable que l'utilisation du DAP/Urée ou le DAP combiné à la fixation biologique de l'azote. Il est toujours conseillé d'utiliser la combinaison la plus rentable lorsqu'elle est disponible.

Nous n'avons pas trouvé de données sur le soja pour la zone 1 (Imbo), 4f (plateau de l'Est), 6b (Mayaga) et 6c (Mutara); ce qui apparaît comme un vide car le soja peut être cultivé en rotation avec le riz dans ces zones. Pour ces zones et la zone 4a (Bords du Lac Kivu) où la culture du soja est en train de remplacer progressivement le haricot, il est important de collecter les données permettant des analyses de rentabilité dans ces zones.

Figure 10. Soja. Carte des recommandations sur la promotion de la fertilisation au Rwanda



3.7 Recommandations pour la fertilisation de la patate douce

Les traitements engrais rentables pour la patate douce sont montrés au tableau 8 et à la carte de la figure 11. Un programme intensif de promotion de la fertilisation de la patate douce est recommandé pour les zones étudiées - 4b (Plateau du Sud), 4c (Dorsale granitique), et 4d (Plateau du Bumbogo-Buliza). Les rapports V/C sont beaucoup plus grands que 2 dans ces zones et permettront aux agriculteurs d'importants bénéfices. L'aspect pratique de cette observation est que l'utilisation des engrais dans ces zones permettra aux agriculteurs d'augmenter la production par hectare, libérant ainsi plus de terres pour d'autres cultures à contenu protéinique plus élevé (haricot volubile, soja, maïs, riz et sorgho), un contenu vitaminique plus élevé (légumes), ou une valeur commerciale plus élevée (pomme de terre ou riz).

La rentabilité est plus élevée dans la zone 4d avec l'utilisation du DAP/Urée (V/C=7) suite à une bonne réponse et un prix élevé de la patate douce sur le marché de Kigali (40 FRw/kg contre 25 FRw/kg à Ruhango ou 30 FRw/kg à Butare). La rentabilité élevée observée pour les basses terres de la Dorsale Granitique (V/C=5) est due à la réponse exceptionnellement forte de la patate douce dans ces zones.

Les résultats obtenus indiquent que l'utilisation du NPK/Urée ou du NPK dans des sols possédant naturellement des quantités suffisantes de K est rentable sur la patate douce (V/C>2); mais le DAP/Urée est plus rentable.

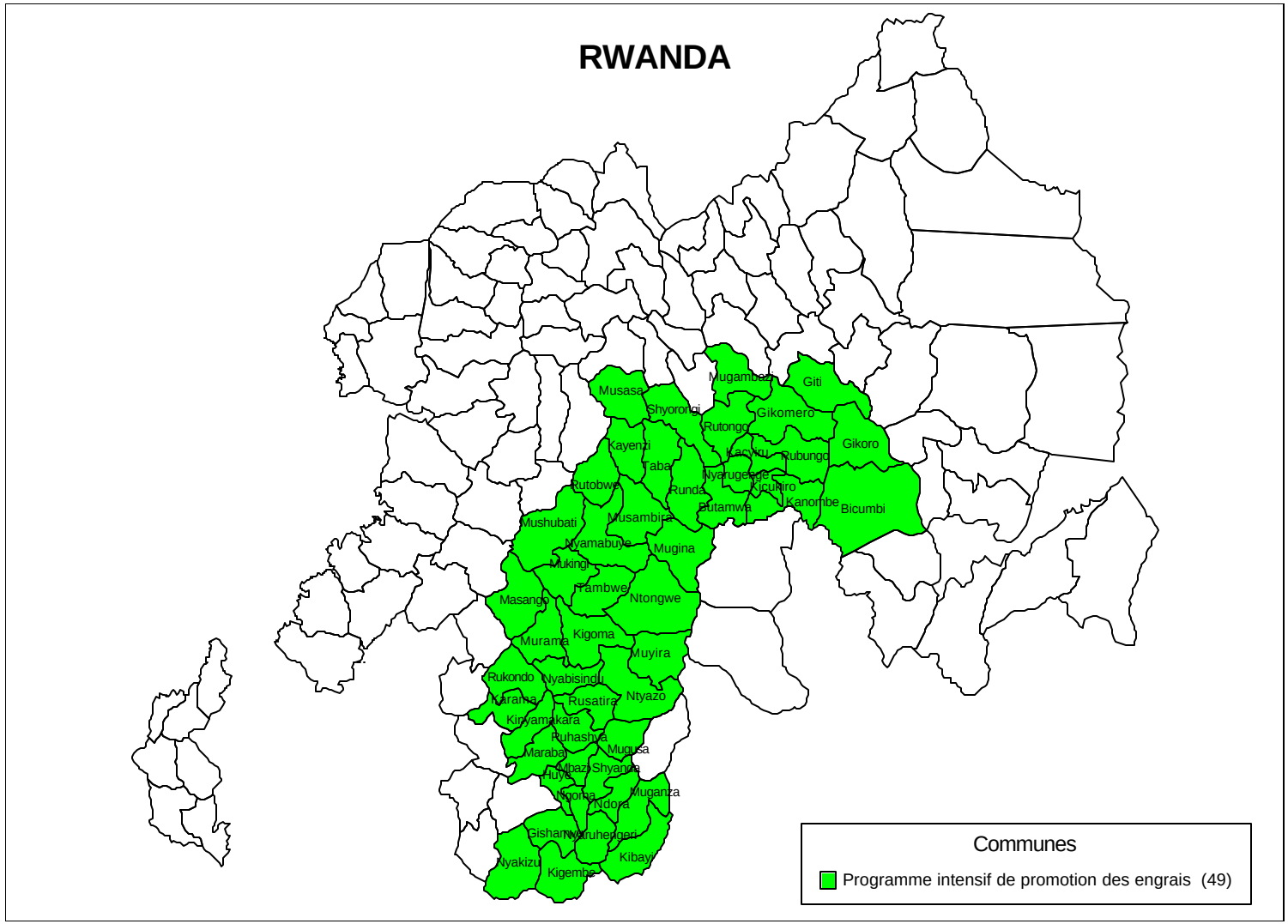
On n'a pas trouvé de données pour les zones 4f (plateau de l'Est), 6a (Bugesera) et 6b (Mayaga) où la patate douce est également une importante culture. Il serait utile de trouver des données permettant l'analyse de la rentabilité des engrais dans ces zones.

Tableau 8. Traitements engrais rentables pour la patate douce

Zone	Traitement*	Réponse engrais (kg/ha	Marchés	Prix de la patate douce (FRw/kg)**	Rapport V/C
4b - Plateau du Sud	80 kg DAP 110 kg Urée	4.151	Butare	30	3,1
	200 kg NPK 40 kg Urée	4.151	Butare	30	2,5
4c - Dorsale granitique	80 kg DAP 110 kg Urée	4.151	Ruhango	25	2,9
	200 kg NPK 40 kg Urée	4.151	Ruhango	25	2,3
4C Bas-fonds Dorsale Granitique	120 kg DAP 50 kg Urée	7.390	Ruhango	25	5
	310 kg NPK	7.390	Ruhango	25	2,9
4d - Plateau du Bumbogo-Buliza	120 kg DAP 30 kg Urée	5.729	Kigali-Ville	40	7
	230 kg NPK	5.729	Kigali Ville	40	3,3

* Résultats basés sur l'application de 1-8 tonnes de fumier.
** L'analyse utilise le prix nominal de la patate douce pour Septembre-Octobre 1999

Figure 11. Patate douce. Carte des recommandations sur la promotion de la fertilisation au Rwanda



3.8 Recommandations pour la fertilisation du chou

Les traitements engrais rentables pour la culture du chou sont montrés au tableau 9 et à la carte de la figure 12. Un programme intensif de promotion de la fertilisation de la patate douce est recommandé pour les bas-fonds de la zone 4b (Plateau du Sud) couverte par cette étude. Le rapport V/C est beaucoup plus grand que 2 suite à une bonne réponse à l'engrais (augmentation de 91% de la production à l'hectare). Cette situation permettra aux agriculteurs de la zone 4b de dégager des profits substantiels même si le prix du chou diminue sur le marché de Butare. Même à un prix du chou de 5 FRw/kg, la formule DAP/Urée reste rentable.

Les résultats donnés au tableau 9 montrent que l'utilisation du NPK/Urée sur des sols naturellement riches en K est rentable dans les marais de la zone 4b (Plateau du Sud) (V/C=8,6), mais la rentabilité est plus élevée avec le DAP/Urée (V/C=13,6).

Les autres zones favorables à la production de légumes devraient être étudiées pour acquérir des données fiables pour l'évaluation de la rentabilité de la fertilisation du chou et autres légumes. Si des données fiables ne sont pas disponibles, de nouveaux essais et démonstrations devraient être conduits, priorité étant donnée aux zones périurbaines suite à leur proximité avec des régions à demande élevée.

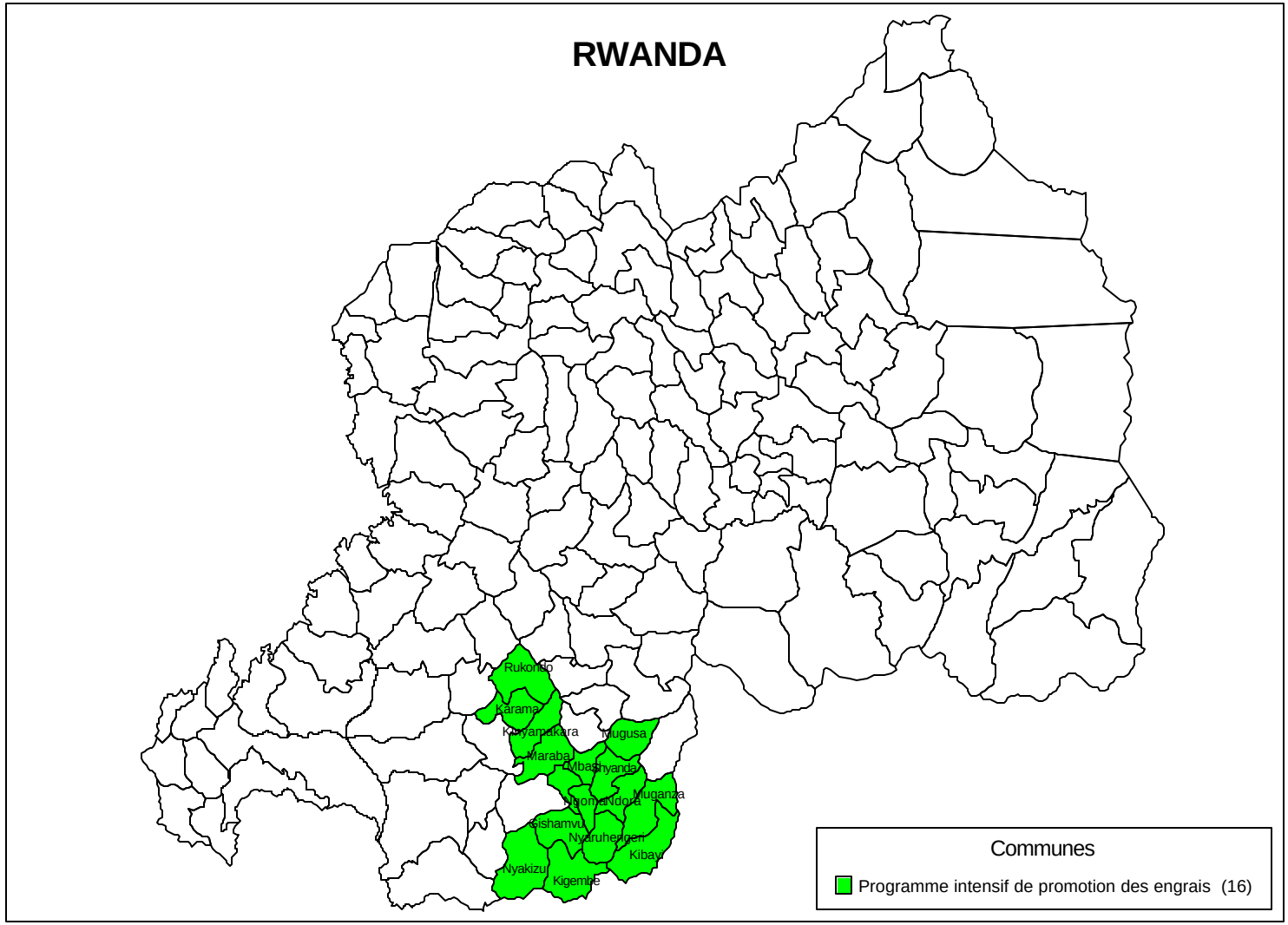
Tableau 9. Traitements engrais rentables pour le chou

Zone	Traitement*	Réponse engrais (kg/ha	Marchés	Prix du chou (FRw/kg)**	Rapport V/C
4b - Bas fonds du Plateau du Sud	160 kg DAP 130 kg Urée	28.310	Butare	30	13,6
	440 kg NPK 30 kg Urée	28.310	Butare	30	8,6

* Résultats basés sur l'application de 5-10 tonnes de fumier.

** L'analyse utilise le prix nominal du chou pour Septembre-Octobre 1999

Figure 12. Chou. Carte des recommandations sur la promotion de la fertilisation au Rwanda



3.9 Recommandations pour la fertilisation du petit pois, du blé et du manioc

Les analyses IFS-FAO ont également examiné les données réponses aux engrais pour le petit pois, le blé et le manioc dans plusieurs zones. Les résultats sont donnés aux figures 13-15 où la couleur rouge prédomine, illustrant qu'aucune de ces cultures n'apparaît bonne pour un programme de promotion de la fertilisation.

En résume, on note que:

- L'application des engrais sur le petit pois n'est pas recommandée dans la zone 5a (Hautes Terres du Bufundu-Bushiru); le coût du chaulage contribuant fortement à la faible rentabilité.

- Le blé, qui répond bien à la fertilisation dans la zone 5a (Hautes Terres du Bufundu-Bushiru) et 5b (Hautes Terres du Budaha, Ndiza et Buberuka), n'est pas capable de rembourser le coût des engrais dans cette zone suite aux prix du blé très bas actuellement.

- La rentabilité des engrais n'est pas assurée sur le manioc dans la zone 4c (Dorsale granitique) bien qu'elle soit la principale zone de production. La faible rentabilité est due au fait que le cycle de production du manioc occupe le sol pendant 4 saisons culturales. Malgré que les bénéfices de l'utilisation des engrais soient élevés, les bénéfices sur la terre sont bas comparativement à d'autres cultures permettant une nouvelle récolte tous les six mois.

Pour ces trois cultures (petit pois, blé et manioc), la couleur rouge a été utilisée sur les cartes dans les zones étudiées. Il est toutefois conseillé de chercher les données sur la fertilisation du petit pois dans la zone 4b (Hautes Terres du Budaha, Ndiza et Buberuka) et du manioc dans les zones 6 (a-b-c-d). Il est aussi nécessaire de suivre les prix du blé sur le marché dans les zones de production (5a et 5b) pour pouvoir tirer avantage de tout changement dans la rentabilité qui pourrait se produire si les prix montent.

Figure 13. Petit pois. Carte des recommandations sur la promotion de la fertilisation au Rwanda

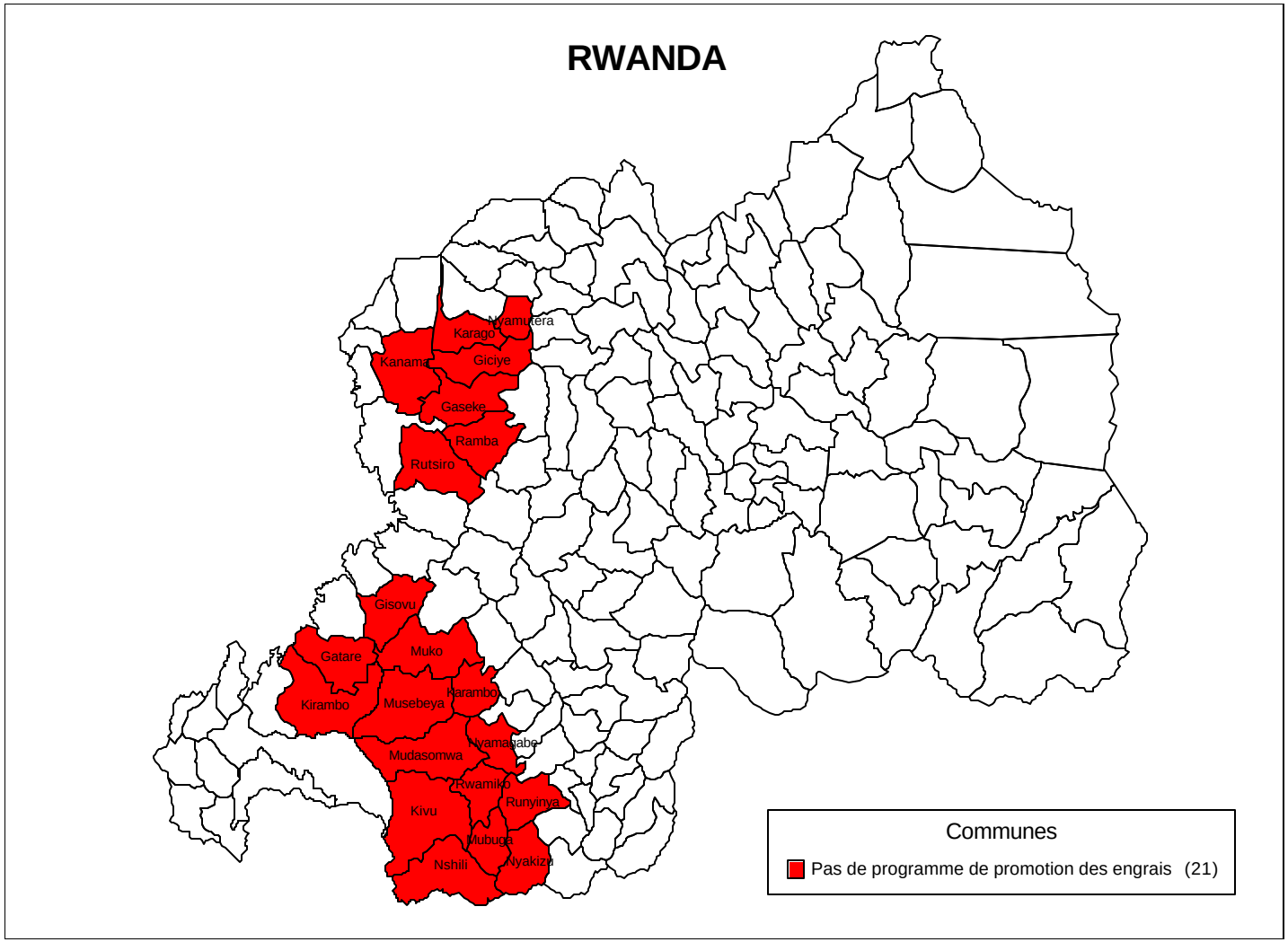


Figure 14. Blé. Carte des recommandations sur la promotion de la fertilisation au Rwanda

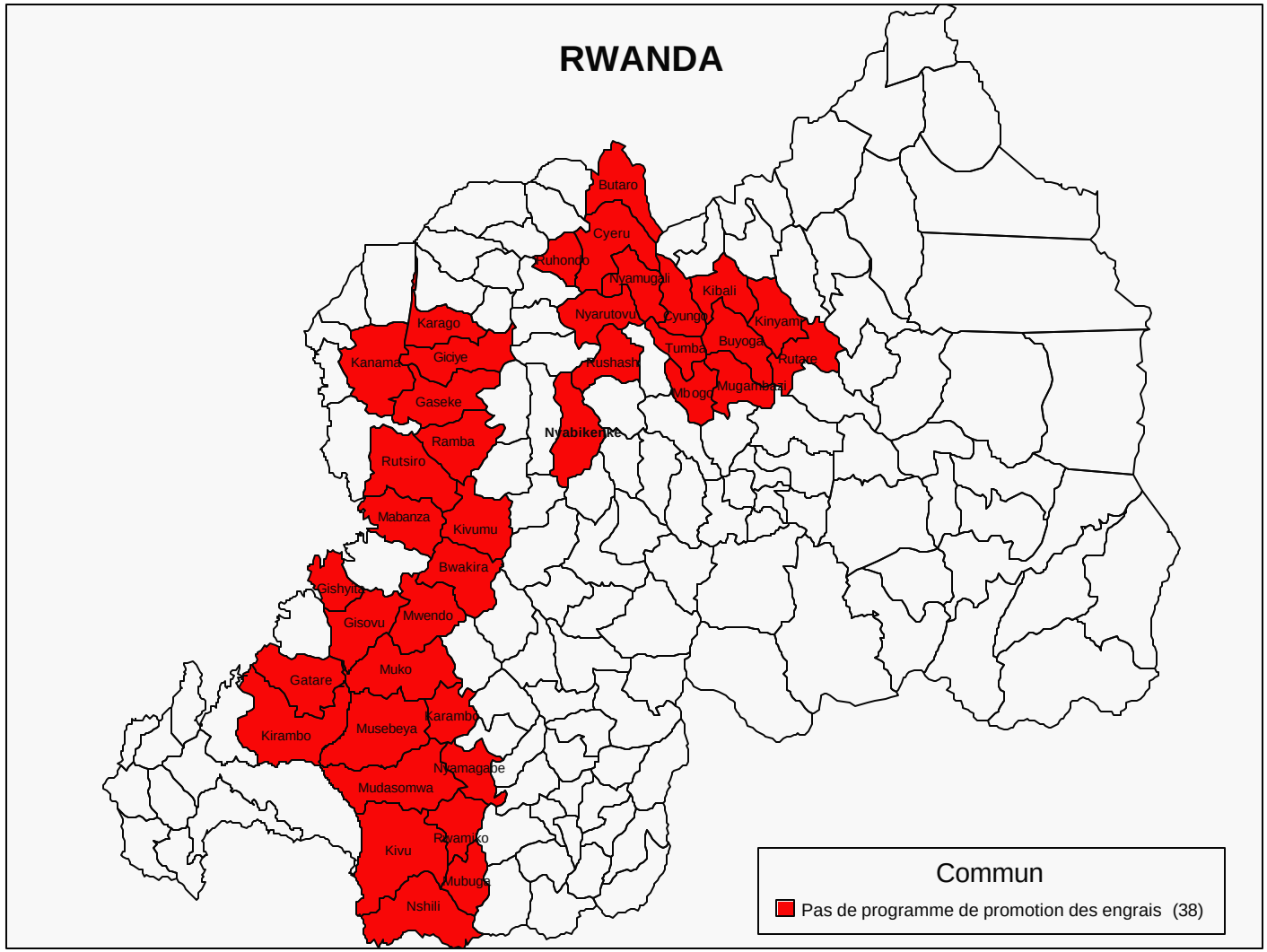
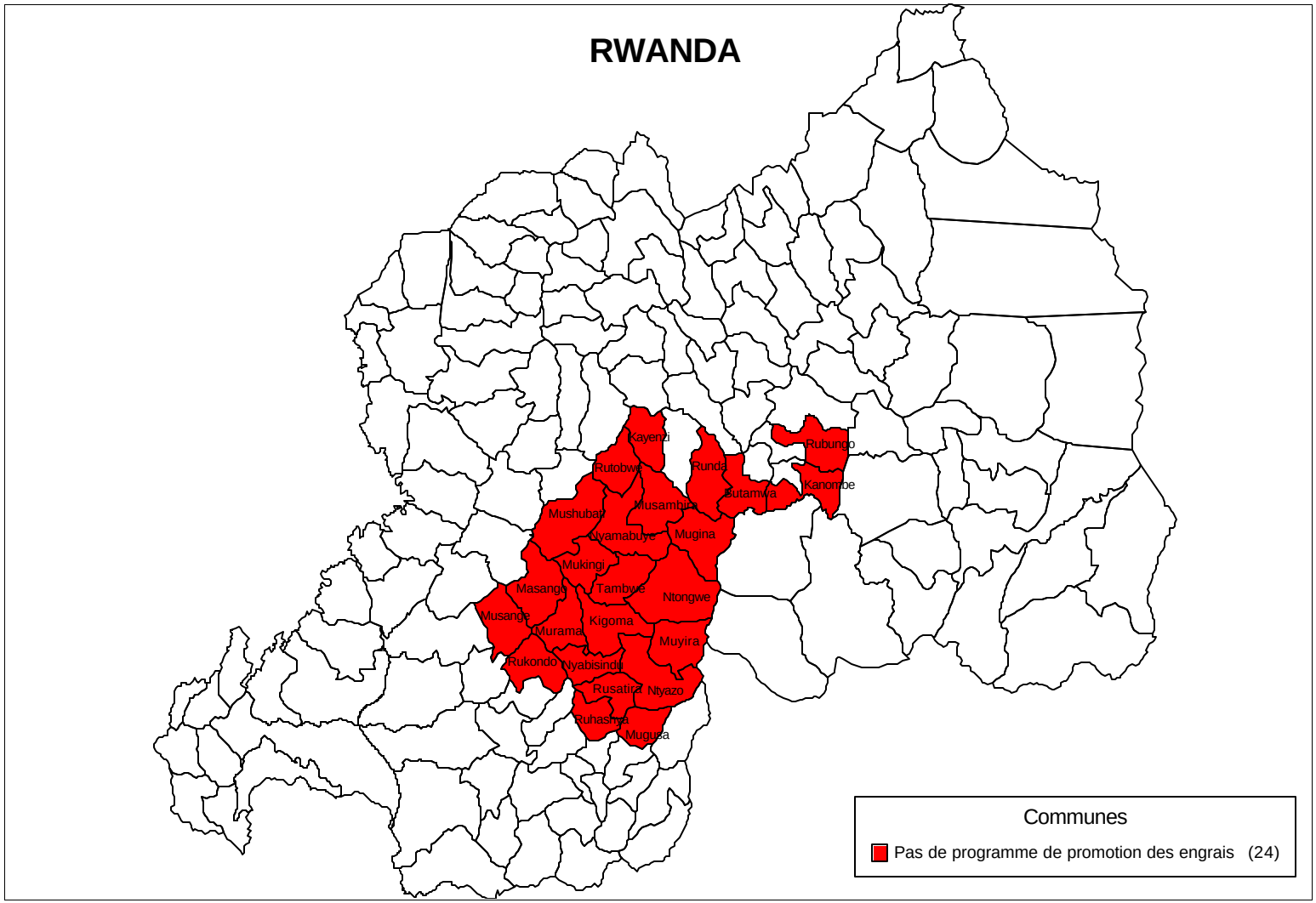


Figure 15. Manioc. Carte des recommandations sur la promotion de la fertilisation au Rwanda



4. LECONS ET PERSPECTIVES D'AVENIR

L'information donnée dans cette synthèse représente les résultats basés sur une revue extensive - mais non exhaustive - de la littérature et des bases de données sur les réponses à l'utilisation des engrais disponibles pour les équipes de la FAO et du FSRP en 1999. La revue a permis de (1) émettre des recommandations concrètes par culture et par zone pour les différents types spécifiques de programmes de promotion de l'utilisation des engrais, (2) identifier quelques zones "grises" où l'information disponible ne permet pas de tirer des conclusions, (3) identifier quelques zones "blanches" pour lesquelles les réponses à l'utilisation des engrais n'ont pas encore été trouvées.

L'Atelier sur la Rentabilité des Engrais (MINAGRI/FSRP/FAO, 15 Décembre 1999) a été l'occasion d'une discussion ouverte sur les recommandations préliminaires du FSRP/FAO entre un groupe élargi de personnes impliquées actuellement dans les questions de fertilisation au Rwanda. Le consensus des participants à l'atelier a été que le Gouvernement Rwandais devrait adopter une politique de remplacer le complexe NPK/Urée par la combinaison DAP/Urée car il s'est montré plus rentable d'après les recherches FSRP/FAO. La plupart des participants ont conseillé que la transition soit accompagnée par (1) un suivi attentif de la qualité du sol (i.e. niveaux de K, matière organique et acidité en particulier) chez les agriculteurs ayant adopté l'utilisation du DAP/Urée; (2) une recherche de base sur les niveaux de K, la matière organique et l'acidité partout au Rwanda pour évaluer les implications potentielles à moyen et long terme de l'utilisation du DAP au lieu du NPK; et (3) des efforts continus pour remplir les zones "grises" et "blanches" des cartes par plus de recommandations concrètes.

Sur base de la validation des méthodes et résultats des études de rentabilité par les participants à l'atelier, nous donnons ci-après quelques idées sur les "étapes suivantes" possibles que le Gouvernement Rwandais et ses partenaires pourraient entreprendre pour transformer le potentiel agroéconomique des engrais identifié à la section 3 en utilisation élevée. Nos recommandations visent à ce que d'ici cinq ans les zones vertes représentent des combinaisons culture/zone où l'utilisation des engrais est plus réelle que potentielle sur les cartes "feux de signalisation".

Cela, pour se produire, requiert une collaboration et une planification entre un large groupe d'acteurs comprenant (mais non limité à) des agriculteurs, des associations d'agriculteurs, les services de vulgarisation (publics et ONG), les institutions de recherche, les importateurs et les distributeurs d'engrais, les transformateurs et les commerçants des produits agricoles, les services et projets gouvernementaux. Des suggestions sur les tâches spécifiques à accomplir et les moyens d'y arriver sont résumés sous quatre titres ci-après: organisation générale des activités de promotion des engrais, recherche et vulgarisation, développement des marchés, et le rôle de la politique gouvernementale.

4.1. Organisation générale des activités de promotion des engrais

Comme souligné plus haut, le succès de la promotion des engrais passe par la coordination des fonctions remplies par les divers acteurs déjà impliqués dans le sous-secteur engrais. Pour illustrer l'importance de la nécessité de cette coordination, nous utilisons la recommandation de l'Atelier sur la Rentabilité des Engrais que les efforts de promouvoir le complexe DAP/Urée soient accompagnés par un système de suivi. Cette recommandation soulève une multitude de questions. Les plus évidentes sont:

- Qui devrait former les agriculteurs à l'utilisation du DAP/Urée?
- Qui devrait assurer le suivi (échantillonnage, collecte de données, analyse, rapports)?
- Quels sont les éléments clés à suivre?
- Qui évaluera les rapports et recommandera les modifications si nécessaire?
- Qui financera la formation et le suivi?
- Qui assurera la disponibilité des engrais à temps et de façon efficiente?

Dans plusieurs pays les agents de vulgarisation peuvent former les agriculteurs dans l'utilisation des engrais et également assurer le suivi (p.ex. Ethiopie, Mali, Mozambique), mais considérant que le Rwanda a opté pour un service de vulgarisation rationalisé, il est fort peu probable que les agronomes affectés à chaque commune puissent avoir le temps et les ressources nécessaires pour mettre en œuvre un programme de formation et de suivi de l'utilisation des engrais à grande échelle. D'autres ressources devront être mobilisées dans les communes:

- Des ONG assurent déjà des services de vulgarisation et de suivi dans plusieurs communes;
- La Division des Statistiques Agricoles (en collaboration avec le FSRP) mène déjà une enquête aux niveaux des ménages dans plusieurs communes;
- Quelques distributeurs d'engrais assurent déjà des services de crédit et de commercialisation des récoltes;
- La FAO assure actuellement le suivi des engrais distribués dans le cadre de son programme d'importation 1994-1999;
- Les chercheurs de l'ISAR peuvent identifier les variables clés nécessitant un suivi et mettre au point des techniques appropriées de collecte de données à être exécutées par d'autres;
- La Faculté d'Agronomie de l'Université peut contribuer à la mise au point du système de suivi et impliquer ses étudiants dans la collecte et/ou l'analyse des données. Elle pourrait aussi assister dans l'identification des sources de données additionnelles qui pourraient permettre au Gouvernement Rwandais d'élaborer des recommandations pour les zones "grises" et "blanches" des cartes;
- Le financement de tous les acteurs offrant leur participation pourrait être complété par des fonds additionnels du Gouvernement et/ou des bailleurs de fonds.

Le défi est de coordonner et faciliter les activités de ces divers acteurs de façon que l'effet global de touts les efforts en cours dépasse la somme des parts individuelles - le chevauchement et la duplication doivent être réduits et la complémentarité recherchée. Une des voies d'y arriver et d'organiser des rencontres mensuelles des divers intervenants au niveau national, préfectoral et communal pour développer des stratégies et des plans d'action à chaque niveau en vue de déterminer les tâches et les responsabilités correspondant aux intérêts et capacités de chaque intervenant. La coordination au niveau national serait assurée par la Direction de la Vulgarisation du MINAGRI (appuyée par le Projet de Développement des Marchés Agricoles et Ruraux, PDMAR, financé par la Banque Mondiale), au niveau préfectoral par la Direction Régionale des Services Agricoles (DRSA), et au niveau communal par l'agronome communal.

Le point que nous faisons ici est que malgré plusieurs "feux verts" trouvés dans les analyses de rentabilité, l'adoption des engrais et une plus grande utilisation par hectare ne se produiront pas sans efforts concertés entre plusieurs acteurs. Des mécanismes appropriés de coordination et de financement doivent être définis pour exploiter les contributions des différents acteurs, faisant une utilisation judicieuse de leurs avantages comparatifs et complémentarités potentielles. Le scénario ébauché ci haut n'est qu'une des multiples voies

pour organiser un programme national de promotion des engrais. Le Gouvernement Rwandais, en collaboration avec ses partenaires, doit rapidement développer le programme le plus approprié pour le Rwanda, considérant les ressources humaines, physiques et financières actuellement disponibles.

4.2. Implications sur la recherche et la vulgarisation

L'étude de rentabilité a identifié deux types généraux de recherche sur les engrais qui devraient être poursuivis: (1) suivi de la rentabilité au niveau des agriculteurs et impact sur la qualité du sol chez les agriculteurs qui adoptent les recommandations du FSRP/FAO et (2) recherche de base sur la réponse aux engrais des cultures et zones non bien couvertes par la présente étude.

Le suivi au niveau des agriculteurs devrait être conçu de manière qu'il permette une analyse statistique de la réponse et de rentabilité (i.e. grand échantillon, comparaison du témoin et des parcelles tests, etc.). Parmi les facteurs à suivre on peut citer:

- Modifications des niveaux de K et de la matière organique dans le temps;
- Réponse à l'engrais (kg/ha);
- Bénéfices (rapport V/C);
- Liens entre le niveau de réponse et les pratiques de production (i.e. densités et époques de semis, méthodes d'application des engrais, utilisation des techniques anti-érosives, contrôle des mauvaises herbes, contrôle de l'eau, utilisation des pesticides);
- Systèmes de rotations inter-annuelles et saisonnières;
- Variabilité inter-annuelle et saisonnière des prix des produits récoltés.

L'une des faiblesses des données de réponse passées est qu'il y a rarement une dimension temps permettant d'analyser le risque inter-annuel associé à l'utilisation des engrais. Mettre au point une base de données permettant de suivre les mêmes agriculteurs ou les mêmes traitements sur une période de plusieurs années permettrait de meilleures estimations de la rentabilité moyenne de la technologie engrais dans le temps - ce type d'information serait utile pour la définition des programmes de crédit. Comme noté dans la section 4.1 ci haut, le suivi de la réponse et de la rentabilité des engrais au niveau des agriculteurs nécessitera la collaboration de plusieurs acteurs variés impliqués dans la vulgarisation, la recherche et la commercialisation.

Combler le vide dans la compréhension de base de la réponse aux engrais des différentes cultures et zones du Rwanda doit être réalisé d'une manière faisant une meilleure utilisation des bases de données existantes. Une première étape consiste en la reconstruction des bases de données développées durant la période 1980-1993 et améliorer la documentation sur ces bases. Nous pensons que plusieurs rapports à ce sujet existent dans la bibliothèque du MINAGRI, mais le système de classement rend la tâche de retrouver ces rapports fastidieuse. Nous recommandons que la faculté et les étudiants de l'université travaillent avec le bibliothécaire du MINAGRI et celui de la FAO/Kigali pour essayer d'identifier tous les documents rapportant les résultats sur la réponse aux engrais. Les copies de ces documents seraient alors conservées dans une bibliothèque spéciale et utilisées comme documents de base pour des analyses additionnelles de rentabilité similaires à celles conduites par les équipes FSRP/FAO. De nouveaux essais ou démonstrations ne pourraient être conduits que dans les seuls cas où des données n'ont pas été trouvées.

En plus de combler les vides pour des cultures et zones spécifiques, il est nécessaire de mieux comprendre comment les niveaux de K et de la matière organique dans le sol

affectent la réponse aux engrais - c'est un domaine où le dispositif des essais antérieurs n'a pas permis d'analyser les interactions. L'ISAR devrait être chargé de concevoir les dispositifs expérimentaux et de mener les études appropriées.

Les défis majeurs pour les services de vulgarisation sont la formation des agriculteurs dans l'utilisation correcte des engrais et le besoin du suivi de leur progrès en vue de revoir les recommandations si les résultats sont moins satisfaisants qu'anticipé. Pour améliorer les chances de ces activités de formation et suivi conduisant à des améliorations majeures dans la productivité agricole, les services de vulgarisation devraient prendre en considération quelques unes des options suivantes:

- Limiter le nombre de programmes de promotion des engrais aux 2-3 cultures les plus performantes par zone;
- Démarrer avec les cultures à rapport V/C élevé (>2,5);
- Se concentrer sur le DAP/Urée pour maintenir les coûts bas;
- Promouvoir l'utilisation des infrastructures anti-érosives pour assurer une utilisation efficiente des engrais et réduire le risque de pollution;
- Travailler étroitement avec les fournisseurs d'engrais pour assurer que l'offre avoisine la demande.

4.3. Implications sur les activités de développement des marchés

La vision du Gouvernement Rwandais pour l'agriculture rwandaise au 21ème siècle implique la transformation de ce qui est maintenant un environnement de production agricole de semi-subsistance en un secteur agricole moderne, commercial et hautement productif. Cela signifie partir de la situation agricole actuelle où les agriculteurs produisent très peu de surplus commercialisables, consomment presque tout ce qu'ils produisent, et restent très pauvres vers une situation caractérisée par l'utilisation de technologies améliorées qui génèrent des surplus pouvant être vendus sur les marchés nationaux, régionaux et internationaux. Rien de cela ne se produira si un investissement substantiel n'est pas consenti pour développer les marchés des intrants et des récoltes. Le Projet de Développement des Marchés Agricoles et Ruraux financé par la Banque Mondiale jouera certainement un rôle de premier plan en assistant les divers intervenants dans une meilleure exploitation des marchés.

Le secteur privé (agriculteurs, commerçants, consommateurs) a besoin d'un meilleur accès à l'information sur les marchés (prix et quantités sur les différents marchés) et d'être mieux formé dans l'exploitation de cette information. Le Gouvernement a un rôle à jouer dans la collecte et la publication de l'information sur les marchés. Les services de vulgarisation et les ONG ont un rôle à jouer dans la formation des agriculteurs et de leurs associations dans l'utilisation de cette information. Les associations commerciales ont un rôle à jouer dans l'amélioration de la capacité des commerçants à utiliser cette information. Les banques octroyant des crédits aux agriculteurs et commerçants ont également une part dans l'information et l'analyse des marchés car elle les met dans une meilleure position pour pouvoir connaître la capacité de gestion du crédit.

Un défi majeur à court terme pour les importateurs d'engrais est l'estimation correcte de la demande. Partant des données disponibles sur les revenus des ménages et la capacité d'investissement, nous avons développé un set de trois hypothèses de la demande (Tableau 10). L'hypothèse pessimiste suppose que seuls 20% des ménages agricoles (1,2 millions de ménages en 1999) auront la capacité financière d'acheter les engrais au cours de la période 1999-2010. L'hypothèse réaliste suppose que 30% des ménages (i.e. ceux classés au-

dessus du seuil de pauvreté par une étude de la Banque Mondiale en 1998) tombent dans cette catégorie. L'hypothèse optimiste suppose qu'en moyenne 40% des ménages seront capables d'acheter des engrais au cours de la période 1999-2010.

Tableau 10. Estimation de la demande effective des engrais: 1999-2010

	Type d'hypothèse		
Année	Pessimiste	**Réaliste** (Tonnes)	Optimiste
1999	4465	**7442**	8930
2004	5863	**9773**	11727
2010	8131	**13552**	16261

Les projections de la demande données au tableau 10 sont basées sur les hypothèses suivantes:

- La consommation d'engrais augmente annuellement au même taux que le PIB (estimé par le Gouvernement Rwandais à 5,6%). Chaque ménage acheteur peut dépenser 2.000 FRw par saison ou 4.000 FRw par an (sur base des données de l'enquête nationale MINAGRI, 1987, et sur une enquête informelle dans les marais cultivés de Kajevuba, Rwasave et Mwogo, 1999).

- Les estimations de 1999 pour l'hypothèse réaliste sont assez proches des quantités importées en 1999 (les ventes s'élevaient à 5811 tonnes jusqu'en Octobre 1999 et il y avait une demande substantielle non couverte).

- Si le Gouvernement et ses partenaires avancent de manière agressive et conjuguée, nous croyons qu'il est possible d'augmenter de façon substantielle les quantités moyennes utilisées par hectare. Au cours des années passées, les quantités utilisées s'élevaient à environ 2,9 kg/ha de terres cultivées. Nos estimations supposent que la consommation pourra s'élever à environ 8 kg/ha au cours des 5 prochaines années et même à 11 kg/ha en l'an 2010.

4.4. Implications sur la politique sectorielle et macro-économique

Le rôle du Gouvernement est premièrement de permettre au secteur privé de produire et commercialiser les produits aussi efficacement et à moindres coûts que possible. Des mesures ont été récemment prises par le Gouvernement pour réduire le coût des engrais. Parmi les plus importantes on peut citer l'abolition des taxes (ICHA) et des droit d'entrée, et la création d'une ligne de crédit pour les importateurs d'engrais. Etant donné la taille relativement petite du marché rwandais des engrais, il sera important pour le Gouvernement d'encourager la compétition dans les activités d'importation et de commercialisation. Ce n'est pas une tâche facile car l'engrais de par sa nature tend à manifester des économies d'échelle qui freinent le développement de plusieurs petites compagnies compétitives. Néanmoins, il sera nécessaire de mettre en place des garde-fous qui minimisent le risque de création d'un monopole d'importation et de distribution.

Un autre rôle de facilitation des importations que le gouvernement peut jouer est d'assurer que les infrastructures de transport et de communications sont adéquates pour que (1) les engrais puissent être commercialisés efficacement à travers tout le pays et (2) la récolte des agriculteurs puisse être rapidement transportée des zones à surplus vers les zones déficitaires. Le marché des intrants et celui des récoltes doit opérer efficacement pour que les agriculteurs réalisent le potentiel agro-économique des engrais décrit à la Section 3.

Un dernier domaine qu'une action gouvernementale devrait garantir est la promotion officielle du complexe DAP/Urée au lieu du NPK/Urée. L'un des résultats majeurs des analyses de rentabilité présentés dans ce rapport est que les traitements DAP/Urée sont plus rentables (en admettant que les niveaux de K sont adéquats) que le NPK/Urée. Un appui officiel du Gouvernement à cette option devrait accélérer la transition et permettre aux agriculteurs d'importantes économies d'argent qui autrement seraient dépensées dans l'achat de quantités non nécessaires de K compris dans le NPK 17-17-17.

Il est recommandé que le Gouvernement fasse la promotion des importations du DAP et de l'urée et qu'en même temps il finance des programmes de formation pour que les agriculteurs et les commerçants apprennent l'utilisation correcte du DAP/Urée. L'introduction des traitements DAP/Urée pourrait être facilitée par le fait qu'il y a des zones où le DAP est déjà utilisé (particulièrement sur le haricot) et par le fait que certains traitements NPK/Urée sont encore rentables (bien qu'ils ne soient pas les plus rentables), permettant une transition graduelle de l'un à l'autre.

Liste des références citées

Beernaert, Frank R. 1999. *Feasibility Study of a Production Project of Lime and/or Ground Travertine for the Management of Acid Soils in Rwanda: Agro-Pedological Report.* Unpublished report submitted to the GOR.

Commission Nationale d'Agriculture (Rwanda). Juin 1991. Zones agro-climatiques du Rwanda (James GASANA) : Volume III, Document 2. Kigali, Rwanda.

MINAGRI/APNI. 1987. *Enquête sur la connaissance de l'engrais minéral en milieu rural.* Ministry of Agriculture, Kigali, Rwanda.

Ministry of Agriculture, Animal Resources and Forestry. 1999. *Proposed Fertilizer Policy*.

Naseem, Anwar and Valerie Kelly. 1999. *Macro Trends and Determinants of Fertilizer Use in Sub-Saharan Africa*. MSU International Development Paper No. 73. E. Lansing, MI: Department of Agricultural Economics, Michigan State University.

Weight, David and Valerie Kelly. 1999. *Fertilizer Impacts on Soils and Crops of Sub-Saharan Africa*. MSU International Development Paper No. 21. E. Lansing, MI: Department of Agricultural Economics, Michigan State University.

World Bank. June 1998. *Rwanda Poverty Note, Rebuilding an Equitable Society: Poverty and Poverty Reduction after the Genocide*.

Annexe 1

PRINCIPALES REFERENCES SUR LA REPONSE AUX ENGRAIS CONSULTEES PAR LE FSRP

Commission des Communautes Europeennes (CCE), FAO et M INAGRI. February 1993. “Mission sur la Politique Nationale d'Intrants Agricoles: Version définitive.” . CCE/FAO report prepared by Cabinet Siadous et Associés (France).

Commission Nationale d'Agriculture (Rwanda). April 1991. “Rapport Préliminaire: Vol II: (1) Appuis à la production agricole (2) Analyse du sous-secteur des productions animales.”.

FAO. 1984. “Accroissement de la production vivrière par l'émploi des engrais: Rwanda: Conclusions et recommandations du projet.” Rapport terminal.

FAO. 1990. “Programme Engrais Rwandais: Accroissement de la Production Vivrière par l’Emploi des Engrais: Résultats des Essais et Démonstrations 1980-1989.” Document de travail. FAO.

FAO. 1995. “Accroissement de la production vivrière par l’emploi des engrais: Conclusions et Recommandations du Projet Engrais.” Rapport terminal.

FAO (Service de la Gestion de la Nutrition des Plantes). March 1995. “Synthèse des Activités et Valorisation des Résultats sur La Nutrition des Plantes et la Production Agricole: Le Projet Engrais au Rwanda.

Gascon, J. F. October 1989. “Le Programme Des Expérimentations du P.I.A. - 1989 Protocoles et Résultats.” Projet PNUD/FAO/Gouvernement Rwandais.

Gillet, Y. and D. Brogniez. November 1991. “Document de Référence sur l'Utilisation des Engrais et Amendements calcaires dans le Cadre de la Définition d'une Politique des Intrants Agricoles au Rwanda.” Programme Engrais au Rwanda (FAO/DANIDA) et Projet Appui au Programme National Intrants (FED)

MINAGRI. December 1990. “Résultats d'Expérimentation en Fertilisation en milieu réel: Saison 1989-90A: Pomme de terre.” FAO Programme Engrais/FAO-DANIDA Projet Kigali Nord.

MINAGRI. May 1991. “Résultats d'Expérimentation en Fertilisation en milieu réel sur terrasses radicales: Saisons 1989-90B et 1990-91 A.” . FAO, Programme Engrais/ FAO-DANIDA, Centre de Formation Agricole et de Petit Elevage de Kamonyi.

MINAGRI. April 1991. “Résultats d'Expérimentation en Fertilisation en milieu réel: Saison 1990-91 A: Patate douce et Pomme de terre.” . FAO Programme Engrais, FAO-DANIDA, Projet Croix Rouge Kigali.

Ndindabahizi, I. and R. Ngwabije. April 1991. “Evaluation des Système d’Exploitation Agricole pour une Régionalisation des Techniques de Conservation et d’Amélioration de la Fertilité des Sols au Rwanda..” Consulting report. MINAGRI, Dir. Général du Génie Rural et de la Conservation des Sols, Projet PNUD/FAO RWA/89/003, Stratégie Nationale de Conservation des Sols,.

Nezehose, J. B. 1990. *Agriculture Rwandaise : Problématique et Perspectives*. Kigali: INADES - Formation - Rwanda.

Ngirumwami, J. L. July 1989. “Résultats de l’enquête sensibilité/motivation des agriculteurs dans la zone du Projet Mais de Virunga.” Kigali : MINAGRI, DSA.

PNUD/FAO. April 1997. “Formulation de la stratégie de développement agricole: macroéconomique.” Mission d'áppui. PNUD/FAO/MINAGRI.

Programme National pour l'Amélioration de la Pomme de Terre. 1983. “PNAP Rapport Annuel 1983.” Annual Report. Institut des Sciences Agronomiques du Rwanda (ISAR).

Roche, P. 1987. “Accroissement de la production vivrière par l’emploi des engrais: Rwanda.” Document de terrain. FAO.

Rutunga, V., and H. Neel. 1980. “Problèmes de fertilisation des sols de prairie a eragrostis de haute altitude (Mata).” Rapport technique. Institut des Sciences Agronomiques du Rwanda.

Rutunga, V. April 1991. “Essai de synthèse des connaissances acquises sur la fertilité des terres et la fertilisation des cultures au Rwanda (1960-1990).” Projet PNUD/FAO RWA/69/003. MINAGRI, Direction Générale du Génie Rural et de la Conservation des Sols.

Scaglia, J. A. September 1991. “Fonctions de Production Azote et Phosphore sur Pomme de Terre: Eléments Agronomiques et Economiques en Préfecture de Gikongoro.” FAO Programme Engrais, FAO-DANIDA, Bureau de Butaré.

Tumuhawenimana, I. and L. Nirere. July 1983. “La recherche en champs d’agriculteurs appliquée à la culture de la pomme de terre.” Seminar. Programme National pour l’amélioration de la pomme de terre (PNAP - ISAR) in collaboration with Centre International de la pomme de terre (CIP) and Programme Régional d’amélioration de la culture de la pomme de terre en Afrique Centrale (PRAPAC), July 11-16, 1983.

Y. Gillet, J. A. Scaglia, and E. Bomans. 1992. “Les sols acides au Rwanda.” Conference paper. FAO/DANIDA, Programme Engrais: 5ème Atelier Régional pour la Gestion des Sols Acides et Gestion des Sols après Défrichement en Afrique (IBSRAM), May 6-11, 1992.

ANNEXE 2

PRINCIPALES REFERENCES SUR LA REPONSE AUX ENGRAIS CONSULTEES PAR LA FAO/IFS

Bublot, Georges. 1974. Economie de la Production Agricole. Louvain.

Commission Nationale d'Agriculture (Rwanda). Juin 1991. Zones agro-climatiques du Rwanda (James GASANA).Volume III, Document 2, Kigali.

de GEUS, Jan G. 1973. Fertilizer Guide for Tropics and Subtropics. CENTRE D'ETUDE DE L'AZOTE.

FAO. 1987. Guide sur les engrais et la nutrition des plantes. Rome.

FAO/FIAC. 1988. Coûts et Marges de la Commercialisation des Engrais dans les Pays en Développement 1985/86. Rome.

FAO/FIAC. 1990. L'Emballage des Engrais dans les Pays en Développement. Rome.

FAO. 1991. FAO Yearbook on Fertilizer. Rome.

FAO. Mars 1995. Synthèse des Activités et Valorisation des Résultats sur la Nutrition des Plantes et la Production Agricole. Le Projet Engrais au Rwanda.

FAO/Programme Engrais. 1995. Accroissement de la Production Vivrière par l'Emploi des Engrais, RWANDA. Conclusions et Recommandations du Projet, Rome.

Hunt, Roderick. 1982. The Functional Approach to Plant Growth Analysis. London.

Institut Des Sciences Agronomiques Du Rwanda (ISAR). Décembre 1987. Synthèse de la Recherche Agronomique au cours des 25 dernières années 1962-1987. Rubona.

ISAR/GTZ. Septembre 1992. Commercialisation de l'Agriculture dans des Conditions de Pression Démographique: Une Etude sur la Sécurité Alimentaire des Ménages et ses Implications pour la Formulation de la Politique Alimentaire au Rwanda. Document de Travail, Rubona.

JAPIOT, François. Juin 1997. Etude des Systèmes de Production pour l'Elaboration des Politiques et des Stratégies du Secteur Agricole. MINAGRI/FAO, Kigali.

Loveridge, Scott. Juillet 1992. Les Sources de Revenu des Ménages Agricoles Rwandais, les Exportations et Leur Impact sur la Disponibilité Alimentaire en Milieu Rural, Année Agricole 1990. Document de Travail N037. MINAGRI/DSA, Kigali.

MINAGRI. 1985. Premier Séminaire National sur la Fertilité des Sols au Rwanda. Kigali, du 17 au 20 Juin 1985.

MINAGRI. 1985 et 1986. Résultats de l'Enquête Nationale Agricole 1984. Rapport 1, Volume 1 et Volume 2, Kigali.

MINAGRI/APNI. 1987. Enquête sur la connaissan ce de l'engrais minéral en milieu rural. Kigali.

MINAGRI. Mars 1989. Séminaire Régional sur la Problématique de Fertilisation et du Revenu du Paysan sur les sols acides de hautes altitudes du Rwanda. Gikongoro, du 13 au 19 Novembre 1988.

MINAGRI. Décembre 1992. Enquête Nationale Agricole 1990: Production, Superficie, Rendement, Elevage et Leur Evolution 1984-1990. Kigali.

MINAGRI. 1992. Rapport du Séminaire National sur la Stratégie de Conservation des Sols. Volume III, Communications Techniques, Kigali.

MINAGRI/Newick Park Initiative. 1997. Rapport du Séminaire sur l'Amélioration de la Fertilité des Sols Comme Principale Composante de l'Intensification Agricole dans les Pays Densément Peuplés et à Ressources en Terres Limitées. Kigali, 07-09 Octobre 1997.

MINAGRI. Mars 1998. Formulation de la Stratégie de Développement Agricole, Kigali.

MINAGRI. Octobre 1998. Stratégie et Plan d'Actions pour la Sécurité Alimentaire, Kigali

MINAGRI/FAO/PAM/UE/FEWS. 1999. Rapports d'évaluation des récoltes, Saisons culturales de 1994 B à 1999 B.

MINECOFIN. July 1999. Rwanda Development Indicators. Kigali.

Ngirumwami, Jean Léonard. Octobre 1992. *Analysis of Food Crop Production and Marketing Trends in Rwanda with Emphasis on Dry Beans*. MINAGRI/DSA, Kigali.

Rutunga, Venant. Avril 1991. *Essai de synthèse des connaissances acquises sur la Fertilité des Terres et la Fertilisation des Cultures au Rwanda (1960-1990)*. MINAGRI, Kigali.

UWAMARIYA, Laurence, Hyacinthe Fabiola, Tom Zalia. Juillet 1990. *Etude sur les Engrais Minéraux et les Pesticides au Rwanda*. MINAGRI/DSA, Kigali.

World Bank. June 1998. *Rwanda Poverty Note, Rebuilding an Equitable Society: Poverty and Poverty Reduction after the Genocide*.

World Bank/IFPRI. June 1999. *The Distribution of Inputs in Rwanda: A Descriptive Analysis.* (Draft Report).

LUTZ, C., A. Van TILBURG. 1999. *Marketing of Agricultural Commodities in Rwanda.* (Draft Report). WORLD BANK/University of Groningen/ Wageningen Agricultural University.

Annexe 3

PARTICIPANTS A L'ATELIER SUR LA REPONSE ET LA RENTABILITE DES ENGRAIS
15 Décembre 1999
MINAGRI, Kigali

1. MUGOREWERA, Drocella (Secretary General, MINAGRI)
2. MUTEBWA, Alfred (Director of Planning and Agricultural Statistics, MINAGRI)
3. MULINDA, Venuste (Director Commercialisation and Rural Development, MINAGRI)
4. NGARAMBE, Vincent (Directeur du Genie Rural et Conservation des Sols, MINAGRI)
5. EL BAYER, Attia (Genie Rural, MINAGRI)
6. RUHIGANA, Venuste (Genie Rurale, MINAGRI)
7. GATWAZA, Pierre Claver (DPSA, MINAGRI)
8. CHRISTIANSEN, Karin (Economist, DPSA, MINAGRI)
9. NYIRIMANA, Joseph (Director of Agricultural and Rural Markets Development Project, ARMDP, MINAGRI)
10. MUNYANGAJU, Allois (Agricultural and Rural Markets Development Project, ARMDP, MINAGRI)
11. BUSOKEYE, Laetitia (Food Security, European Union)
12. MENWEYELLET, Moussie (Food Security Team leader, USAID)
13. RWAMASIRABO, Serge (Food Security Advisor, USAID)
14. GASCON, Jean-François (FAO)
15. GASHUGI, Laurent (FAO)
16. NABAHUNGU, Leon (ISAR Scientist)
17. RURANGWA, Raphael (Director of PGERB)
18. RUZINDANA, Ernest (DRSA Gikongoro and Director of PDAG)
19. KYANGA Aleston (Division de Statistiques Agricoles, MINAGRI)
20. MUREKEZI, Anastase (Agronomist and Consultant)
21. KELLY, Valerie (Associate Professor, Michigan State University)
22. MPYISI, Edson (In-country coordinator, Food Security Research Project, FSRP, MINAGRI)