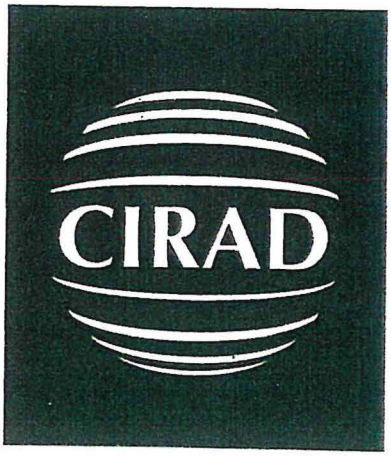


N° 1-96
Mars 1996

LE KIKUYU
PLANTE FOURRAGERE ET DE COUVERTURE

Roger MICHELLON, Patrick TECHER
Programme APAFP
CIRAD-CA

N° 1-96
Mars 1996

LE KIKUYU
PLANTE FOURRAGERE ET DE COUVERTURE

Centre
de coopération
internationale
en recherche
agronomique
pour le
développement

**Département
des cultures
annuelles
CIRAD-CA
Réunion**

97487
Saint-Denis Cédex
téléphone :
(262) 52 80 10
télécopie :
(262) 52 80 11

Roger MICHELLON, Patrick TECHER
Programme APAFP
CIRAD-CA

LE KIKUYU
PLANTE FOURRAGERE ET DE COUVERTURE

Roger MICHELLON, Patrick TECHER
Programme APAFP
CIRAD-CA

SOMMAIRE

I. La plante fourragère 1

1.1. Zone de culture, variétés 1
1.2. Implantation 1
1.3. Fumure 2
1.4. Entretien 3
1.5. Mode d'exploitation 3
1.6. Production 3
1.7.Valeur alimentaire 3

II. La couverture herbacée 4

2.1. Effets sur le milieu physique 4
2.1.1. Lutte contre l'érosion 4
2.1.2.Profils culturaux et racinaires 4
2.1.3. Conservation de l'eau 5
2.1.4. Restauration de la fertilité 6

2.2. Effets sur la flore et gestion des associations 6
2.2.1. Effets allélopathiques du kikuyu 7
2.2.2. Gestion des associations végétales 9

2.3. Les associations avec les cultures vivrières et maraîchères 11
2.3.1. Préparation du terrain 11
2.3.2. Implantation de la culture 11

a- Le haricot 11
b- La tomate 13

2.4. Association avec le géranium rosat 13

2.5. Les associations fourragères 18

2.6. L'enherbement des vergers 19

2.7. Associations sylvopastorales 19

Conclusion 20

Bibliographie 21

LE KIKUYU
Plante fourragère et de couverture

I. PLANTE FOURRAGERE

Le kikuyu est la plante pionnière qui a permis la reconquête pour l'élevage des terrains dégradés par la monoculture du géranium rosat dans les Hauts sous le vent.

1.1. Zone de culture, variétés

Le kikuyu, *Penisetum clandestinum* Hochst, est une graminée originaire des plateaux d'altitude de l'Afrique de l'Est (entre 2000 et 3000 mètres au Kenya dans la province de Kikuyu, en particulier, Ouganda, Tanzanie, …). Actuellement, il joue un rôle important comme plante fourragère et pour le contrôle de l'érosion dans la plupart des régions tropicales à tempérées chaudes.

Il a été introduit à la Réunion il y a probablement une trentaine d'années (FRITZ, 1968). Son extension dans les pâturages a été très rapide à partir de 1975. Sa rusticité, son agressivité, et ses fortes potentialités de production ont amené sa quasi généralisation dans les pâturages d'altitude (GILIBERT, 1981 ;MICHELLON, RASSABY, 1986 ; PICHOT, 1982).

Il possède un port rampant avec des rhizomes puissants et des stolons superficiels qui peuvent atteindre 5 mètres en sol riche. Il s'enracine à chaque nœud tous les 3 à 5 cm, ce qui lui confère un fort pouvoir colonisateur et la capacité de former un gazon épais très antiérosif, qualité essentielle dans les pentes.

Son adaptation est meilleure dans la zone sous le vent (Plaine des Cafres et Hauts de l'Ouest avec une pluviométrie de 1000 à 1500 mm), qu'au vent (très humide) où les pâturages sont envahis par les cypéracées. Ailleurs, sa résistance à l'envahissement par les pestes végétales est remarquable. Au dessus de 1500 m, il est sensible aux gelées.

Le cultivar local est multiplié végétativement par bouturage. Des semences sont obtenues et commercialisées en Australie pour les variétés : Whittet, Breakwell (plus rampant), Noonan (intermédiaire). Semée avant la saison sèche, la variété Whittet, présente une installation plus lente que le kikuyu local bouturé. La production des deux cultivars est équivalente à partir de la deuxième année.

1.2. Implantation

Sa mise en place peut être effectuée par semis en sol nu préparé, à une densité de 2 kg par ha (MICHELLON, DEJANTE, VINCENT, 1992 ; MICHELLON et al, 1994), mais doit être augmentée pour une stabilisation rapide du sol.

En pratique, la seule technique utilisée à la réunion est le bouturage. La plantation peut être manuelle par simple trouaison (0,5 x 0,5 mètres) et nécessite alors de 25 à 30 j/ha, ou elle peut se faire après sillonnage mécanique. Les boutures peuvent aussi être épandues sur le terrain et plantées avec une canne-planteuse (tige métallique avec un simple crochet à une extrémité et une barre pour appuyer avec le pied) ou avec un pulvériseur à disque. La plantation dans des sillons profonds est une assurance en condition sèche. Le roulage sur les boutures n'a pas d'effet dépressif (PAILLAT, 1990). Le travail profond du sol avant l'implantation n'apporte pas de gain de production (BIGOT, FONTAINE, 1988).

Il est conseillé de semer en fin de saison pluvieuse, après le risque cyclonique, plutôt qu'au début, en sol sec et avec une incertitude sur les pluies à venir. Son installation est lente et demande plus d'une année, vers 1000 mètres d'altitude, pour que la couverture soit totale. Pour pallier cet inconvénient ou combler le déficit fourrager hivernal des systèmes à base de kikuyu, certains éleveurs l'associent en première année avec des crucifères fourragères, de l'avoine (MICHELLON, RASSABY, 1984 et 1985), du maïs, du haricot (MICHELLON, DEJANTE , VINCENT, 1992) … Le développement du kikuyu est même favorisé par une légumineuse, comme le haricot, dont le rendement n'est pas affecté en cas d'installation simultanée. Il n'est donc pas nécessaire d'immobiliser de surface productive pour la mise en place du kikuyu qui peut se faire sans charge, ni temps de travaux supplémentaires pour la culture.

1.3.Fumure

Les rendements obtenus en première année d'exploitation, après le défrichage, ne sont pas négligeables, grâce à la minéralisation de la matière organique. Mais cette production s'effondre ensuite, en particulier en hiver.

La fertilisation azotée permet d'accroître nettement les rendements, ainsi que les teneurs en matières azotées. Elle permet de régulariser la production au cours de l'année à 800 mètres d'altitude, mais au dessus, elle ne suffit pas pour combler le déficit fourrager hivernal.

Les apports d'azote doivent être modulés en fonction de l'activité minéralisatrice du sol qui est très faible en hiver : réduire (voire supprimer) les apports en période chaude et les reporter en période fraîche (60 unités par coupe).

Le kikuyu apparaît sensible à l'acidité du sol qui est marquée en altitude : un amendement calcaire permet alors d'accroître sa production et de réduire les apports d'azote (1 t de CaO/ha à pH eau 4,5).

Le chaulage permet d'augmenter légèrement les teneurs en calcium qui restent insuffisantes pour l'alimentation des bovins.

Dans les parcelles pâturées, les restitutions en phosphore, par les féces, et en potassium, par les urines, sont élevées et permettent de réduire les apports : 50 unités de P2O5 par ha et par an, pas de K2O si les animaux reçoivent de la mélasse en complément.

1.4.Entretien

Son agressivité et le fait que le kikuyu supporte bien le surpâturage limitent les travaux d'entretien et l'envahissement par les pestes végétales.

1.5.Mode d'exploitation

Le kikuyu est valorisé par le pâturage, de préférence avec rotation. Son appétence et sa résistance au piétinement sont élevées. Il supporte bien le surpâturage qu'il est conseillé de pratiquer au moins une fois par an, afin de débarrasser la prairie des tiges couchées. Sa pérennité est remarquable.

Le port rampant du kikuyu et son enracinement aux nœuds rendent la fauche et la récolte en sillage difficiles. Son aptitude à l'ensilage est d'ailleurs mauvaise, car sa teneur en glucides solubles est faible, nécessitant des apports de mélasse élevés (PAILLAT, 1995).

1.6.Production

A 1OO0 mètres d'altitude, avec une fumure azotée élevée, les productions annuelles varient entre 15 et 18 t de matière sèche/ha avec 4 pâturages. La pousse hivernale est de l'ordre de la moitié de celle de la saison chaude (30 kg MS/ha/jour contre 60kg MS/ha/jour).

En l'absence de fumure, cette production globale est réduite (un quart environ) et surtout le déficit fourrager hivernal est accru.

A 1300 mètres d'altitude, les productions annuelles varient entre 10 et 14 t MS/ha. L'augmentation d'altitude diminue le rendement global, mais surtout accroît l'écart relatif de production entre été et hiver (qui à 1500 m passe de 50 kg MS/ha/j à 10 kg MS/ha/j).

1.7.Valeur alimentaire

La production du kikuyu, son appétence et sa valeur nutritive sont remarquables, à condition de le pâturer à une hauteur n'excédant pas 50 cm.

L'optimum de sa digestibilité et de sa valeur énergétique et protéique serait atteint à 4 semaines de repousse quelle que soit la saison, les repousses d'été apparaissent toujours de meilleure valeur que celles d'hiver, du moins jusqu'à l'âge de 6 semaines.

Dans le cas du pâturage, il faut trouver un compromis entre la qualité et la quantité (hauteur suffisante) pour éviter le gaspillage.

A 4 semaines, le disponible est insuffisant (1 t de MS/ha), il faut attendre 6-7 semaines de repousse en été (2 t MS/ha,30 cm environ) et 9-10 semaines en hiver. Vers 1000 mètres d'altitude, les valeurs sont alors les suivantes :

- Eté à 6 semaines : 2 t/ha de MS à 16 % de MS avec 0,7 UFV (unité fourragère viande) et 114 g de MAD (matières azotées digestibles) par kg de MS.

- Hiver à 8 semaines : 1, 5 t/ha de MS à 18 % de MS avec 0,6 UFV et 80 g de MAD par kg de MS.

Il serait possible globalement sur un an de nourrir près **de trois vaches suitées par ha** (avec leur veau).

Dans l'établissement des rations, il faut veiller à suppléer aux carences minérales : calcium, phosphore, sodium, cuivre et zinc.

II. LA COUVERTURE HERBACEE

La gestion de l'association du kikuyu avec d'autres cultures nécessite de mieux comprendre :

- ses effets sur le milieu
- et ses interactions avec les autres espèces.

Cette meilleure connaissance permet d'éviter ou de réduire les phénomènes de compétition (pour l'eau, les éléments minéraux, la lumière, …) ou d'allélophatie entre le tapis végétal et la culture, de modifier les traitements phytosanitaires, …

Les modalités pratiques de réalisation de certaines associations seront ensuite décrites ou simplement signalées.

2.1. Effets sur le milieu physique

Le kikuyu modifie l'ensemble des propriétés physiques, chimiques et biologiques des andosols.

2.1.1. La lutte contre l'érosion

La présence de la couverture permet un contrôle total de l'érosion et protège la structure des agrégats en surface de l'action déstabilisante des gouttes de pluie.

2.1.2. Profils structuraux et racinaires

Le kikuyu conduit à une amélioration de l'activité biologique par rapport au sol nu et un horizon A plus épais et mieux structuré. L'activité des lombrics, ainsi que du reste de la faune (microarthropodes, …) est incomparablement plus développée que dans les autres systèmes de culture. Malgré leur densité importante, l'action des vers de terre se concentre dans les 30 premiers cm où la matière importante, l'action des vers de terre se concentre dans les 30 premiers cm où la matière organique est plus abondante. La structure de cet horizon est grumeleuse, les agrégats adhérant aux racines de kikuyu qui le colonisent abondamment.

Contrairement aux systèmes de culture en sol nu, la limite entre les horizons A et B est progressive révélant un système ouvert, biologiquement actif, dans lequel la circulation d'eau et d'air assure un milieu favorable à l'activité des racines et des microorganismes.

L'enracinement du kikuyu est relativement profond (60 à 80 cm selon son âge) et améliore considérablement la structure de cet horizon B qui est continue, avec une macroporosité pratiquement nulle, dans les systèmes de culture en sol nu. A la base de l'enracinement du kikuyu apparaît une couche de sol plus rouge et plus poreuse où se ramifient les racines de certaines cultures (géranium, …).

Les niveaux préférentiels d'absorption racinaire par ce système seraient :

- l'horizon organique de surface
- la couche de sol se trouvant à la base des racines de kikuyu.

Dans ce système, d'autres modifications favorables de la faune apparaissent en zone infestée par le ver blanc, *Hoplochelus marginalis*. Les dégâts occasionnés par cet insecte sont réduits avec couverture : les larves sont disséminées dans l'ensemble de l'horizon de surface, alors qu'en sol nu elles se concentrent sur les racines des plantes cultivées (rôle de leurre de l'ensemble racinaire du kikuyu) ;

2.1.3. Conservation de l'eau

La couverture de kikuyu assure une bonne conservation de l'eau. Elle réduit le ruissellement et permet un filtrage continu des eaux de surface.

Cependant, sous de fortes intensités de pluies, le ruissellement reste important, et pour l'absorber, la couverture de kikuyu peut être complétée par des haies arbustives en courbe de niveau localement plus efficaces. Cet embocagement permet en outre de s'affranchir totalement des vents cycloniques.

La couverture augmente l'infiltration de l'eau et modifie aussi sensiblement le bilan hydrique car elle protège le sol contre l'évaporation et capte les rosées nocturnes inexistantes en sol nu. Le kikuyu valorise aussi les stocks d'eau sur une grande profondeur : il la puise jusqu'à 70 cm environ.

Le contrôle de la croissance de cette graminée tropicale est cependant nécessaire surtout en saison chaude pour éviter une concurrence pour l'eau avec la culture ; A 1000 mètres d'altitude, les profils tensiométriques montrent que le kikuyu, partiellement maîtrisé en mars, ne pénalise pas la consommation en eau de la culture de premier cycle (mars à août). Par contre, en septembre au début de l'été, la reprise de la croissance du kikuyu assèche les horizons enracinés de manière plus importante que l'évaporation en sol nu. La maîtrise du kikuyu avant l'arrivée des pluies peut alors être nécessaire pour l'implantation du second cycle.

Des applications mensuelles de régulateur de croissance à très faible dose (fluazifop-p-butyl, Fusilade x 2) assurent ensuite la maîtrise de cette compétition. Cependant, il y a parfois un intérêt qualitatif et économique à assécher le sol en période très pluvieuse, pour améliorer par exemple la commercialisation de fruits (fermeté, teneur en matière sèche supérieures par rapport au sol nu).

2.1.4. Restauration de la fertilité

La couverture de kikuyu joue un rôle prépondérant dans la restauration de la fertilité des sols, grâce à leur réactivation biologique.

Leurs caractéristiques physiques et hydriques sont totalement modifiées, en particulier la macroporosité, la stabilité structurale des agrégats, la conductivité hydraulique et la rétention en eau sont sensiblement augmentées.

La création d'un milieu plus aéré stimule l'activité microbienne induisant un recyclage rapide des éléments minéraux et de la matière organique. Comme la jachère arborée à base *d'Acacia mearnsii*, la couverture de kikuyu permet une restauration de la fertilité chimique. Elle améliore le stock organique (C, N), le complexe absorbant (C.E.C.), les bases échangeables (Ca, Mg, K) et limite l'acidité du sol. Seule la teneur en phosphore assimilable diminue lors de l'implantation du kikuyu par rapport au sol nu (absorption et stockage du phosphore dans les tissus végétaux).

Le kikuyu fournit des résidus qui remplacent en partie les rapports de matière organique, indispensables en sol nu. L'état de la matière organique et l'activité biologique sont les pivots de l'amélioration de la fertilité des andosols. Ces sols présentent un taux de matière organique toujours très élevé, mais elle est fortement liée aux produits amorphes et inutilisables (RAUNET, 1991 ;PY, CLARIOND, 1989). La matière organique fraîche servirait de substrat énergétique indispensable au métabolisme de la microflore.

Cette évolution des microorganismes du sol a une importance considérable sur l'état sanitaire des cultures et donc sur la durabilité des systèmes de production. Les symptômes des maladies d'origine tellurique, dénommées « maladies de la terre » par les agriculteurs, disparaissent ou apparaissent réduits :

- pourridiés du géranium : *Armillaria heimii* et *Rosellinia necatrix* (BACONNIER, 1988),

- flétrissement bactérien de la tomate (MICHELLON, SEGUY, PERRET, 1996) et du géranium rosat, dû à *Pseudomonas solanacearum* biotype 1.

2.2. Effets sur la flore et gestion des associations

Les couvertures, en particulier le kikuyu, conduisent à une réduction de la prolifération des mauvaises herbes et peuvent perturber la croissance des cultures, même lorsqu'elles sont maîtrisées.

L'évolution observée de la flore est liée à des modifications du microclimat au niveau du sol (semences photosensibles masquées par la litière, …). Elle peut aussi être engendrée par des effets allélopathiques liés à ces tapis herbacés. L'allélopathie est l'ensemble des phénomènes qui sont dûs à l'émission ou à la libération de substances organiques par divers végétaux vivants ou morts, et qui s'expriment par l'inhibition ou la stimulation de la croissance des plantes se développant au voisinage de ces espèces ou leur succédant sur le même terrain ;

2.2.1. Effets allélopathiques du kikuyu

Nous avons rencontré des problèmes de gestion des associations lors de la mise en place des graminées (telles que le ray-grass anglais, le maïs) ou de solanacées (tomate) dans la couverture maîtrisée, sans pouvoir incriminer les phénomènes de concurrence.

Ainsi, après restauration de la fertilité de prairies par le kikuyu, certains éleveurs souhaitent installer des graminées tempérées dont la production est mieux répartie au cours de l'année. Le labour étant à proscrire (érosion, …), un semis direct est réalisé après avoir fait pâturer le kikuyu et l'avoir tué avec un herbicide à effet immédiat et non rémanent (glyphosate). Les graines de ray-grass semées après plus de 2 semaines germent, mais les plantules meurent dès leur levée, sauf au bord des parcelles où le traitement herbicide a mal été fait. Le ray-grass se développe normalement dans le kikuyu vivant, puis il est étouffé (concurrence).

Chez la tomate, la levée est très irrégulière en semis direct dans les trous entourés de kikuyu, malgré l'absence de problème sanitaire, alors que les plantes développées produisent normalement ensuite.

Pour mieux comprendre ces phénomènes, étudiés aussi par l'équipe de CHOU, et les différencier de ceux d'une simple compétition, nous avons mis en place des expérimentations au laboratoire. Elles ont été conçues pour évaluer les effets sur des plantes isolées, sans contact direct avec le kikuyu :

- des extraits de la couverture vivante (exsudats racinaires, jus de parties aériennes lessivées par la pluie),

- ou de la décomposition de la litière du kikuyu tué par herbicide (FONTAR, THOMAS, 1992 ; HUMEAU, 1993, et tableau 1).

En présence du kikuyu, la prolifération des mauvaises herbes apparaît réduite dans le tapis végétal, voire contrôlée par le tapis lui-même. Outre les difficultés d'installation des adventices dans son couvert végétal dense (semences photosensibles,…), ses exsudats racinaires ou jus de lessivages des parties aériennes réduisent la croissance du « Piquant », *Bidens pilosa*, et de l'Oumine, *Cyperus rotondus*, qui disparaissent aux champs. Mais il suffit de détruire la prairie pour que les mauvaises herbes prolifèrent, même après plusieurs années pour certaines, comme l'Oumine.

Famille	Espèce		Effet de l'extrait du kikuyu	
			vivant	mort
Betulacée	Aulne, Alnus formosana	Plante	-	Dépressif
Composée	« Herbe à bouc », *Ageratum conyzoïdes*	Plante	Nul	Dépressif
	« Piquant », *Bidens pilosa*	Plante	Dépressif	Dépressif
	Laitue, *Lactuca sativa*	Graine	-	Dépressif
Crucifère	Chou pommé, Brassica oleracea capitata	Graine	Dépressif	Dépressif
Cypéracée	« Oumine », Cyperus rotondus	Plante	Dépressif	Dépressif
Géraniacée	Géranium rosat, *Pelargonium x asperum*	Plante	Nul	Nul
Graminée	Fétuque élevée, *Festuca arundinacea*	Graine	-	Dépressif
	Ray-grass anglais, *Lolium* pérenne	Graine Plante	Nul Nul	Dépressif Dépressif
	Ray-grass d'Italie, *Lolium multiflorum*	Graine	-	Dépressif
	Riz, *Oriza sativa*	Graine	-	Dépressif
	« Herbe duvet », *Paspalum paniculatum*	Plante	Nul	-
	« Herbe ruban », *Phalaris arundinacea*	Plante	Nul	-
	Maïs, *Zea mays*	Plante	Dépressif	Nul
Lauracée	Camphrier, *Cinnamamum camphora*	Plante	-	Stimulant
Oxalidacée	« Gros trèfle », *Oxalis latifolia*	Plante	Dépressif	-
Papilionacée	Haricot, *Phaseolus vulgaris*	Plante	Nul	-
Solanacée	Tomate, *Lycopersicon esculentum*	Graine Plante	Dépressif Nul	Dépressif Nul

Tableau 1 : Effets allélopathiques du kikuyu

Ces résultats éclairent les problèmes du sursemis du ray-grass anglais pour améliorer les pâturages. Les substances organiques libérées par le kikuyu vivant n'ont pas d'effet, tandis que la couverture morte diminue le taux de germination et augmente celui de plantules anormales.

Chez le maïs, la croissance est réduite par les exsudats racinaires du kikuyu : il reste nain en culture et son rendement quasiment nul, même dans une couverture maîtrisée.

Chez la tomate, les exsudas racinaires et jus de macération de la couverture retardent sa germination et provoquent l'apparition d'un taux élevé de plantules anormales. Pour l'éviter, la tomate est mise en place avec des plants issus de pépinière, car aucun effet allélopathique n'est observé sur la plante développé.

Ces études devraient être approfondies, en particulier pour guider les choix à long terme, comme entre l'aulne et le camphrier dans l'association forêt-pâturage. L'emploi des substances phytotoxiques à l'origine de ces phénomènes : acides coumariques, gallique, vanillique, … devrait les facilier.

2.2.2. Gestion des associations végétales

Pour faciliter la gestion des cultures dans un tapis végétal, il apparaît d'abord indispensable d'éliminer les mauvaises herbes pérennes les plus agressives, si possible avant d'installer la couverture, avec des herbicides totaux (glyphosate, paraquat, …). Sinon ces adventices prolifèrent en cours de culture, comme l' « herbe ruban *», Phalaris arundinacea*, qui ne semble pas affectée par les effets allélopathiques du kikuyu (tableau 1).

La mise en place des cultures est facilitée par un herbicide de contact (paraquat …) et le recours à une canne planteuse ou à des plants racinés pour réduire la période pendant laquelle les jeunes plants risquent d'être concurrencés (géranium, …).

En cours de végétation le kikuyu est maîtrisé par des applications d'herbicides ou substances de croissance spécifiques, parmi lesquelles nous avons réalisé un premier tri dans une prairie installée :

- parmi les graminicides : le fénoxaprop-éthyl à des doses de 60 à 180 g/ha (0,5 l à 1,5 l/ha de Whip ou Furore, maintenant commercialisé sous sa forme isomère : fénoxaprop-éthyl, Puma s) et la séthoxydine de 96 à 288 g/ha (0,5 l à 1,5 l/ha de Fervinal) sont peu efficaces, alors que la fluazifop-p-butyl de 62 g à 375 g/ha (0,25 l à 1,5 l/ha de Fusilade x 2) contrôle beaucoup mieux le kikuyu, même à faible dose. La séthoxydime serait de plus phytotoxique sur géranium.

Avec le fluazifop-p-butyl, l'effet est plus lent qu'avec du paraquat : le kikuyu jaunit une dizaine de jours après le traitement, puis selon la dose, reste dans cet état plusieurs semaines ou se dessèche. Cependant avec des fréquences d'application (ou des doses) élevées, le paraquat conduit à un sol nu, et le graminicide spéfique (fluazifop-p-butyl) à la prolifération d'autres adventices qui apparaissent moins sensibles, dont la houlque laineuse, *Holcus lanatus*, l' »herbe ruban », …

- parmi les substances de croissance : le mélange chlorméquat chlorure (C.C.C.) + chlorure de choline de 460 + 320 g/ha à 1840 + 1280 g/ha (1 à 4 l/ha de Cycocel C5) n'aurait pas d'action sur kikuyu, l'éthéphon de 240 à 600 g/ha (0,5 à 1,25 l/ha d'Ethrel) et l'hydrazide maléique de 800 à 4000 g/ha (1 à 5 kg /ha de Fazor) n'agiraient qu'à dose élevée,et le méfluidide de 120 à 480 g/ha (3,1 à 12,5 l/ha de Minarix ou 1 à 4 l/ha d'Embark 120) réduit sa croissance pendant plusieurs semaines en été, à faible dose.

Le méfluidide présente l'avantage d'agir aussi sur l'« herbe ruban », *Phalaris arundinacea*, ainsi que la houlque laineuse (HAGGAR, ISAAC, STANDEL, 1989), ou d'autres graminées dont elle retarde la floraison : dactyle, fétuque élevée, … En France, il est utilisé pour limiter la pousse des gazons, dans les aires non cultivées, et ailleurs pour contrôler aussi les adventices dans les vergers, … (PRICE, 1983), dessaisonner la production des pâturages et éviter la dégradation de leur qualité (FIELD, FOREMAN, 1989) ou associé à la bentazone en culture de soja (PAULO et *al*, 1982).

Nous avons poursuivi les expérimentations avec le fluazifop-p-butyl, d'usage agricole fréquent.

Le kikuyu est contrôlé par de très faibles doses de fluazifop-p-butyl :
- 62 g/ha en hiver (0,25 l/ha de Fusilade x 2)
- 125 g/ha en été (0,5 l de Fusilade x 2).

Nous l'associons avec un mouillant non anionique (Adhésol, Agral 90, Citowett,…) sauf sur haricot.

Pour les cultures à cycle court, le nombre de traitements est réduit : un avant formation des boutons floraux chez le haricot, à trois mensuels chez la tomate.

Dans une culture à port bas, comme le géranium, les traitements sont nécessaires tous les deux mois environ et peuvent être dissociés pour plus d'efficacité (en été) en deux applications :

- dans l'inter-rang, avec une buse à jet miroir
- sous le rang, avec un buse à jet conique.

Le contrôle de la couverture avec le fluazifop-p-butyl est aisé et peu onéreux en raison du caractère monospécifique de la flore qui permet d'utiliser de très faibles doses.

Mais il est impératif de ne pas détruire la couverture, sous peine de perdre ses effets bénéfiques. Dès que le sol est découvert, à nouveau exposé à la lumière, des graines de mauvaises herbes germent ;

Pour éviter les problèmes d'un surdosage de fluazifop-p-butyl, il a été associé à certains herbicides de prélevée.

- **Atrazine + fluazifop-p-butyl**

Une synergie se manifeste : effet sur dicotylédones développées (ravenelle, *Raphanus raphanistrum*, …) ainsi que sur graminées peu sensibles au fluazifop-p-butyl seul (« herbe ruban », *Phalaris arundinacea*, …). Sur géranium, le traitement est possible en dirigé seulement dans l'inter-rang car le mélange est phototoxique aux doses utilisables en plein avec les mêmes matières actives employées seules (1250 g/ha + 125 g/ha, soit 2, 5 kg de Callitraz ou de Gésaprime autosuspensible + 0,5 l/ha de Fusilade x 2).

- **Diuron + fluazifop-p-butyl**

Le diuron seul a un effet très net sur le kikuyu (dessèchement des extrémités de ses stolons) et ses doses doivent être réduites à moins de 500 g par ha (0,6 kg/ha de Karmex, ou Séduron, …). Une très forte synergie apparaît lorsqu'il est associé au fluazifop-p-butyl (2000 g/ha + 125 g/ha) : effet sur dicotylédones développées et phytotoxicité sur géranium.

- **Bentazone + fluazifop-p-butyl**

Aucun effet n'a été observé sur kikuyu avec la bentazone seule. Lors de son installation en association avec le haricot, le maïs, … l'application de bentazone de 720 à 1200 g/ha (1,5 à 2,5 l/ha de Basagran liquide) permet de contrôler dicotylédones et cypéracées (*Cyperus esculentus*). La bentazone est cependant peu efficace sur certaines feuilles larges, telles que le plantain, *Plantago lanceolata*, nécessitant d'utiliser d'autres matières actives : ioxynil de 375 à 450 g/ha (1,5 à 1,8 l/ha de Totril) dans l'association avec l'avoine ou avec kikuyu seul, …

L'association bentazone + fluazifop-p-butyl réduit l'effet graminicide du fluazifop-p-butyl, parfois de plus de 50 %, ce qui conduit à doubler sa dose ou à séparer les 2 traitements d'au moins 4 jours (SCALLA, 1991).

Certaines graminées sont moins sensibles au fluazifop-p-butyl que le kikuyu comme la houlque laineuse, *Holcus lanatus*, l'« herbe ruban », … et prolifèrent lors de ses applications. Elles peuvent être éliminées avec du paraquat en localisé.

2.3. <u>Les associations avec les cultures vivrières et maraîchères</u>

Prenons comme exemple la succession annuelle haricot-tomate conduite dans une prairie installée.

2.3.1. <u>Préparation du terrain</u>

La prairie est exploitée par fauche avant chaque cycle,environ deux semaines avant la mise en place de la culture. Le principe est de laisser le kikuyu redémarrer avant d'appliquer l'herbicide en localisé sur la ligne de semis : paraquat 300 à 400 g/ha (soit 3 l à 4 l/ha de R-Bix) 2 à 3 jours avant plantation.

Nous devons noter que les doses réelles par unité de surface sont divisées par 2 ou 3.

2.3.2. <u>Implantation de la culture</u>

a- Le haricot

L'itinéraire technique est décrit dans le tableau 2.

Opérations culturales	Culture en sol nu	Couverture de kikuyu
Préparation du terrain	Glyphosate 1000 à 1500 g/ha ou paraquat 600 à 800 g/ha, puis sarclage manuel	Fauche, puis paraquat 400 g/ha en localisé sur les bandes à semer
Semis en mars	Variété Pomadour ou marlat par	
	Sillonnage à 0,7 m et semis, Mécanisé à 200.000 graines par ha	semis direct à la canne planteuse sur 3 rangs à 0,35 m avec passage de 0,7 m (300.000 graines/ha)
Fumure localisée	400 kg/ha de ternaire 10-20-20 et éventuellement 5 t/ha de compost de géranium (résidu de distillation)	
Maîtrise de l'enherbement (et de la couverture vive)	Butraline 3600 g/ha en post-semis, bentazone 1200 g/ha au stade 2 feuilles, puis paraquat 300 à 600 g/ha en dirigé	Fluazifop-p-butyl 50 g/ha en localisé avant formation des boutons floraux
Protection sanitaire	Diazinon au semis. Méthadéhyde et endosulfan en appât à la levée. Au stade 2 feuilles : manèbe + zinèbe + cuivre, associés à l'endosulfan à la floraison	

Tableau 2 : Itinéraires techniques pour le haricot

Le haricot est semé à la canne planteuse à raison de deux à trois graines par poquet. Le taux de levée est plus faible qu'en sol nu car la canne planteuse pénètre difficilement à travers les tiges lignifiées du kikuyu. Environ 10 % des graines restent en surface. Pour compenser cette perte, un inter-rang sur deux est semé (3 rangs à 0,35 m).

Les repousses de kikuyu sont contrôlées par application précoce de fluazifop-p-butyl et grâce à la réduction de la lumière obtenue en augmentant la densité. Cette modification des écartements des lignes ne peut être réalisée en sol nu pour des raisons pratiques et sanitaires (recours au paraquat en dirigé entre les rangs, risque de pourriture grise, …).

Le fluazifop-p-butyl provoque une phytotoxicité sur le haricot lorsqu'il est utilisé avec un mouillant (Citowett). Cela se manifeste par un jaunissement généralisé, 2 à 3 jours après le traitement, ainsi qu'une diminution du rendement. Son utilisation sur le haricot est autorisée avant la formaiton des bourgeons floraux, comme pour le pois, la lentille …

Les rendements du haricot apparaissent améliorés avec la couverture de kikuyu, sans apport de matière organique, indispensable en sol nu et qui constitue un facteur limitant dans les exploitations.

b- La tomate

L'itinéraire technique est détruit dans le tableau 3

Opérations culturales	Culture en sol nu	Couverture de kikuyu
Préparation du terrain	Paraquat 400 g/ha, puis sarclage manuel	Fauche, puis paraquat en localisé à 400 g/ha
Plantation en octobre	Repiquage de plants de la variété Rossol à 0,7 x 1,5 m	
Fumure localisée	600 kg/ha de ternaire 15-12-24, fumier éventuellement	
Maîtrise de l'enherbement (et de la couverture vive)	Métribuzine 525 g/ha avant plantation, puis 2 sarclages manuels	Application mensuelle de fluazifop-p-butyl à 62 ou 125 g/ha
Protection sanitaire	Métaldéhyde à la plantation. Tous les 8 jours : mancozèbe, puis à la fructification : deltaméthrine avec cymoxanil + mancozèbe (saison pluvieuse), ou éventuellement oxadixyl + mancozèbe + cymoxanil	

Tableau 3 : Itinéraires techniques pour la tomate

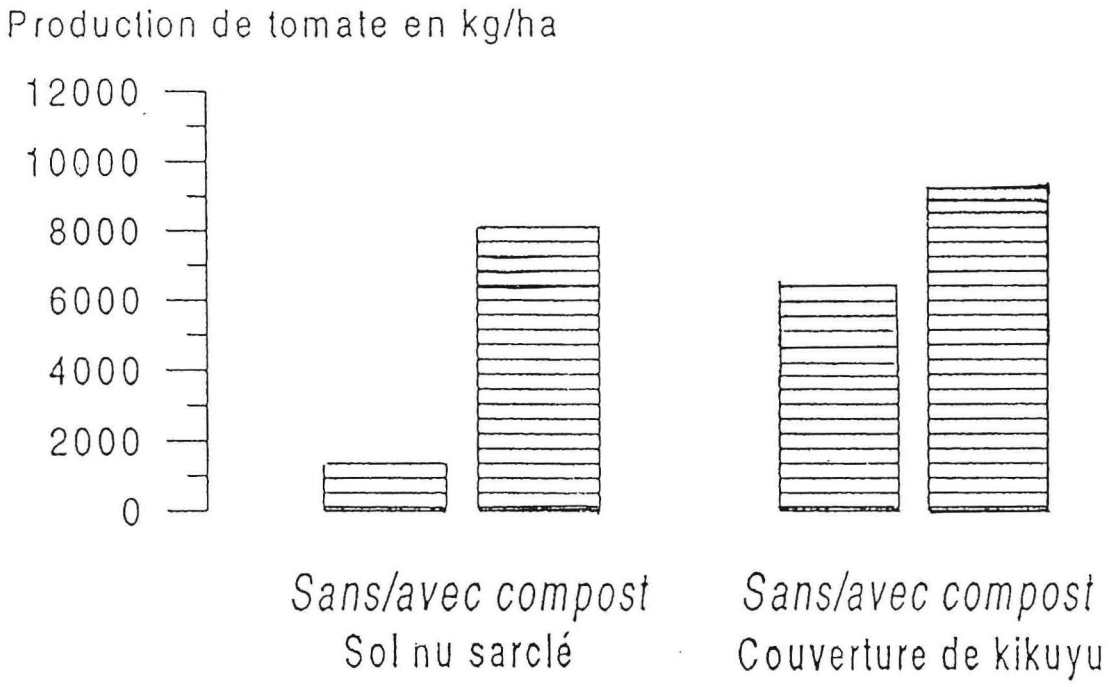
Dans la pratique courante, les agriculteurs implantent la tomate par semis direct en sol nu, ou depuis quelques années, sur couverture morte (sol très enherbé traité avec un herbicide total).

Les premiers essais de semis direct dans une couverture vive de kikuyu ont été un échec, avec un taux de levée quasiment nul, en raison des effets allélopathiques. Pour l'éviter, la tomate est mise en place avec des plants issus de pépinière.

Son cycle se déroulant en été, saison de croissance active de la couverture, le kikuyu ne permet pas d'augmenter sensiblement le rendement en fruits frais par rapport au sol nu. Mais chez la tomate, les aspects qualitatifs prédominent. En saison chaude, près de la moitié des plantes présentent en sol nu des symptômes de flétrissement bactérien, *Pseudomonas solanacearum*, alors qu'elles sont saines avec kikuyu. De même, les fruits obtenus avec couverture vive sont plus appréciés pour leur commercialisation (fermeté, teneur en matière sèche supérieures, …).

2.4. Association avec le géranium rosat

Alors que l'implantation simultanée d'une couverture de kikuyu avec une culture à cycle court (haricot, maïs, crucifère fourragère, …) apparaît favorable, les premières études ont montré qu'il était impératif de mettre en place le géranium dans une couverture déjà installée. L'inverse peur conduire à une concurrence des adventices vis-à-vis du géranium ou à des temps de travaux trop importants (sarcalges), sauf dans le cas de la défriche *d'Acacia mearnsii*, lorsque l'enherbement est très limité.



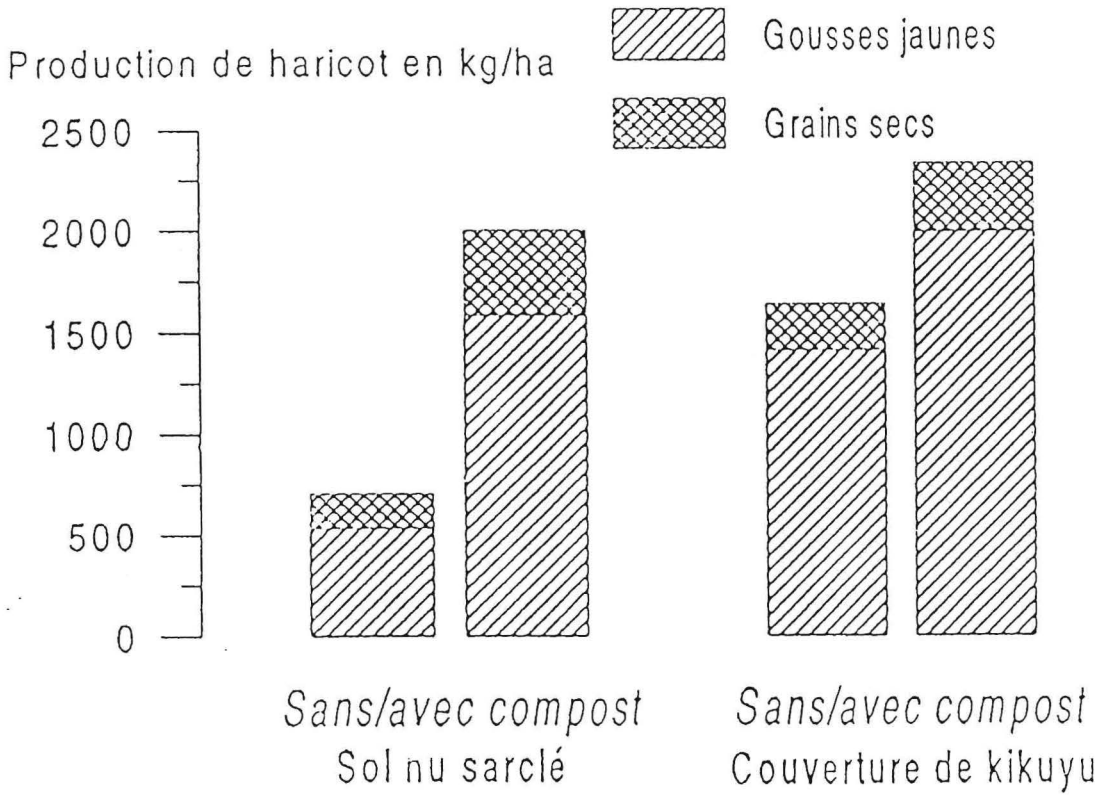


Figure 1 : Rendements moyens obtenus dans les successions annuelles haricot/tomate (de 1993 à 1996) selon le système de culture

L'itinéraire technique présenté tableau 4 correspond à une gestion du kikuyu par une substance de croissance (fluazifop-p-butyl), mais dans l'interang, il est aussi possible de le faucher pour les animaux

Opérations culturales	Culture en sol nu	Couverture de kikuyu
Préparation du terrain	Résidus de la culture précédente détruits au glyphosate Sarclage manuel	Fauche (ou pâturage) puis paraquat 400 g/ha en localisé sur les rangs
Plantation des boutures	Choix de mini boutures (6 à 8 cm) saines traitées avec un mélange d'AIB (0,1 %) et de captane (10 %) élevées en pépinière pendant 6 semaines	
Plantation des boutures	Manuelle à environ 0,8 m x 0,25 m en fin de saison des pluies, puis remplacement annuel des plantes manquantes	
Fertilisation	650 kg/ha d'engrais ternaire 15-12-24 en mars-avril	
Maîtrise de l'enherbement (et de la couverture vive)	- Paraquat en dirigé, associé à l'atrazine (1250 g/ha) enhiver ou au diuron (500 g/ha) en été - Sarclage manuel pour enfouissement de l'engrais	**Lutte contre les adventices** Atrazine 1000 g/ha en dirigé **Maîtrise de la couverture** Fluazifop-p-butyl à 62 g/ha (hiver) ou 125 g/ha (été)
Lutte contre l'anthracnose	Captane (1600 g/ha) dès les premiers symptômes, renouvelé tous les 50 mm de pluie	
Lutte contre les insectes	Diméthoate ou deltaméthrine lors de l'apparition des dégâts (*Cratopus humeralis*)	
Récolte	Au sécateur et distillation dans un alambic de 1000 l	

Tableau 4 :Itinéraires techniques pour le géranium

La couverture permanente et continue de kikuyu réduit la prolifération des mauvaises herbes, et permet d'économiser la main-d'œuvre nécessaire aux sarclages en sol nu. Le contrôle de la croissance de cette graminée tropicale associée au géranium avec le fluazifop-p-butyl est nécessaire surtout en saison chaude. Les traitements graminicides doivent être réalisés avec précaution car il est impératif de ne pas détruire la couverture, sous peine de perdre ses effets bénéfiques. Dès que le sol est découvert, à nouveau exposé à la lumière, les adventices agressives prolifèrent (*Cyperus rotondus*, …)

L'association du géranium avec le kikuyu conduit alors à une réduction de son rendement exprimé en matière verte par rapport au sol nu (tableau 5). Cette interférence entre le kikuyu et le géranium ne serait pas liée à des phénomènes d'allélopathie (FONTAR, THOMAS, 1992), mais à une concurrence en période estivale (décembre à février). Elle se traduit par un ralentissement de la vitesse de croissance du géranium associé au kikuyu maîtrisé au fluazifop-p-butyl, comparativement à celle observée en sol nu. Lorsque le kikuyu est fauché et exporté (pour l'affouragement des animaux), cette concurrence est encore plus marquée, et ne peut significativement être réduite par un apport complémentaire de fumure.

	Complément annuel de fumure	Matière verte en t/ha (moyenne 1992-1993)
Sol nu	Sans (témoin) 75-35-120	34,8 a* 33,3 a
Kikuyu maîtrisé par le fluazifop-p-butyl	Sans 75-35-120	25,0 b 21,8 b
Kikuyu fauché dans l'interang	Sans 75-35-120	17,7 c 21,2 c

Tableau 5 : Rendement du géranium cultivé en rotation en sol nu ou associé à une couverture de kikuyu maîtrisée par le fluazifop-p-butyl ou fauchée

- Selon le test de NEWMAN et KEULS, les rendements affectés de la même lettre en sont pas différents au seuil 5 % (C.V. = 15 %, E.T.M. = 3,7 t/ha)

Le rendement de la distillation du géranium associé au kikuyu apparaît le plus souvent supérieur à celui récolté en sol nu avec réduction concomitante de la teneur en eau, ces phénomènes étant probablement liés aussi à l'effet du fluazifop-p-butyl.

L'état sanitaire des cultures est amélioré par réduction des dégâts de certains parasites. Ainsi, l'ensemble du système racinaire du kikuyu semble jouer un rôle de leurre vis-à-vis du ver blanc, *Hoplochelus marginalis*. Les distillations effectuées sur géranium entre 300 et 1100 m d'altitude (Figure 2) montrent que les rendements sont améliorés avec la couverture en zone basse infestée (65 kg/ha d'huile essentielle en moyenne contre 48 en sol nu).

L'association avec le kikuyu apparaît aussi très bénéfique lors du passage d'un cyclone (rendement multiplié par 5 par rapport au sol nu en février 1989, lors du cyclone Firinga).

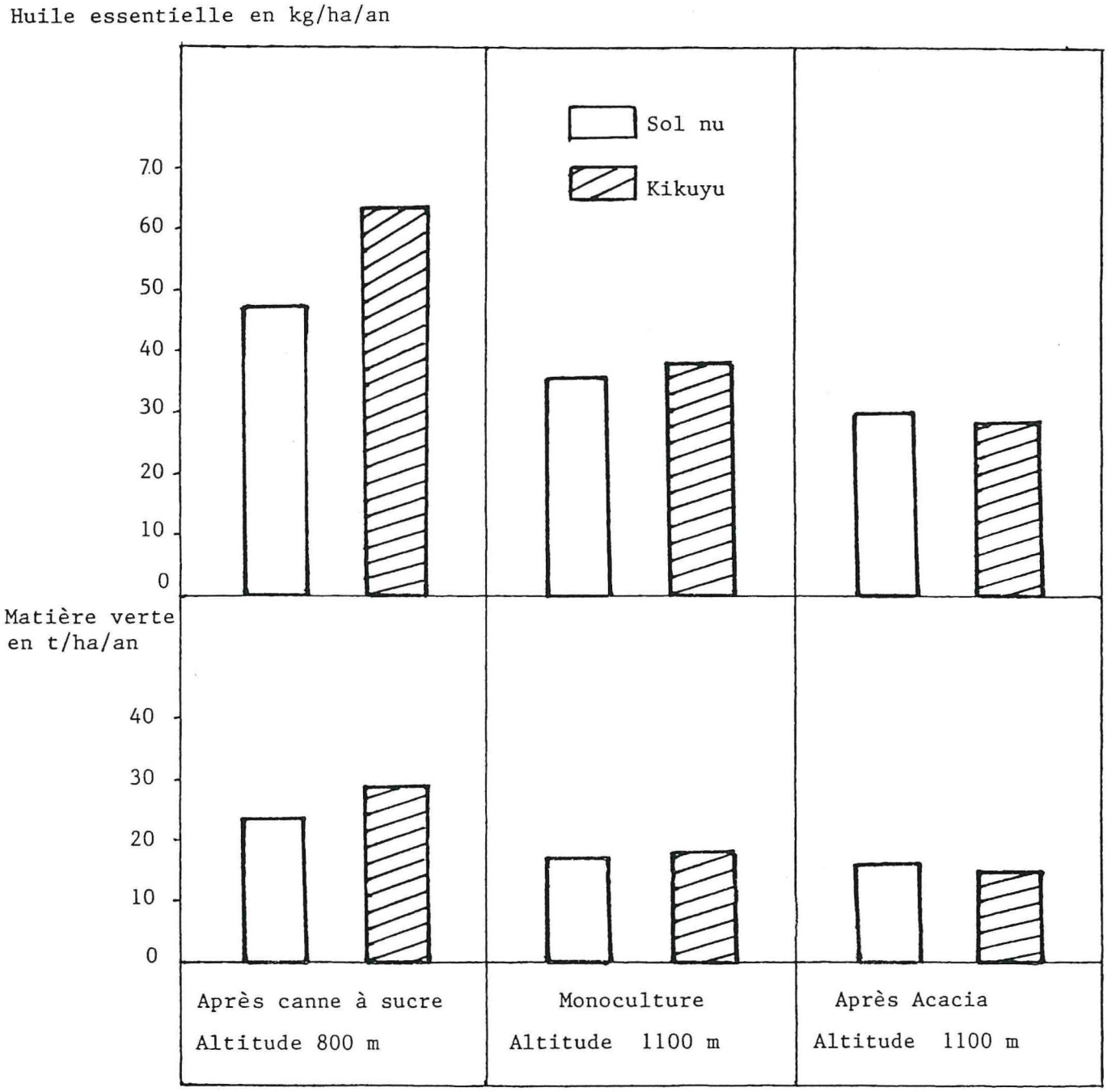


Figure 2 : Effet d'une couverture de kikuyu installée sur les rendements en matière verte et en huile essentielle du géranium rosat en fonction du système de culture et de l'altitude. Les rendements annuels sont calculés sur les moyennes de 1990 et 1991 (seulement en 1990 en monoculture)

La couverture assure une protection :

- contre le vent violent,

- et semble-t-il, contre l'anthracnose du géranium, *Glomerella vanillae* (Zim.) Petch. Et Rag. var *Pelargonii* Bouriquet. La dissémination de ses pores serait favorisée par les éclaboussures de terre en sol nu (GAILLETON, 1962). Cette protection par une graminée était utilisée en été par les agriculteurs avant la généralisation des herbicides : ils laissaient envahir momentanément leur parcelle par *Setaria pallide fusca* (« queue de chat »), plutôt que de conserver un sol nu.

La qualité de l'huile essentielle apparaît comparable (tableau 6), malgré une tendance à des évolutions peu favorables avec kikuyu : réduction des alcools et augmentations de l'isomenthone et des esters.

Composé	Sol nu	Couverture de kikuyu
Linalol	10,8	8,9
(Z) oxyde de rose	0,8	1,1
(E) oxyde de rose	0,3	0,4
Isomenthone	6,5	9,9
Citronellol	23,8	20,9
Géraniol	19,1	18,0
Formiate de citronellyle	8,7	10,1
Formiate de géranyle	6,8	9,0
Gaïadiène 6-9	6,6	6,2

Tableau 6 : Composition moyenne de l'huile essentielle du géranium distillé en mai et juillet en%

2.5. Les associations fourragères

Des légumineuses fourragères sont utilisées pour améliorer la production des pâturages de kikuyu et surtout leur qualité : trèfle blanc, lotier velu, *Desmodium intortum et D. uncinatum*, arachide pérenne, et même luzerne au Vénézuela (MACHADO, ZUVIA, 1995).

Dans son aire d'origine, le kikuyu est associé naturellement au trèfle du Kenya *Trifolium semipilosum*, qui est mieux adapté que le trèfle blanc, grâce à son port plus dressé. Pour maintenir l'association avec le trèfle et favoriser sa croissance hivernale, il est conseillé de surpâturer à la fin de l'été (REILLY et al, 1987).

2.6. L'enherbement des vergers

Dans les verges d'altitude (agrume, pommier, pêcher, goyavier-fraise, …), le kikuyu est parfois utilisé comme couverture. Il contrôle l'érosion et les mauvaises herbes, sauf dans les mouillères des zones très humides de l'Est envahies par les cypéracées, … Dans l'inter-rang, il peut être fauché ou gyrobroyé. Mais conduit jusqu'à présent sans recours au fluazifop-p-butyl, son entretien a posé problème sous les arbres. Il était alors perçu comme un concurrent, qui utilise la fumure des fruitiers.

Pourtant, les effets allélopathiques du kikuyu stimulent la croissance de certains jeunes plants, comme ceux d'un poirier, *Pyrus lindleyi* (CHOU, 1992).

2.7. Associations sylvopastorales

Dans les pays densément peuplés, l'association forêt-pâturage, permet d'accroître la production animale, tout en préservant la forêt.

Ces associations sylvopastorales sont pratiquées avec de nombreuses espèces (HOLDRIDGE, 1951 ; FOURNIER, 1981 ; CARLSON, 1986 ; CHOU et al, 1989) : aulne, *Almus acuminata*, *A. formosana* et *A. jorullensis*, camphrier, *Cinnamomum camphora*, cyprès, *Cypressus lusitanica*, sapin, *Cunninghamia lanceolata*, … et localement : tamarin des Hauts, *Acacia heterophylla* et *A. mearnsii*.

La graminée réduit les mauvaises herbes et pestes végétales dans les reboisements d'aulne, camphrier ou sapin, sans affecter les arbres. Un intérêt économique immédiat apparaît par la réduction des charges de main d'œuvre et d'herbicide.

En outre, les arbres fixateurs d'azote, comme l'aulne, améliorent la production des pâturages, leur valeur protéique et protègent le bétail du soleil et du vent. L'arbuste est installé en association avec les cultures précédant le kikuyu, ou directement dans la prairie (avec des clôtures triangulaires protégeant individuellement chaque arbre), à une densité d'environ 100 pieds/ha. En Colombie, cette association sylvopasotale conduit à une augmentation de production bovine d'un tiers par rapport au kikuyu pur, avec en supplément du bois d'œuvre et d'ébénisterie.

CONCLUSION

Le kikuyu, plante pionnière a permis la reconquête pour l'élevage des Hauts sous le vent dégradés par la monoculture du géranium rosat. Des nouveaux systèmes en cours de conception permettent d'associer aux cultures cette couverture vive maîtrisée par des substances de croissance. Ainsi, le fluazifop-p-butyl est particulièrement efficace et peu onéreux car utilisé à très faible dose. L'ensemble des effets favorables induits par ces nouvelles techniques et, en particulier la protection totale du sol vis-à-vis des accidents climatiques, devrait concourir à une amélioration des conditions de production et permettre une diversification et une stabilisation des exploitations agricoles.

R. MICHELLON, P. TECHER

BIBLIOGRAPHIE

- BACONNIER C., 1989 :Essais de méthodes de luttes contre *Armillaria sp*. et *Rosellinia sp*., responsables des pourridiés du géranium rosat *(Pelargonium x asperum*) à la Réunion. E.N.S.M., 83 p

- BIGOT A., 1991 : Cinétique de la productivité et de la valeur alimentaire du kikuyu en fonction de la saison dans les hauts de Montvert. SEDAEL, EDE, CIRAD-Elevage, 10 p

- BIGOT A., FONTAINE O., 1988 : Productions fourragères à la Réunion. Orientation des recherches et résultats acquis depuis 1983. CIRAD-Elevage, 22 p

- BIGOT A., FONTAINE O., 1991 : Prairies pour les Hauts de l'Ouest. CIRAD-Elevage, 20 p

- BOYER J., LAVELLE P., MICHELLON R., 1994 : Caractérisation de la faune du sol dans différentes parcelles des Hauts de l'Ouest de la Réunion. ORSTOM / CIRAD-Réunion, 18 p

- BRIDIER B., 1985 : L'élevage bovin réunionnais. Des systèmes de production à dominante élevage bovin dans les hauts de l'île. Notes et réflexions. Tome I : Diagnostic. Tome II : Modèles. Chambre Départementale d'Agriculture de la réunion,181 p

- BRIDIER B., 1985 : Quel avenir pour le géranium et le développement agricole des hauts de l'Ouest de la Réunion ? L'Agronomie Tropicale vol. 40, n°4, p. 342-355

- BURLE D.,1993 : Effets des couvertures végétales permanents associés au géranium sur la fertilité des andosols de la Réunion. Mémoire ITAT ENITA Bordeaux – CIRAD-CA, 49 p.+ annexes

- CARLSON P.J., 1986 : El aliso (*Alnus jorullensis*) para silsemas agroforestales en la sierra del Peru. Reviste Forestal del Peru 13 (2), p. 131-136

- CHOU C.H., 1992 : Allelopathy in relation to agricultural productivity in Taïwan : problems and prospects, p. 179-203. In : RIZVI S.J.H., RIZVI V.Ed. : Allelopathy : basic and applied aspects. Chapman and Hall, London, 480 p.

- CHOU C.H., CHANG S.J., CHENG C.M., WANG Y.C., HSU F.C., DEN W..H., 1989 : The selective allelopathic interaction of a pasture forest intercropping system in Taïwan. Plant and Soil, 98, p. 31-41

- CHOU C.H., CHANG S.J., CHENG C.M., WANG Y.C., HSU F.C., DEN W..H., 1989 : The selective allelopathic interaction of a pasture forest intercropping in Taïwan. : interaction between kikuyu grass and three hardwood plants. Plant and Soil, 116, p. 207-215

- CIRAD-CNRS-INRA-ORSTOM-UNIVERSITE, 1988 : Les andosols de l'île de la Réunion. Préparation d'un programme de recherches pluridisciplinaires. Séminaire de saint-Denis du 24 mai au 1er juin 1988, 213 p

- DEMARNE F., MICHELLON R., 1994 : Influence du mode de gestion du sol sur la qualité de l'huile essentielle de géranium rosat. CIRAD-Réunion, fiche d'essai n°8

- DOREE J.F., 1989 : Intérêt du travail minimum avec couverture dans les systèmes de culture des hauts de l'Ouest de la Réunion. ENSAM-CNEARX-IRAT/Réunion, 96 p

- FIELD R.J., FOREMAN M.H., 1989 : Manipulation of pasture growth with mefluidide. In : Proceeding of the Plant Growth Regulator. Society of America (n°16th), p.. 181-186

- FIRTH D.J.,WILSON G.P.M. : 1995 : Prilimanary evaluation of species for use as permanent ground cover in orchards on the north coast of New South Wales. Tropical Grassland, vol. XXIX, p. 18-27

- FONTAR L., THOMAS X., 1992 : Etude des effets allélopathiques d'une couverture de kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) sur géranium, cultures vivrières et certaines plantes adventices. ESA/CIRAD-Réunion, 103 p.+annexes

- FOURNIER L.A., 1981 : Importancia de los sistemas agroforestales en Costa rica. Agronom. Costarr 5 (1/12), p. 141-147

- GAILLETON J.M., 1962 : Rapport sur le traitement de l'anthracnose ou rouille du géranium rosat à la Réunion. Direction des Services Agricoles de la Réunion, 39 p

- GILIBERT J., 1981 : Productions fourragères en plein champ à la Réunion. Quantités-qualité. E.D.E., Chambre d'Agriculture de la réunion, 147 p

- GILIBERT J., 1984 : Tables des valeurs alimentaires de certains aliments pour ruminants à la Réunion. E.D.E., INRA, 32 p

- HAGGAR.R.J., ISAAC S.P., STANDELLE C.J., 1989 : Modifying growth patterns in nine grasses with mefluidide. Grass and Forage Science vol. XXXXIV, p. 85-90

- HOLDRIDG L.R., 1951 : The alder, « *Almus acuminata* », as a farm timber treein Coste rica. Caribbean Forester 12 (2), p. 47-53

- HUMEAU L., 1993 : Etude des effets allélopathiques du kikuyu *(Pennisetum clandestinum* H.) sur la tomate (*Lycopersicum esculentum* M.) et deux plantes adventices (*Cyperus rotondus* L. et *Bidens pilosa* L. Université de la Réunion/CIRAD-Réunion, 24 p + annexes

- MACHADO D., ZUVIA M., 1995 : The effect of preplant fertilization in the establishment of alfalfa-kikuyu grass intercropping in the Venezuela Andes p. 409-418. In : SINOQUET H. CRUZ P. Ed. : Ecophysiology of tropical intercropping. INRA Ed. 408 p

- MICHELLON R., 1992 : Gestion des sols et cultures avec couverture végétale. Rapport intermédiaire d'une recherche financée par le MRT. Décision d'aide n°90.0530. CIRAD-Réunion, 22p

- MICHELLON R., 1992 : Les systèmes de culture. In : Le géranium à la Réunion. C.A.H., Saint-Denis, Réunion, Graphica, p. 15-22

- MICHELLON R., DEJANTE P., VINCENT G., 1992 : Implantation de couvertures en association avec des cultures vivrières : aspects techniques et économiques. CIRAD/IRAT-Réunion, n°1, 14 p. + annexes

- MICHELLON R., DEJANTE P., VINCENT G., NATIVEL R., 1994 : Gestion d'une couverture de kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) associé au géranium rosat. CIRAD-CA Réunion n°3, 41 p. + annexes

- MICHELLON R., PERRET S., 1994 : Conception de systèmes agricoles durables avec couverture herbacée permanente pour les Hauts de la Réunion. Symposium international : recherches-système en agriculture et développement rural. Montpellier, France, 21-25 novembre. CIRAD Ed., p. 507-508

- MICHELLON R., PERRET S., 1995 : Conception de systèmes agricoles durables avec couverture herbacée permanente pour les Hauts de la Réunion. CIRAD-Réunion, 28 p

- MICHELLON R., PERRET S., ANSELLEM Y., 1994 : Modes de gestion écologique des sols et des systèmes de culture à base de géranium dans les Hauts de l'Ouest de l'île de la Réunion. CIRAD-Réunion

- MICHELLON R., PICHOT J., RASSABY A., 1982 : Comportement et réponse de kikuyu à l'azote et au chaulage dans les Hauts sous le vent. Fiche d'essai IRAT-Réunion n°54

- MICHELLON R., RASSABY A., 1984 : Implantation et comportement de crucifères fourragères dans les Hauts sous les vent. Fiche d'essai IRAT-Réunion n°7

- MICHELLON R., RASSABY A., 1984 et 1985: Comportement et réponse du kikuyu à l'azote et au chaulage dans les Hauts sous le vent. Fiches d'essai IRAT-Réunion n°12 et n°20

- MICHELLON R., RASSABY A ., 1985 et 1986 :Influence d'une fertilisation azotée modulée selon les saisons et du chaulage sur kikuyu dans les Hauts sous le vent. Fiches d'essai IRAT-Réunion n°21 et n°14

- MICHELLON R., RASSABY A., 1985 : Comportement de l'avoine en culture pure et en association dans les Hauts sous le vent. Fiche d'essai IRAT-Réunion n°24

- MICHELLON R., SEGUY L., PERRET S., 1996 : Association de cultures maraîchères et du géranium rosat à une couverture de kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) maîtrisée avec le fluazifop-p-butyl. A.N.P.P. Quatrième Colloque « Les substances de croissance, partenaires économiques des productions végétales ». paris, 6 février 1996, 8 p.

- PAILLAT J.M., 1990 : Installation des prairies à la Réunion. CEEMAT, p. 123

- PAILLAT J.M., 1995 : Le kikuyu, p. 39-41. In : étude de l'ensilage en balles enrubannées sous climat tropical d'altitude. Thèse INA-PG CIRAD

- PAULO E.M., OLIVEIRA M.A., TOLEDO U.N.M.P., FORSTER R., 1982 : Controle de mono e dicotiledônes na cultura de soja em pôs-emergencia, atraves da combinaçào de mefluidide e bentazon. Planta dadinha V (1), p. 45-46

- PERRET S., 1993 : Propriétés chimiques, hydriques et mécaniques de sols andiques de la réunion. Thèse E.N.S.A. Montpellier, 278 p.

- PERRET S., MICHELLON R., TASSINS J., 1994 : Soil loss control and Soil properties improvment based on cropping systems with cover plants and hedgerows in Reunion Island. Proc. 3rd ESA Congress, 18-22 septembre, Abano-Padova, Italie, p. 736-737

- PERRET S., MICHELLON R., TASSIN J., 1994 b : Agroecological practices as tools for suitainable management of erosion-exposed tropical catchments : quantifying their effects on soil restoration and erosion control in Reunion Island (Indian ocean, French overseas Territories). J. WILLEY Ed. Londres U.K. A paraître. In : Suitainable Management of Tropical Catchment

- PICHOT J., 1982 : Réponse du kikuyu à l'azote et au chaulage. Recherche coordonée SEDAL-IRAT. Fiche d'essai IRAT-Réunion n°23

- PRICE I.K., 1983 : Mefluidide : a novel broad spectrum growth regulator. Aspects of Applied Biology 5, p. 37-44

- PY F., CLARIOND A., 1989 : Etude des relations entre stock organique, stabilité structurale et activité microbienne. D.A.A ENSA/IRAT-Réunion, 103 p.

- RAUNET M., 1991 : Le milieu physique et les sols de l'île de la Réunion. Conséquences pour la mise en valeur agricole. CIRAD-Réunion, Région Réunion, 438 p

- REILLY M.V.O., WHITE K.A., DE VIS R., 1987 : Better pastures for the tropics. YATES Ed., 75 p.

- SCALLA R., 1991 : Les herbicides :mode d'action et principes d'utilisation. INRA, 450 p.

- VEILLET S., 1993 : Etude de l'évolution de l'état hydrique d'un andosol selon différents systèmes de culture. Mémoire DAA, ENSAM./CIRAD, 55 p.