

Impact de la gestion de la matière organique sur le statut minéral des sols et des récoltes dans les savanes soudano-guinéennes de Ngaoundéré, Cameroun

Adamou IBRAHIMA*, Chimène ABIB FANTA**, Robert NDJOUENKEU**,
Mama NTOUPKA***

*Département des sciences biologiques, Faculté des sciences, Université de Ngaoundéré, BP 454, Cameroun (aibrahima@hotmail.com)

**Département des sciences alimentaires et nutrition, Ecole nationale supérieure des sciences agro-industrielles, ENSAI, Université de Ngaoundéré, BP 455, Cameroun

***Institut de recherche agricole pour le développement, IRAD, BP 33, Maroua, Cameroun

Résumé — En Afrique subsaharienne, la relation entre les modes de gestion de la matière organique, la qualité du sol et les aliments, qui en résultent, reste très peu ou mal connue. Cette étude met en évidence l'influence des modes de gestion de la matière organique sur la biodisponibilité des nutriments et la qualité minérale des récoltes. Dans la localité de Dang (Ngaoundéré, Cameroun), les sols et les fruits de tomate échantillonnés dans des parcelles de 1 m² pour les tomates et de 0,0625 m² pour le sol ont été analysés en fonction de trois modes de gestion de la matière organique (fumure ménagère, engrais chimiques et engrais chimiques + excréments d'animaux), jachères (jachère de 1, 2, 5 et 20 ans) et jachère de 20 ans brûlée. Les résultats montrent que la pratique de la jachère de plus de 2 ans et l'apport de la fumure organique restaurent efficacement la teneur en matière organique et le pH du sol, ainsi que N, P, Ca et Mg du sol et des tomates. Par contre, la pratique des feux de brousse réduit considérablement la teneur en matière organique et en N du sol tout en augmentant celle du P, Ca et Mg. La disponibilité de la matière organique influence positivement la teneur en N, P, Mg du sol, alors que dans la tomate, elle influence positivement la teneur en N, Ca et Mg. Ainsi les fruits de tomates cultivées sur un sol riche en MO présentent une teneur en N plus élevée que ceux des tomates cultivées sur des sols recevant des engrais chimiques.

Abstract — *Impact of organic matter management on the mineral status of soils and harvests in the sudano-guinean savannas of Ngaoundere, Cameroon.* In sub-Saharan Africa, we know little about the relationship between management methods for Organic Matter (OM), soil quality and the resulting food produced. The current study demonstrates the influence of OM management methods on the bioavailability of nutrients and mineral quality of harvests. Thus, in the Dang locality (Ngaoundere, Cameroon), the soils and tomato fruits sampled in plots of 1 m² for tomatoes and 0.0625 m² for soil were analyzed according to three OM management methods (household waste, chemical fertilizers, chemical fertilizers + animal waste), fallows (fallows of 1, 2, 5 and 20 years) and burnt 20 year-old fallow. The results show that the practice of fallow for more than 2 years and applications of organic manure effectively restore soil OM (SOM) and pH, as well as N, P, Ca and Mg in soil and tomatoes. However, the practice of bush fires considerably reduces SOM and soil N, while increasing P, Ca and Mg. The availability of SOM has a positive influence on the N, P and Mg contents of soil, although in tomatoes, it has a positive influence on the N, Ca and Mg content. Thus, tomatoes cultivated on soils rich in organic matter had a higher N content than tomato fruits cultivated on soils with chemical fertilizer applications.

Introduction

La croissance démographique a engendré une augmentation de la demande alimentaire qui ne peut être satisfaite que par une intensification de l'activité agricole (Milleville et Serpantié, 1994). L'Afrique Sub-saharienne doit augmenter sa production agricole de 4 % chaque année pour répondre à cette demande (Griffon *et al.*, 1993). Or, la croissance démographique ne s'accompagne pas toujours d'une augmentation des terres cultivables. Dès lors, l'intensification agricole engendre une pression sur l'écosystème qui entraîne à son tour la diminution de la fertilité des sols (Laurence, 1998). Etant donné que le sol n'est pas inépuisable, il

apparaît nécessaire d'envisager des modes de gestion qui permettent une exploitation rationnelle et durable des terres (Manlay, 2000). Cette gestion durable du sol signifie que les prélèvements doivent être compensés par des apports, de telle sorte que l'équilibre dynamique soit maintenu. Diverses méthodes concourent à cette durabilité : pratique de la jachère, utilisation d'intrants agricoles, rotation ou succession des cultures, etc. L'utilisation de ces méthodes répond à des considérations et des conditions différentes selon les niveaux économiques, technologiques et les régions.

Dans les pays en développement, traditionnellement la pratique de la jachère entretient la fertilité des sols, en permettant la reconstitution de la réserve de matière organique et en restaurant certaines propriétés physico-chimiques du sol telles que la porosité et le pH (Floret *et al.*, 1993). Mais, en raison de la demande alimentaire croissante, la pratique de la jachère de longue durée a tendance à disparaître, laissant place à une jachère de courte durée ou améliorée et à une agriculture sédentarisée (Milleville et Serpantié, 1994). Par ailleurs, la pratique des feux de brousse pour le défrichement est courante dans les savanes africaines, en raison de l'inaccessibilité des paysans à un matériel adapté pour le travail de la terre. Bien que cette pratique conduise à un enrichissement du sol en éléments minéraux, elle détruit aussi la matière organique. Or, la dynamique de la matière organique contribue à la disponibilité des éléments minéraux dans les sols et par conséquent à l'amélioration de la productivité et de la qualité des récoltes. La province de l'Adamaoua, espace traditionnellement pastoral, en raison de sa topographie et de son climat (Rippstein, 1985) fait actuellement face à une croissance démographique et un brassage culturel qui ont favorisé la mutation du système pastoral en type agropastoral (GTZ, 1994). Cette mutation se traduit par une réorganisation des espaces agricoles, marqués notamment par l'extension du front pionnier de la culture du coton de la région du nord vers celle de l'Adamaoua. De plus, l'expansion de la population accentue l'exploitation agricole des terres. Ce travail a pour but de déterminer l'influence des modes de gestion de la matière organique sur le statut organominéral du sol et des récoltes.

Matériel et méthodes

Site d'étude

Le site d'étude appartient au vaste plateau de l'Adamaoua, situé entre le 6° et le 8° degré de latitude nord et entre le 10° et le 16° degré de longitude est, avec une altitude moyenne de 1 000 m et occupant pratiquement le centre du Cameroun. Son climat est du type soudanoguinéen à tendance humide (Suchel, 1987), avec une saison de pluies (avril-octobre) et une saison sèche (novembre-mars). Les précipitations moyennes annuelles sont de 1 400 mm, la température moyenne annuelle est de 23°C et l'humidité relative de 70 %. Les sols dominants sont les sols faiblement ferrallitiques modaux, développés sur les roches granitiques et les sols ferrallitiques de couleur rouge développés sur les basaltes anciens (Humbel, 1971). La végétation de l'Adamaoua est une savane humide à *Daniellia oliveri* et *Lophira lanceolata* (Letouzey, 1985). La physionomie de cette végétation est entretenue par les actions zoo - anthropiques.

L'étude a été conduite dans la localité de Dang, située à 15 km au nord de la ville de Ngaoundéré. Dans cette localité, neuf champs de même topographie, de sol, de couleur et de texture semblables, mais de physionomie, de structure et de composition spécifique de végétation différentes furent sélectionnés. Ces champs présentent tous un sol ferrallitique développé sur une roche-mère basaltique, avec une texture argileuse. Les autres caractéristiques des champs et leur formation végétale dominante sont données dans le tableau I. Ces champs sont groupés en 3 types selon les modes de gestion de la fertilité des sols et cela par rapport à un champ témoin.

- Le premier groupe est constitué de trois champs et la fertilité de leur sol est entretenue par des apports externes d'intrants agricoles : engrais chimiques NPK (EC), bouses de vaches plus engrais chimiques (EE) et ordures ménagères (FM). Ce dernier champ est assimilé à un jardin de case. Les quantités d'intrants apportés ne sont pas connues. On peut tout de même les comparer à un champ témoin sans apports d'intrants. Selon les paysans, ces champs ont été cultivés au moins pendant quatre ans avec les mêmes traitements. Les cultures de maïs se pratiquaient dans le champ EE et celles de la tomate dans les champs FM et EC.
- Le deuxième type de champs est constitué de jachères naturelles. Il s'agit de jachères d'un an (J01), de deux ans (J02), de cinq ans (J05) et enfin de plus de vingt ans (J20). Avant leur mise en jachère, ces champs ont été cultivés pendant environ 9-11 ans avec les mêmes types de culture (maïs, haricot, patates, pomme de terre, igname, manioc, poivron et aubergine).
- Enfin le dernier type est constitué d'une jachère brûlée (JB). C'est une partie de la jachère de 20 ans que le paysan a brûlée pour préparer la mise en culture.

Tableau I. Modes de gestion et végétation dominante des champs.

Code	Modes de gestion des sols	Espèces végétales dominantes
T	Témoïn (aucun apport)	<i>Pennisetum pedicelatum</i>
EC	Engrais chimiques	<i>Pennisetum pedicelatum</i> <i>Zea mays</i>
EE	Bouses de vaches et engrais chimiques	<i>Pennisetum pedicelatum</i>
FM	Fumure ménagère	<i>Lycopersicon esculentum</i>
J01	Jachère de 1 an	<i>Pennisetum pedicelatum</i>
J02	Jachère de 2 ans	<i>Pennisetum pedicelatum</i> <i>Ptilostigma thonningii</i> <i>Indigofera</i> sp
J05	Jachère de 5 ans	<i>Andropogon</i> sp <i>Stylosanthes guianensis</i>
J20	Jachère de 20 ans	<i>Hyparrhenia</i> sp <i>Harungana madagascariensis</i>
JB	Jachère brûlée	<i>Hyparrhenia</i> sp <i>Harungana madagascariensis</i>

Echantillonnage des tomates et du sol

L'échantillonnage des sols et des tomates a été réalisé selon la méthode d'Anderson et Ingram (1993). Pour minimiser l'hétérogénéité spatiale, les parcelles étaient peu éloignées les unes des autres. Le dispositif expérimental est un bloc complètement randomisé à cinq répétitions. Les types de champs sont les traitements et les parcelles ou les placettes sont les répétitions.

Les fruits de tomates ont été prélevés à maturité dans cinq parcelles de 1 m x 1 m dans les champs fertilisés avec les ordures ménagères (FM) et des engrais chimiques (EC). La masse humide totale des échantillons a été déterminée à l'aide d'une balance (*Sartorius ISO 9001*) sur le terrain. Un sous-échantillon constitué de cinq fruits de tomates a été réalisé dans chaque parcelle des champs (FM) et (EC) et sa masse humide déterminée. Ces sous-échantillons servent à estimer la teneur en eau des fruits et à faire des analyses complémentaires en laboratoire.

L'échantillonnage du sol a été réalisé dans les cinq placettes carrées de 25 cm de côté, au centre de parcelle de 1 m². Des blocs de sol de 625.10⁻⁵.m³ (0,25 m x 0,25 m x 0,10 m) et de 9 375.10⁻⁶.m³ (0,25 m x 0,25 m x 0,15 m) ont été extraits à deux niveaux de profondeur du sol : 0-10 cm et 10-25 cm. Ces blocs ont été pesés et des sous-échantillons de sol ont été pris pour calculer la teneur en eau et déterminer la teneur en matière organique et en minéraux des sols. Tous les sous-échantillons de tomates et de sols ont été ramenés au laboratoire dans des sacs en papier pour être séchés à 60°C dans une étuve et réaliser des analyses chimiques.

Analyses chimiques

Les sous-échantillons de tomates et de sol d'une parcelle ou placette ont été regroupés par 3. Ce qui donne un total de 120 échantillons qui se répartissent en : 12 échantillons de fruits de tomates et 108 échantillons de sol. Après réduction en poudre à l'aide d'un broyeur *Micro Hammer Mill Culatti*, muni d'un tamis à mailles de 1mm, ces échantillons ont été analysés chimiquement. L'azote, le calcium et le magnésium, et le phosphore ont été dosés dans tous les échantillons par les méthodes de Devani *et al.* (1989), AFNOR (1982) et de Rodier (1978), respectivement. Le dosage du carbone organique a été réalisé par la méthode de Walkley-Black (2003) modifiée et la mesure du pH_{eau} a été effectuée uniquement sur les échantillons de sols.

Analyses statistiques

Pour comparer les effets de différents modes de gestion de la matière organique sur le statut organominéral des sols, des analyses de variance à un facteur ont été utilisées, suivies d'une comparaison des moyennes à l'aide de test de Duncan. Le test de *Student* a permis non seulement de comparer l'effet de la profondeur du sol sur le statut organominéral des sols, mais aussi de comparer l'effet du mode de gestion de la fertilité des sols sur la qualité minérale des fruits de tomate. Ces analyses ont été réalisées à l'aide du logiciel *Statgraphics 5.0*.

Résultats

Impact des apports externes et des jachères sur le statut organominéral des sols

Tous les types de fertilisants externes (EC, EE, FM) ont augmenté la teneur en MOS par rapport au champ témoin dans les deux horizons du sol (figure 1). Cependant, c'est dans le jardin de case (FM), qui reçoit les ordures ménagères que la concentration en MOS est la plus élevée. Cette MOS est également plus élevée dans l'horizon superficiel (0-10cm) que dans l'horizon inférieur pour les trois types de champ (EC, EE et FM). Quant aux jachères, la MOS varie très peu avec l'âge pour l'horizon inférieur (figure 1). Par contre, cette variation est très significative dans l'horizon supérieur. Cette MOS augmente avec l'âge des jachères jusqu'à cinq ans, mais est plus faible dans la jachère de vingt ans. De tous les modes de gestion de la fertilité du sol, c'est dans la jachère de 5 ans que la concentration en MOS est la plus élevée, ensuite dans celle de 20 ans et dans le champ qui reçoit des ordures ménagères.

Le pH varie entre les horizons selon les modes de gestion de la fertilité du sol (figure 2). La fertilisation par des engrais chimiques et par l'association des bouses de vache et les engrais chimiques ne modifie pas significativement le pH du sol par rapport au sol témoin dans les deux horizons. Par contre, l'apport des ordures ménagères augmente significativement le pH du sol de 1 à 2 unités par rapport au sol témoin dans les deux horizons. Comme pour les champs, le pH du sol varie également entre les deux horizons dans les jachères et augmente avec l'âge des jachères (figure 2). Cependant, il n'y a pas de différence significative entre le pH dans la jachère d'un an et celle de 2 ans et entre celles de 5 ans et de 20 ans. En général, c'est dans le jardin de case et les jachères de 5 et de 20 ans que le pH du sol est le plus élevé.

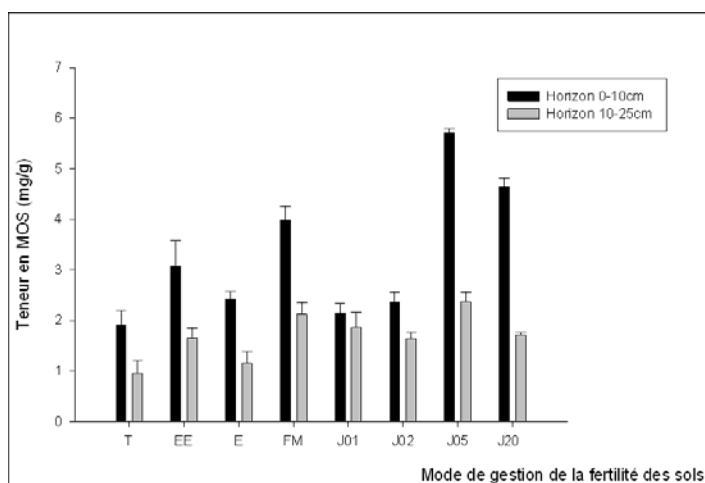


Figure 1. Influence du mode de gestion de la fertilité des sols sur la teneur en matière organique du sol.

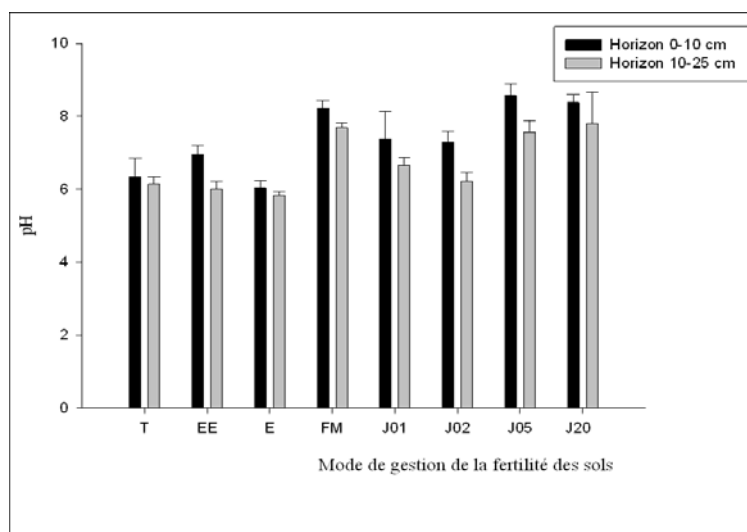


Figure 2. Variation du pH du sol selon le mode de gestion de la fertilité des sols.

La concentration de quatre nutriments (N, Ca, Mg et P) varie significativement avec le mode de gestion de la fertilité du sol (figure 3). Trois types de comportements se distinguent. Pour N et Mg, les apports extérieurs des intrants (EC, EE et FM) n'améliorent pas significativement la concentration de ces deux nutriments par rapport au témoin, excepté la fumure ménagère qui augmente de façon significative la concentration de ces nutriments dans l'horizon supérieur. Entre les horizons, la concentration de ces deux nutriments ne varie pas significativement, excepté celle de N, qui est plus élevée dans l'horizon supérieur pour le sol fertilisé avec les ordures ménagères (FM). Pour P, tous les apports extérieurs des intrants (EC, EE et FM) augmentent significativement sa concentration par rapport au témoin. La différence de sa concentration entre les deux horizons du sol n'est pas significative, excepté pour le sol fertilisé avec les ordures ménagères qui augmente de façon significative la concentration de cet élément. Quant au Ca, l'association des bouses de vaches et des engrais chimiques (EE), et les ordures ménagères (FM) augmentent significativement sa concentration par rapport au champ témoin dans les deux horizons. La différence entre les deux horizons pour cet élément n'est significative que pour les ordures ménagères (FM).

Comme pour les champs, trois états des nutriments se distinguent également au niveau des jachères (figure 3). Les concentrations de P et Ca ne diffèrent pas significativement entre les jachères d'un an et deux ans, et entre celles de 5 ans et 20 ans. Par contre, les concentrations de ces deux nutriments dans les deux dernières jachères sont significativement 2 à 3 fois plus élevées que dans les deux premières jachères. Il n'y a pas de différence significative entre les horizons du sol pour ces nutriments. N présente un état comparable aux deux premiers nutriments, mais dans l'horizon supérieur du sol, sa concentration dans la jachère de 5 ans est plus élevée que dans celle de 20 ans et sa concentration est significativement différente entre les deux horizons pour la jachère de 5 ans. Mg présente une concentration qui augmente avec l'âge des jachères. Mais il n'y a pas de différence significative pour cet élément entre les jachères de 5 et 20 ans. La différence de sa concentration entre les horizons n'est significative que pour la jachère de 2 ans.

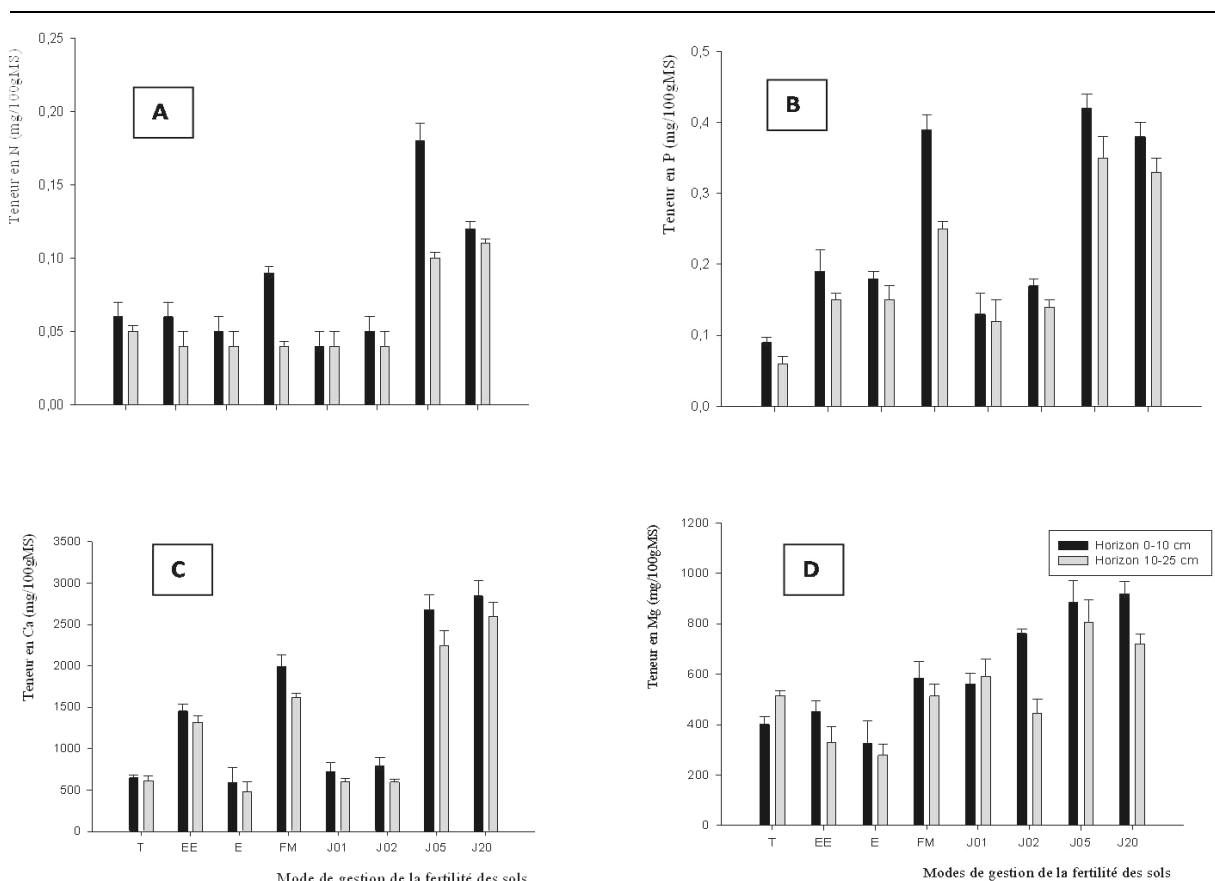


Figure 3. Influence du mode de gestion de la fertilité des sols sur la teneur en azote (A), phosphore (B), calcium (C) et magnésium (D) du sol.

Impact de la pratique de feux de brousse sur le statut organominéral du sol

De façon générale, la pratique de feux entraîne la perte significative de la MOS et N, et un gain de P, Ca et Mg (figure 4) et une augmentation du pH dans l'horizon 0-10 cm, contrairement à l'horizon 10-25 cm où cette pratique n'a pas influencé significativement le statut organominéral du sol. En effet, dans l'horizon supérieur, le taux de perte de la MO et de N est respectivement de 67 et 58 % par rapport aux valeurs trouvées dans la jachère de 20 ans non brûlée. Le gain des trois nutriments varie de 25,1 à 37,9 % respectivement pour Mg et Ca, et l'augmentation du pH est de l'ordre de 25,4 %.

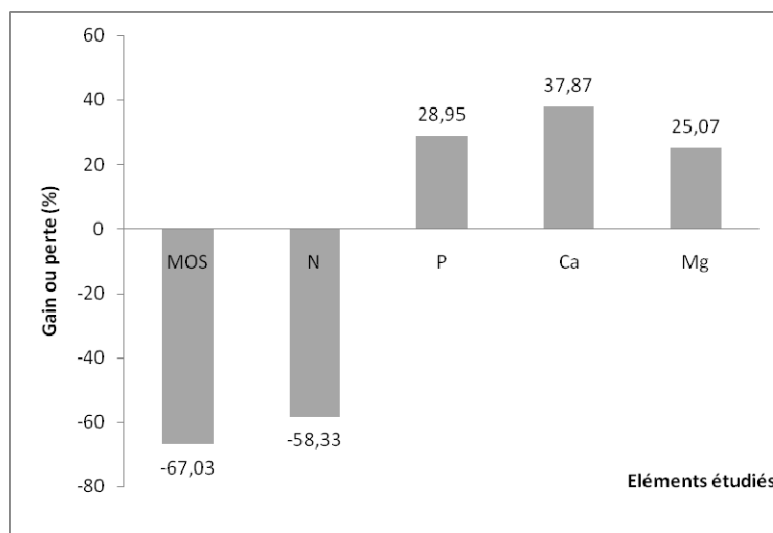


Figure 4. Influence de la pratique de feux de brousse sur les paramètres chimiques du sol.

Impact des apports externes et des jachères sur le statut organominéral des tomates

Les concentrations en nutriments et la quantité de matière sèche (MS) des fruits de tomates varient significativement avec le type de fertilisant et le type de nutriment (tableau II). Les concentrations des nutriments dans les fruits de tomates cultivées dans le jardin de case sont significativement plus élevées que celles des fruits de tomates cultivées dans le champ fertilisé avec les engrais chimiques, excepté pour P, pour lequel il n'y a pas de différence significative entre les deux modes de gestion du sol.

Tableau II. Matière sèche (mg/gMF) et concentrations des nutriments (mg/100gMS) des fruits de tomate selon le mode de fertilité du sol. Ecart-type entre parenthèses.

Mode de gestion	MS	N	Ca	Mg	P
EC	6,22 (0,27)	2730,45 (180,75)	294,37 (22,44)	254,72 (14,07)	70,58 (0,29)
FM	6,84 (0,39)	3378,82 (138,29)	432,54 (46,69)	324,63 (32,19)	70,89 (0,25)
t student	9,82*	48,69***	42,67***	23,76***	3,85ns

Sols amendés avec des engrais chimiques (EC) et ordures ménagères (FM). ns: non significatif; *p<0,05; ***p<0,001. Matière fraîche (MF).

Corrélations entre MOS et nutriments du sol et entre MOS et fruits de tomates

Le pH et les éléments minéraux sont significativement corrélés à la MOS ($P < 0,001$), excepté le Ca qui présente un coefficient de corrélation non significatif ($P > 0,05$). Le rapport C/N est inversement et significativement corrélé à Ca ($r = -0,343$; $P < 0,001$), N ($r = -0,570$; $P < 0,001$) et P ($r = -0,320$; $P < 0,05$). Des relations entre MOS et les nutriments dans les fruits de tomates ont été trouvées. La MOS est positivement et significativement corrélée à la matière sèche et aux nutriments (N, Ca, Mg) des fruits de tomates, avec des coefficients de corrélation élevés ($r > 0,87$), excepté P. Par contre, aucune corrélation significative n'a été obtenue entre la concentration en P et les paramètres physico-chimiques des fruits de tomates, excepté avec N ($r = 0,622$; $p < 0,05$).

Discussion

Statut organominéral des sols

Dans les systèmes de production traditionnels des savanes de Ngaoundéré, nos résultats ont montré que la pratique de la jachère de 5 ans et l'apport des ordures ménagères sont les meilleurs outils de l'amélioration du statut organominéral du sol. Leurs effets ne sont perceptibles que sur l'horizon supérieur du sol, comme l'ont rapporté Fezeu (2006) et Manlay (2000). En effet, selon Feller *et al.* (1993), c'est dans cet horizon que se localise la MOS grossière (taille 50-2000 μm) à taux de renouvellement plus rapide, riche en débris végétaux fraîchement incorporés et susceptibles d'être oxydés par le catabolisme microbiologique.

Tous les apports extérieurs en intrants agricoles ont amélioré les teneurs en MO et en nutriments du sol par rapport au champ témoin, excepté le N, Mg et Ca, pour lesquels aucune augmentation n'a été observée dans les champs amendés par les engrais chimiques. Cela suppose que la fertilisation strictement minérale à faible dose sous les tropiques ne permet pas la durabilité des systèmes de production comme l'a souligné Piéri (1989). Des amendements organiques associés sont nécessaires car ils maintiennent les taux de MOS et des nutriments du sol et une partie des propriétés du sol associées à la MO (Tiessen *et al.*, 1998). La faible concentration en N avec la fertilisation chimique peut être due au lessivage, car les pluies sont régulières et abondantes dans la région.

L'amendement par les ordures ménagères a montré une meilleure efficacité que les autres apports, tant organique que minéral, et équivalente à celle des jachères pour le P total et le pH du sol. Cette différence est due au volume d'apport qui ne peut être appliqué que dans les champs de case, près des habitations, avec de petites superficies. Des résultats similaires avaient été rapportés par Manlay (2000) au Sénégal, seuls les champs très proches des cases montraient un meilleur statut organique du sol en comparaison de celui des champs de brousse, parce que loin des habitations.

La mise en jachère a été décrite comme un processus d'accumulation de matière organique et des nutriments, ce qui est particulièrement évident dans notre étude pendant les cinq premières années suivant l'abandon des cultures (figures 1 à 3). De nombreux auteurs ont rapporté ces types de résultats (Feller *et al.*, 1993), mais, aucun consensus ne s'est dégagé de leurs travaux quant à l'accumulation de la MOS en fonction de la durée de la jachère et la durée minimale de jachère requise pour une amélioration significative du stock de MOS. Les différences entre les auteurs s'expliquent par la texture du sol, par la composition spécifique ligneuse de la végétation secondaire (Harmand *et al.*, 2000 ; Manlay, 2000).

Les jachères de 20 ans, selon nos résultats, sont moins efficaces que celles de 5 ans dans la restauration de la MO et de certains nutriments. En effet, les vieilles jachères sont en général des brousses que le paysan surexploite pour le fourrage et pour le bois (Gillon, 1993). Elles sont aussi soumises aux feux et sont donc limitées dans l'accumulation de la MOS. Par contre, l'efficacité des jeunes jachères pour restaurer rapidement un stock important d'azote du sol et de P assimilable a déjà été soulignée par Manlay (2000). Pour ce dernier, l'accroissement des stocks de N et de P a été maximal après un an de jachère et presque nul au-delà de 10 ans. D'autres données de Manlay (1994) révèlent, en effet, un rapport P total sur P assimilable stable dans le sol pendant la jachère dans la succession de Sare Yorobana, indiquant en outre une réallocation limitée du P assimilable vers des formes moins assimilables pendant la jachère. Ce qui conduit Manlay (2000) à suggérer que le P assimilable, avec la disponibilité en eau, pourrait être le facteur limitant, principal responsable de l'allure asymptotique de la courbe de l'accumulation de la biomasse ligneuse établie comme une fonction de la durée de la jachère.

La pratique de la jachère de plus de 5 ans se révèle difficile face au problème foncier inhérent à la poussée démographique. Les feux de brousse réduisent également l'efficacité des jachères de longue durée dans la restauration de la fertilité des sols. Car, bien que contribuant à l'augmentation du pH et de la teneur en P, Ca et Mg du sol, les feux de brousse réduisent la teneur en MOS et en N du sol. Les taux de perte de la MOS et de N ainsi trouvés s'inscrivent bien dans les limites données par Manlay (2000), qui sont de l'ordre de 40 à 90 % selon l'intensité des feux. Pour les gains, les résultats trouvés corroborent ceux de Levang (1993), qui indiquent que les cendres issues des brûlis entraînent une élévation du pH et une augmentation des éléments minéraux du sol provenant ces cendres.

Statut minéral des tomates

La teneur en matière sèche (MS) par rapport à la matière fraîche (MF) trouvée dans les fruits de tomates se situe bien dans la gamme des valeurs rapportées par Rembiałkowska (2000), soit de 5,49 à 7,00 mg/gMF et de 4,50 à 6,95 mg/gMF respectivement pour les fruits de tomates cultivées sur fumier organique et celles ayant reçues des engrais chimiques. La faible teneur en MS des fruits issus des parcelles enrichies avec des engrais chimiques serait en grande partie due à la maturité précoce des fruits (coloration précoce) qui est un symptôme de la carence en azote. En effet, cet élément n'est pas toujours apporté au sol au moment opportun et par conséquent la plante ne trouve pas dans le sol ce dont elle a besoin.

La MS et les concentrations en nutriments des fruits de tomates sont significativement et positivement corrélées à la MOS. Ces résultats sont similaires à ceux de Hamilton et Bernier (1975) qui ont montré l'influence de la MOS sur la qualité biochimique de trois cultures maraîchères (céleri, carotte, oignon), produites en sol organique au cours de trois années successives d'expérimentation. Cela suggère que la décomposition de la MOS libère des éléments nutritifs disponibles dans le sol pour la plante. De plus, la MOS favorise un bon enracinement de la plante qui par ses racines fines prélève les nutriments dont elle a besoin. L'augmentation d'environ 27 % de la MOS conduit à une augmentation dans les fruits de tomates (entre les sols amendés avec des fertilisants organiques et des engrais chimiques) de 0,44 à 31,94 % respectivement pour P et Ca. Des résultats semblables ont été trouvés dans la littérature. En effet, les travaux de Worthington (1998) ont montré une augmentation de près de 30,8 % de Ca, 24,4 % de Mg et 0,66 % de P dans les fruits de tomates après une fertilisation organique par rapport à celle obtenue avec une fertilisation chimique. Cela suggère que l'augmentation de la MOS conduirait en grande partie à une amélioration de la qualité minérale des récoltes et par conséquent à la qualité des aliments.

Conclusion

Il se dégage de cette étude que la pratique de la jachère de durée égale à 5 ans et l'apport des ordures ménagères sont les meilleurs outils du maintien ou de l'amélioration de la fertilité du sol des systèmes de production dans les savanes de l'Adamaoua. Ce sont des moyens efficaces pour la restauration de la matière organique et des nutriments et pour la modification favorable du pH du sol ; ces effets ne sont perceptibles que sur l'horizon 0-10 cm. Mais la pratique de la jachère de plus de 5 ans est difficile face au problème foncier – inhérent à la poussée démographique – et à la pratique des feux de brousse pour défricher les sols. Or, la pratique de feux de brousse réduit l'efficacité des jachères de longue durée dans la remontée de la fertilité des sols, bien qu'elle contribue à l'augmentation du pH, de P, Ca et de Mg du sol. Ainsi, l'apport de la fumure organique enrichie paraît donc meilleur pour la restauration de la fertilité du sol puisqu'il fait économiser du temps et des coûts à l'exploitant. Malheureusement, la quantité de fumure organique est insuffisante pour amender les champs de brousses. L'augmentation de la matière organique du sol entraîne une amélioration du statut minéral des sols et par conséquent celui des plantes qui puisent les éléments nutritifs dans le sol en fonction de leur besoin et de la disponibilité de ces éléments. La maîtrise de la MOS apparaît donc comme un atout pour la maîtrise de la qualité de la production alimentaire. Ce travail a permis une caractérisation globale de la dynamique de la MOS et de son impact sur la qualité des aliments. Pour mieux comprendre le rôle de la MOS et des amendements, une étude qualitative de ceux-ci serait nécessaire.

Remerciements

Nous remercions la Fondation internationale pour la science, Stockholm, Suède et Université des Nations-Unies, Tokyo, Japon pour le matériel fourni dans le cadre du projet de Ibrahima Adamou, D/3809-1.

Références bibliographiques

AFNOR (Association française de Normalisation) 1982. Recueil des normes françaises des produits dérivés des fruits et légumes. Jus de fruits. 1e édition, Paris, France, 27 p.

ANDERSON J.M., INGRAM J.S.I., 1993. Tropical soil biology and fertility: A handbook of methods. CAB international, UK, 136 p.

DEVANI M.B., SHIOSHOO J.C., SHAL S.A., SUHA B.N., 1989. Spectrophotometrical method for micro determination of nitrogen in Kjeldahl digest. J. Ass. Off. Anal. Chem., 72: 953-956.

FELLER C., LAVELLE P., ALBRECHT A., NICOLARDOT B., 1993. La jachère et le fonctionnement des sols tropicaux. In Floret C., Serpantie (eds.) Rôle de l'activité biologique et des matières organiques. Quelques éléments de réflexion, p. 15-32.

FEZEU WML., 2006. Statut minéral des sols, des plantes fourragères, des eaux d'abreuvement et des bovins du pâturage de Wakwa au Cameroun. Thèse Doctorat ès sciences alimentaires et nutrition. Ecole nationale supérieure des sciences agro-industrielles, Université de Ngaoundéré, 253 p.

FLORET C., PONTANIER R., SERPANTIE G., 1993. La jachère en Afrique Tropicale. Man and biosphere, vol.16, UNESCO, Paris, 96 p.

GILLON D., 1993. The fire problem in tropical savannas. In F. Boulière (ed.), Tropical Savannas. Elsevier, Amsterdam. Ecosystems of the World, 13: 617-641.

GRIFFON M., CLEAVER K., FREUD E.H., FREUD C.M., 1993. Quelles stratégies pour les agricultures en Afrique subsaharienne? CIRAD, Coll. Notes et Documents, 16 : 62 p.

GTZ, 1994. Diagnostic général de la situation de l'environnement dans la province de l'Adamaoua. 107 p.

HAMILTON H.A., BERNIER R., 1975. N-P-K fertilizer effects on yield, composition and residues of lettuce, celery, carrot and onion grown on an organic soil in Québec. Canadian Journal of Plant Science 55: 453-461.

HARMAND JM., NJITI CF., BERNHARD-REVERSAT F., FELLER C., OLIVER R., 2000. Variation des stocks de carbone dans le sol au cours du cycle jachère arborée-culture en zone soudanienne du Cameroun. In Floret C., Pontanier R. (eds). La jachère en Afrique tropicale, vol 1. Actes du Séminaire international, Dakar, Sénégal, 13-16/04/1999. John Libbey, Paris, p. 706-713.

HUMBEL FH., 1971. Carte pédologique de Ngaoundéré 10 à 1/50000. Centre de Yaoundé, Cameroun, ORSTOM, Note explicative. 118 p.

LAURENCE W., 1998. Dynamique et biomasse des fragments de la forêt amazonienne. Actualités des Forêts tropicales, Bulletin de l'OIBT, 6 : 12-13.

LETOUZEY R., 1985. Etude phytogéographique du Cameroun. P Lechevalier, Paris, 511 p.

LEVANG P., 1993. Jachère arborée et culture sur brûlis dans les îles extérieures de l'archipel indonésien. In Feller C. et Serpantie G. (eds), p. 179-192.

MANLAY R., 1994. Jachère et gestion de la fertilité en Afrique de l'Ouest : suivi de quelques indicateurs agroécologiques dans deux sites du Sénégal. Mémoire de DEA, Université Aix-Marseille, 69 p.

MANLAY R., 2000. Dynamique de la matière organique à l'échelle d'un terroir agro-pastoral de la savane ouest-africaine (Sud-Sénégal). Thèse Doctorat ès sciences de l'environnement. Ecole Nationale du Génie Rural, des Eaux et Forêts. Université de Montpellier, 246 p.

MILLEVILLE P., SERPANTIE G., 1994. Intensification et durabilité des systèmes agricoles en Afrique Soudano-Sahélienne. Actes du Séminaire International, Dakar, Senegal, 10-4-14/01/1994. Benoit-Cattin M. Juan-Carlos D (éds), Paris, p. 33-45.

PIERI C., 1989. Fertilité des terres de savanes. Ministère de la coopération, Cirad, 444 p.

REMBIALKOWSKA E., 2000. The nutritive and sensory quality of carrots and white cabbage from organic and conventional farms. In: Proceedings of the 13th IFOAM Conference, 297 p.

RIPPSTEIN G., 1985. Etude sur la végétation de l'Adamaoua. Evolution, Conservation, Régénération et amélioration d'un écosystème pâturé au Cameroun. Etudes et synthèses de l'IEMVT n° 14, Maisons-Alfort, 367 p.

RODIER J., 1978. L'analyse de l'eau : Chimie physico-chimie, bactériologie, biologie. Dunod Technique. Paris (France). 9 p.

SUCHEL, 1987. Les climats du Cameroun. Thèse de Doctorat d'Etat, Université de Sainte Etienne, T.1, Paris.

TIESSEN H., FELLER C., SAMPAIO E.V., GARIN P., 1998. Carbon sequestration and turnover in semiarid savannas and dry forest. Climatic change, 40: 105-117.

WALKLEY A., BLACK CA., 2003. Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec et Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec, Détermination de la matière organique par dosage du carbone organique dans les sols agricoles : méthode Walkley-Black modifiée, MA. 1010 – WB 1.0, Ministère de l'environnement du Québec, 2003, 10 p.

WORTHINGTON V., 1998. Effect of agricultural methods on nutritional quality: a comparison of organic with conventional crops. *Alternative therapies*, 4 (1): 58-69.