

Influence des facteurs sociaux sur l'organisation de l'agrobiodiversité dans un milieu semi-aride du Kenya

Vanesse Labeyrie, CIRAD, UMR AGAP, F-34398 Montpellier, France. vanesse.labeyrie@cirad.fr

Christian Leclerc, CIRAD, UMR AGAP, F-34398 Montpellier, France. christian.leclerc@cirad.fr

Adeline Barnaud, IRD, UMR DIA-PC, F- 34394 Montpellier, France.

Joseph I. Kamau, Kenya Agricultural Research Institute (KARI), PO Box 30148, Nairobi, Kenya.

5èmes Journées en Sciences sociales INRA-SFER-CIRAD

8-9 décembre 2011

Dijon, France

Résumé

Aujourd'hui, près d'un tiers de la population mondiale dépend des zones arides pour son alimentation. La compréhension des facteurs d'organisation de l'agrobiodiversité dans ces zones est un enjeu majeur pour la conservation et l'amélioration des systèmes agricoles. Parmi les facteurs d'organisation, les facteurs sociaux ont été peu étudiés. L'influence des facteurs sociaux sur l'organisation de l'agrobiodiversité a été abordée dans cette étude à travers l'exemple des Tharaka, une communauté d'agriculteurs qui exploitent les plaines semi-arides à l'Est du Mont Kenya. Les espèces et les variétés de sorgho cultivées par 95 agriculteurs ont été inventoriées. Les Tharaka présentent une organisation sociale en groupes de voisinages (*ntora*), en clans et en classes d'âge. L'effet de ces facteurs sociaux sur le nombre moyen d'espèces cultivées et de variétés de sorgho par foyer a été testé par une analyse de variance (ANOVA). La différenciation des portefeuilles variétaux et spécifiques entre groupes sociaux a ensuite été vérifiée par une analyse inter classes sur tableau de distance suivie d'un test de Monte-Carlo. L'appartenance des agriculteurs à des clans et à des classes d'âge n'est pas un facteur significatif d'organisation de la diversité. En revanche, les groupes de voisinage sont des facteurs d'organisation significatifs, tant au niveau intra qu'interspécifique. L'autoproduction des semences est généralisée sur la zone d'étude et les barrières sociales entre groupes de voisinage limitent les échanges de semences. Les variétés sont donc sélectionnées, reproduites et préférentiellement échangées à ce niveau. Ces travaux soulignent l'intérêt d'approfondir l'étude des facteurs sociaux d'organisation de l'agrobiodiversité, en décrivant le lien entre l'organisation sociale des communautés et les systèmes d'échanges de semences.

Mot clefs : Zone semi-aride, agrobiodiversité, organisation sociale, échanges, Tharaka, Kenya, sorgho

1. Introduction

Les zones arides, dont la superficie progresse sous l'effet des changements climatiques, concernent aujourd'hui 41% des surfaces cultivées et près d'un tiers de la population mondiale (Adeel *et al.*, 2005). Les communautés qui exploitent traditionnellement ces zones ont élaboré des systèmes de production adaptés à cet environnement en y produisant une large part de leur alimentation. La diversité des espèces et des variétés, cultivées par les agriculteurs au fil des générations, permet d'assurer un niveau de production acceptable alors que les conditions agro-climatiques sont des plus contraignantes (Smithson et Lenné, 1996). Mais cette diversité et son potentiel adaptatif demeurent encore aujourd'hui largement méconnus. Une description de l'agrobiodiversité et une meilleure compréhension des facteurs qui l'organisent est un préalable à la conservation et à l'amélioration de ces systèmes agricoles.

L'organisation de la diversité *in situ* des plantes cultivées résulte de l'interaction de facteurs biologiques, climatiques, écologiques et sociologiques. Le poids des facteurs varie selon l'échelle spatiale considérée. Ainsi, au Mali à l'échelle du village, les paysans choisissent des variétés de sorgho en valorisant au mieux les potentialités pédologiques (Bazile *et al.*, 2008). A l'échelle du pays, la diversité variétale du sorgho dépend davantage de la variabilité climatique (Kouressy *et al.*, 2008). Enfin, des facteurs géographiques et sociaux peuvent également intervenir comme l'illustre la différenciation des variétés d'ignames cultivées par différents groupes ethniques au Nord Bénin (Nasser Baco *et al.*, 2008), ou encore la sélection des variétés de maïs par différents groupes linguistiques au Mexique (Perales *et al.*, 2005).

Les facteurs sociaux à l'échelle locale retiennent ici plus particulièrement notre attention. Notre étude porte sur les Tharaka, une communauté exploitant une zone semi-aride du Kenya. Leur économie, essentiellement vivrière, repose sur la culture du sorgho (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) et du mil (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.), combinés à d'autres espèces. Les agriculteurs tharaka sont organisés en groupes de voisinage, ou *ntora*. Chaque agriculteur est par ailleurs membre d'un clan. Un agriculteur ne peut épouser une personne de son clan et l'exogamie clanique est donc de rigueur. L'objectif de notre étude est de comparer les portes-feuilles variétaux entre *ntora*, entre clan (*mwiriga*) et entre classes d'âge (*njuke*). Si les portes-feuilles ne sont pas significativement différents, nous supposons que les échanges sont libres entre les agriculteurs et que ces facteurs sociologiques n'interviennent pas dans l'organisation de la diversité. Au contraire, s'ils sont significativement différents, nous supposons l'existence d'une organisation sociale des échanges influençant l'organisation de la diversité intraspécifique du sorgho. Les résultats obtenus au niveau intraspécifique sur les variétés de sorgho sont ensuite comparés à ceux obtenus au niveau des espèces cultivées.

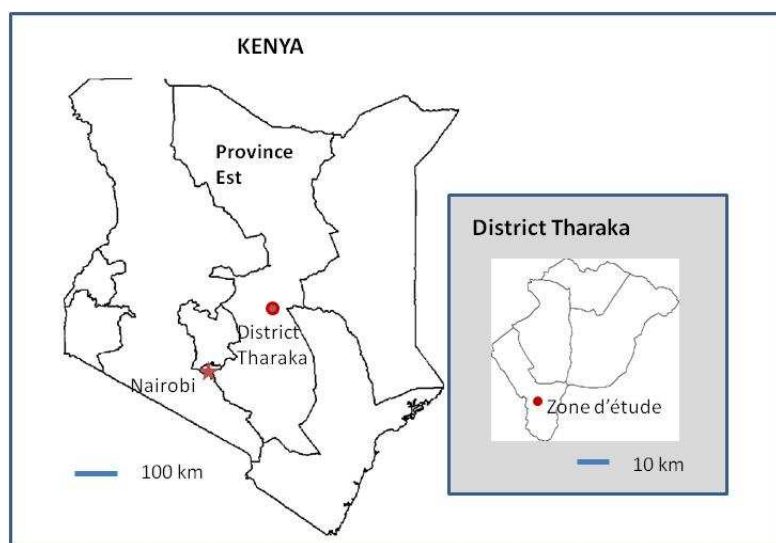
2. Matériel et méthodes

Les Tharaka sont des agriculteurs établis dans les plaines semi-arides au pied du Mont Kenya (Jaetzold *et al.*, 2007). La zone est périodiquement touchée par de grandes sécheresses suivies de périodes de famine dont la plus remarquable est sans doute celle relatée par Ambler (1988). D'origine bantoue, les Tharaka

occupent le versant Est du Mont Kenya depuis environ deux siècles (Middleton et Kershaw, 1953; Fadiman, 1993).

La zone d'étude sélectionnée (Figure 1) s'étend sur 5 km du Nord au Sud et 2 km d'Est en Ouest. Elle a été sélectionnée pour son homogénéité tant pédologique que topographique. En effet, l'altitude y est constante (700 m \pm 50 m). Les sols, faiblement fertiles, correspondent à des ferrasols rouges, drainés, profonds, argileux et pulvérulents qui se sont développés à partir de roches volcaniques (Jaetzold *et al.*, 2007). Les Tharaka pratiquent deux saisons de culture correspondant aux deux saisons humides, l'une d'octobre à décembre et l'autre de mars à mai. La température moyenne annuelle est de 22.9 °C (Jaetzold *et al.*, 2007) et la pluviométrie annuelle de 600-700 mm par an (Camberlin *et al.*, 2009).

Figure 1. Localisation de la zone d'étude



Quatre-vingt quinze foyers ont été sélectionnés aléatoirement sur la zone d'étude, ce qui représente un effort d'échantillonnage d'environ 40 %. Ils appartiennent à 11 *ntora* et à 14 clans. Cet échantillonnage a été stratifié en privilégiant les femmes (83%) lors des entretiens, le domaine agricole étant principalement féminin (Peatrik, 1999). Enfin, les classes d'âge entre 20 ans et 50 ans sont équitablement représentées (âge moyen de 42 ans).

Les entretiens étaient structurés en trois parties. La première concernait les données sociales. La seconde s'attachait à inventorier les variétés de sorgho cultivées au cours de la saison d'octobre 2010, en utilisant les systèmes locaux de nomenclature comme référence. Enfin, la troisième partie concernait l'inventaire des espèces cultivées au cours de cette même saison.

Une analyse de variance (ANOVA) a été utilisée pour comparer le nombre moyen de variétés de sorgho et d'espèces par facteur (*ntora*, clan, classe d'âge). Pour cette analyse, nous avons retenu les cinq *ntora* et les trois clans pour lesquels les effectifs étaient suffisants ainsi que deux classes d'âge d'effectifs égaux (plus et moins de 40 ans).

L'indice de distance de Jaccard (1901) a été utilisé séparément pour le niveau variétal chez le sorgho et pour le niveau interspécifique afin de mesurer la dissimilarité entre les agriculteurs. Caractériser l'impact des facteurs sociaux à la fois au niveau intraspécifique et au niveau interspécifique permet de renforcer la démonstration de leur importance dans l'organisation de l'agrobiodiversité *in situ*. Une analyse inter classes ou BGA (Chessel *et al.*, 2004) a été réalisée sur ce tableau de distance en regroupant les individus par *ntora*, par clans et par classes d'âge. Cette analyse, qui se rattache aux approches discriminantes multivariées, a été

développée en écologie pour comparer des sites d'étude. Elle a été utilisée pour caractériser l'impact des facteurs sociaux sur la distribution des variétés de sorgho et sur celle des espèces. Cette analyse construit les axes de projection de façon à maximiser la variance inter groupes, ce qui revient à réaliser une analyse factorielle sur tableau de distance à partir de la moyenne des groupes définis apriori. Enfin, la robustesse de ces groupes a été testée par une simulation de Monte-Carlo (test par randomisation). Les analyses ont été réalisées avec le logiciel R (R Development Core Team, 2010).

3. Résultats

3.1 Caractérisation sociologique des agriculteurs

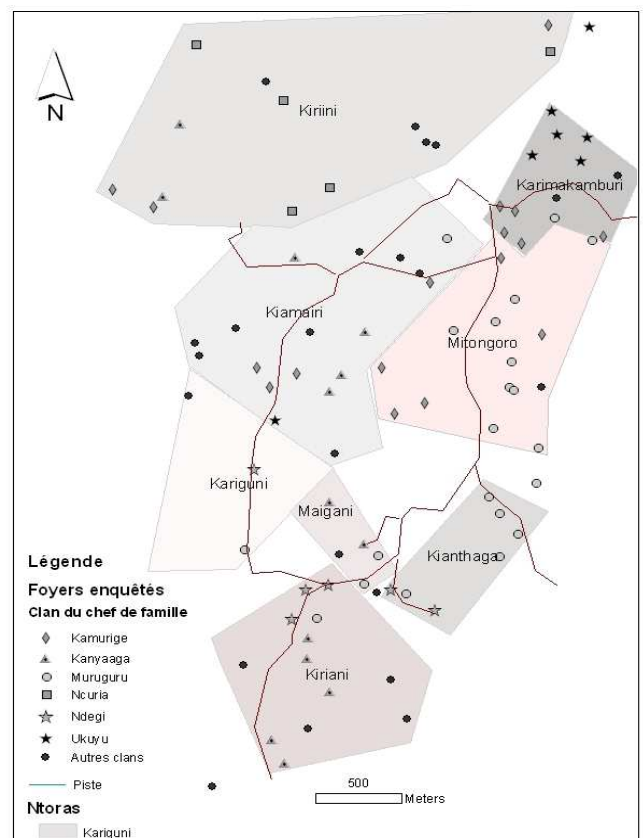
L'appartenance à un territoire (*ntora*), à un clan, à une classe d'âge et à un genre organise les relations sociales entre les individus au sein de la société Tharaka (Fadiman, 1982; Fadiman, 1993; Peatrik, 1999). Les rôles et les tâches sont fortement distingués entre hommes et femmes. Ces dernières sélectionnent, sèment, échangent ou achètent les semences (Peatrik, 1999).

La *ntora* représente un groupe social localisé (Figure 2). Les hommes nouvellement mariés fondent généralement (70%) leur foyer dans la *ntora* de leur père ou dans celles adjacentes. La résidence patrilocale implique une plus forte mobilité des épouses lors du mariage. En effet, 84% des épouses sont originaires d'une *ntora* différente de celle de leur mari qui, à raison de 50% demeurent dans leur *ntora* de naissance.

L'appartenance à un clan, ou *mwiriga*, est donnée à la naissance, chaque individu appartenant au clan de son père. Ces catégories déterminent les mariages dans la mesure où l'union entre individus de même clan est prohibée. Les clans représentent ainsi des unités non seulement patrilinéaires, mais également exogames. Cependant, certains clans sont marqués par des interdits. Les clans-frères (*gishiario*) ne peuvent ni se marier ni échanger des semences. Les systèmes d'échanges de semences sont ainsi directement influencés par l'organisation sociale.

Comme les Tigania-Igembe, dont le système générationnel a été décrit par Peatrik (1999), les Tharaka sont structurés en classes d'âge. Chaque individu a des rapports privilégiés avec ses compagnons de classe d'âge, mais les spécificités de leur organisation demeurent encore à ce jour méconnues.

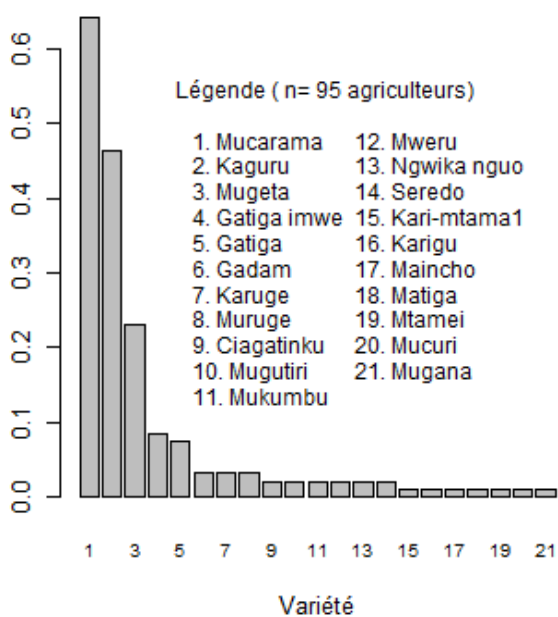
Figure 2. Découpage territorial (*ntora*) et répartition des principaux clans sur la zone d'étude



3.2 Diversité et distribution des variétés de sorgho

En dépit du nombre important de variétés cultivées par les Tharaka (n=21), le nombre moyen de variétés cultivées par agriculteur est relativement faible (1.79 variétés/agriculteur). Les deux tiers des variétés cultivées sont d'origine locale. En effet, les semences sont très généralement autoproduites ou acquises auprès de quelqu'un de la même *ntora* (77%) et le recours aux marchés locaux de semences ne concerne que 12% des lots de semences semés en octobre 2010. Les choix variétaux varient considérablement selon les *ntora*. 87% des variétés cultivées dans la *ntora Kiamairi* sont d'origine locale contre 52% dans la *ntora Karimakamburi*, 58% dans celle de *Kiriini* ou 59% dans celle de *Mitongoro*.

Figure 3. Fréquence des variétés de sorgho



Mucarama, d'origine locale, est la variété la plus commune, mais elle n'est cultivée que par 60% des foyers (Figure 3). La proportion de foyers cultivant les autres variétés chute rapidement, signalant des différences considérables dans la composition des portefeuilles variétaux des agriculteurs.

Le nombre de variétés distinctes cultivées par *ntora* (richesse globale de la *ntora*) est lui aussi nettement différent (Tableau 1). En effet, les 14 agriculteurs de la *ntora Karimakamburi* ou de celle de *Kiriini* cultivent respectivement quatre et cinq variétés différentes, alors que les 13 agriculteurs de *Kiriani* en cultivent dix, soit deux fois plus de variétés différentes pour un nombre comparable d'agriculteurs.

Les variétés de sorgho ne sont pas non plus réparties aléatoirement entre les *ntora*. En effet, les portefeuilles variétaux des *ntora* de *Kiriani* et *Kiriini*, situées à l'opposé l'une de l'autre selon l'axe nord-sud, sont différents. Il en est de même pour les *ntora* de *Mitongoro* et de *Kiamairi*, pourtant voisines. Dans les deux cas, les centres de gravité s'opposent (Figure 4) et le test de Monte-Carlo est significatif pour les *ntora* (Figure 5). En revanche, ni les clans ni la classe d'âge (résultats non présentés) n'apparaissent comme des facteurs déterminants.

Tableau 1. Richesse variétale globale et nombre moyen de variétés par agriculteur dans chaque ntora

Ntora	nb agriculteurs	variétés/agr.	richesse
Ingariani	1	1.0	1
Kandigwa	2	1.5	2
Kariguni	4	2.0	4
Karimakamburi	14	1.6	4
Kiamairi	17	1.8	8
Kianthanga	8	2.0	6
Kiriani	13	1.7	10
Kiriini	14	1.9	5
Maigani	5	2.2	7
Mbacaca	1	2.0	2
Mitongoro	16	1.7	7
total	95	1.8	21

Figure 4. Analyse interclasse de la répartition des variétés de sorgho entre ntora

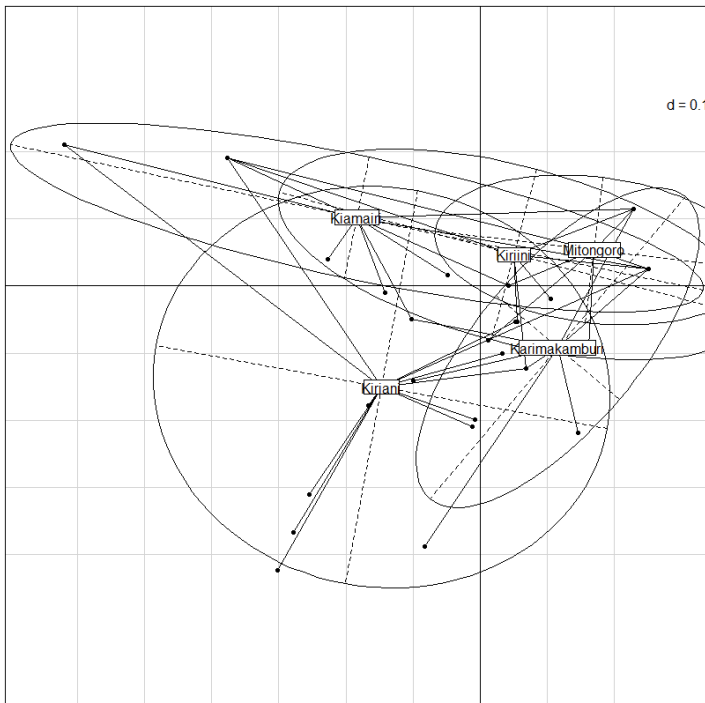
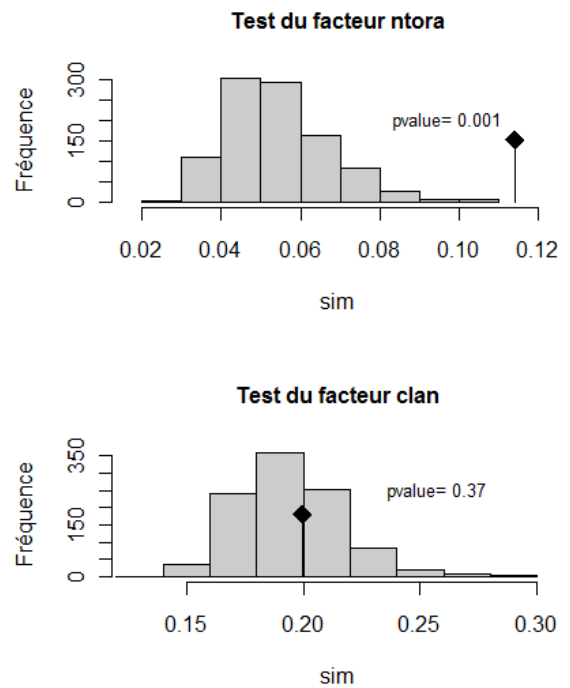


Figure 5. Test de Monte-Carlo pour la répartition des variétés entre ntora et clans

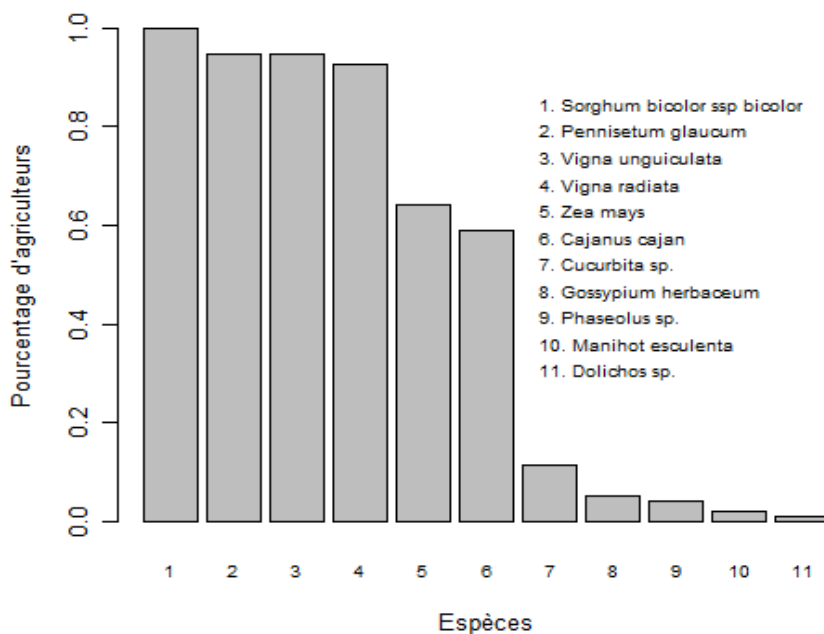


3.3 Diversité et distribution des espèces cultivées

Seize espèces cultivées ont été recensées chez les 95 agriculteurs interrogés. Un agriculteur cultive en moyenne entre cinq et six espèces (min : 2 ; max : 9 ; 5.3 ± 1.4 espèces - les moyennes présentées dans la suite du texte sont suivies de leur écart-type).

Le nombre moyen d'espèces cultivées par foyer n'est pas associé aux clans ni aux classes d'âge, où ce nombre est comparable. En revanche, le nombre moyen d'espèces cultivées par foyer est significativement dépendant du facteur *ntora* ($p=0.001$). Le nombre moyen d'espèces cultivées par les agriculteurs de *Mitongoro* (6.13 ± 1.26 espèces) et de *Kiriani* (5.8 ± 1.4 espèces) est plus élevé que celui de la *ntora Kiamairi* (4.4 ± 1.0 espèce).

Figure 4. Fréquence des espèces cultivées



Toutes les espèces ne sont pas cultivées par tous les agriculteurs. Les onze espèces les plus cultivées se distinguent en trois groupes (Figure 6). Le premier comprend quatre espèces cultivées par plus de 80% des agriculteurs. Le sorgho (*Sorghum bicolor*), le mil (*Pennisetum glaucum*), le pois à vache (*Vigna unguiculata*) et le haricot mungo (*Vigna radiata*) sont adaptés aux zones arides et sont à la base des systèmes de production de la zone. Le second groupe comprend le maïs (*Zea mays*) et le pois d'Angole (*Cajanus cajan*), cultivés par environ 60% des agriculteurs. Le dernier groupe comprend cinq espèces marginales (*Cucurbita sp.*, *Gossypium herbaceum*, *Phaseolus sp.*, *Manihot esculenta*, *Dolichos sp.*) qui sont cultivées par moins de 10% des agriculteurs. 40% des agriculteurs cultivent uniquement les espèces communes.

Les espèces ne sont pas distribuées aléatoirement entre les agriculteurs. En effet, la différenciation est significative (Figure 7 et 8) pour les *ntora* ($p=0.014$) et les clans ($p=0.049$). En revanche elle n'est pas significative pour les classes d'âge. Le sorgho est cultivé dans toutes les *ntora* et ne contribue pas à la différenciation des agriculteurs (Tableau 2) tandis que le pourcentage d'agriculteurs cultivant le maïs ou le pois d'Angole est très variable selon les *ntora* (entre 35% et 87% des agriculteurs, selon les *ntora*). Les différences observées entre les *ntora* de *Kiamairi* et *Mitongoro* au niveau intraspécifique chez le sorgho sont également observées au niveau interspécifique. Le pois à vache et les haricots mungo sont particulièrement

prisés par les agriculteurs de *Kianthanga*, de *Kiriani* et de *Kiriini*, et moins par ceux de *Karimakamburi*. Seulement 46% des membres du clan *Kanyaaga* cultivent du maïs et des pois d'Angole contre 76% et 81% pour les *Muruguru*.

Tableau 2. Pourcentage d'agriculteurs par ntoro cultivant les espèces majeures

Ntoro	pois à vache	haricots mungo	maïs	millet	pois d'Angole	sorgho	nb d'agricult.
<i>Karimakamburi</i>	79	79	57	100	43	100	14
<i>Kiamairi</i>	94	82	35	88	35	100	17
<i>Kianthanga</i>	100	100	75	100	75	100	8
<i>Kiriani</i>	100	100	77	100	54	100	13
<i>Kiriini</i>	93	100	71	93	50	100	14
<i>Mitongoro</i>	100	94	81	94	87	100	16

Figure 7. Analyse interclasse de la répartition des espèces entre ntoro

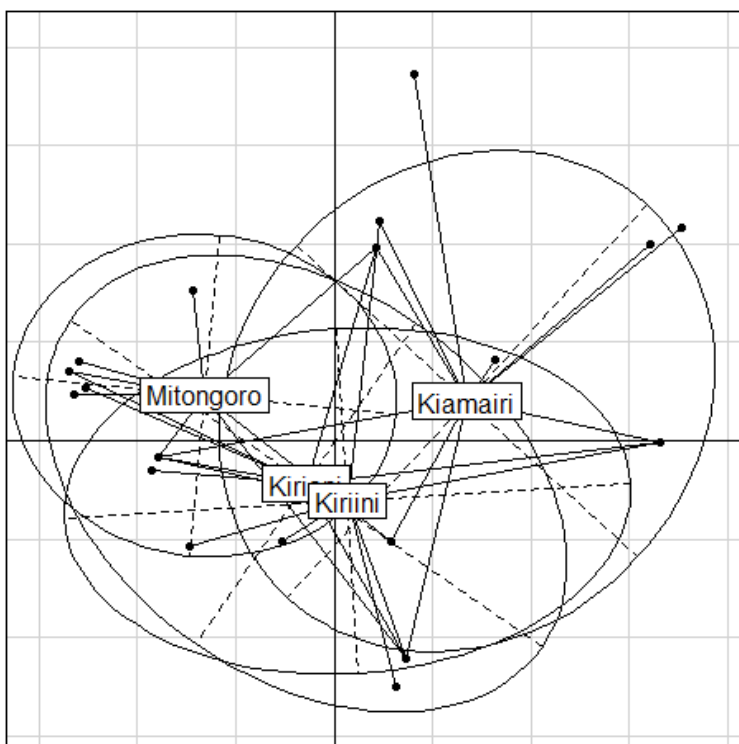
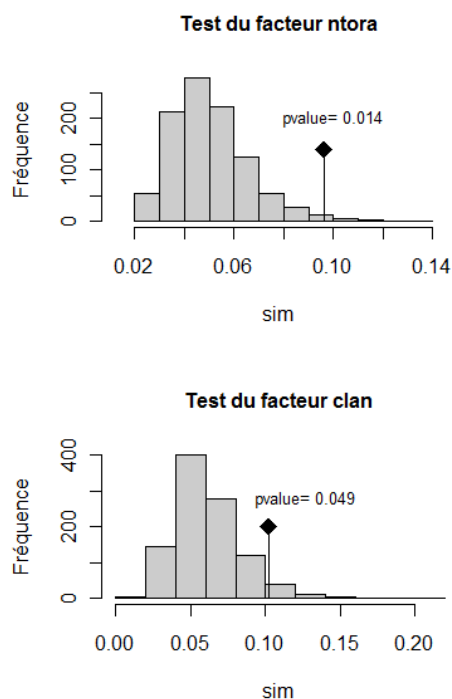


Figure 8. Test de Monte-Carlo pour la répartition des espèces



4. Discussion

Les facteurs sociaux intervenant dans l'organisation de l'agrobiodiversité à l'échelle locale ont fait l'objet de peu d'études. Leur importance dans l'organisation de la diversité *in situ*, tant au niveau morphologique que génétique, a été mise en évidence chez le sorgho au Cameroun (Barnaud *et al.*, 2007), chez le manioc en Guyana (Elias *et al.*, 2001) et chez le maïs au Mexique (Perales *et al.*, 2005; Brush et Perales, 2007). Dans

cette étude centrée sur les agriculteurs tharaka qui exploitent une zone aride du Kenya, les groupes de voisinage (*ntora*), les clans et les classes d'âge ont été étudiés en tant que facteurs d'organisation de la diversité, au même titre que les facteurs agro-écologiques.

Notre étude montre que l'appartenance à un clan et à une classe d'âge ne sont pas des facteurs majeurs d'organisation de la diversité spécifique du sorgho chez les Tharaka. En effet, la contribution des classes d'âge à l'organisation de la diversité spécifique et variétale n'est pas significative et celle des clans n'est que faiblement significative pour l'organisation de la diversité spécifique. En revanche, la *ntora* est un facteur d'organisation significatif tant pour les variétés de sorgho que pour les espèces cultivées. Des facteurs non-contrôlés, tels que des variations pédologiques locales ou encore la proximité des rivières et des routes, pourraient interférer dans ce résultat. Cependant, la concordance des résultats au niveau variétal chez le sorgho et au niveau interspécifique renforce l'hypothèse d'une contribution significative des facteurs sociaux à l'organisation de la diversité *in situ*, au même titre que les facteurs agro-écologiques. Étant donné qu'une part significative de la diversité des plantes cultivées par la communauté tharaka est imputable à l'existence de groupes de voisinage, ces derniers devraient être considérés dans les stratégies d'échantillonnage visant à collecter des variétés traditionnelles à des fins de conservation et d'amélioration participatives.

Les réseaux semenciers informels influent sur l'organisation de l'agrobiodiversité *in situ* (Louette *et al.*, 1997; Wright et Turner, 1999; Vom Brocke *et al.*, 2003; Alvarez *et al.*, 2005). Ainsi, des portes-feuilles variétaux significativement différents entre *ntora* laissent supposer l'existence de barrières sociales qui limitent les échanges entre les agriculteurs de *ntora* différentes. Or les entretiens confirment que les échanges de semences impliquent la confiance (Bastude, 2006) puisqu'ils sont conclus entre personnes de la même *ntora*. D'autre part, le recours aux marchés locaux de semences ne semble pas assez intense pour entraîner une homogénéisation des variétés de sorgho et des espèces cultivées sur la zone.

L'appartenance à un clan, qui détermine la possibilité de mariage dans la communauté tharaka, influence sans doute aussi l'organisation des échanges, notamment celle des semences. La correspondance entre l'interdiction de mariage entre clans-frères et l'interdiction d'échanges de semences souligne bien que l'agriculture est dans ce cas un fait éminemment social. La règle de résidence après le mariage, patrilocale, implique le déplacement des épouses. En théorie, cette règle favorise la migration des semences d'une *ntora* à l'autre. Or, les jeunes épouses héritent des semences de leur belle-famille. Les mêmes variétés de sorgho sont ainsi maintenues dans la *ntora* et le clan de l'époux. Ces règles d'héritage et d'acquisition des semences au moment de fonder un foyer favorisent probablement la différenciation intra et interspécifique entre les *ntora* et les clans. Pourtant, le clan n'apparaît pas dans nos analyses comme un facteur majeur. Ceci peut être dû à l'interaction partielle avec les *ntora* (composés de clans majoritaires), ou encore au fait que des membres d'un même clan résident à l'extérieur de la zone étudiée. L'analyse de ce facteur nécessiterait l'élargissement de la zone d'étude.

Les agriculteurs tharaka reproduisent leurs variétés de sorgho majoritairement à partir de leurs propres semences et parviennent à maintenir leurs variétés ancestrales bien que les aléas climatiques soient de plus en plus fréquents. En effet, les dates de début et de fin de saison humide varient considérablement d'une année à l'autre (Camberlin *et al.*, 2009). La capacité des agriculteurs à conserver une agrobiodiversité élevée en dépit des périodes de sécheresse parfois remarquables (Ambler, 1988) présente un potentiel sous estimé pour l'amélioration des systèmes agricoles. Dans un contexte où les zones arides progressent sous l'effet des changements climatiques, l'agrobiodiversité encore cultivée aujourd'hui mérite davantage d'efforts de conservation et d'amélioration. Or la répartition sociale de l'agrobiodiversité semble jouer ici un rôle capital. Certes, comme le souligne Lacy (2006), les agriculteurs cherchent à optimiser leur production agricole et leurs choix variétaux peuvent intervenir dans ce sens. Toutefois, avec l'organisation sociale que nous avons décrite, les agriculteurs tharaka n'obéissent pas uniquement à des choix individuels. Dans ce milieu semi-aride, l'organisation sociale intervient aussi. Au delà des choix individuels, la répartition des espèces et des variétés de sorgho coïncide avec la distinction des agriculteurs en *ntora*. En effet, les plantes cultivées sont sélectionnées, reproduites et préférentiellement échangées au niveau de la *ntora*, entraînant une différenciation de leurs portefeuilles inter et intraspécifiques. L'organisation sociale favorise ainsi l'agrobiodiversité et la résilience de ces systèmes agricoles, en complément des choix individuels qui sont fonction des contraintes environnementales. Cette étude de cas souligne l'intérêt de développer des approches pour étudier des facteurs sociaux d'organisation de l'agrobiodiversité. L'analyse du lien entre l'organisation sociale des communautés et les systèmes d'échanges de semences nécessite notamment d'être davantage approfondie.

Références bibliographiques

- Adeel Z, Safriel U, Niemeijer D, White R. Ecosystems and Human Well-Being . Desertification Synthesis: Sarukhan J. & Anne Whyte and MA Board of Review Editors, 2005.
- Alvarez N, Garine E, Khasah C, Dounias E, Hossaert-Mckey M, Mckey D. Farmers' practices, metapopulation dynamics, and conservation of agricultural biodiversity on-farm: a case study of sorghum among the Duupa in sub-sahelian Cameroon. *Biol Conserv* 2005; 121: 533-43.
- Ambler C. The Great Famine, 1897-1901. In: C. Ambler, ed. *Kenyan Communities in the Age of Imperialism. The central region in the late Nineteenth Century*. New Haven, London: Yale University Press, 1988.
- Badstue LB, Bellon MR, Berthaud J *et al.* Examining the role of collective action in an informal seed system: A case study from the Central Valleys of Oaxaca, Mexico. *Hum Ecol* 2006; 34: 249-73.
- Barnaud A, Deu M, Garine E, Mckey D, Joly H. Local genetic diversity of sorghum in a village in northern Cameroon: structure and dynamics of landraces. *Theor Appl Genet* 2007: 237-48.
- Bazile D, Dembélé S, Soumaré M, Dembélé D. Utilisation de la diversité variétale du sorgho pour valoriser la diversité des sols au Mali. *Cah Agric* 2008; 17: 86-94.
- Brush SB, Perales HR. A maize landscape: ethnicity and agro-biodiversity in Chiapas Mexico. *Agr Ecosyst Environ* 2007; 121: 211-21.
- Camberlin P, Moron V, Okoola R, Philippon N, Gitau W. Components of rainy season' variability in Equatorial East Africa: onset, cessation, rainfall frequency and intensity. *Theoretical and Applied Climatology* 2009; 98. doi:DOI : 10.1007/s00704-009-0113-1
- Chessel D, Dufour AB, Thioulouse J. The ade4 package - I : One-table methods. *R News* 2004; 4: 5-10.

Elias M, Mckey D, Panaud O, Anstett MC, Robert T. Traditional management of cassava morphological and genetic diversity by the Makushi Amerindian (Guyana, South America): Perspective for on-farm conservation of crop genetic resources. *Euphytica* 2001; 143-57.

Fadiman JA. *When we Began, There were Witchmen. An Oral History of Mont Kenya*. London, England: University of California Press, 1993.

Fadiman JA. *An Oral History of Tribal Warfare. The Meru of Mont Kenya*. Athens, Ohio: Ohio University Press, 1982.

Gower JC, Legendre P. Metric and Euclidean properties of dissimilarity coefficients. *Journal of Classification* 1986; 3: 5-48.

Jaetzold R, Schmidt H, Hornetz B, Shisanya C. *Farm Management Handbook of Kenya (2nd edition), vol.II : Natural Conditions and Farm Management Information, part C East Kenya*. Kenya: Min of Agriculture, 2007.

Kouressy M, Traoré S, Vaksmann M, Grum M, Maikano I, Soumaré M, Traoré PS, Bazile D, Dingkuhn M, Sidibé A . Adapataion des sorghos du Mali à la variabilité climatique. *Cah Agric* 2008; 17: 95-100.

Lacy SM, Cleveland D, Soleri D. Farmer choice of sorghum varieties in Southern Mali. *Hum Ecol* 2006; 34: 331-53.

Louette D, Charrier A, Berthaud J. *In situ* conservation of maize in Mexico : genetic diversity and maize seed management in a traditional community. *Econ Bot* 1997; 51: 20-38.

Middleton J, Kershaw G. *Central Tribes of the North-Eastern Bantu: The Kikuyu Including Embu, Meru, Mere, Chuka, Mwimbi, Tharaka, and the Kamba of Kenya*. London: Hazell, Watson & Viney, 1953.

Nasser Baco M, Biauou G, Pham J-L, Lescure J-P. Facteurs géographiques et sociaux de la diversité des ignames cultivées au Nord Bénin. *Cah Agric* 2008; 17: 172-7.

Peatrik A-M. *La vie à pas contés*. Nanterre: Société d'ethnologie, 1999.

Perales HR, Benz BF, Brush SB. Maize diversity and ethnolinguistic diversity in Chiapas, Mexico. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the USA (PNAS)* 2005; 102: 949-54.

R Development Core Team. *R: A language and environment for statistical computing*. . Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, , 2010.

Smithson JB, Lenné JM. Varietal mixtures: a viable strategy for sustainable productivity in subsistence agriculture. *Ann.appl.Biol* 1996; 128: 127-58.

Vom Brocke K, Christinck A, Weltzien E, Presterl T, Geiger HH. Farmers' Seed Systems and Management Practices Determine Pearl Millet Genetic Diversity Patterns in Semiarid Regions of India. *Crop Science* 2003: 1680-9.

Wright M, Turner M. Seed management systems and effects on diversity. In: Wood D, Lenné JM, eds. *Agrobiodiversity: characterization, utilization and management*. London: CABI Publishing, 1999.