

Déterminants de la diversité variétale du riz dans la région de Vakinankaratra (Madagascar)

Tendro Radanielina¹
Alain Ramanantsoanirina¹
Louis-Marie Raboin^{2,3}
Nourollah Ahmadi⁴

¹ FOFIFA SRR Antsirabe
BP 230 Antsirabe 110
Madagascar
<rtendro@yahoo.fr>
<ntsoanirina@moov.mg>

² Cirad
UPR SCA
Avenue Agropolis
34398 Montpellier cedex 5
France
<louis-marie.raboin@cirad.fr>

³ Cirad
URP SCA
BP 230 Antsirabe 110
Madagascar

⁴ Cirad
UMR AGAP
TA-A 108/01
Avenue Agropolis
34398 Montpellier cedex 5
France
<nourollah.ahmadi@cirad.fr>

Résumé

Mieux connaître les dynamiques de l'agrobiodiversité est nécessaire pour intégrer sa préservation et sa valorisation dans les stratégies d'augmentation de la productivité agricole. La dynamique de la diversité variétale du riz a été analysée dans la région de Vakinankaratra, Madagascar, en 2006, à travers des enquêtes collectives et individuelles auprès d'un échantillon de 1 050 exploitations réparties dans 32 villages, et par la collecte et la caractérisation des variétés de riz utilisées dans ces villages. La richesse variétale moyenne des villages (10,9) et des exploitations (2,2) est comparable à celle qui est observée dans d'autres agrosystèmes traditionnels, mais on observe une grande variabilité régionale dont les déterminants sont l'altitude, les systèmes agraires, les rizicultures pratiquées et la richesse des exploitations. Il existe une grande disparité dans la fréquence d'utilisation des variétés, un grand nombre de variétés « mineures » étant utilisées par moins de 10 % des exploitations. La gestion des semences se caractérise par l'absence de sélection pour la pureté variétale mais aussi par l'élimination des grains mal remplis. L'adoption de nouvelles pratiques de gestion des variétés et des semences, associée au développement récent de la riziculture pluviale, montre l'ouverture de ces agriculteurs aux innovations. Les perspectives du maintien de la diversité génétique *in situ* sont discutées.

Mots clés : agrobiodiversité ; Madagascar ; riz ; variété locale.

Thèmes : productions végétales ; ressources naturelles et environnement.

Abstract

Determinants of rice varietal diversity in the region of Vakinankaratra (Madagascar)

Understanding the dynamics of agrobiodiversity is essential to the development of conservation and valorisation strategies. The dynamics of rice varietal diversity in the Vakinankaratra region of Madagascar was assessed through individual and group surveys, as well as through collection and characterization of samples of cultivated rice varieties on 1,050 farms located in 32 villages. Average numbers of rice varieties used per village (10.9) and per farm (2.2) are comparable with other traditional agrosystems, though large regional variability was observed. The main determinants of this variability were: altitude, village farming systems, rice cropping systems and farm economic wealth. High disparity in the frequency of the use of varieties was observed, with a large number of "minor" varieties cultivated by less than 10% of farmers. Local seed management is characterized by the lack of selection for varietal purity, but rather by selection for well-filled grains. The adoption of new practices of seed and variety management, associated with the recent development of upland rice in this region, shows farmers' willingness to innovate. Prospects for conservation of *in situ* diversity are discussed.

Key words: agrobiodiversity; local variety; Madagascar; rice.

Subjects: natural resources and environment; vegetal productions.

Tirés à part : N. Ahmadi

doi: 10.1684/agr.2013.0648

Pour citer cet article : Radanielina T, Ramanantsoanirina A, Raboin LM, Ahmadi N, 2013. Déterminants de la diversité variétale du riz dans la région de Vakinankaratra (Madagascar). *Cah Agric* 22 : 442-9. doi : 10.1684/agr.2013.0648

Il est largement admis que la diversité variétale utilisée par les agriculteurs est partie intégrante de l'agrobiodiversité et contribue à la durabilité des systèmes de production agricole, en particulier dans les agricultures de subsistance (Jarvis *et al.*, 2007 ; Jackson *et al.*, 2010 ; Altieri *et al.*, 2011). Cependant les stratégies permettant le maintien de cette diversité sans entraver l'amélioration de la productivité agricole restent à construire (Brush, 2000 ; Adams *et al.*, 2004). La connaissance des déterminants de la diversité variétale peut contribuer à l'élaboration de telles stratégies.

Madagascar fait partie des pays peu touchés par la Révolution verte. La riziculture, qui est la principale activité agricole du pays, y est pratiquée avec deux méthodes peu intensives (Dabat *et al.*, 2004). L'augmentation de la productivité rizicole pour assurer l'autosuffisance est un défi majeur. La diversité des types de riziculture à Madagascar s'accompagne d'une grande diversité des variétés de riz cultivées. La collection nationale des variétés de riz, dont la constitution a commencé en 1927, compte plus de 4 000 variétés locales et 2 000 variétés issues des programmes de création variétale du Centre national malgache de recherche agronomique (FOFIFA) (Ravaonoro *et al.*, 1999). L'examen des noms vernaculaires des variétés locales de riz avait permis à Peltier (1970) de procéder à une première classification en grandes familles variétales (*Botra, Lava, Makalioka, Rojo, Tsipala, Vato...*) correspondant chacune, en général, à un type morphologique ou à un type de culture. Une enquête, réalisée en 2002 à l'échelle nationale, a recensé 774 dénominations de riz cultivé (Randrianarisoa, 2004). L'analyse de la diversité morpho-physiologique (Ahmadi *et al.*, 1988) et enzymatique (Ahmadi *et al.*, 1991) de la collection nationale a conduit à identifier, à côté des groupes *indica* et *japonica* habituellement rencontrés chez *Oryza sativa*, un groupe « atypique », spécifique à l'île, préférentiellement présent sur les Hautes Terres. Située dans la partie centrale des Hautes Terres malgaches, la région de Vakinankaratra a une densité de population de l'ordre de 78 habitants/km², très supérieure à la moyenne nationale (31 hab/km²). Elle est donc

particulièrement confrontée au défi d'augmentation de la productivité rizicole. Au cours des 15 dernières années, la diffusion de variétés de riz pluvial d'altitude tolérantes au froid y a conduit au développement rapide de la riziculture pluviale (Raboin *et al.*, 2013). La rapidité d'adoption de ces nouvelles variétés, sans danger pour le maintien de la diversité des variétés locales dans le cas de la riziculture pluviale, jusque-là absente de la région, montre le risque potentiel de compétition avec les variétés locales si des innovations variétales similaires étaient introduites en riziculture irriguée. Par ailleurs, si l'on dispose d'une bonne connaissance de la diversité génétique du riz à l'échelle nationale, on a peu de données sur la distribution de cette diversité à l'intérieur de chaque région, au niveau des villages et des exploitations. Il en est de même des modalités de gestion de cette diversité par les agriculteurs et de ses déterminants agroenvironnementaux.

Matériel et méthode

Échantillonnage des villages et des exploitations

L'échantillonnage des villages s'est appuyé sur un zonage agroécologique réalisé à partir de données secondaires disponibles à l'échelle des communes (altitude moyenne, densité de population, enclavement et superficie des rizières par habitant), ou de la région (zonages climatique et agricole). Dans chaque zone homogène, trois communes au moins ont été choisies sur la base de l'accessibilité et de la présence significative de rizières (au moins 75 % des agriculteurs pratiquent la riziculture). Dans chaque commune, un *Fokontany* (entité administrative subsidiaire) puis un village ont été choisis en fonction des mêmes critères d'accessibilité et de présence de rizières. Au total, 32 villages ont été retenus, soit 1,6 % du nombre total de villages de la région, estimé proche de 2 000. Dans chaque village, les exploitations, dont la liste a été fournie par le chef du village, ont été classées en trois groupes suivant leur taille : grande (possédant une importante superficie cultivée notamment en rizière, et un nombre élevé de

bovins), moyenne, ou petite (ménages les plus démunis du village). Dans chaque groupe, sur proposition du chef de village, une dizaine d'exploitations ont été retenues pour la réalisation de l'enquête exploitation. La trentaine d'exploitations choisies représente en moyenne les deux tiers des exploitations du village. Au total, 1 049 exploitations ont été examinées.

Enquêtes

Au niveau du village, l'enquête, conduite sous forme d'entretien semi-directif auprès des responsables du village, les « anciens » et les agents de développement, a porté sur : i) 8 caractéristiques générales du village, dont les variétés de riz cultivées ; ii) 6 variables concernant les facteurs de production ; iii) 18 variables sur le système agraire des villages (agriculture, élevage et activités non agricoles). Au niveau des exploitations, l'enquête a porté sur le nombre de personnes et la main-d'œuvre, l'équipement, et les systèmes de culture et d'élevage, avec un accent sur le système rizicole et les variétés de riz (nombre, nom, type et vocation culturelle). Elle a porté aussi sur la pratique du repiquage en ligne ou en foule, l'apport de fumure organique, l'apport de fumure minérale et la pratique de la riziculture pluviale (Radanielina, 2010).

Analyse des données

Dans un premier temps, les données d'enquêtes au niveau des villages et des exploitations ont été utilisées pour procéder à une typologie des systèmes de production des villages et des exploitations ainsi que des systèmes de culture du riz (Radanielina, 2010).

Dans un second temps, les pratiques de gestion des variétés et des semences ont été mises en relation avec les types de système de production et de culture du riz. Considérant que l'altitude des villages pouvait aussi jouer un rôle important dans la dynamique de la diversité, l'effet de l'altitude des villages (<1 250 m, 1 250-1 500 m, 1 500-1 750 m et > 1 750 m) a aussi été analysé. Selon la nature quantitative ou qualitative des variables, un coefficient de corrélation (r^2) ou de détermination (R^2) a été calculé.

Résultats

Richesse variétale et déterminants agroécologiques

Le nombre total de variétés de riz recensées dans les 32 villages s'élève à 349, dont 306 cultivées en irrigué et 43 en pluvial. Le nombre de variétés par village (Sv), 11 en moyenne, est très hétérogène : de 6 à 19 (figure 1). Les déterminants agroenvironnementaux de la Sv sont par ordre d'importance : i) l'altitude ($R^2 = 0,33$; $p < 0,001$) ; ii) le système agraire du village ($R^2 = 0,28$; $p < 0,009$) ; et iii) les systèmes de riziculture ($R^2 = 0,41$; $p < 0,004$) ; Sv diminue lorsque l'altitude augmente. Les valeurs de Sv les plus élevées sont observées dans les villages où l'élevage bovin et la culture du manioc prédominent, puis dans ceux où le maraîchage et la production fruitière prédominent. La pratique de la riziculture pluviale ($R^2 = 0,13$; $p < 0,023$) et de la riziculture de contre-saison ($R^2 = 0,12$; $p < 0,053$), qui nécessite des variétés particulières, a un effet positif faible mais significatif sur Sv . Globalement, Sv augmente avec le nombre de systèmes rizicoles du village ($r^2 = 0,38$; $p < 0,004$). En revanche, Sv semble très peu influencée par le nombre d'habitants ($r^2 = 0,082$; $p = 0,111$) et par le niveau d'enclavement ($r^2 = 0,016$; $p = 0,489$).

Le nombre de variétés par exploitation (Se) varie de 1 à 7, avec une moyenne de 2,2. L'effet du type d'exploitation sur Se est peu déterminant, bien que très significatif ($R^2 = 0,11$; $p < 0,0001$). Se est en moyenne de 2,75 dans les grandes exploitations et de 1,91 dans les petites. La relation est un peu plus étroite avec le nombre de parcelles de rizières ($r^2 = 0,17$; $p < 0,0001$) et le nombre de systèmes rizicoles de l'exploitation ($r^2 = 0,28$; $p < 0,0001$). C'est la combinaison des systèmes rizicoles pratiqués qui est le plus liée à Se : ($R^2 = 0,46$; $p < 0,0001$). La Se moyenne (Sev) calculée pour chacun des 32 villages est, elle aussi, relativement faible : 2,2 en moyenne, mais elle fait l'objet d'une variation importante – 1,25 à 3,7 d'un village à un autre. Elle est assez fortement et significativement corrélée avec la Sv du village ($r^2 = 0,45$; $p < 0,001$). Sev , comme Sv , diminue lorsque l'altitude augmente.

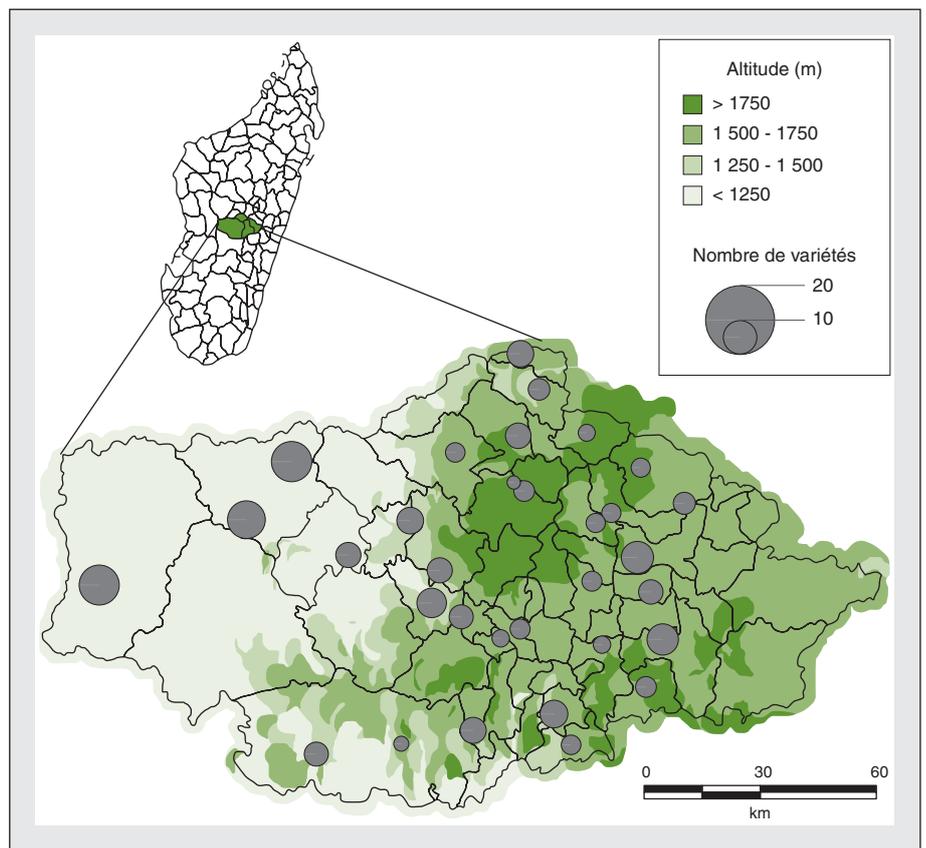


Figure 1. Distribution de la richesse variétale (Sv) dans les 32 villages d'étude de la région de Vakinankaratra.

Figure 1. Distribution of varietal richness (Sv) in 32 studied villages. La taille du cercle représentant chaque village indique sa Sv .

Utilisation de la richesse variétale : aspects quantitatifs et qualitatifs

La fréquence d'utilisation de chacune des variétés d'un village, c'est-à-dire le pourcentage d'exploitations prises en compte dans l'enquête du village qui utilise la variété, varie de 5 à 80 %. Dans la plupart des villages il existe un petit nombre (en moyenne 15 %) de variétés « majeures », utilisées par plus de 50 % des exploitations et un second lot (en moyenne 18 %) utilisées par 25 à 50 % des exploitations (figure 2). La fréquence d'utilisation est inférieure à 10 % pour plus de 40 % des variétés de chaque village. Il existe aussi une variabilité intervillage dans les proportions de variétés majeures et mineures (figure 2). Elle est essentiellement liée à la diversité des systèmes rizicoles.

Parmi les 306 variétés de riz irrigué collectées, 77 % sont des variétés locales (VL, ou *Varin-drazana*, riz des ancêtres, pour les paysans) et 23 % des variétés améliorées (VA). La répartition géographique des VA est hétérogène. La proportion des VA est plus importante dans les villages de faible altitude (tableau 1). Parmi les 9 villages qui n'ont aucune VA, 7 sont situés à plus de 1 500 m. La corrélation entre proportion de VA et enclavement est très faible et non significative. La proportion des exploitations qui, au sein de chaque village, utilisent des VA est elle aussi fortement liée à l'altitude du village. Elle est de 48 % dans les villages d'altitude < 1 250 m, de 18 % entre 1 250-1 500 m, 11 % entre 1 500-1 750 m et 6 % au-dessus de 1 750 m. Un village en particulier présente un niveau particulièrement élevé de VA : 11 variétés sur 13, et celles-ci sont utilisées par plus de 80 % des

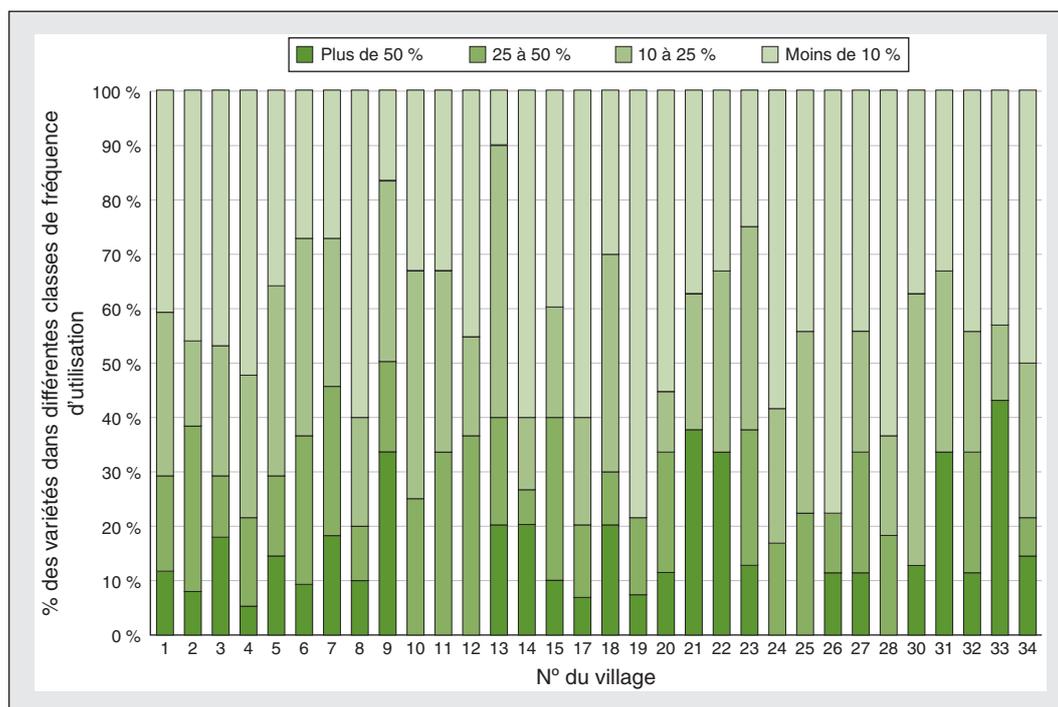


Figure 2. Importance relative des quatre catégories de variétés définies en fonction du % d'exploitations qui les utilisent dans chacun des 32 villages d'étude.

Figure 2. Relative importance of four categories of varieties according to the proportion of farms that use them.

exploitations. Ce village est situé à 1 300 m, sur des sols volcaniques très fertiles, à proximité d'une route nationale et a bénéficié de nombreux projets de développement agricole. Les VA ont donc tendance à remplacer les VL lorsque les conditions d'intensification rizicole sont réunies.

Système de nomination vernaculaire des variétés de riz

Ramenées au nombre de dénominations variétales distinctes, les 306 variétés

de riz irrigué et les 43 variétés de riz pluvial collectées représentent respectivement 134 et 14 noms distincts.

Les noms des variétés de culture irriguée peuvent être classés en six types : 2 % sont issus de la recherche ; 57 % décrivent des caractères agronomiques ou morphologiques ; 8 % sont le nom d'un lieu, 3 % celui d'une personne, et 3 % le nom d'une plante ; 27 % sont sans signification connue.

Une partie de ces noms, en particulier ceux qui sont relatifs aux caractéristiques agromorphologiques, ont une notoriété nationale et font partie de familles vernaculaires connues aussi

dans d'autres régions du pays. Il s'agit notamment des familles *Botra*, *Tsipala*, *Rojo*, *Manga*, *Fotsikely*. La distribution spatiale de ces familles n'est pas identique. En particulier, les *Rojo* se trouvent dans la partie est de la région, d'altitude supérieure à 1 250 m, les *Tsipala* dans la partie ouest de basse altitude. Les noms de famille vernaculaires recouvrent donc des adaptations agroenvironnementales.

En ce qui concerne les riz pluviaux, leurs noms officiels (FOFIFA 133, 151, 152, 154...), sont remplacés par des noms malgaches, ou par l'appellation générique *Vary an-tanety*, (riz de

Tableau 1. Répartition des types de variété, locale ou améliorée, par classe d'altitude, pour la riziculture irriguée.

Table 1. Breakdown of the type of variety, local or improved variety, by altitude class, for irrigated rice.

Type variétal	Classe d'altitude (m)				Ensemble
	< 1 250	1 250-1 500	1 500-1 750	> 1 750	
Variété locale (%)	69	63	90	79	77
Variété améliorée (%)	31	37	10	21	23
Effectif total (n)	71	75	118	42	306

colline). Ces noms se rapportent au format du grain *Bota/Botra/Boda* (arrondi), à sa couleur *Fotsikely* (blanc) ou *Mavokely* (jaune), à l'aristation *Lava rambo* (longue queue), à la hauteur de la plante *Botry* (courte) ou à la longueur de cycle *Telovolana* (trois mois) ou *Boing* (rapide). La même variété peut recevoir des noms différents dans des villages différents. C'est le cas de FOFIFA 154, qui, diffusée au début des années 2000, porte déjà au moins quatre noms : *Lava rambo* dans 6 villages, *Mavokely* dans 2 villages, *Danga* et *Vary fako* (riz barbu) dans un village.

Gestion paysanne des variétés et des semences

Parmi les 306 variétés de riz irrigué, 55 % sont déclarées comme ayant une ancienneté de plus de 50 ans dans les villages de collecte, 34 % de 10 à 50 ans et 11 % moins de 10 ans. Les VL ont une ancienneté évidemment plus importante (tableau 2).

Pour les semences, l'autoapprovisionnement est majoritaire pour les variétés de riz irrigué ; il concerne plus de 80 % des exploitations enquêtées. Vient ensuite l'approvisionnement auprès d'autres exploitations du même village (15 %). Les achats sur le marché ne représentent que 1 %. Si l'achat et la vente de semences sont rares, ceux des jeunes plants en pépinière sont plus courants. Les échanges entre paysans de villages différents sont très faibles : seulement 0,5 %. Il n'y a pas de différence significative entre les 32 villages pour les proportions des différentes sources d'approvisionnement en semences. Pour le riz pluvial, l'autoapprovisionnement est beaucoup moins important (51 %) et 27 % des exploitants ont recours à l'achat de semences au marché.

L'approvisionnement en semences auprès d'autres exploitations était motivé, pour 30 % des agriculteurs y ayant recours, par l'épuisement de leur propre stock de semences, pour 50 %, pour pallier les mélanges survenus lors du repiquage ou du battage, et pour 20 % pour changer de variété. Cette rotation variétale est justifiée par le *laony ny tany* (« le sol en a marre ») : elle permettrait de restaurer la fertilité du sol. Quel que soit le motif, le

Tableau 2. Distribution des 306 variétés de riz irrigué collectées, selon leur type : variété locale ou améliorée et selon l'ancienneté de leur présence dans les 32 villages d'étude.

Table 2. Distribution of 306 samples of irrigated rice collected by the type of variety and by the duration of presence in 32 studied villages.

Ancienneté dans le village	Type de variété		Effectifs
	Locale (VL)	Améliorée (VA)	
Inférieure à 10 ans (%)	4	34	33
10 à 50 ans (%)	26	54	105
Plus de 50 ans (%)	70	12	168
Effectifs (n)	235	71	306

renouvellement des semences se fait par échange avec d'autres agriculteurs du village, sans hiérarchie entre variétés et entre semences : l'échange se fait à quantité égale.

La production de semences ne semble donner lieu à aucune épuration ou sélection au champ avant la récolte, chaque parcelle étant, en général, cultivée avec une seule variété. En revanche, une sélection est pratiquée après le battage lors du prélèvement du lot qui servira de semences. Elle consiste à prélever les grains les plus lourds (*mavesa-bod*), qui se trouvent autour de la pierre de battage. Le lot destiné à servir de semences est séché et mis en sac séparément, mais est ensuite conservé avec le reste de la récolte.

Discussion

Déterminants agroenvironnementaux de la diversité variétale

La distribution spatiale de la diversité variétale du riz est hétérogène. L'altitude est le premier facteur important, car elle détermine, à travers la température, les systèmes de riziculture qu'il est possible de pratiquer. Dans les villages d'altitude inférieure à 1 250 m, les quatre types de riziculture de la région coexistent. Chacun nécessitant des variétés différentes, le nombre de variétés est élevé. À l'opposé, à plus de 1 750 m, où seules la riziculture

irriguée de saison principale et la riziculture pluviale sont possibles, le nombre de variétés est plus faible. L'effet négatif de l'altitude sur la richesse variétale a été rapporté aussi sur le manioc au Pérou (Salick *et al.*, 1997), sur le maïs au Mexique (Brush et Perales, 2007) et sur le riz au Népal (Rana *et al.*, 2007). Dans les trois cas la réduction de la richesse variétale avec l'altitude est attribuée à la rigueur climatique, offrant peu de flexibilité en termes de tolérance au froid et de durée du cycle des variétés, d'une part, et de calendrier cultural, d'autre part. La particularité de Vakinankaratra est l'existence d'une diversité de types de culture du riz dont les différentes combinaisons au niveau des exploitations amènent une plus grande diversité.

Nous n'avons pas observé de relation négative entre la richesse variétale et le niveau d'enclavement des villages, comme cela est rapporté dans la littérature (Bellon, 2001 ; Chaudhary *et al.*, 2004). Cela est probablement lié à la faible variabilité du niveau d'enclavement des villages ; la distance des villages à une route est souvent inférieure à 5 km et les paysans malgaches sont de grands marcheurs. Néanmoins, l'éloignement par rapport au centre administratif semble s'être traduit par une plus faible diffusion de la riziculture pluviale et de la richesse variétale qui lui est associée.

Des différences de richesse variétale ont aussi été observées à la même altitude, indiquant l'existence d'autres

facteurs qui jouent sur la diversité variétale. Il s'agit, notamment, des systèmes agraires des villages (où la riziculture a une place plus ou moins importante) et, au sein de chaque village, de la taille et de la richesse des exploitations. Les exploitations les plus riches disposent de plus de parcelles et pratiquent un plus grand nombre de systèmes rizicoles.

Cependant, très rares sont les exploitations qui utilisent tout le pool variétal du village et, les variétés majeures mises à part, la composition du portefeuille variétal des exploitations est assez variable. Pourquoi toutes les exploitations d'un même village n'utilisent-elles pas les trois ou quatre mêmes variétés ? Rejoignant les observations d'autres auteurs (Lambert, 1985 ; Lando et Mak, 1994 ; Pham *et al.*, 2002 ; Barry *et al.*, 2007), le suivi des variétés dans 9 exploitations réparties dans 3 villages situés à trois altitudes différentes a montré qu'au moins trois autres facteurs jouent un rôle dans la diversité variétale au niveau de l'exploitation : les conditions hydrologiques de la rizière (adéquation entre hauteur et cycle de la plante et durée d'inondation et hauteur de la lame d'eau), la pression des maladies (en particulier la bactériose à *Xanthomonas fuscovaginae*), et les qualités gustatives (Radanielina, 2010).

Nomenclature de variétés de riz

L'objectif de tout système de nomenclature, qu'il soit populaire ou savant, est d'établir des références qui faciliteront la communication et les échanges au sein des groupes humains concernés (Berlin, 1973). Dans le cas des variétés de riz, la nomenclature a pour vocation, *a minima*, de faciliter les transactions (échanges de semences, vente de paddy) et la communication autour de la reconnaissance, la culture et l'utilisation de ces variétés : performances agronomiques, qualités culinaires, etc.

Utilisant des marqueurs moléculaires, Radanielina *et al.* (2013) ont mis en évidence l'existence d'une variabilité génotypique au sein des entités considérées comme variétés par les paysans, mais qui ne présentaient pas de variabilité phénotypique visible à l'œil nu au champ. La plupart des variétés

locales ont une structure génétique de type multilignées et il est très probable, comme cela a été démontré en Guinée par Barry *et al.* (2007), que pour une variété donnée, la fréquence des lignées constituantes varie entre exploitations et entre villages. Ainsi, chaque agriculteur détiendrait une composante d'une métapopulation dont des sous-ensembles, plus ou moins représentatifs, sont gérés au niveau des exploitations et des villages.

Perspectives de conservation *in situ* de la diversité variétale

La diversité variétale du riz dans la région de Vakankaratra se caractérise par la coexistence de facteurs plus ou moins favorables à sa conservation *in situ*.

Le lien des variétés locales, « riz des ancêtres », avec le culte des ancêtres, très présent dans la société malgache (Beaujard, 1981), leur confère un caractère quasi sacré et un statut de bien communautaire. Il s'agit là d'un atout pour leur conservation, tant que les traditions restent vivaces. Et cela d'autant plus que, comme observé dans d'autres agrosystèmes restés à l'écart de la Révolution verte (Barry *et al.*, 2008), les variétés améliorées ne remplacent pas les variétés locales et sont, au contraire, sources de diversité utile aux agriculteurs.

Les implications de la variabilité du niveau d'utilisation des variétés, restent difficiles à définir en termes de risque de disparition des variétés les moins cultivées. Sont-elles maintenues dans chaque village pour leurs valeurs particulières en relation avec une adaptation spécifique à une contrainte très localisée ou à un usage spécifique ? Ou représentent-elles une diversité dont le maintien n'a ni utilité particulière ni coût particulier et s'apparente donc à une diversité neutre ? Autrement dit, la diversité variétale suit-elle une dynamique déterminée par les processus antagonistes d'extinction stochastique et d'introduction de nouvelles variétés ? Le niveau de technicité des riziculteurs des Hautes Terres malgaches incite à pencher pour la première hypothèse. La structure multilignées des variétés locales et la présence d'une même variété dans plusieurs villages, comme en témoigne le nombre de dénomi-

nations variétales distinctes bien inférieur au nombre de variétés collectées, sont des facteurs favorables au maintien de la diversité. En effet, la structuration en nombreuses sous-populations est un moyen de maintenir une importante diversité sur l'ensemble des sous-populations, car, bien que la dérive génétique agisse dans chacune des sous-populations, il est peu probable que les mêmes lignées soient perdues partout (Olivieri *et al.*, 1990).

Le système d'approvisionnement semble fonctionner en circuit quasi fermé au niveau des villages, qui échangent peu ou pas les uns avec les autres pour ce qui est du riz irrigué. Cette situation est probablement liée à l'épuisement des sources d'innovation variétale, résultat de la quasi-absence, depuis le milieu des années 1990, d'investissement public dans la création et la diffusion de nouvelles variétés de riz irrigué. L'exemple de la diffusion massive et rapide des variétés améliorées de riz pluvial montre que les riziculteurs savent se saisir des opportunités d'innovation variétale s'il s'en présente.

Cet exemple du riz pluvial et l'importance prise par les variétés améliorées dans les villages ayant eu l'opportunité d'intensifier la riziculture irriguée, soulignent la tension entre les pratiques paysannes de gestion des variétés et des semences, résultant des contraintes actuelles de leur système de production, et la promotion de la conservation *in situ* de cette agrobiodiversité par la communauté scientifique, compte tenu de ses valeurs d'assurance, d'adaptation et d'efficacité économique à long terme (Jarvis *et al.*, 2007 ; Jackson *et al.*, 2010 ; Altieri *et al.*, 2011).

À Madagascar, bien que prônée de longue date, la politique publique d'incitation à l'augmentation de la productivité selon le modèle de la Révolution verte est restée quasi-lettre morte à ce jour. Une évolution rapide avec un risque associé d'abandon des VL au profit des VA semble peu probable dans un proche avenir. Cependant, la diminution des solidarités traditionnelles, associée à la paupérisation du mode rural (Sandron, 2007), pourrait conduire à la marchandisation des variétés et des semences, et compromettre le maintien de la

diversité par la réduction des échanges entre agriculteurs.

Dans ce contexte, la conservation *in situ* de la diversité doit être pensée dans le cadre d'actions intégrées de développement (Pascual et Perrings, 2007 ; Gockel et Gray, 2009), et promouvoir : i) l'utilisation des variétés locales dans des programmes d'amélioration variétale participative ; ii) la mise en débat des spécificités des ressources génétiques locales et de l'importance de leur conservation ; et iii) le développement des systèmes de culture, des systèmes de production et des marchés qui valorisent davantage la diversité. Une attention particulière devrait être accordée aux variétés locales de riz irrigué présentes dans l'intervalle d'altitude 1 250-1 750 m. Leur adaptation au froid et leur appartenance à un groupe génétique inédit, intermédiaire entre les groupes *indica* et *Aus*, en font des géniteurs originaux pour l'amélioration de la tolérance au froid du groupe *indica*. Une conservation dynamique de ces variétés locales pourrait être entreprise par les chercheurs, sous forme d'une population synthétique (Guimaraes, 2005) à créer en utilisant la collection représentative de la diversité de ces variétés proposée par Radanielina (2010).

Des études supplémentaires seront nécessaires pour mieux comprendre les raisons de certaines pratiques paysannes et en tirer profit dans les stratégies de conservation *in situ*. C'est le cas, par exemple, des valeurs et règles socioculturelles associées aux variétés de riz et de la pratique de rotation des variétés de riz dans une même parcelle. La première question nécessitera une approche anthropologique, la seconde une approche expérimentale. De même, la persistance d'une diversité génétique intra-variétale mérite attention. En effet, les avantages adaptatifs d'une telle diversité sont connus de longue date (Darwin, 1852) et sont de plus en plus exploités pour réduire l'ampleur de certaines maladies (Finckh *et al.*, 2000 ; Raboin *et al.*, 2012) ou pour augmenter la stabilité des rendements (Kotowska *et al.*, 2010). ■

Références

Adams WM, Aveling R, Brockington D, Dickson B, Elliott J, Hutton J, *et al.*, 2004. Biodiversity

Conservation and the Eradication of Poverty. *Science* 306 : 1146-9.

Ahmadi N, Becquer T, Larroque C, Arnaud M, 1988. Variabilité génétique du riz (*Oryza sativa* L.) à Madagascar. *Agronomie Tropicale* 43 : 209-21.

Ahmadi N, Glaszmann JC, Rabary E, 1991. *Traditional highland rices originating from inter-subspecific recombination in Madagascar*. Proceedings of the Second International Rice Genetics Symposium, 14-18/05/1990. Los Baños (Philippines) : IRRI. <http://books.irri.org/getpdf.htm?book=9712200272>

Altieri MA, Funes-Monzote FR, Petersen P, 2011. Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: contribution to food sovereignty. *Agronomy for a Sustainable Development* 32 : 1-13.

Barry MB, Pham JL, Noyer JL, Courtois B, Billot C, Ahmadi N, 2007. Implications for in situ genetic resource conservation from the ecogeographical distribution of rice genetic diversity in Maritime Guinea. *Plant Genetic Resources* 5 : 45-54.

Barry MB, Diagne A, Pham JL, Ahmadi N, 2008. Évolution récente de la diversité génétique des riz cultivés (*Oryza sativa* et *O. glaberrima*) en Guinée. *Cahiers Agricultures* 17 : 122-7. doi: 10.1684/agr.2008.0167.

Beaujard P, 1981. Hiérarchie végétale, hiérarchie sociale à Madagascar, La place symbolique des tubercules et du riz et leurs origines à travers les mythes et les contes. *ASEMI XII* : 3-4.

Bellon MR, 2001. *Demand and supply of crop infraspecific diversity on farms: towards a policy framework for on-farm conservation*. Mexico : CIMMYT. <http://repository.cimmyt.org/xmlui/handle/10883/1020>

Berlin B, Breedlove DE, Raven PH, 1973. General principles of classification and nomenclature in folk biology. *American Anthropologist* 75 : 214-42.

Brush SB, ed, 2000. *Genes in the field: on-farm conservation of crop diversity*. Boca Raton (Florida) : Lewis Publishers. <http://books.google.fr/books?id=c1f09mKWxNMC&hl=fr>

Brush SB, Perales HR, 2007. À maize landscape: Ethnicity and agro-biodiversity in Chiapas Mexico. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 121 : 211-21.

Chaudhary P, Gauchan D, Rana RB, Sthapit BR, Jarvis DI, 2004. Potential loss of rice landraces from a Terai community in Nepal: a case study from Kachorwa, Bara. *Plant Genetic Resources Newsletter* 137 : 14-21.

Dabat MH, Razafimandimby S, Bouteau B, 2004. Atouts et perspectives de la riziculture périurbaine à Antananarivo (Madagascar). *Cahiers Agricultures* 13 : 99-109.

Darwin C, 1852. *The origin of species*. 6th edition, 1872. Reprinted 1962. New York : Macmillan.

Finckh MR, Gacek ES, Goyeau H, Lannou C, Merz U, Mundt CC, *et al.*, 2000. Cereal variety and species mixtures in practice with emphasis on disease resistance. *Agronomie* 20 : 813-37.

Gockel CK, Gray LC, 2009. Integrating conservation and development in the Peruvian Amazon. *Ecology and Society* 14 : 11-27.

Guimaraes EP, 2005. *Population improvement: A way of exploiting the rice genetic resources of Latin America*. Rome : FAO.

Jackson L, von Noordwijk M, Bengtsson J, Foster W, Lipper L, Pulleman M, *et al.*, 2010. Biodiversity and agricultural sustainability: from assessment to adaptive management. *Current Opinion in Environmental Sustainability* 2 : 80-7.

Jarvis DI, Padoch C, Cooper HD, 2007. *Managing Biodiversity in Agricultural ecosystems*. New York : Columbia University Press.

Kotowska AM, Cahill JF, Keddie BA, 2010. Plant genetic diversity yields increased plant productivity and herbivore performance. *Journal of Ecology* 98 : 237-45.

Lambert DH, 1985. *Swamp Rice Farming: The Indigenous Pahang Malay Agricultural System*. Boulder (Colorado) ; London : Westview Press.

Lando RP, Mak S, 1994. Cambodian farmers decision making in the choice of traditional rainfed lowland rice varieties. IRRI Research Paper 154. Los Baños (Philippines): IRRI.

Olivieri I, Couvet D, Gouyon PH, 1990. The genetics of transient populations: research at the metapopulation level. *Trends of Research in Ecology and Evolution* 5 : 207-10.

Pascual U, Perrings C, 2007. Developing incentives and economic mechanisms for in situ biodiversity conservation in agricultural landscapes. *Agriculture, Ecosystems & Environment* 121 : 256-68.

Peltier M, 1970. Les dénominations variétales du riz cultivé (*Oryza sativa* L.) à Madagascar. *Journal d'Agriculture Tropicale et de Botanique Appliquée XVII* : 469-86.

Pham JL, Morin SR, Sebastian LS, Abrigo GA, Calibo MA, Quilloy SM, *et al.* 2002. Rice, farmers and genebanks: a case study in the Cagayan valley, Philippines. In: Engels JMM, Brown AHD and Jackson MT, eds. *Managing Plant Genetic Resources*. London : CAB International.

Raboin LM, Ramanantsoanirina A, Dzido JL, Frouin J, Radanielina T, Tharreau D, Dusserre J, Ahmadi N, 2013. Création variétale pour la riziculture pluviale d'altitude à Madagascar : bilan de 25 années de sélection. *Cahiers Agricultures* 22 : 450-8. doi: 10.1684/agr.2013.0624

Raboin LM, Ramanantsoanirina A, Dusserre J, Razasolofonahary F, Tharreau D, Lannou C, Sester M, 2012. Two-component cultivar mixtures reduce rice blast epidemics in an upland agrosystem. *Plant Pathology* 61 : 1103-11. doi: 10.1111/j.1365-3059.2012.02602.x.

Radanielina T, 2010. *Diversité génétique du riz (Oryza sativa L.) dans la région de Vakinaankaratra, Madagascar : Structuration, distribution éco-géographique et gestion in situ*. Thèse de doctorat, Agro Paris Tech. <http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00818536>

Radanielina T, Ramanantsoanirina A, Raboin LM, Perrier X, Brabant P, Ahmadi N, 2013. The original feature of rice (*Oryza sativa* L.) genetic diversity and the large effective population size of rice local varieties in the highlands of Madagascar build a strong case for *in situ* conservation. *Genetic Resources & Crop Evolution* 60 : 311-23. doi: 10.1007/s10722-012-9837-3.

Rana R, Garforth C, Jarvis D, 2007. Influence of socio-economic and cultural factors in rice varietal

diversity management on-farm in Nepal. *Agriculture and Human Values* 24 : 461-72.

Randrianarisoa JC, 2004. La diffusion des variétés de riz à Madagascar. *Revue de la recherche agricole à Madagascar* 22 : 14-9.

Ravaonoro S, Ravatomanga J, Rakotonjanahary X, Randrianarivony H, 1999. Report on Rice germ-

plasm collection in Madagascar. Antananarivo (Madagascar) ; Los Baños (Philippines) : FOFIFA ; IRRI.

Salick J, Cellinese N, Knapp S, 1997. Indigenous diversity of Cassava: Generation, maintenance, use and loss among the Amuesha, Peruvian upper Amazon. *Economic Botany* 51 : 6-19.

Sandron F, 2007. *Pauvreté et lien social dans une commune rurale des Hautes Terres malgaches*. Colloque International « Dynamiques rurales à Madagascar : perspectives sociales, économiques et démographiques », 23-24 avril 2007. Antananarivo (Madagascar) : Instat ; ROR ; IRD ; Dial. http://www.dial.prd.fr/dial_evenements/conf_scientifique/pdf/dynamiquesrurales_dial/12sandron.pdf