Chapitre 10

Jean-Claude LEPRUN, Lala RAZAFINJARA, Rajaonarivo ANDRIANTAHINA, Christian FELLER

avec la collaboration de Fernand BOURGEAT, Michel BROSSARD, Jean RIQUIER, Patrice ROEDERER, Pierre SÉGALEN, Georges SERPANTIÉ, Michel SOURDAT, Jacques VIEILLEFON, Jean-François VIZIER

Pédologie

< © IRD/S. Bonvallot – Paysage de l'Itasy, petit cône volcanique avec cultures vivrières sur les versants.

Introduction

Le terme « pédologie » est créé en 1862, par Friedrich Albert Fallou, un juriste allemand passionné de science du sol (FELLER *et al.*, 2008). Selon ASIO (2005), Fallou aurait déja développé la notion de profil de sol. Mais la création d'une nouvelle discipline – la pédologie – est datée de la publication de la thèse de Dokuchaev (FELLER *et al.*, 2005) en 1883 : *Le Chernozem russe.*

La pédologie considère le sol comme un objet naturel (au même titre que les roches, les végétaux, etc.) qui doit être étudié pour lui-même : sa formation, ses propriétés, ses fonctions agronomiques (et maintenant environnementales), sa diversité et sa distribution à la surface de la terre. Dès le début de la pédologie, un important effort de recherche concernera la connaissance des facteurs de formation des sols (la pédogenèse), la diversité des sols (la classification) et la distribution des divers types de sols sur la Terre (la cartographie). Ce seront donc ces aspects qui donneront lieu à de très nombreux travaux dans les différentes institutions s'occupant de pédologie, et ce, jusque vers les années 1970.

Si l'essentiel des travaux en pédologie à la fin du XIXe siècle et au début du XXe concernent essentiellement les régions tempérées, quelques-uns, très précurseurs, concernent les milieux tropicaux, avant que des études systématiques ne soient menées, que ce soit au cours de l'époque coloniale ou après les indépendances. Madagascar occupe une place privilégiée dans le développement de la pédologie tropicale.

La pédologie française tropicale avant la création de l'Orstom

Alfred Müntz (1897-1900) et Madagascar, un précurseur français en pédologie tropicale

De 1897 à 1900 (MÜNTZ, 1897), une très importante étude des sols de Madagascar est effectuée avec la participation de diverses institutions coloniales. Une collecte de 500 échantillons de sols est réalisée dans « l'île Rouge » et ceux-ci sont analysés à Paris par le fameux chimiste Müntz et son collègue Rousseaux (MÜNTZ et ROUSSEAUX, 1900). L'histoire de cet impressionnant travail est décrite en détail par SOURDAT (1996 b). Sur la base de cet ouvrage, la notice d'une carte agricole de Madagascar sera présentée à l'Exposition internationale de 1900 à Paris (MÜNTZ, 1900). L'auteur distingue : les ocres ou terres rouges, les terres jaunes, les terres violacées et les terres sableuses.

Toutefois, selon les propres dires de Müntz, les résultats furent un peu décevants, et, l'on pourrait dire de nos jours que ceci est dû à une approche non pédologique et non systématique : échantillons mal localisés, prélevés sans règles bien précises à différentes profondeurs, etc. Mais la conclusion la plus importante pour l'époque est que, très clairement, la composition des sols tropicaux est complètement différente de celle des sols tempérés. Ceci avait déjà été noté avant, par exemple par HAYOT (1881), pour quelques sols de la Martinique (FELLER *et al.*, 2007), mais l'étude de Müntz et ses collègues est la première à s'appuyer sur une grande quantité d'échantillons et d'analyses. Néanmoins, les auteurs appliqueront aux sols de Madagascar les critères d'évaluation qu'ils appliquent à ceux de France, si bien que certains sols considérés aujourd'hui comme très fertiles seront qualifiés de très pauvres, quasi stériles, et ne pouvant être aucunement cultivés !

Ce travail participe de l'émergence de la pédologie française dans sa généralité.

La pédologie à Madagascar de 1900 à 1940

Alfred François Antoine Lacroix (1893-1922)

Le célèbre minéralogiste Alfred Lacroix (cf. chapitre Minéralogie) sera un grand précurseur pour l'étude de la formation des sols tropicaux avec ses très nombreux travaux (LACROIX, 1914 b), en particulier à Madagascar, sur l'altération des roches. Il fera école, et de nombreux scientifiques aborderont le sujet à Madagascar.

Lacroix a dirigé la chaire du Muséum national d'histoire naturelle pendant 43 ans. Il se qualifiait lui-même de « naturaliste très attiré par les recherches coloniales ». Son traité de « Minéralogie de la France et de ses colonies » (LACROIX, 1893-1913) puis celui sur la « Minéralogie de Madagascar » (LACROIX, 1922) furent très célèbres. À côté de ses études à la Martinique, en Indochine et en Guinée, il étudia l'altération des roches à Madagascar. Selon

AUBERT (1941), ses premières études sur les sols latéritiques de Madagascar datent de 1902 et il définit la « latérite » comme « le produit de décomposition de toutes les roches silicatées alumineuses, caractérisé au point de vue chimique par la prédominance des hydroxydes d'aluminium et de fer, avec, généralement de l'oxyde de titane après élimination plus ou moins complète des autres éléments de la roche fraîche : alcalis, chaux, magnésie et silice ». Au-dessus de la roche, Lacroix (citation AUBERT, 1941) distingue deux « zones » (horizons) dans les latérites : la « zone de départ » qui a conservé la structure initiale de la roche mais avec un début d'altération minérale, et la « zone de concrétion », où les phénomènes se complètent provoquant une individualisation des hydrates de fer et d'aluminium et un enrichissement en produits, en même temps que se termine l'élimination des éléments alcalins et alcalino-terreux et de la silice latéritique. Dans certains cas, le processus de « concrétionnement » va jusqu'à l'apparition d'une véritable cuirasse ferrugineuse. Lacroix observe qu'à Madagascar, à la différence de la Guinée ou du Soudan, les cuirasses ferrugineuses sont rarement présentes, et il suggère de nommer ces sols des « argiles latéritiques » plutôt que des « latérites s.s. ». Dans tous les cas, la transformation de la roche primitive en sol rouge ou latérite est très progressive et peut se développer sur de très grandes épaisseurs (LACROIX, 1902, 1905, 1913, 1914 a, b).

Henri Besairie et Decary (1926 à 1939)

Entre 1926 et 1939, BESAIRIE (1934 a, b ; 1935 a, b, c, d ; 1937 a, b ; 1939) et DECARY (1926) étudient les différents types de sol de Madagascar, leurs propriétés et leurs distributions. Ils observent des latérites et des argiles latéritiques sur les roches cristallines, des sols argileux, des sols noirs, des latérites sur les roches volcaniques, des sols sableux et argileux sur les produits de décalcification des roches calcaires altérées. Besairie distingue quatre régions géographiques avec des caractéristiques pédobioclimatiques bien différentes : l'Est, le Centre, l'Ouest et le Sud. Il dessine la première « esquisse » d'une carte des sols à Madagascar (BESAIRIE, 1937 c). La classification des sols de cette carte est déjà, mais en partie seulement, pédogénétique. Les sols se répartissent ainsi :

– les sols « latéritiques » divisés en :
sols latéritiques (avec cuirasse ferrugineuse) ;
sols latéritiques de prairie ;
sols latéritiques de savoka ;
argiles latéritiques

– les sols noirs basaltiques ;

– les sols avec horizons indurés (carapace) :
sols avec horizon carbonaté induré et sable rouge ;
sols avec un horizon induré sablo-argileux

– les sols rocheux (généralement squelettiques).

Henri Erhart, Madagascar et le premier traité français de pédologie

Un jeune géologue français, Henri Erhart, présente sa thèse en 1926 sur « Étude agrologique des sols de Madagascar. L'influence de l'origine géologique et des facteurs extérieurs sur la formation et la valeur culturale des terres latéritiques de l'est de Madagascar » (ERHART, 1926 a). La même année, il avait publié quelques notes pédologiques (ERHART, 1926 b, c) sur les sols de Madagascar. La thèse est suivie par des applications pratiques de ses recherches (ERHART, 1927), puis par un travail plus important d'inventaire des sols (ERHART, 1929 a, b). Et quelques années plus tard (ERHART, 1935, 1937), il publiera le premier traité français de « Pédologie » en deux volumes, le premier (1935) intitulé « Pédologie générale », le second (1937) « Pédologie agricole ». Dans le premier volume, les sols de Madagascar sont discutés : au chapitre III pour les processus d'altération chimique, au chapitre IV pour les différents types de sols tropicaux, et au chapitre V à propos du climax et du caractère réversible ou non de la formation des latérites sous prairies. Les principaux types de sol sont illustrés par huit jolies peintures à l'huile (montrant le profil de sol et le paysage correspondant), représentant des sols latéritiques sous forêt et sous prairie. Dans le second volume, « Pédologie agricole », la partie 1 concerne « La pédologie appliquée aux pays neufs » avec un chapitre 1 sur « Les sols de Madagascar » (51 p.) illustré par une carte des sols très schématique (cinq unités pédologiques) inspirée de celle de Besairie.

Dans la description du sol forestier latéritique, Erhart décrit, de la profondeur vers la surface, au-dessus de la roche-mère non altérée (nommée C), une « zone de départ » de plusieurs mètres d'épaisseur (C_0) finissant par une « zone tachetée », puis, au-dessus une « zone rouge » (B) correspondent à un horizon rouge, homogène et argileux avec disparition complète de la structure de la roche, puis une « zone podzolique » lavée et rose (A_2) et, finalement la terre végétale sous forme d'un horizon A_0. Même si les dénominations ne sont plus utilisées maintenant, cette description du profil de sol est déjà excellente. Erhart signale aussi que la morphologie du profil peut refléter des processus pédologiques passés et pas uniquement les actuels. C'était alors un concept tout à fait nouveau pour les sols tropicaux.

Georges Aubert et la pédologie française dans les régions méditerranéennes et tropicales

En 1937, se tient à Paris une exposition internationale incluant un congrès sur « La recherche scientifique dans les territoires d'outre-mer ». Un jeune « pédologue » de 24 ans, Georges Aubert, présente une courte communication de quatre pages (passée relativement inaperçue) sur les recherches pédologiques qu'il serait bon d'entreprendre dans les colonies françaises (AUBERT, 1938 : 256-259). Il paraît essentiel de donner quelques extraits de ce papier : « Entreprendre l'étude pédologique de nos colonies, c'est vouloir compléter leur étude géologique, qui a déjà donné si souvent des résultats intéressants, par une connaissance approfondie de l'histoire de leurs sols : leur formation, leur évolution,

leur état actuel et le sens de leur évolution future. Cette étude, purement scientifique, pourra servir de fondement pour des recherches agronomiques. Nous chercherons alors à connaître l'effet sur chaque sol des traitements que nous pourrons lui faire subir, et ainsi les méthodes de culture qui lui sont le mieux adaptées... Pour conserver à l'ensemble de ces recherches une unité, il faudra toujours, quelle que soit la région envisagée, partir des mêmes principes ; il faudra adopter pour les sols de toutes nos colonies une même classification... Deux séries d'études sont à prévoir : une cartographie des sols à grande échelle – au moins 1/1 000 000 – et à échelle beaucoup plus fine – au plus 1/50 000 ».

À côté des aspects scientifiques et techniques, G. Aubert souligne aussi l'importance des points suivants :

– la nécessité d'une recherche permanente et *in situ* des sols d'outre-mer, avec une présence permanente de pédologues spécialisés ;

– la nécessité d'un laboratoire central en France, moderne et bien équipé, mais aussi de laboratoires outre-mer répartis dans différentes zones climatiques méditerranéennes et intertropicales ;

– la nécessité de développer un important système de formation à l'étude des sols des régions chaudes pour des étudiants français et étrangers.

C'est là un impressionnant programme de recherche qui reste à développer. En 1941, G. Aubert publiera une synthèse sur « Les sols de la France d'outre-mer », un ouvrage de 90 pages, analysant environ 240 références.

Lors de la création de l'Office de recherche scientifique colonial (ORSC) qui donnera plus tard naissance à l'Orstom (voir chapitre 3), il est proposé à Aubert de créer la section de Pédologie : celle-ci naîtra en 1944 et Aubert en sera le directeur jusqu'en 1975. Il prendra finalement sa retraite en 1980, participera encore à de nombreuses réunions pédologiques françaises et internationales jusque vers l'année 2000. Il décèdera en 2006, à 93 ans. G. Aubert, à travers son activité de direction et d'animation à l'Orstom, fut un des grands acteurs du développement de la pédologie française (mais aussi mondiale).

En 1974, l'Orstom édite, à l'occasion du trentième anniversaire de la Pédologie Orstom, un petit livret intitulé « 30 ans de Pédologie » qui est la plus belle illustration que le projet de G. Aubert de 1937 était pratiquement accompli trente ans plus tard. Ce livret souligne les réalisations suivantes :

– une classification française des sols (CPCS, 1967), très détaillée pour les sols tropicaux ;

– une recherche permanente et *in situ* des sols d'outre-mer, et avec une présence permanente de pédologues spécialisés ;

– plus de 1 000 cartes de sols couvrant 4 500 000 km^2 des régions méditerranéennes et tropicales ;

– plus de 300 pédologues français et étrangers (35 pays) formés par l'Orstom durant ces trente années.

Enfin, en 1981, un numéro spécial des « Cahiers Orstom, série Pédologie » (Orstom, 1980-1981) est dédié à G. Aubert.

La création de la section de pédologie (1943 à 1947)

Après la création de l'ORSC en 1943, les trois premiers centres de formation ouverts en 1944 furent ceux de la génétique, de la pédologie et de l'entomologie agricole. Dès l'annonce de ces formations, de nombreuses personnalités scientifiques se manifestèrent. Pour la pédologie on peut citer les noms de A. Demolon, S. Hénin, R. Chaminade, H. Erhart et J. Duché, certains déjà évoqués et d'autres que l'on retrouvera dans ce qui suit. La première promotion compte 27 élèves dont cinq pédologues.

Madagascar a été, avec le Sénégal, l'un des deux pays à avoir été choisis pour l'implantation des premières missions de l'Office outre-mer. La liste chronologique des pédologues ayant travaillé à Madagascar est donnée en annexe 1.

Le recrutement a été très varié la première année : deux candidats (R. Maignien et J. Riquier) sortaient de l'École supérieure d'agriculture de Grignon, un candidat de l'Institut national d'agronomie (J. Dubois), un autre candidat (G. Claisse) venait de l'École de géologie de Nancy, enfin le dernier (M. Bancal) de la préparation à Polytechnique. Pour avoir droit à la gratuité des cours de pédologie et à une bourse, il était nécessaire de souscrire un contrat de sept ans avec l'État. J. Dubois préféra le service de l'Agriculture et M. Bancal le privé (engrais azotés). Seuls R. Maignien, G. Claisse et J. Riquier resteront au service de l'ORSC après la première année d'étude.

La première année, les cours de pédologie ont été donnés par G. Aubert (pédologie générale), S. Hénin (physique du sol), R. Chaminade (chimie des sols) et par H. Erhart (pédologie tropicale). La deuxième année, ces cours sont complétés par ceux de J. Duché et J. L. Trochain sur les divers aspects des sols, des plantes et des microbes de la zone intertropicale. En plus des cours théoriques et des stages sur le terrain (avec G. Aubert et H. Erhart à Saint-Gaudens et à Grasse pour se familiariser aux relevés des plantes, et sur les bords de Loire pour les exercices de cartographie des sols), des travaux pratiques ont lieu dans les laboratoires de l'INA à Paris (mise au point d'une méthode de dosage du l'humidité des sols à l'alcool avec S. Hénin), dans le laboratoire de chimie de l'École d'horticulture de Versailles (dosage du phosphore avec R. Chaminade), et dans le laboratoire de minéralogie du Muséum d'histoire naturelle avec Melle S. Caillère. Finalement, cette formation théorique et pratique, dispensée sur deux années et dans différents laboratoires, s'avère comme précurseur du système de 3e cycle universitaire qui sera mis en place bien plus tard.

Dès cette époque, deux équipes sont formées : G. Aubert avec R. Maignien au Sénégal, G. Claisse et J. Riquier à Madagascar.

Les travaux de cartographie des sols à Madagascar (IRSM-Orstom et partenaires) de 1947 à 1994

Les premiers travaux (1947-1949)

La première prospection a lieu en 1947, en pleine période de troubles, dans la région volcanique très fertile du lac Alaotra. Une carte des sols a été demandée par le Dr Millot du Muséum d'histoire naturelle de Paris qui a été nommé directeur de l'IRSM à Tananarive. Accompagnés d'un botaniste malgache de la station agricole du Lac, J. Riquier et G. Claisse se mettent au nouveau travail qui leur a été confié. C'est J. Riquier qui réalisera cette carte de reconnaissance au 1/50 000 en 7 coupures, publiée en 1949, la première de l'île, et qui en rédigera la notice explicative.

Avec le départ de R. Chaminade et l'arrivée de P. Ségalen et de C. Moureaux en 1947, le programme de cartographie des sols, qui était prioritaire et considérable, va prendre forme, par l'intermédiaire de Paulian, à partir, entre autres, d'une demande des services locaux de l'Agriculture et du Génie rural concernant l'étude des alluvions d'une rivière de l'Extrême Sud, la Menarandra. La première reconnaissance de la zone fut menée par Riquier, puis le travail cartographique lui-même fut conduit par Ségalen et Moureaux, dans une zone difficile, avec des moyens très élémentaires (ni bonne carte, ni photos aériennes), mais avec tout leur enthousiasme. Ils font des relevés sols/végétation. En quittant la Menarandra, ils examinent les sols d'un affluent de l'Onilahy, puis se penchent sur ceux de la plaine alluviale du Mangoky, où il y avait d'immenses espaces inutilisés. Partis en mars, ils ne rentrent à Tsimbazaza qu'en septembre.

Les travaux ultérieurs (1949-1994)

La production cartographique en pédologie à Madagascar de 1946 à 1978 peut être consultée dans « Le répertoire des cartes Orstom, 1946-1984 » (Orstom, 1985). Destinées à l'inventaire (genèse, typologie, cartographie) des ressources en sols de l'île, la prospection et la cartographie de reconnaissance des sols sont entreprises d'abord à l'échelle du 1/200 000 selon un découpage conventionnel en 65 feuilles. Seize feuilles au 1/200 000 seront réalisées en couleur et publiées entre 1951 et 1965 (cf. bibliographie). Elles concernent surtout les régions côtières :

– l'Extrême Sud : Bas-Mandrare (Claisse et Riquier, 1946 ; Hervieu *et al.*, 1959), Basse Menarandra (Riquier *et al.*, 1952), Ampanihy-Beloha et Fort-Dauphin (Hervieu, 1959 a, b) ;

– le SO : région de Morondava, Manja, Mahabo (Moureaux et Riquier, 1953) et le Bas-Mangoky (Ségalen et Moureaux , 1950) ;

– le NO : région de Majunga : Maevetanana (Moureaux, 1956 a), Marovoay-Mahajamba (Ségalen *et al.*, 1956 a), Mitsinjo-Majunga (Ségalen, 1956 b), Antonibe et Antsohihy (Vieillefon, 1961 ; Vieillefon *et al.*, 1963) ;

– le Nord : région de Diégo-Suarez (SÉGALEN *et al.*, 1956 b) et Ambilobe (VIEILLEFON et BOURGEAT, 1965) ;

– l'Est : Moramanga-Brickaville (HERVIEU et RANDRIANARIDERA, 1956 ; HERVIEU , 1960).

Mais, rapidement, dès 1949, l'évolution des techniques et la progression des connaissances permettent de passer à des échelles plus fines. Celle du 1/50 000 est adoptée. Onze feuilles seront réalisées entre 1949 et 1967. Elles couvrent essentiellement la moitié est de l'île, de Fort-Dauphin à Diégo-Suarez en passant par Tananarive. Plus tardivement, seules quatre cartes au 1/100 000 seront menées à bien : trois dans la région de Tuléar (SOURDAT et RAKOTOMIRAHO, 1973 ; SOURDAT *et al.*, 1972, 1973) et une dans le centre : Antsirabe (ZEBROWSKI et RATSIMBAZAFY, 1979, cartes des sols et des aptitudes culturales).

Une carte pédologique au 1/1 000 000 en trois coupures de l'ensemble de Madagascar (RIQUIER *et al.*, 1968) est publiée après un retour de J. Riquier à qui ce travail a été confié. Malheureusement, la rédaction de la notice explicative ne pourra être menée à bien. Elle le sera dans le cadre des activités de l'unité de service (US) « Valorisation des données pédologiques (Valpédo) ». Il faut mentionner aussi la sortie en 1980 d'une carte en trois coupures des conditions géographiques de la mise en valeur agricole de Madagascar (DELENNE et PELLETIER, 1980) et de sa notice. Enfin, les pédologues de l'IRSM ont collaboré à l'élaboration :

– de la carte de l'île de la Réunion au 1/50 000 : premiers levés faits par M. Vallerie, puis carte terminée au 1/100 000 par J. RIQUIER (1960 a, b), et finalement publiée dans l'*Atlas des Départements d'outre-mer* par le CEGET (1975) ;

– de cartes de synthèses internationales (*Carte d'Afrique au 1/5 000 000 incluant Madagascar*, CCTA, 1964), de la *Carte mondiale des sols* (FAO-UNESCO, 1974, 1990) et de l'*Atlas de Madagascar* (1969, carte au 1/4 000 000).

Si l'on dénombre les levés de cartes qui n'ont pas été publiés en couleurs et mis en vente, de 31 on passe à 128 feuilles réalisées à diverses échelles du 1/100 000 au 1/20 000.

En 1949, l'Iram (Institut de recherches agronomiques de Madagascar) devint dépendant de l'Irat (Institut de recherches agronomiques tropicales) et créa son propre laboratoire de sol au lac Alaotra avec P. Roche et R. Didier de Saint-Amand, pédologues Irat formés à l'Orstom. D'abord cantonnés aux études de la section agricole du lac Alaotra puis à la région du lac, les pédologues de l'Iram élargirent leurs activités à l'ensemble de Madagascar (voir annexe 2, récapitulatif des publications) surtout lorsque le laboratoire fut transféré à Ambatobe, près de Tananarive. Un *modus vivendi* s'établit, l'IRSM s'occupant plus de pédologie fondamentale, de cartes à grande échelle, d'études générales, l'Iram se consacrant aux études, prospections et cartographies pédologiques appliquées à l'agronomie. L'IRSM et l'Orstom mèneront néanmoins aussi un certain nombre de travaux de ce type ; ils sont au nombre de 29, réalisés entre 1952 et 1972 : 1 au 1/40 000, 14 au 1/20 000, 13 au 1/10 000 et 1 au 1/5 000. Ils concernent le plus souvent l'intérieur de l'île, plus rarement la côte.

Toutefois, la majorité des travaux de pédologie appliqués sont le fait de l'Iram entre 1947 et 1972 (annexe 2) puis des chercheurs malgaches (particulièrement du Fofifa) à partir de 1973 (annexe 3).

Pour l'Iram, les principaux auteurs des rapports cités en annexe 2 (environ 160 publications) sont : Bouchard L., Damour M., Killian J., Roche P., Saint-Amand D., Treyer M. Une très forte majorité des travaux (pratiquement 90 %) portent sur des études de reconnaissance et de cartographie pédologiques (du 1/10 000 au 1/40 000) de périmètres agricoles variés, soit en vue d'un aménagement ultérieur, soit dans une optique très précise de mise en culture pour une culture définie. On trouve ainsi mentionnés, évidemment le riz, mais aussi le tabac, des plantations sylvicoles, le cocotier, le palmier à huile, le bananier, le théier, la canne à sucre, le coton et la vanille. Les études restantes concernent des études scientifiques plus ponctuelles sur certaines propriétés des sols, la lutte contre l'érosion, des questions méthodologiques, et quelques études de pédogenèse, généralement en association avec l'IRSM.

À partir de 1973, les études de pédologie appliquées à grande échelle sur des périmètres agricoles ou hydroagricoles sont faites par les chercheurs malgaches (annexe 3), et concernent particulièrement les plaines. Certains de ces rapports sont nommément signés, d'autres sont anonymes (DRST, Division de pédologie). Les rapports stockés dans la bibliothèque du laboratoire des sols du Fofifa sont au nombre de 39. Comme pour l'Iram, ils portent essentiellement sur des études pédologiques appliquées, et les échelles de cartographie sont souvent de l'ordre du 1/10 000 et 1/20 000. Parmi les auteurs les plus signalés, il faut citer : Mong Gine T., Rabeson R., Rakotoarisoa R., Rakotomiraho J. D., Ramalanjaona J. D., Rasabotsy N., Razafinjara A. L. Pour les aménagements en vue d'une culture particulière on retrouve celles citées ci-dessus auxquelles il faut ajouter les orangers.

Ainsi, à partir de 1961, ce sont plus de 1 600 000 ha qui ont été cartographiés par les chercheurs de l'Iram et les chercheurs malgaches, produisant plus de cent cinquante cartes (MRSTD et Fofifa, 1991).

Apports de Madagascar à la pédologie Orstom et tropicale de 1947 à 1974

La nécessité d'inventaires et de cartographie de ressources en sols s'est imposée rapidement pour ce pays à population essentiellement rurale et à vocation agricole et pastorale avec des traditions culturales (riz, tubercules) différentes de celles de l'Afrique et des phénomènes érosifs spectaculaires. La Grande Île présente donc de grandes différences avec les pays d'Afrique où travaillait la majorité des pédologues de l'Orstom. Ces travaux de cartographie, comme partout dans le monde, ont permis d'aborder des recherches plus fondamentales sur

la formation et les propriétés intrinsèques des sols (pédogenèse). Ils ont été nombreux et publiés souvent dans les Mémoires de l'Institut scientifique de Madagascar. Il est impossible de les citer et commenter tous. Nous en donnerons quelques exemples pour différents aspects de la pédologie.

Madagascar est un terrain privilégié pour l'étude des facteurs de la pédogenèse compte tenu de la diversité :

– des climats ;

– des reliefs et des modelés avec des formations géologiques allant du Précambrien au quaternaire, de la présence de volcanisme et de diverses situations tectoniques ;

– de la faune et de l'introduction des activités anthropiques récentes (1 000 à 2 000 ans, quelques centaines d'années pour les cultures).

Cette diversité a aidé certains chercheurs à comprendre et/ou à compléter leurs interprétations. Ces facteurs de la pédogenèse furent inventoriés et analysés grâce à de très nombreuses prospections cartographiques effectuées dans toute l'île. Un certain nombre de publications semblent particulièrement importantes pour leur contribution aux connaissances fondamentales et elles firent connaître à la communauté scientifique internationale les spécificités des sols malgaches.

Contribution à l'étude de la diversité, de la classification et de la géographie des sols tropicaux

J. Hervieu dès 1961, et avant même que la classification française des sols ne soit publiée (CPCS, 1967), réunit en deux volumes 88 des principaux profils types qui peuvent servir de référence aux sols de l'île. Ces profils sont issus des notices des cartes de reconnaissance et d'utilisation des sols élaborées jusqu'à cette date. Cet important travail d'inventaire va permettre à tous les pédologues, ceux de Madagascar mais aussi ceux du monde tropical, de situer et comparer leurs sols et surtout, dès la publication de la classification française en 1967, d'intégrer et d'ordonner leurs sols dans cette classification. J. Hervieu poursuit, en 1967, par un important article de synthèse intitulé « Géographie des sols malgaches : essai synthétique », prenant en compte chacun des facteurs de pédogenèse (climat, végétation, roches-mères et matériaux originels, modelé et topographie, durée et actions humaines). L'auteur conclut : « du point de vue de l'étude des sols, Madagascar présente donc un grand intérêt géographique. On y voit réunies sur une superficie relativement restreinte à l'échelle du globe des conditions de pédogenèse extrêmement variées en milieu à la fois sec et humide ». Si une partie des prospections et les cartographies réalisées durant son séjour de six années dans la Grande Île ont trait aux régions alluviales, et lui permettent la rédaction de sa thèse (Hervieu, 1968), d'autres observations glanées durant les autres prospections, en particulier dans le sud du pays lui fournissent la matière à la première rédaction d'une synthèse originale et pionnière sur l'évolution du milieu naturel en Afrique et à Madagascar (Hervieu, 1975). Entre-temps, J. Hervieu aura récolté données et observations en Afrique, d'abord au Cameroun puis au Tchad et consulté les travaux relatifs aux autres régions du continent

africain (Afrique du Nord et Sahara, Afrique de l'Ouest, du Centre et de l'Est). C'est l'ensemble de ces informations qui constitue le corps de son interprétation paléogéographique du Quaternaire africain et malgache (HERVIEU, 1975). Cette synthèse a le mérite de relier ainsi les résultats des nombreux travaux mal connus réalisés sur les paysages malgaches par les géologues, les géographes et les pédologues avec ceux, mieux diffusés et exploités, d'Afrique.

F. Bourgeat a, quant à lui, valorisé ses travaux de terrain par de nombreux articles sur le rôle du relief dans la distribution et le fonctionnement des sols développés sur le vieux socle. En 1972, dans sa thèse, BOURGEAT a la préoccupation de situer les sols de ce socle dans une chronologie du Quaternaire. Les relations sols-géomorphologie feront l'objet d'articles en collaboration, durant et après son séjour malgache, dont certains récents (BOURGEAT *et al.*, 1973, 1975, 1979, 1995 ; BOURGEAT, 1996).

Il faut également citer (i) les travaux de P. ROEDERER sur les sols malgaches (1971) et sa contribution à la réalisation de l'*Atlas de la Grande Île*, volet Pédologie, avec F. Bourgeat (ROEDERER et BOURGEAT, 1969), (ii) les travaux de M. SOURDAT sur les sols, les formations superficielles du Sud-Ouest malgache, en particulier son étude géodynamique de 1976 et sa thèse publiée en 1977.

De même, les observations recueillies au cours de leurs prospections ont été précieuses pour les travaux ultérieurs réalisés par deux pédologues de l'Orstom. Il s'agit tout d'abord de la thèse sur les mangroves de Casamance par J. VIEILLEFON (1977) qui, à Madagascar, avait travaillé sur les plaines côtières du nord-ouest et du sud de Madagascar. C'est également le cas de J.-F. VIZIER (1982) dont les travaux réalisés à Madagascar entre 1972 et 1974 ont permis, dans sa thèse, d'étendre à une gamme de sols plus larges, en particulier concernant la matière organique, l'étude de la dynamique du fer dans les sols saturés d'eau.

Contribution à la connaissance des sols ferrallitiques

Les sols ferrallitiques qui occupent plus de la moitié de la surface de l'île et sont localisés dans leur grande majorité sur les hauts plateaux et toute la bordure orientale ont été, en particulier en ce qui concerne leur classification, un sujet constant de préoccupation et l'objet d'études et de mises au point successives. Avant même la sortie de la classification française des sols (AUBERT, 1965 ; CPCS, 1967), Bourgeat, Hervieu et Riquier profitent de la tenue d'un colloque de l'Unesco sur les latérites à Tananarive pour présenter en 1964 deux communications sur leurs conceptions de la définition, de la classification (BOURGEAT *et al.*, 1964) et de l'histoire (RIQUIER et BOURGEOIS, 1966) des sols ferrallitiques malgaches. Alors que le projet de classification des sols ferrallitiques dans leur ensemble est présenté par G. AUBERT et P. SÉGALEN en 1966, J. RIQUIER (1966) expose, dans le même numéro des *Cahiers de pédologie de l'Orstom,* une classification des sols ferrallitiques malgaches originale qui repose sur cinq processus expliquant la grande diversité des profils pédologiques de ces sols rencontrés à Madagascar et qui pourraient être pris en considération (et le seront ultérieurement) dans d'autres régions tropicales. Mais la publication récente de

la classification française, admise par les pédologues français, ne permet pas l'adoption de cette classification pour les sols ferrallitiques. Toutefois, les critères utilisés à Madagascar pour les trois sous-classes proposées par l'auteur (sols ferrallitiques gibbsitiques, kaoliniques, faiblement ferrallitiques) conduisent à une bonne compréhension de la distribution et du fonctionnement de ces sols. De plus, ces critères appliqués aux sols ferrugineux et fersiallitiques permettent de les séparer des sols ferrallitiques *s.s.*

Au cours de son séjour malgache, P. SÉGALEN a observé et étudié un grand nombre de sols ferrallitiques. Il écrit un article sur l'existence des sols latéritiques bruns en 1954 puis expose les propriétés morphologiques, analytiques et minéralogiques des différents sols ferrallitiques développés sur les différentes roches volcaniques de l'île dans sa thèse (SÉGALEN, 1957).

F. BOURGEAT et G. AUBERT (1972) résument les principales observations des nombreux pédologues qui se sont succédé à Madagascar concernant les sols ferrallitiques, précisent les caractères de ces sols et leurs aptitudes et proposent un nouvel essai de classification.

Bien plus tard, à la fin de sa carrière scientifique, P. Ségalen reprendra et synthétisera l'ensemble de ses connaissances et interprétations pédologiques sur les sols ferrallitiques et leur répartition géographique mondiale dans un volumineux ouvrage en trois tomes (SÉGALEN, 1994-1995). Dans le tome 3 intitulé « Les sols ferrallitiques en Afrique et en Extrême-Orient, Australie et Océanie » (SÉGALEN, 1995), il consacre un chapitre entier de 15 pages à la distribution, aux caractéristiques et à la pédogenèse de ces sols à Madagascar.

La thèse de F. SOUBIÈS (1974) apporte une importante contribution à la pédogenèse ferrallitique dans les domaines de la minéralogie et de l'évolution géochimique des matériaux.

Contribution à l'étude des andosols

C. Zebrowski a le premier reconnu et étudié les andosols malgaches. Ces sols qui avaient été reconnus dans diverses régions du monde par les pédologues de l'Orstom (Équateur, Nouvelles-Hébrides et Cameroun) n'apparaissaient pas sur la carte au 1/1 000 000 de RIQUIER *et al.* (1968) et dans la liste des sols de la synthèse géographique de J. HERVIEU (1967). Une première étude distingue deux types d'andosols différents sur les roches volcaniques des hauts plateaux (ZEBROWSKI, 1971). Les sols de l'Itasy formés sur scories d'âge récent ont des caractères de sols peu évolués. Leurs teneurs en produits amorphes sont élevées, mais d'autres caractères, comme la rétention en eau, ne sont pas ceux des andosols plus évolués. Les sols de l'Ankaratra formés sur un matériel altéré sont au contraire très évolués. Ils possèdent peu de produits amorphes mais une capacité de rétention pour l'eau et une dessication irréversible caractéristiques des andosols. Leur épais horizon organique est dû au climat humide d'altitude.

Un second article (ZEBROWSKI, 1975) expose les propriétés de certains sols développés sur des formations volcaniques des hauts plateaux (région

d'Antsirabe) qui, contrairement aux sols précédents doivent être rattachés aux sols ferrallitiques. Mais ces sols ont une propriété caractéristique originale : ils sont dépourvus de minéraux argileux. La pédogenèse agressive (climat et perméabilité de la roche-mère) favorise la lixiviation de la silice qui, éliminée, ne peut contribuer à la genèse des minéraux argileux.

Cette connaissance des andosols acquise à Madagascar servira à l'expérience que C. Zebrowski développera dans le domaine des sols issus des roches volcaniques dans les différents pays où il aura ensuite à travailler (Équateur, Mexique...).

Contribution à l'étude de l'érosion

J. RIQUIER (1954, 1955, 1958) est le premier à avoir étudié les phénomènes d'érosion fréquents et diversifiés dans la Grande Île et en particulier leur forme ravinante sévère, les « lavakas ». Son expérience malgache lui sera utile lorsqu'il fut détaché à la division de conservation des sols de la FAO à Rome. On peut citer les importants travaux et expérimentations sur parcelles du CTFT (SARRAILH, 1975) sans l'implication de l'Orstom, et plus tard les travaux de E. Roose et collaborateurs (ROOSE et SARRAILH, 1989-1990 ; ROOSE, 1995 ; ROOSE *et al.*, 1998).

Pour l'établissement des bilans de carbone à la parcelle, le ruissellement et l'érosion font l'objet de recherches actuellement dans le cadre du programme « Séquestration du carbone et biofonctionnement des sols de Madagascar » qui sera traité plus loin.

Contribution à la géochimie des sols

Plusieurs pédologues se sont particulièrement intéressés aux composants géochimiques des sols malgaches : SÉGALEN (sur la gibbsite, 1956 a), HERVIEU et NALOVIC (1965) puis ce dernier (1969 a, b) sur les éléments traces, SOUBIÈS (1974, thèse) et SOUBIÈS et GOUT (1987), TRINH (1976 a et b sur l'aluminium).

Contribution à l'étude de la matière organique et de la microbiologie du sol

Si la plupart des pédologues ayant travaillé à Madagascar se sont préoccupés peu ou prou de la matière organique des sols, certains en ont fait un sujet d'étude particulier. Il s'agit de C. Ratsimbazafy pour l'étude de la matière organique des sols hydromorphes (RATSIMBAZAFY, 1973 a, b ; DUPUIS et RATSIMBAZAFY, 1977), et de R. V. Raharinosy pour l'étude des relations matière organique et phosphore (RAHARINOSY, 1983, 1996).

Les premiers travaux sur la microbiologie des sols malgaches sont à attribuer à C. Moureaux qui, après avoir effectué de multiples prospections de cartographie (MOUREAUX, 1956 a), en particulier avec J. Riquier (RIQUIER *et al.*, 1952, 1968), s'est ensuite préoccupé de la fertilité des sols et des indicateurs microbiens de celle-ci (MOUREAUX, 1956 b ; 1957 a, b ; 1959 ; MOUREAUX et TOUSSAINT, 1972). Y. Dommergues publiera de très nombreux articles sur la microbiologie des sols

malgaches forestiers (DOMMERGUES, 1952 a, b ; 1953 c, d ; 1954 a, b, c, d, e, f ; DOMMERGUES et MOUREAUX, 1954) et agricoles (DOMMERGUES, 1953 a, b) en vue de leur conservation ou restauration.

De nombreuses recherches sur la matière organique, la microbiologie et la faune des sols sont en cours dans le cadre du programme « Séquestration du carbone et biofonctionnement des sols de Madagascar ».

Les travaux de recherche récents (depuis 1994)

Aucune affectation de pédologues de l'Orstom n'a eu lieu à Madagascar de 1974 à 1993. C'est en 1994 que la coopération reprendra pour la pédologie avec les institutions de recherche malgaches, d'abord avec l'affectation de Michel Sourdat puis le développement d'importants programmes de recherche :

– « Gestion des espaces ruraux et environnement à Madagascar (Gerem) en deux phases : Tulear puis Fianarantsoa » ;

– « Valorisation des données pédologiques de Madagscar » ;

– « Séquestration du carbone et biofonctionnement des sols ».

Programme Sourdat (1994-1995)

Lors de son séjour précédent (1965-1974), M. Sourdat avait constaté toutes sortes d'atteintes récentes à l'intégrité de la nature et des infrastructures : recul de la forêt et du bush, dégradation des savanes, raréfaction de la faune, érosion, ensablement ou salinisation de terroirs fertiles, tarissement des puits et sources, divagation des fleuves, destruction de pistes, de ponts, de réseaux d'irrigation, etc. Intéressé de voir si ces atteintes ne s'étaient pas étendues et radicalisées, si les pratiques actuellement (en 1994) en vigueur étaient propres à les limiter ou à les généraliser et quelles étaient les parts respectives et les interactions des facteurs naturels et anthropiques, il intègre le projet de E. Fauroux : « L'homme et la forêt » et revient à Madagascar en mai 1994. Il y restera deux ans. Il effectue diverses tournées avec les équipes d'autres projets en cours, Despam et Mangroves dans l'Extrême-Sud, l'Ouest et le Sud-Ouest, son rôle étant d'initier les membres de ces équipes à la perception des paysages.

Gestion des espaces ruraux et environnement à Madagascar (Gerem) à Tulear et Fianarantsoa

Phase Gerem-Tulear (1998-2003)

Madagascar subit une déforestation préoccupante. Entre 1950 et 1993 la superficie de la forêt primaire de l'île aurait diminué de 5 millions d'hectares, soit à

un rythme moyen de plus de 100 000 ha/an. Dans le Sud-Ouest, cette situation s'est aggravée par la péjoration climatique et l'afflux de migrants. La pression de ceux-ci s'exerce principalement sur la forêt. La culture du maïs se pratique sans travail du sol après défriche et brûlis. Le problème qui se pose est donc celui de la viabilité et durabilité d'un tel système, compte tenu de l'évolution du milieu physique et humain et des ressources.

Les objectifs généraux du programme Gerem sont les suivants : compréhension des processus interactifs entre les systèmes de production et les systèmes écologiques, modélisation de ces processus ; recherche simultanée d'indicateurs écologiques de l'évolution des milieux et d'indicateurs opérationnels de gestion des espaces ruraux. Finalement, il s'agit de répondre à la question suivante : les savanes contiguës aux forêts du SO malgache sont-elles d'origine anthropique ou non (pédoclimatiques par exemple) ?

L'intervention de la pédologie IRD, demandée par les participants, agronomes et écologues du projet Gerem, se fera par deux missions de J.-C. Leprun (avril-mai 1998, oct.-nov. 2000). Les premiers résultats déjà obtenus par le projet Gerem avant la première mission pédologique laissaient apparaître les tendances suivantes : importance du rôle du feu et du pastoralisme dans l'évolution après l'abandon cultural, évolution orientée vers la savane et non vers le retour à la forêt. Les objectifs et attendus des missions d'appui pédologique doivent aider (i) à caractériser les sols sur lesquels sont établis les différents faciès régionaux de végétation : forêts, abandons culturaux d'âges différents, savanes boisées, savanes herbeuses ; (ii) à identifier les indicateurs relatifs au sol et croiser ces indicateurs avec les descripteurs biologiques et culturaux ; et (iii) à situer l'importance des facteurs pédologiques et des transformations des horizons supérieurs (physiques, chimiques et biologiques) dans le processus de savanisation.

Ces objectifs ont été atteints. L'étude complète de plusieurs transects de sols (description, analyses, interprétations) a apporté une aide précieuse aux autres volets du projet. Parmi les principaux résultats publiés concernant les sols, on peut citer : Milleville *et al.* (1999), Grouzis *et al.* (2001), Lasry *et al.* (2004), Leprun (2005), Leprun *et al.* (2009), Blanc-Pamard *et al.* (2005). Ces données ont servi ensuite aux différents travaux de synthèses et thèses des étudiants malgaches.

Phase Gerem-Fianarantsoa (2003-2006)

L'objectif scientifique du programme Gerem-Fianarantsoa est d'apporter un éclairage sur les interactions nature-sociétés à Madagascar dans la région des Hautes Terres malgaches où les enjeux environnementaux et de lutte contre la pauvreté sont très prégnants, en particulier dans le cadre de réserves forestières protégées et parcs nationaux. Les enjeux de conservation eux-mêmes dépassent la seule conservation de la biodiversité animale et végétale que ces espaces abritent, mais concernent aussi, par exemple, la production durable de bois pour des artisans locaux au savoir-faire réputé ou pour l'export, divers produits comme le miel, les bambous, les plantes médicinales, ou encore la fourniture de différents « services écosystémiques » comme la lutte contre l'érosion, la conservation des sols et des eaux, la séquestration de carbone, etc. Enfin, ces « forêts

primaires » portent des valeurs esthétique, patrimoniale, symbolique et identitaire, qui justifient aussi des mesures de protection, la participation des populations riveraines à leur gestion, et l'aménagement de sites touristiques.

Cette problématique a justifié l'investissement conjoint de diverses disciplines (écologie, agronomie, pédologie, sciences humaines) autour de trois thématiques principales abordées à différentes échelles de temps et d'espace en pays Betsileo et Tanala. L'ensemble des travaux a été publié dans l'ouvrage de synthèse du programme Gerem (SERPANTIÉ *et al.*, 2007 b) et a fait l'objet de multiples publications.

Comme supports des écosystèmes, enjeux d'environnement (érosion, séquestration de carbone), enjeux socio-économiques (accaparement et mise en valeur de types pédologiques particuliers – terres de bas-fonds notamment), et enfin, objets de savoirs locaux, les sols ont été un domaine d'étude incontournable pour les agronomes, écologues et sciences humaines, en collaboration avec des pédologues du Fofifa (Bruno Ramarorazana et Jean-Louis Rakotomanana) et de l'IRD (Alain Albrecht). Trois aspects ont été abordés :

– la répartition (à plusieurs échelles) et les propriétés générales des sols dont on a recherché des liaisons éventuelles avec les types de végétation (cultures, pâturages et stades de reconstitutions forestière) et les structures environnementales (variations climatiques, topographie, grands types de végétation, lisières du corridor). Une base de données d'une vingtaine de toposéquences et d'une centaine de profils pédologiques, décrits et partiellement analysés a été construite (SERPANTIÉ *et al.*, 2007 b) ;

– l'évaluation de l'érosion et sa perception par les sociétés locales. Les Tanala sont avant tout des essarteurs, provoquant par leurs pratiques récurrentes de culture sur brûlis ou *tavy* le recul progressif de la forêt. Les Betsileo sont avant tout riziculteurs, mais aménagent les pentes des collines pour la culture du manioc, réputée propice à l'érosion. Ces pratiques auxquelles s'ajoutent les conditions du milieu naturel, de fortes pentes et une pluviométrie élevée, désignent ces régions comme propices à l'apparition de phénomènes érosifs. Parallèlement à une étude sur l'érosion potentielle et réelle en contexte de pratiques agricoles paysannes, une recherche a été développée sur les pratiques et les savoirs paysans qui permettent de gérer ce risque. Les Tanala distinguent l'érosion de cause naturelle, qui a peu d'impact immédiat et est très peu prévisible (glissements de terrain liés aux cyclones) de l'érosion anthropique après une série de mises en culture et de feux, qui peut modifier les sols à long terme et donner naissance à des processus érosifs visibles, mais seulement progressivement. Il n'existe donc pas de lutte ouverte contre l'érosion mais la pratique du *tavy* comporte de multiples précautions, notamment le non-labour, le non-dessouchage, la coupe systématique des arbres, le choix du terrain, qui préviennent une érosion dramatique et peuvent être considérées comme des formes de gestion passive du problème. En revanche, le paysan tanala est conscient de l'érosion sévère que pourraient provoquer des pratiques comme le labour et le terrassement dans les conditions du milieu physique propre au pays tanala, alors que ces pratiques sont non seulement nécessaires mais possibles sans risque en pays betsileo où,

de surcroît, de véritables stratégies actives de lutte anti-érosive, pour une grande part anciennes, sont observées (RAKOTOSON *et al.*, 2007, 2009) ;
– les stocks de carbone des sols sous différents modes de gestion des écosystèmes ont été particulièrement étudiés notamment dans l'idée de mieux comprendre les enjeux liés à la reforestation des savanes sur la séquestration du carbone. Parmi les résultats originaux obtenus, l'afforestation des savanes de lisière avec des espèces exotiques à croissance rapide réduit significativement les stocks de carbone du sol, réduction cependant largement compensée par le carbone contenu dans la biomasse végétale (RAZAFINDRAMANANA *et al.*, 2007).

Valorisation des données pédologiques anciennes (2003-2006) : « Valsol-Madagascar »

Suite aux travaux menés dans Gerem-Tulear, et dans l'objectif de capitaliser les données des profils types des unités pédologiques malgaches et faire une notice explicative, réactualisée, documentée et utile de la carte des sols au 1/1 000 000 de J. RIQUIER *et al.* (1968), le stage d'un jeune universitaire malgache, Natanaela Rakotondranaly, a été acquis grâce à l'octroi d'une bourse de l'IRD pour une formation aux SIG et bases de données. Le stage s'est déroulé sur cinq mois en 2002 et 2003 et le stagiaire encadré par H. Le Martret et J.-C. Leprun. Finalement, la carte pédologique a été numérisée par l'équipe de l'US Valpédo de Bondy (dir. P. Faure) et une bibliographie exhaustive des travaux pédologiques à Madagascar a été initiée, conduisant à ce jour à l'inventaire de 339 références Orstom et 196 références Iram et IRSM.

À partir de 2006, un nouveau programme a été signé pour la période 2006-2008 entre l'US Valpédo de l'IRD, le Fofifa et l'université de Fianarantsoa (faculté des sciences, laboratoire MIS du département de Mathématiques et Informatique pour les sciences sociales) pour la prise en main totale de la base de données Valsol-Madagascar en termes de saisie et d'utilisation des données ainsi que pour la gestion et l'évolution de cette base. Ont participé à ce projet :
– du côté IRD : A. Beaudou, J.-C. Leprun, M. Brossard (chercheurs, en mission), H. Le Martret (ingénieur, en mission), V. Pajot (géomaticien VSI ; en affectation) ;
– du côté du Fofifa : L. Razafinjara (pédologue, directeur du laboratoire des sols), R. Andriantahina (pédologue, responsable local).

Les résultats à ce jour sont :
– la numérisation de 22 cartes pédologiques (13 au 1/200 000, 8 au 1/100 000 et 1 au 1/50 000), l'ensemble représentant 18 % du territoire malgache ;
– l'établissement, par J.-C. Leprun, de la notice de la carte pédologique de Madagascar à l'échelle du 1/1 000 000.

Séquestration du carbone et biofonctionnement des sols (2002-2008)

Ce projet a débuté en 2002 en collaboration principale entre l'IRD (Unité en 2008 « Séquestration du carbone et biofonctionnement des sols » dirigée par J. L. Chotte), et l'université d'Antananarivo (Laboratoire des radio-isotopes,

Service de radioagronomie dirigé par L. Rabeharisoa). En 2008, l'équipe comprenait : quatre enseignants-chercheurs malgaches (L. Rabeharisoa, T. Razafimbelo, T. Rafolisy, L. Zakariasy), trois chercheurs et un ingénieur IRD (A. Albrecht, L. Chapuis-Lardy, D. Masse, C. Grinand), des techniciens malgaches et de nombreux étudiants en stages de maîtrise, DEA et thèses, soit au moins une vingtaine de personnes. D'autres collaborations ont été mises en œuvre avec le Fofifa (laboratoire des sols dirigé par L. Razafinjara) et le Cirad (dans le cadre de l'UPR SCRID).

L'objectif de ce programme est de caractériser les modes d'utilisation des sols et de gestion des ressources organiques qui ont un potentiel de séquestration du carbone. Une attention particulière est portée sur les activités biologiques contrôlant la protection du carbone du sol et les émissions de N_2O. Afin de quantifier les potentialités des systèmes étudiés en termes de séquestration du carbone, les actions suivantes sont mises en œuvre :

– évaluation des stocks de carbone selon le mode de gestion des sols, avec une spatialisation des stocks dans certains sites et à l'échelle nationale ;

– évaluation *in situ* et au laboratoire des émissions de N_2O et rôle des déterminants biologiques (bactéries et macrofaune) ;

– évaluation des pertes en carbone par érosion, et des éléments nutritifs associés, avec une attention particulière aux pertes en phosphore ;

– localisation du carbone stocké et rôle des intrants organiques et des activités biologiques ;

– recherche de bioindicateurs de l'état du sol et de la séquestration du carbone.

Les systèmes étudiés, ou en cours d'étude, sont les systèmes de semis direct sous couvertures végétales (SCV), les systèmes de plantations sylvicoles (Eucalyptus), les systèmes à base de fumure organique en agriculture périurbaine, les systèmes d'exploitation écologique des milieux forestiers, les systèmes à base de canne à sucre.

Parmi les nombreux résultats obtenus, on peut citer :

– publication d'une carte des stocks de carbone des sols à l'échelle de l'île élaborée à partir d'une base de données montée en collaboration avec le Fofifa et l'Unité IRD Valpedo (Grinand *et al.*, 2009) ;

– la quantification et les processus du stockage de C dans divers types de sols selon le mode de gestion des terres, en particulier en systèmes de semis direct sous couvertures végétales. Ce sont entre 0 et 1,5 tC/ha/an qui peuvent être stockés selon les systèmes SCV et l'environnement pédoclimatique (Razafimbelo *et al.*, 2006, 2008, 2009 ; Grandière *et al.*, 2007 ; Coq *et al.*, 2007) ;

– la quantification et les processus des émissions de N_2O liés aux changements de pratiques en SCV : un potentiel d'émission non négligeable en SCV pour les sols argileux étudiés, mais des émissions réelles faibles (Chapuis-Lardy *et al.*, 2009 a ; Rabenarivo *et al.*, 2009 ; Baudouin *et al.*, 2009) ;

– l'analyse des déterminants biologiques du cycle biogéochimiques du phosphore P dans les sols malgaches (Chapuis-Lardy *et al.*, 2009 b ; Rabeharisoa *et al.*, 2009) ;

– la recherche d'indicateurs biologiques d'état du sol (Rabary *et al.*, 2008) ;

– l'effet positif des pratiques SCV sur le ruissellement et l'érosion (Muller *et al.*, 2006 a, b ; Douzet *et al.*, 2010).

Enfin, deux thèses ont été soutenues, T. Razafimbelo en 2005 et B. Rabary en 2008, et quatre sont en cours (H. Razakamanarivo, N. Razafindramanana, V. Falinirina, M. Rabenarivo).

Conclusion

La recherche sur les sols à Madagascar depuis 1947 (création de l'IRSM) a finalement comporté trois grandes périodes :
– la première période (environ 1947-1970) a surtout été centrée sur l'inventaire, par les chercheurs de l'IRSM et de l'Orstom, des différents types de sols, leur classification, leur cartographie et leur processus de formation. Cette activité de recherche s'est poursuivie par des synthèses au-delà de cette période ;
– parallèllement, mais surtout à partir de 1960 jusqu'à 1994, de très nombreux travaux de cartographie à grande échelle et de pédologie appliqués à la mise en valeur des terres et à des études d'irrigation et de fertilisation, ont été développés de manière prépondérante par les chercheurs de l'Iram et du Fofifa ;
– à partir de 1994 et jusqu'à nos jours, les recherches, tout en restant fondamentales, visent à répondre à des questions à caractère environnemental : déforestation, érosion, effet de serre, tout en continuant à alimenter, par les données recueillies, une réflexion sur tout ce qui touche à la productivité des terres dans le cadre socioéconomique actuel. Ces recherches sont menées par des équipes mixtes, constituées à la fois de chercheurs étrangers (français en particulier, et majoritairement de l'IRD et du Cirad) et de chercheurs nationaux, et avec le souci majeur de (i) participer à la formation universitaire par l'encadrement de mémoires d'ingénieurs, de masters et thèses, (ii) de soutenir, autant que possible et sous des formes diverses, les équipes nationales de recherche.

Si la recherche en pédologie à Madagascar a été largement le fait des institutions étrangères (françaises, en particulier) jusqu'aux années 1970, elle est actuellement très clairement entre les mains de l'université et des institutions de recherche malgaches, avec l'émergence de quelques équipes qui s'associent à des institutions étrangères et commencent à émerger sur la scène internationale.

Remerciements

Nos remerciements à A.-L. Viala (ex-US « Valpédo ») pour la collecte et la mise en forme de la bibliographie exhaustive des travaux pédologiques Orstom à Madagascar.

Bibliographie

Asio V. B.
2005 – Comments on "Historical development of soil and weathering profile concepts from Europe to the United States of America". *Soil Science Society America Journal*, 69 : 571-572.

Atlas de Madagascar
1969 – Préparé par F. Le Bourdiec, R. Batistini et. P. Le Bourdiec Tananarive, BDPA-IGN. Notice et carte (1/400 000) de pédologie par P. Roederer et F. Bourgeat, planche 16, 2 p.

Aubert G.
1938 – La pédologie dans la France d'outre-mer. Comptes rendus du congrès de la Recherche scientifique dans les Territoires d'outre-mer (Paris, septembre 1937). Exposition internationale de Paris, 1937. Paris, *Association Colonies-Sciences* : 256-259.

Aubert G.
1941 – *Les sols de la France d'outre-mer.* Paris (France), Imprimerie Nationale, coll. de Monographies et Mises au point, 89 p., 20 tabl.

Aubert G.
1955 – L'étude des sols de la France d'outre-mer. *Comptes rendus de l'Académie d'agriculture de France*, 41 : 581-585, bibl., tabl.

Aubert G.
1965 – Classification des sols. Tableaux des classes, groupes et sous-groupes utilisés par la section de pédologie de l'Orstom. *Cah. Orstom, sér. Pédol.*, III : 269-288.

Aubert G., Ségalen P.
1966 – Projet de classification des sols ferrallitiques. *Cah. Orstom, sér. Pédol.*, VI (4) : 97-112.

Baudoin E., Philippot L., Cheneby D., Chapuis-Lardy L., Fromin N., Bru D., Rabary B., Brauman A.
2009 – Direct seeding mulch-based cropping increases both the activity and the abundance of denitrifier communities in a tropical soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 41 : 1703-1709.

Besairie H.
1934 a – *Les sols de la Basse Menarandra.* Tananarive.

Besairie H.
1934 b – *Cartes géologiques de reconnaissance (Ihosy Nord, Bealanana, Ambanja).* Tananarive. (Cité par Aubert 1941).

Besairie H.
1935 a – L'étude des sols à Madagascar. *Bulletin Économique gouvernement général Madagascar et dépendances* (Nouvelle Série), n° 4, 4e trimestre : 296-297.

Besairie H.
1935 b – Principaux types de sols de Madagascar. *Congrès des Mines et de Géologie Appliquée*, Paris, tome II : 621-627.

Besairie H.
1935 c – Les sols de la Basse Menarandra. *Annales Géologiques du Service des Mines Madagascar*, fasc. 5, Tananarive. (Cité par Aubert 1941).

Besairie H.
1935 d – Les sols de la région d'Ampotaka. *Annales Géologiques du Service des Mines Madagascar*, fasc. 5, Tananarive. (Cité par Aubert 1941).

Besairie H.
1937 a – Contribution à l'étude des sols de Madagascar. *Annales Géologiques du Service des Mines Madagascar*, fasc. 7, Tananarive. (Cité par Aubert 1941).

Besairie H.
1937 b – Altération des roches et formations des sols de Madagascar. *Bulletin Association Française pour l'Étude du Sol,* tome III : 15-20.

Besairie H.
1937 c – Les sols de Madagascar. Recherches sur le sol. *Supplément aux Comptes rendus de l'Association Internationale de Science du Sol*, tome V, n° 3 : 200-221, 5 cartes.

Besairie H.
1939 – L'altération des roches et la formation des sols de Madagascar « Étude des altérations superficielles ». *Bureau Études Géologiques et Minières Coloniales*, 12, 4 cartes, Paris : 75-104.

Blanc-Pamard C., Milleville P., Grouzis M., Lasry F., Razanaka R.
2005 – Une alliance de disciplines sur une question environnementale : la déforestation en forêt des Mikea (sud-ouest de Madagascar). *Nature, Sciences et Sociétés*, 13 : 7-20.

Bourgeat F.
1972 – *Sols sur socle ancien à Madagascar : types de différenciation et interprétation chronologique au cours du Quaternaire.* Paris (France), Orstom, 340 p., bibl., cart. dont 1 dépl. h.t., ill., tabl. n° 57. Thèse ès sciences naturelles, Mémoires Orstom.

Bourgeat F.
1996 – « Les grandes unités pédo-morphologiques dans la région de Morondava ». *In* Ganzhorn J. U. (ed.), Sorg J.-P. (ed.) : *Ecology and economy of a tropical dry forest in Madagascar Primate Report (DEU)* : 21-31.

Bourgeat F., Hervieu J., Riquier J.
1964 – *Présentation de quelques profils de sols ferrallitiques : étude du milieu pédogénétique dans les environs de Tananarive.* IRSM (Institut de recherche scientifique de Madagascar), Tananarive (Madagascar). Colloque Unesco, [s.l.]. 87 p., 4 ill., 46 réf., tabl., 2 cart., éch. 1/500 000.

Bourgeat F., Aubert G.
1972 – Les sols ferrallitiques à Madagascar. *Revue de Géographie de Madagascar*, 20 : 1-23, ill., 31 réf.

Bourgeat F., Huynh Van Nhan G., Vallerie M., Vicariot F.
1973 – Relations entre le relief, les types de sols, et leurs aptitudes culturales sur les hautes terres malgaches. *Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture de France*, 59 (10) : 773-780, 4 réf., tabl.

Bourgeat F., Zebrowski C., Huynh Van Nhan G., Vicariot F.
1975 – Relations entre le relief, les types de sols et leurs aptitudes culturales sur les Hautes Terres malgaches. *Terre Malgache (Tany Malagasy)*, 17 : 183-217, 7 ill., 8 réf., 13 tabl.

Bourgeat F., Sourdat M., Tricart J.
1979 – Pédogénèse et morphogénèse d'après des exemples à Madagascar. *Revue de Géographie*, 35 : 9-54, 4 tabl.

Bourgeat F., Randriamboavonjy J.-C., Sourdat M.
1995 – Les unites pédomorphologiques à Madagascar : les facteurs de pédogenèse, potentialités et contraintes régionales Akon'ny Ala. *Bulletin du Département des Eaux et Forets de l'Essa (Madagascar)*, 17 : 40-49, bibl., ill.

CCTA
1964 – *Carte d'Afrique au 1/5 000 000 incluant Madagascar.*

Ceget
1975 – *Atlas des Départements d'outre-mer. 1. Atlas de la Réunion.* Paris, CNRS, IGN, 102 p., 37 pl.

Chapuis-Lardy L., Metay A., Martinet M., Rabenarivo M., Toucet J., Douzet J. M., Razafimbelo T, Rabeharisoa L., Rakotoarisoa J.
2009 a – Nitrous oxide emissions from Malagasy agricultural soils. *Geoderma*, 148 : 421-427.

Chapuis-Lardy L., Ramiandrisoa R. S., Randriamanantsoa L., Morel C., Rabeharisoa L., Blanchart E.
2009 b – Modification of P availability by endogeic earthworms (Glossoscolecidae) in Ferralsols of the Malagasy Highlands. *Biology and Fertility of Soils*, 45 : 415-422. DOI 10.1007/s00374-008-0350-y.

Claisse G., Riquier J.
1946 – *Étude des sols de la basse vallée du Mandrare.* Tananarive (Madagascar), IRSM (Institut de recherche scientifique de Madagascar), 9 p.

Coq S., Barthès B. G., Oliver R., Rabary B., Blanchart E.
2007 – Earthworm activity affects soil aggregation and organic matter dynamics according to the quality and localization of crop residues – An experimental study (Madagascar). *Soil Biology and Biochemistry*, 39 : 2119-2128.

CPCS
1967 – *Classification des sols. Travaux CPCS 1963-1967.* Rapp. Mult., 96 p.

Decary R.
1926 – Les roches éruptives post-liasiques dans les régions de Maromandia et de l'Ankaizina (contribution à l'étude des sols). *Bulletin Économique de Madagascar*, 26e année, 2e semestre : 73-76.

Delenne M., Pelletier F. *et al.*
1980 – *Conditions géographiques de la mise en valeur agricole de Madagascar. Potentiel des unités physiques. 3 coup. au 1/1 000 000.* Paris, Orstom.

Dommergues Y.
1952 a – Influence du défrichement de forêt suivi d'incendie sur l'activité biologique du sol. *Mémoires de l'Institut scientifique de Madagascar. Série D : Sciences de la Terre*, 4 (2) : 273-296, 2 réf., 13 tabl.

Dommergues Y.
1952 b – L'analyse microbiologique des sols tropicaux acides. *Mémoires de l'Institut scientifique de Madagascar. Série D : Sciences de la Terre*, 4 (2) : 169-181, 9 réf., 6 tabl.

Dommergues Y.
1953 a – Influence de différents types de fumure sur l'activité bactériologique du sol. *Mémoires de l'Institut scientifique de Madagascar. Série D : Sciences de la Terre*, 5 : 337-351, réf., tabl.

Dommergues Y.
1953 b – Influence de la fumure des plants d'*Eucalyptus robusta* sur la croissance de cette essence et sur l'activité biologique du sol : interprétation de l'analyse bactériologique des sols. *Mémoires de l'Institut scientifique de Madagascar. Série D : Sciences de la Terre*, 5 : 315-325, réf., tabl.

Dommergues Y.
1953 c – Note précisant la biologie de l'*Azotobacter indicum* ainsi que sa répartition à Madagascar. *Mémoires de l'Institut scientifique de Madagascar. Série D : Sciences de la Terre*, 5 : 327-335, réf., cart., ill.

Dommergues Y.
1953 d – Rôle de la couverture du sol dans le maintien de l'accroissement de son activité biologique. *Mémoires de l'Institut scientifique de Madagascar. Série D : Sciences de la Terre*, 5 : 327-335, réf., tabl.

Dommergues Y.
1954 a – Aperçu sur l'application des méthodes biologiques à l'étude des sols africains. *Bois et Forêts des Tropiques*, 38 : 13-21.

Dommergues Y.
1954 b – Action du feu sur la microflore de sols de prairie. *Mémoires de l'Institut scientifique de Madagascar. Série D : Sciences de la Terre*, 6 : 149-158, réf., tabl.

Dommergues Y.
1954 c – La microbiologie appliquée à l'étude de la conservation des sols. *Mémoires de l'Institut scientifique de Madagascar. Série D : Sciences de la Terre*, 6 : 105-113.

Dommergues Y.
1954 d – Modification de l'équilibre biologique des sols forestiers. *Mémoires de l'Institut scientifique de Madagascar. Série D : Sciences de la Terre*, 6 : 115-148, réf., tabl.

Dommergues Y.
1954 e – Variations saisonnières de l'activité biologique des deux types de sol du parc de Tsimbazaza-Tananarive. *Mémoires de l'Institut scientifique de Madagascar. Série D : Sciences de la Terre*, 6 : 159-168, réf., tabl.

Dommergues Y.
1954 f – Biologie des sols forestiers du centre et de l'est de Madagascar. [s.n.]. Actes et comptes rendus du 5e congrès international de la Science du sol, [s.l.], 16-21 août 1954, Léopoldville (Zaïre) : 24-28, 9 réf.

Dommergues Y., Moureaux C.
1954 – État des recherches de microbiologie du sol à Madagascar. [s.n.]. Acte et comptes rendus du 5e congrès international de la Science du sol, [s.l.], 16-21 août 1954, Léopoldville (Zaïre) : 29-32.

Douzet J.-M., Scopel E., Muller B., Rakotoarisoa J., Albrecht A., Drazafindramanana N. C.
2010 – Effets des systèmes de cultures en semis direct avec couverture végétale sur le ruissellement et l'érosion des cultures pluviales des Hautes terres de Madagascar. *Étude et Gestion des Sols*, 17(2) : 131-142.

Dupuis T., Ratsimbazafy C.
1977 – Contribution à l'étude de la matière organique humifiée de sols hydromorphes de Madagascar et de ses formes de liaison avec le fer. *Cah. Orstom, sér. Pédol.*, XV (2) : 143-156, bibl., ill., tabl.

Erhart H.
1926 a – *Étude agrologique des sols de Madagascar. L'influence de l'origine géologique et des facteurs extérieurs sur la formation et la valeur culturale des terres latéritiques de l'est de Madagascar.* Libr. Larose.

Erhart H.
1926 b – Note préliminaire sur les sols de l'Itasy. *Bull. Econ. Madagascar*, 23e année, n° 2 (deuxième semestre) : 69-72.

Erhart H.
1926 c – Concentrations en ions H+ dans quelques terres latéritiques de Madagascar. *Revue de Botanique Appliquée et d'Agriculture Tropicale*, tome VI, n° 54 (28 février) : 88-92.

Erhart H.
1927 – Sur les possibilités d'amélioration des terrains latéritiques de Madagascar des sols de Madagascar. *Bulletin de l'Académie Malgache*, nouvelle série, tome 10 : 26-28 (imprimé en 1928).

Erhart H.
1929 a – Rapport préliminaire sur une mission à Madagascar. *Actes et Comptes rendus Association Colonies-Sciences*, 5e année, n° 54 : 21-31.

Erhart H.
1929 b – Sur la nature et l'origine géologique des sols de Madagascar. *Comptes rendus Académie des Sciences*, 188 : 1561-1563.

Erhart H.
1935 – *Traité de pédologie. T. 1 : Pédologie générale*. Strasbourg, Institut pédologique, 260 p.

Erhart H.
1937 – *Traité de pédologie. T. 2 : Pédologie agricole*. Strasbourg, Institut pédologique, 203 p.

Fallou F. A.
1862 – *Pedologie oder allgemeine und besondere Bodenkunde*. Dresden, G. Schönfeld's Buchhandlung, 487 p. + figures.

FAO-Unesco
1974 – *Carte mondiale des sols au 1/5 000 000. Légende*. Rome, 62 p.

FAO
1990 – *FAO-Unesco Soil map of the World. Revised legend. Soils Bulletin 60*. FAO, Rome, 119 p.

Feller C., Blanchart E., Jabiol B., Greve M. H.
2005 – « Quand l'humus est à l'origine de la pédologie. 1. Les travaux du forestier danois P. E. Müller (1840-1926) ». *In* Feller C., Legros J. P. (eds) : n° Spécial « Histoires d'hommes et de concepts en Science du Sol », *Étude et Gestion des Sols*, 12 : 101-122.

Feller C., Blanchart E., Herbillon A., Leprun J.-C., Poss R.
2007 – L'importance des recherches coloniales, en particulier à Madagascar, dans le développement de la pédologie française. *Étude et Gestion des Sols*, 14 (4) : 305-315.

Feller C., Aeschlimann J. P., Frossard E., Lutz V.
2008 – Friedrich Albert Fallou (1794-1877) et sa « Pedologie ». La préface de l'ouvrage. *Étude et Gestion des Sols*, 15 (2) : 131-137.

Gleizes M.
1985 – *Un regard sur l'Orstom 1943-1983.* Paris, Orstom, 122 p.

Grandière I., Razafimbelo T., Barthes B., Blanchart E., Louri J., Ferrer H., Chenu C., Wolf N., Albrecht A., Feller C.
2007 – Distribution granulo-densimétrique de la matière organique dans un sol argileux sous semis direct avec couverture végétale des Hautes Terres malgaches. *Étude et Gestion des Sols*, 14 : 117-133.

Grinand C., Rajaonarivo A., Bernoux M., Pajot V., Brossard M., Razafimbelo T., Albrecht A., Le Martret H.
2009 – Estimation des stocks de carbone dans les sols de Madagascar. *Étude et Gestion des Sols*, 16 (1) : 23-33.

Grouzis M., Razanaka S., Le Floc'h E., Leprun J.-C.
2001 – « Évolution de la végétation et de quelques paramètres édaphiques au cours de la phase post-culturale dans la région d'Analabo ». *In* Razanaka S., Grouzis M., Milleville P., Moizo B., Aubry C. (eds) : *Sociétés paysannes, transitions agraires et dynamiques écologiques dans le sud-ouest de Madagascar*, CNRE/IRD, Antananarivo : 327-337.

Hayot A.
1881 – *Matériaux pour l'histoire de la Martinique agricole.* Réimpression (1938) en un seul volume des 2 fascicules de l'ouvrage de M. Octave Hayot publié en 1881. Fort de France, Imprimerie du Gouvernement.

Hervieu J.
1959 a – *Feuille n° 63 : Ampanihy-Beloha. Notices sur les cartes pédologiques de reconnaissance au 1/200 000.* Tananarive (Madagascar), IRSM (Institut de recherche scientifique de Madagascar), 113 p., 17 ill., 24 réf., tabl., 1 cart., éch. 1/200 000.

Hervieu J.
1959 b – *Étude et possibilités de mise en valeur des sols de la plaine d'Anosibe (circonscription de Fort-Dauphin). Notices sur les cartes d'utilisation des sols.* Tananarive (Madagascar), IRSM (Institut de recherche scientifique de Madagascar), 38 p., 3 réf., tabl., 1 cart., éch. 1/10 000.

Hervieu J.
1960 – *Feuille n° 33 : Brickaville-Moramanga. Notices sur les cartes pédologiques de reconnaissance au 1/200 000.* Tananarive (Madagascar), IRSM (Institut de recherche scientifique de Madagascar), 69 p., 4 ill., 35 réf., tabl., 1 cart., éch. 1/200 000.

Hervieu J.
1961 – *Profils-types de sols malgaches : inventaire provisoire.* Tananarive (Madagascar), IRSM (Institut de recherche scientifique de Madagascar), 106 p., réf., 3 cart.

Hervieu J.
1967 – Géographie des sols malgaches : essai synthétique. *Cah. Orstom, sér. Pédol.*, V (1) : 39-82, bibl., ill., tabl.

Hervieu J.
1968 – *Contribution à l'étude de l'alluvionnement en milieu tropical.* Paris, Orstom, 465 p. Thèse d'État sciences naturelles. Mémoires Orstom n° 24.

Hervieu J.
1975 – *Évolution du milieu naturel en Afrique et à Madagascar : interprétation paléoclimatique du Quaternaire, essai de synthèse. 1re partie : Faits d'observation régionaux.* Paris, Orstom, Initiations-Documentations Techniques, 26, 170 p.

Hervieu J., Randrianaridera E.
1956 – *Carte pédologique de reconnaissance au 1/200 000.* Feuille n° 33 : Moramanga-Brickaville.

Hervieu J., Riquier J., Ratasilahy J. R.
1959 – *Notices sur les cartes d'utilisation des sols. 2. Notice sur les sols du Bas Mandrare.* Tananarive (Madagascar), IRSM (Institut de recherche scientifique de Madagascar), 64 p., ill.

Hervieu J., Nalovic L.
1965 – Dosage des éléments cobalts, nickel, cuivre et zinc et leur distribution dans quelques types de sols de Madagascar. *Cah. Orstom, sér. Pédol.*, III (3) : 237-267, bibl., ill., tabl.

Lacroix A.
1893-1913 – *Minéralogie de la France et de ses colonies.* Paris, Libr. Polytechnique Béranger, 5 vol, tome III, 345 p.

Lacroix A.
1902 – « Minéralogie ». *In* : *Madagascar au début du xxe siècle*, Paris Société Édit. Scient. et Litt. : 72-73, 100.

Lacroix A.
1905 – Les syénites néphéliniques des îles de Los (Guinée française). *C.R. Acad. Sc.*, tome CXLI : 984-988.

Lacroix A.
1913 – Les latérites de la Guinée et les produits d'altération qui leur sont associés. *Nouvelles Archives du Muséum*, 5e série, tome V : 255-356.

Lacroix A.
1914 a – Les latérites de la Guinée. *Comptes rendus Académie des Sciences.*

Lacroix A.
1914 b – Les produits d'altération des roches silicatées alumineuses et en particulier les latérites de Madagascar. *Comptes rendus Académie des Sciences*, tome CLIX : 617-622.

Lacroix A.
1922 – *Minéralogie de Madagascar. Tomes 1, 2, 3.* Paris, Challamel A. (éd.).

Lasry F., Grouzis M., Milleville P., Razanaka S.
2004 – Deforestation dynamics and pioneer slash-and-burn cultivation in southwestern Madagascar: diachronic evaluation from high-resolution satellite images. *Photo-Interpretation*, 1, 40 : 26-35.

Leprun J.-C.
2005 – « Le sol ». *In* Lasry F., Blanc-Pamard C., Milleville P., Razanaka S., Grouzis M. (éd.) : *Environnement et pratiques paysannes à Madagascar*, CD-ROM, Paris, IRD Éditions.

Leprun J.-C., Grouzis M., Randriambanona H.
2009 – Post-cropping change and dynamics in soil and vegetation properties after forest clearing. Example of the semi-arid Mikea Region (southwestern Madagascar). *Comptes rendus Géoscience*, 341 (7) : 526-537.

Milleville P., Grouzis M., Razanaka S., Razafindrandimby J.
1999 – « Systèmes de culture sur abattis-brûlis et déterminisme de l'abandon cultural dans une zone semi-aride du sud-ouest de Madagascar ». *In* : *La jachère en Afrique Tropicale : rôles, aménagement, alternatives*, Dakar (Sénégal), 13-16 avril 1999, 17 p.

Moureaux C.
1956 a – Notice sur la carte pédologique de reconnaissance au 1/200 000, feuille n° 19 : Maevatanana. *Mémoires de l'Institut scientifique de Madagascar. Série D : Sciences de la Terre*, 7 : 23-91, 3 ill., 7 réf., 14 tabl., 1 cart., éch. 1/200 000.

Moureaux C.
1956 b – Essai de détermination biochimique des carences dans quelques sols malgaches. Vol. 3, n° 69. 6e congrès de la Science du sol, Paris : 413-417.

Moureaux C.
1957 a – L'activité microbiologique et ses variations dans l'année, dans divers sols des hauts-plateaux malgaches (résumés). [s.n.]. *Comptes rendus du 3e congrès de la Piosa*, [s.l.], 1957, Tananarive (Madagascar) : 33-35.

Moureaux C.
1957 b – Tests biochimiques de l'activité biologique de quelques sols malgaches. *Mémoires de l'Institut scientifique de Madagascar. Série D : Sciences de la Terre*, 8 : 225-241.

Moureaux C.
1959 – Observations microbiologiques sur quelques sols de la région de Morondava. *Mémoires de l'Institut Scientifique de Madagascar. Série D : Sciences de la Terre*, 9 : 201-227, 9 ill., réf., 12 tabl.

Moureaux C., Riquier J.
1953 – Notice de la carte pédologique Manja-Mahabo-Morondava. *Mémoires de l'Institut cientifique de Madagascar. Série D : Sciences de la Terre*, 5 : 93-170, ill., 25 tabl., 1 cart.

Moureaux C., Toussaint P.
1972 – Influence du facteur microbiologique sur la solubilisation d'éléments minéraux à partir d'un sol ferrallitique malgache et à partir de biotite en présence de litières tropicales (Teck et Niaouli). *Revue d'Écologie et de Biologie du Sol*, 9 (3) : 539-547, 7 ill., 9 réf., tabl.

MRSTD, Fofifa
1991 – *Bilan de la recherche agricole à Madagascar*. Ministère de la Recherche scientifique et technologique pour le développement et Fofifa, CIDST et Cirad éd., 356 p.

Muller B., Douzet J. M., Rabeharisoa R. L., Razafimiroe R. R. N, Rakotoarisoa J., Razakamiaramanana, Albrecht A.
2006 a – « Érosion et évolution des conditions culturales après défriche sous différents systèmes de culture en labour et semis direct sur couverture végétale ». *In : Actes des Journées scientifiques Érosion et CGES*, AUF-IRD, 25-27 octobre 2005, Antananarivo, Madagascar : 193-198.

Muller B., Douzet J. M., Rasolonaina M. B., Rabezanahary S., Rasamilala A., Razakamiaramanana, Albrecht A.
2006 b – « Caractérisation de la protection du sol contre l'érosion due à différents systèmes de culture en semis direct sur couverture végétale à l'aide de micro-lots dans le cadre d'un essai multidisciplinaire ». *In : Actes des Journées scientifiques Érosion et CGES*, AUF-IRD, 25-27 octobre 2005, Antananarivo, Madagascar : 199-202.

Müntz A.
1897 – *Analyse des terres des environs de Tananarive*. Journal officiel.

Müntz A.
1900 – Carte agronomique de Madagascar. *Notice Exposition Universelle*. Paris, 1900 et *Bulletin Économique Madagascar et Dépendances*, tome III, 1903, n° 3 (3e trimestre) : 251-285.

Müntz A., Rousseaux E.
1900 – Étude de la valeur agricole des terres de Madagascar. *Bulletin Ministère Agriculture*, 19e année, n° 5 : 910-1123, 479 éch. anl., 1 carte h.t., Paris, 216 p. et *Annales Sciences Agronomiques*.

Nalovic L.
1969 a – Étude spectrographique des éléments traces et leur distribution dans quelques types de sols de Madagascar. *Cah. Orstom, sér. Pédol.*, VII (2) : 133-181, bibl., tabl., 1 ann. de fig. et tabl.

Nalovic L.
1969 b – Recherches sur les éléments traces dans les sols tropicaux : étude de quelques sols de Madagascar. *Geoderma*, 3 (2) : 117-132, ill., 37 réf., 6 tabl.

Orstom
1974 – *30 years of Pedology 1944-1974*. Paris, Orstom, Scientific ed. : R. Maignien, 46 p.

Orstom
1980-1981 – Journées Georges Aubert, 11 septembre 1980. *Cah. Orstom, sér. Pédol.*, 13 (3-4) : 322 p.

Orstom
1985 – *Répertoire des cartes Orstom, 1946-1984*. Paris, Orstom, 89 p.

Rabary B., Sall S., Letourmy P., Husson O., Ralambofetra E., Moussa N., Chotte J. L.
2008 – Effects of living mulches or residue amendments on soil microbial properties in direct seeded cropping systems of Madagascar. *Applied Soil Ecology*, 39 : 236-243.

Rabeharisoa L., Randriamanantsoa L., Andriamaniraka H., Morel C.
2009 – Use of ^{32}P to calibrate and simulate dynamics of plant-available phosphorus in cultivated Malagasy soils. *IAEA Soils Newsletter*, (July 2009).

Rabenarivo M., Andriamiaramiantraferana J., Michellon R., Moussa N., Brauman A., Toucet J., Chapuis-Lardy L.
2009 – Émissions *in-situ* de N_2O d'un ferralsol argileux malgache cultivé en système sous semis direct ou labour traditionnel. *Étude et Gestion des Sols*, 16 (1) : 47-55.

Raharinosy R. V.
1983 – Étude de l'influence des différentes doses de fumier sur la libération du phosphore d'un sol ferrallitique de Madagascar. *Cah. Orstom, sér. Pédol.*, XX (2) : 129-146, bibl., ill., tabl.

Raharinosy R. V.
1996 – *Action de la matière organique sur l'utilisation des engrais phosphatés dans les principaux sols de Tanety, des hauts plateaux et du Moyen-Ouest à Madagascar.* Antananarivo (Madagascar), Orstom, 69 p. multigr., bibl., cart. : 1:1/100 000 ; 1:1/500 000, ill., tabl., graph.

Rakotoson D. J., Rakotonirina A., Serpantié G.
2007 – « La contrainte érosion chez les Tanala : savoirs, perceptions et gestion ». *In* Serpantié G., Rasolofoharinoro, Carrière S. (éd.) : *Transitions agraires, dynamiques écologiques et conservation. Le « corridor » Ranomafana-Andringitra (Madagascar)*, Paris, Antananarivo, IRD-CITE Éd. : 155-166.

Rakotoson D. J., Rakotonirina A., Serpantié G.
2009 – « Mobilizing farmers' knowledge of the soil ». *In* Feller C., Landa E. (eds) : *Soil and Culture*, Springer, Dordrecht, Heidelberg, London, New York, Netherlands, chapter 18 : 287-310 + color plates.

Ratsimbazafy C.
1973 a – *Étude expérimentale de l'influence du support minéral sur la détermination des différentes fractions de la matière organique. Protocole de fractionnement et d'étude de la matière organique des sols hydromorphes de Madagascar.* Tananarive (Madagascar), Orstom, 44 p., 3 ill., 31 réf., 23 tabl., 2 graph.

Ratsimbazafy C.
1973 b – Protocole de fractionnement et d'étude de la matière organique des sols hydromorphes de Madagascar. *Cah. Orstom, sér. Pédol.*, XI (3-4) : 227-236, bibl., ill., tabl.

Razafimbelo T.M., Albrecht A., Basile I., Borscnheck D., Bourgeon G., Feller C., Ferrer H., Michellon R., Moussa N., Muller B., Oliver R., Razanampary C., Seguy L., Swarc M.
2006 – Effet de différents systèmes de culture à couverture végétale sur le stockage du carbone dans un sol argileux des Hautes Terres de Madagascar. *Étude et Gestion des Sols*, 13 (2) : 113-127.

Razafimbelo T.M., Albrecht A., Oliver R., Chevallier T., Chapuis-Lardy L., Feller C.
2008 – Aggregate associated-C and physical protection in a tropical clayey soil under Malagasy conventional and no-tillage systems. *Soil and Tillage Research*, 98 : 140-149.

Razafimbelo T.M., Albrecht A., Ravelojaona H., Moussa N., Razanamparany C., Rakotoarinivo C., Razafintsalama H., Michellon R., Naudin K., Rabeharisoa L., Feller C.
2010 – Stockage de carbone dans les sols sous systèmes de culture en semis direct sous couvert végétal dans différents contextes pédoclimatiques à Madagascar. *Étude et Gestion des Sols*, 17(2) : 143-158.

Razafindramanana N., Serpantié G., Carrière S., Razafindrakoto M. A., Blanchart E., Albrecht A.
2007 – « Afforestation en lisière du corridor : un puits de carbone potentiel ? » *In* Serpantié G., Rasolofoharinoro, Carrière S. (éd..) : *Transitions agraires, dynamiques écologiques et conservation. Le « corridor » Ranomafana-Andringitra (Madagascar)*, Paris, Antananarivo, IRD-CITE Éd. : 205-212.

Riquier J.
1949 – Notice sur la carte pédologique du lac Alaotra. *Mémoires de l'Institut scientifique de Madagascar. Série D : Sciences de la Terre*, 1 (1) : 1-31, 9 réf., 7 tabl., 1 cart., éch. 1/50 000.

Riquier J.
1953 – Notice sur la carte pédologique de la basse vallée du Mandrare. *Mémoires de l'Institut scientifique de Madagascar. Série D : Sciences de la Terre*, 3 (1) : 43-85, ill., 6 réf., 15 tabl.

Riquier J.
1954 – Étude sur les « Lavaka ». *Mémoires de l'Institut scientifique de Madagascar. Série D : Sciences de la Terre*, 6 ; 169-189.

Riquier J.
1955 – Procédés de fixation d'une érosion en lavaka et de régénération d'un terrain extrêmement érodé. *Le Naturaliste Malgache*, 7 (2) : 105-111, 5 ill.

Riquier J.
1958 – *Les « lavaka » de Madagascar.* Tananarive (Madagascar), IRSM (Institut de recherche scientifique de Madagascar), 13 p., 5 réf.

Riquier J.
1960 a – *Carte pédologique de reconnaissance des grands groupes de sols de la Réunion au 1/100 000.* Paris, Orstom, Carte et notice.

Riquier J.
1960 b – *Notices sur les cartes pédologiques de reconnaissance : île de la Réunion.* Tananarive (MG), IRSM, 72 p., bibl., cart. : 4 cart. ; Jean Raoilinjatovo, P. (ill.).

Riquier J.
1966 – Définition et classification des sols ferrallitiques de Madagascar. *In :* Les sols ferrallitiques. *Cah. Orstom, sér. Pédol.* (FRA), 4 (4) : 75-88.

Riquier J., Moureaux C., Ségalen P.
1952 – Étude pédologique de la basse vallée de la Menarandra. *Mémoires de l'Institut scientifique de Madagascar. Série D : Sciences de la Terre*, 4 (1) : 71-129, 6 réf., 18 tabl., 1 cart., éch. 1/200 000.

Riquier J., Bourgeat F.
1966 – *Histoire des sols ferrallitiques de Madagascar* s.n., sl. 7 p. multigr.

Riquier J., Besairie H., Bourgeat F., Claisse G., Didier de Saint Armand R. C., Hervieu J., Moureaux C., Rakotomiraho J. D., Randrianaridera E., Ratasilahy J. R., Riquier J., Roche P., Ségalen P., Tercinier G., Vieillefon J.
1968 – *Carte pédologique de Madagascar à l'échelle de 1/1 000 000.* Paris, Orstom, [n.p.], 3 cart., éch. 1/1 000 000.

Roederer P.
1971 – *Les sols de Madagascar.* Tananarive, Orstom, 56 p., 29 réf. (Sciences et la Terre, Pédologie ; n° 5).

Roederer P., Bourgeat F.
1969 – *Notice explicative de la carte pédologie à 1/4 000 000 de Madagascar : Atlas de Madagascar.* Publ. Assoc. Geogr., université de Tananarive, 2 p.

Roose E.
1995 – « La GCES : proposition d'une nouvelle approche de la lutte antiérosive pour Madagascar ». *In* De Noni G., Eric R., Nouvelot J.-F., Veyret Y. (éd.) : *Environnement humain de l'érosion*, XIe Journées du Réseau Érosion, 20-22 septembre 1994, Bondy, Bulletin du Réseau Érosion n° 15 : 189-203, bibl., ill., tabl.

Roose E., Sarrailh J. M.
1989-1990 – Érodibilité de quelques sols tropicaux : vingt années de mesure en parcelles d'érosion sous pluies naturelles. *Cah. Orstom, sér. Pédol.*, XXV (1-2, Spécial « Érosion ») : 7-30, bibl., ill., tabl., graph., phot.

Roose E., De Noni G., Lamachère J.-M.
1998 – « L'érosion à l'Orstom : 40 ans de recherches multidisciplinaires ». *In* : Bulletin du Réseau Érosion, n° 18, IRD, *L'eau et la fertilité des sols : deux ressources à gérer ensemble*, XIVe Journées du Réseau Érosion « Le sol et l'eau, deux ressources à gérer en interrelations », Montpellier (France), 24-28 août 1998, Québec (Canada) : 54-66, bibl.

Sarrailh J. M.
1975 – *Programme Érosion – Compte rendu Activité 1975 Madagascar.* [s.l.], Madagascar, Gerdat-CTFT, 10 p.

Ségalen P.
1954 – Sur l'existence de sols latéritiques bruns à Madagascar. [s.n.]. Actes et comptes rendus du 5e congrès international de la Science du sol, [s.l.], 16-21 août 1954, Léopoldville (Zaïre) : 204-209, tabl.

Ségalen P..
1956 a – La gibbsite dans les sols dérivés de roches volcaniques basiques à Madagascar. *Bulletin du Groupe Français des Argiles*, 8 : 11-15, tabl.

Ségalen P.
1956 b – Notice sur la carte pédologique de reconnaissance au 1/200 000 : feuille n° 12, Mitsinjo-Majunga. *Mémoires de l'Institut scientifique de Madagascar. Série D : Sciences de la Terre*, 7 : 93-160, 30 réf., tabl., 4 cart., éch. 1/200 000.

Ségalen P..
1957 – Étude des sols dérivés de roches volcaniques basiques à Madagascar. *Mémoires de l'Institut de recherche scientifique de Madagascar. Série D : Sciences de la Terre (MDG)*, 8, 182 p. (Thèse d'État).

Ségalen P.
1994-1995 – *Les sols ferrallitiques et leur répartition geographique. Tome 1 (1994). Introduction générale, les sols ferrallitiques : leur identification et leur environnement immédiat. Tome 2 (1995). Les sols ferrallitiques : les facteurs de formation et les sols ferrallitiques en Amérique. Tome 3 (1995). Les sols ferrallitiques en Afrique et en Extrême-Orient, Australie et Océanie : conclusions générales.* Paris (FRA), Orstom, coll. Études et Thèses, 198 + 169 + 201 p.

Ségalen P..
1995 – *Les sols ferrallitiques et leur répartition géographique. T. 3 « Les sols ferrallitiques en Afrique et en Extrême-Orient, Australie et Océanie ».* Paris, Orstom éd., coll. Études et thèses, 201 p.

Ségalen P., Moureaux C.
1950 – *Notice de la carte pédologique du Bas-Mangoky (Sud-Ouest).* Tananarive (Madagascar), IRSM (Institut de recherche scientifique de Madagascar), 71 p., 45 réf., 4 tabl., 1 cart., éch. 1/200 000.

Ségalen P., Tercinier G., Raoilinjatovo P.
1955 – *Diégo-Suarez : carte pédologique de reconnaissance à 1/200 000, dessinée par P. Raoilinjatovo.* Tananarive (MDG), IRSM-Orstom.

Ségalen P., Ratasilahy J. R., Raoilinjatovo P.
1956 a – Notice sur la carte pédologique de reconnaissance au 1/200 000 : feuille n° 13, Marovoay-Mahajamba. *Mémoires de l'Institut scientifique de Madagascar. Série D : Sciences de la Terre*, 7 : 161-259, 2 réf., tabl., 2 cart., éch. 1/200 000.

Ségalen P., Tercinier G., Raoilinjatovo P.
1956 b – Notice sur la carte pédologique de reconnaissance au 1/200 000 : feuille n° 1, Diégo-Suarez. *Mémoires de l'Institut scientifique de Madagascar. Série D : Sciences de la Terre*, 7 : 261-315, ill., 13 réf., tabl. 1 cart., éch. 1/200 000.

Serpantié G., Rasolofoharinoro, Carrière S.
2007 a – *Transitions agraires, dynamiques écologiques et conservation. Le « corridor » Ranomafana Andringitra, Madagascar.* Actes du séminaire CNRE-IRD Gerem, Antananarivo, 9-10 novembre 2006. Paris, Antananarivo, IRD-CITE Éd., 278 p.

Serpantié G., Toillier A., Carrière S.
2007 b – « À l'est de Madagascar, le relief structure les paysages ». *In* Serpantié G., Rasolofoharinoro, Carrière S. (éd.) : *Transitions agraires, dynamiques écologiques et conservation. Le « corridor » Ranomafana-Andringitra (Madagascar)*, Paris, Antananarivo, IRD-CITE Éd. : 17-26.

Soubiès F.
1974 – *Contribution à l'étude de la pédogénèse ferrallitique : morphologie, minéralogie et évolution géochimique des formations superficielles de la cuvette d'Ambalavao (Madagascar).* Tananarive (Madagascar), Adiopodoumé (Côte d'Ivoire), Orstom, 135 p., ill., réf., 1 cart., éch. 1/50 000.
Thèse (Cristallographie Minéralogie).

Soubiès F., Gout R.
1987 – Sur la cristallinité des biotites kaolinitisées des sols ferrallitiques de la région d'Ambalavao (Madagascar). *Cah. Orstom, sér. Pédol.*, XXIII (2) : 111-121, bibl., ill., graph., phot.

Sourdat M.
1976 – Le sud-ouest de Madagascar : étude géodynamique. *Cah. Orstom, sér. Pédol.*, XIV (3) : 245-251, bibl., ill., tabl.

Sourdat M.
1977 – *Le sud-ouest de Madagascar : morphogénèse et pedogenèse*. Paris (France), Orstom, 228 p., bibl., cart. : 15 cart. dont 13 h.t., ill., tabl., 12 pl. de photogr. h.t. p. ; n° 70). Thèse de Doct.-ing., Travaux et Documents de l'Orstom.

Sourdat M.
1996 a – *Valeur des terres et avenir agricole de Madagascar, évalués au début du siècle par A. Muntz, A. Grandidier* et al. *: communication à l'Académie nationale des arts, des lettres et des sciences de Madagascar*. Antananarive (Madagascar), Orstom, 19/10/95.

Sourdat M.
1996 b – Une évaluation agronomique des terres de Madagascar 1897-1900 : l'étude d'A. Muntz et sa correspondance avec A. Grandidier. *Étude et Gestion des Sols*, 3 (3) : 207-214, bibl.

Sourdat M., Rakotomiraho J. D., Kilian J.
1972 – *Carte pédologique de Antseva à 1/100 000 : notice*. Tananarive (Madagascar), Orstom, 111 p., 2 réf. 30 tabl., 1 cart., éch. 1/100 000.

Sourdat M., Bosser J., Hervieu J., Graffin P.
1973 – *Carte pédologique de Tuléar-Zmbohimahavelona à 1/100 000 : notice*. Tananarive (Madagascar), Orstom, 82 p., 3 ill., 52 réf., 19 tabl., 3 cart., éch. 1/100 000.

Sourdat M., Rakotomiraho J. D.
1973 – *Carte pédologique de Vineta à 1/100 000 : notice*. Tananarive (Madagascar), Orstom, 74 p., 23 réf., 27 tabl., 1 cart., éch. 1/100 000.

Trinh S.
1976 a – Rôle tampon des constituants alumineux dans les sols acides de quelques pays d'Afrique et de Madagascar. *Cah. Orstom, sér. Pédol.*, XIV (4) : 271-278, bibl., ill. tabl.

Trinh S.
1976 b – L'aluminium échangeable dans les sols acides de quelques pays d'Afrique et de Madagascar. *Cah. Orstom, sér. Pédol.*, XIV (3) : 207-218, bibl., ill., tabl.

Velly J.
1968 – « Compte rendu sur trois années d'expérimentation avec des isotopes en riziculture à Madagascar ». *In* : *La fertilité des sols tropicaux*, Tananarive, Irat (Institut des recherches agronomiques tropicales et des cultures vivrières), 1 : 1127-1138, tabl., colloque, Tananarive (MG), 19-25 novembre 1967.

Velly J.
1974 – Observations sur l'acidification de quelques sols de Madagascar. *Agronomie Tropicale, sér. 3 : Agronomie générale, Études scientifiques*, 29 (12) : 12 tabl., 7 graph.

Vieillefon J.
1961 – *Antonibe. Notices sur les cartes pédologiques de reconnaissance*. Tananarive (Madagascar), IRSM (Institut de recherche scientifique de Madagascar), 73 p., 1 réf., 22 tabl., 1 cart., éch. 1/200 000.

Vieillefon J.
1977 – *Les sols des mangroves et des tannes de basse Casamance (Sénégal) : importance du comportement géochimique du soufre dans leur pédogenèse*. Paris, Mémoires Orstom, 83, 298 p., et Th. Sci. Nat., Paris 6.

Vieillefon J., Ratasilahy J. R., Raoilinjatovo P.
1963 – *Notices sur les cartes pédologiques de reconnaissance au 1/200 000 : feuille n° 8 : Antsohihy*. Tananarive (Madagascar), IRSM (Institut de recherche scientifique de Madagascar), 87 p., ill., 1 réf., 31 tabl., 1 cart., éch. 1/200 000.

Vieillefon J., Bourgeat F.
1965 – *Cartes pédologiques de reconnaissance au 1/200 000 : feuille d'Ambilobe*. Paris (France), Orstom, 96 p., bibl., cart. : 2 cart. dont 1 cart. 1/200 000 dépl. h.t. en coul., ill., tabl., graph. (Notice explicative ; n° 22).

Vizier J.-F.
1982 – *Contribution à l'étude des phénomènes d'hydromorphie dans les sols des régions tropicales à saisons contrastées : dynamique du fer et différenciation des profils*. Thèse Sci. Nat., Institut des sciences de la terre, Dijon, 275 p. multigr.

Zebrowski C.
1971 – Propriétés des andosols de l'Itasy et de l'Ankaratra. *Cah. Orstom, sér. Pédol.*, IX (1) : 83-108, bibl., ill., tabl.

Zebrowski C.
1975 – Propriétés et pedogenèse de certains sols sur roches volcaniques dans la région d'Antsirabe (Madagascar). *Cah. Orstom, sér. Pédol.*, XIII (1) : 49-59, bibl., ill., tabl.

Zebrowski C., Ratsimbazafy C.
1979 – *Carte pédologique de Madagascar à 1/100 000 : feuille Antsirabe*. Paris (France), Orstom, 105 p., bibl., cart. : 2 cart. 1/100 000 dépl. h.t. dont 1 en coul., ill., tabl., 3 pl. de graph. (Notice explicative ; n° 83).

Annexe 1

Liste chronologique des pédologues de l'Orstom-IRD ayant travaillé à Madagascar

1946 : J. Riquier, G. Claisse et le Pr S. Hénin en mission.

1947 : J. Riquier, G. Claisse, P. Ségalen, C. Moureaux et Pr Chaminade en mission.

1948 : J. Riquier, G. Claisse, P. Ségalen, C. Moureaux.

1949 : J. Riquier, P. Ségalen, C. Moureaux, G. Tercinier et Pr Chaminade en mission.

1950 : J. Riquier, P. Ségalen, C. Moureaux, G. Tercinier. R. Pernet, chimiste, prend la direction du laboratoire des sols.

1951 : J. Riquier, P. Ségalen, G. Tercinier, C. Moureaux, R. Pernet (laboratoire), Y. Dommergues (microbiologie des sols), J. Bosser (botaniste, agrostologue). Avec l'arrivée de J. Bosser, J. Riquier se spécialisa dans la production de cartes d'utilisation des sols dans des périmètres limités ; C. Moureaux, remplacé sur le terrain par G. Tercinier, s'attacha aux problèmes microbiologiques, aidé en cela par l'arrivée de G. Mouraret.

1952 : *idem.*

1953 : *idem.*

1954 : J. Riquier, P. Ségalen, C. Moureaux, R. Didier de St Amand.

1955-1956 : J. Riquier, P. Ségalen, C. Moureaux, C. Moureaux (remplace Y. Dommergue en microbiologie), Mme Ruf remplace R. Pernet au laboratoire. R. Didier de Saint Amand passe à l'Iram (Institut de recherche agronomique de Madagascar) où il rejoint P. Roche. P. Ségalen quitte Madagascar pour le Cameroun.

1957 : J. Riquier, J. Hervieu, J. Vieillefon.

1958 : *idem.*

1959 : J. Riquier, J. Hervieu, J. Vieillefon, F. Bourgeat.

1960 : *idem.* Mme Ruf est remplacée par Nalovic au laboratoire.

1961 : J. Riquier, J. Hervieu, J. Vieillefon, F. Bourgeat.

1962 : J. Riquier, J. Hervieu, F. Bourgeat.

1963 : J. Hervieu, F. Bourgeat. J. Riquier en congé fait une mission à la FAO (Rome) et quitte Madagascar suite à un règlement limitant les séjours dans un même pays. Nalovic rejoint le centre de Bondy. C. Moureaux est nommé à Dakar.

1964 : F. Bourgeat, P. Graffin, C. Zebrowski, P. Roederer. J. Riquier revient pour finir la carte de l'île au 1/1 000 000. P. Roederer est nommé directeur de l'IRSM. F. Bourgeat passe sa thèse de doctorat et quitte l'IRSM pour l'université de Tananarive. J. Hervieu est nommé directeur du centre de Fort-Lamy. J. Riquier est nommé adjoint de Paulian à Brazaville puis en 1966 retourne à Rome où il finit sa carrière en 1979.

1965 : F. Bourgeat, P. Graffin, C. Zebrowski, P. Roederer.

1966 : F. Bourgeat, C. Zebrowski, P. Roederer, Nansé.

1967 : F. Bourgeat, C. Zebrowski, P. Roederer, M. Sourdat, C. Ratsimbazafy (ce dernier élève Orstom en 1956-1966 rejoint Madagascar en 1967 pour effectuer son stage de deuxième année et conforter l'équipe de pédologues expatriés).

1968 : J. Riquier, F. Bourgeat, P. Roederer, M. Sourdat, C. Ratsimbazafy, C. Zebrowski

1969 : *idem.*

1970 : F. Bourgeat, M. Sourdat, C. Ratsimbazafy, C. Zebrowski, F. Soubiès.

1971 : F. Bourgeat, P. Roederer, M. Sourdat, C. Ratsimbazafy, C. Zebrowski, M. Vallerie, P. De Boisezon (chef de centre de 1971 à 1976, remplace P. Roederer. Il est remplacé à son tour à ce poste par P. Chaperon, puis par L. Ferry (tous deux hydrologues).

1972 : F. Bourgeat, M. Sourdat, C. Ratsimbazafy, C. Zebrowski, M. Vallerie, P. De Boisezon, J.-F. Vizier.

1973 : F. Bourgeat (affecté comme professeur à l'École nationale agronomique de Tananarive), M. Sourdat, C. Ratsimbazafy, C. Zebrowski, P. De Boisezon, M. Vallerie, J.-F. Vizier.

1974 : C. Ratsimbazafy, C. Zebrowski (départ en avril 1974), P. De Boisezon, M. Vallerie, J.-F. Vizier.

1975 : C. Ratsimbazafy, M. Vallerie, P. De Boisezon.

1976 : C. Ratsimbazafy, M. Vallerie, P. De Boisezon.

À cette liste il faut rajouter deux collaborateurs malgaches de la première heure, formés sur le terrain, J.-R. Ratasilahy et D. Rakotomiraho.

Suite aux événements liés à la Révolution malgache de 1972, seule l'équipe malgache dirigée par C. Ratsimbazafy continuera les travaux de prospection de 1977 à 1994.

1994-1995 : M. Sourdat, en affectation.

1998 et 2000 : J.-C. Leprun, en mission.

2003-2006 : A. Beaudou et H. Le Martret, en missions.

2002 : A. Albrecht en affectation (départ ?).

2005 : en affectation, C. Feller (départ 2008), L. Chapuis-Lardy (départ 2010), D. Masse (départ 2009).

2005-2008 : Nombreux missionaires de science du sol de l'IRD : J.-L. Chotte, A. Brauman, B. Barthes, E. Blanchart, C. Villenave, C. Valentin, D. Brunet, M. Bernoux, R. Poss, M. Brossard, E. Baudoin, A. Metay, V. Eschenbrenner.

Annexe 2

Liste alphabétique des références des documents pédologiques non IRSM ou Orstom, essentiellement Irat et Iram datés de 1947 à 1974 (références non reprises en bibliographie)

Andriamihaingo N., Bouchard L.
1973 – *Étude pédoagronomique de la zone de baiboho d'Andrano-mainty, sous-préfecture de Miandrivazo, province de Tuléar (1. Généralités ; 2. Climat ; 3. Aperçus géomorphologique et géologique ; 4. Les sols ; 5. Techniques culturales ; 6. Utilisation des sols ; 7. Projet d'aménagement ; 8. Conclusion).* Antananarivo, Irat, 46 p. (Document Iram n° 368).

Bouchard L.
1962 – *Étude pédologique du périmètre de l'Andraina (sous-préfecture d'Ambohimahasoa) suivie d'une étude économique du périmètre.* Antananarivo, Iram, 33 p.

Bouchard L.
1964 – *Étude pédologique de la plaine de Mampikony (sous-préfecture de Mampikony, province de Majunga) : campagne 1963.* Antananarivo, Iram, 43 p.

Bouchard L.
1966 – *Rapport de stage Orstom n° 1 : Étude pédologique de la région d'Alakamisy Ambohimaha (province de Fianarantsoa).* Antananarivo, Iram, 111 p. (Document Iram n° 93).

Bouchard L.
1966 – *Rapport de stage Orstom n° 2 : Étude de l'évolution de sols sous culture en liaison avec les études de la regénération de la fertilité.* Antananarivo, Iram, 35 p. (Document Iram n° 94).

Bouchard L.
1967 – *Reconnaissance pédologique de la zone sud de la plaine d'Iazafo (sous-préfecture de Vavatenina, province de Tamatave).* Antananarivo, Iram, 24 p. (Document Iram n° 130).

Bouchard L.
1968 – *Note concernant la recherche des sols favorables à l'établissement de peupliers dans la région de Moramanga.* Antananarivo, Iram, 11 p. (Document Iram n° 143).

Bouchard L.
1968 – *Observation de profils pédologiques dans les sous-préfectures de Vatomandry et de Mahanoro (province de Tamatave).* Antananarivo, Iram, 37 p.

Bouchard L.
1968 – *Reconnaissance pédologique en vue de l'extension de la culture cacaoyer dans le Sambirano (province de Diégo-Suarez).* Antananarivo, Iram, 18 p. (Document Iram n° 173).

Bouchard L.
1969 – *Étude pédologique de la zone de Befandriana Sud Antanimaheva (province de Tuléar).* Antananarivo, Iram, 31 p. (Document Iram n° 184).

Bouchard L.
1969 – *Reconnaissance pédologique de la zone de reboisement du haut Mangoro (province de Tamatave).* Antananarivo, Iram, 20 p. (Document Iram n° 186)

Bouchard L.
1970 – *Étude pédologique du marais de Manakara Mahafaly en vue de la culture industrielle des palmiers à huile.* Antananarivo, Iram, 47 p. (Document Iram n° 246).

Bouchard L., Buanec B. Le, Ramalanjaona J.-D.
1967 – *Étude pédologique de la zone d'extension des reboisements de la haute Matsiatra (province de Fianarantsoa).* Antananarivo, Iram, 65 p. (Document Iram n° 112).

Bouchard L., Damour M.
1970 – *Étude agro-pédologique du périmètre de l'Imanga, secteur d'Ambahatra, sous-préfecture de Tsiroanomandidy (province de Tananarive).* Antananarivo, Iram, 40 p. (Document Iram n° 248).

Bouchard L., Damour M.
1970 – *Étude pédologique complémentaire de la région d'Ambila Manakara en vue de la culture industrielle du palmier à huile (province de Fianarantsoa).* Antananarivo, Iram, 51 p. (Document Iram n° 262).

Bouchard L., Damour M.
1971 – *Intervention pédoagronomique de l'Iram près des organismes de vulgarisation du MAER, GOPR, URER, année 1971.* Antananarivo, Iram, 108 p. (Document Iram n° 301).

Bouchard L., Damour M.
1972 – *Prospection pédoagronomique des plateaux des Tampoketsa de Beveromay, Menazomby, sous-préfecture de Tsaratanana, province de Majunga.* Antananarivo, Iram, 22 p. (Document Iram n° 311).

Bouchard L., Ngo Chan Bang
1965 – *Étude des sols à aptitude au coton. Culture sèche dans la sous-préfecture d'Ihosy (province de Fianarantsoa). Campagne 1964-1965.* Antananarivo, Iram, 81 p. (Document Iram n° 53).

Bouchard L., Rakotoarimanga D.
1969 – *Étude de l'évolution de la structure d'un sol ferrallitique sous diverses cultures en liaison avec l'enfouissement de matières organiques résiduelles*, [s.l.], ts.n.], 14 p.

Bouchard L., Ramalanjaona D.
1968 – *Observation de profils pédologiques dans la région de Mananjary (province de Fianarantsoa).* Antananarivo, Iram, 43 p.

Bouchard L., Randriamamonjizaka J.-L., Ramalanjaona D.
1966 – *Étude pédo-agronomique de la région de Mandoto. Sous-préfecture de Betafo (province de Tananarive).* Antananarivo, Iram, 52 p. (Document Iram n° 90).

Bouchard L., Raunet M., Andriamihaingo N.
1969 – *Reconnaissance pédologique effectuée dans la région sud de Vohémar.* Antananarivo, Iram (Document Iram n° 200).

Bouchard L., Raunet M., Andriamihaingo N.
1969 – *Observations pédologiques effectuées dans la région d'Antalaha.* Antananarivo, Iram , 33 p. (Document Iram n° 201).

Bouchard L., Raunet M., Andriamihaingo N.
1970 – *Étude pédologique du périmètre de la Manandaza (sous-préfecture de Miandrivazo, province de Majunga) : localisation des profils et sondage, carte d'utilisation des sols, carte des sols.* Antananarivo, Iram , 44 p. (Document Iram n° 226).

Bouchard L., Roche P., Andriamihaingo N.
1964 – *Étude pédologique de la plaine de Morondava (secteur nord) préfecture de Morondava : texture, perméabilité, aptitudes culturales.* Antananarivo, Iram, 54 p.

Bouchard L., Treyer M., Robinson B., Andriamihaingo N.
1964 – *Étude pédologique de la vallée de Mahajamba.* Antananarivo, Iram, 54 p.

Bouchard L., Treyer M., Roche P., Andriamihaingo N.
1963 – *Étude pédologique de la plaine de Mahabo (préfecture de Morondava) : texture, perméabilité, vocation des sols.* Antananarivo, Iram, 44 p.

Buenec E. Le
1967 – *Étude pédologique d'un périmètre de la Sakay, fertilisation.* Rapport de stage Orstom. Doc. Iram 32, Tananarive, 89 p.

Chabalier P. F.
1971 – *Étude pédologique des vallées de l'Iafazaet de la Manananoka, sous-préfecture de Vavatenina, province de Tamatave.* Rapport de stage Orstom, Iram, 203 p.

Chabalier P. F., Bouchard L.
1972 – *Étude pédologique de deux zones d'alluvions dans les vallées des rivières Mahagilo et Sakeny, sous- préfecture de Mandrivaza, province de Tuléar.* Doc. Iram 325, Anatananarivo, 102 p.

Chabalier P. F., Bouchard L., Andriamihaingo N., Ramalanjaona J.-D.
1972 – *Étude pédologique de deux zones d'alluvions dans les vallées des rivières Mahagilo et Sakeny, sous- préfecture de Mandrivaza, province de Tuléar.* Doc. Iram, 2 V. Anatananarivo, 102 p. Majunga. Antananarivo, Iram, 169 p. (Document Iram n° 213).

Damour M.
1970 – *Études pédologiques complémentaires des plaines de Marovoay (province de Majunga).* Antananarivo, Iram, 74 p. (Document Iram n° 258).

Damour M.
1973 – *Les sols sodiques des plaines alluviales de Marovoay. Province de Majunga. (I. Milieu physique ; 1. facteurs pédogénétiques, 2. les sols ; II. Salinité et son évolution naturelle ; 1. méthode et schéma d'expérimentation, 2. la pluviométrie ; III. Étude des nappes phréatiques ; IV. Étude de la salinité des différentes tranches de sol ; V. Discussion et conclusion ; VI. Le problème des eaux d'irrigation ; VII. Essais de dessalage des sols sodiques).* Antananarivo, Iram, 122 p. (Document Iram n° 372).

Damour M., Bouchard L.
1971 – *Étude pour la mise en valeur des baiboho du Nord-Ouest (secteur de Bemarivo-Kimangoro). Étude pédologique complémentaire en vue de l'implantation des fermes d'État I et II sur la rive droite de Mahajamba.* Antananarivo, Iram, 27 p. (Document Iram n° 29).

Damour M., Bouchard L.
1972 – *Étude pour la mise en valeur des baiboho du Nord-Ouest, (secteur Anjobony, Bemarivo, Sofia).* Antananarivo, Iram, 39 p. (Document Iram n° 352).

Damour M., Bouchard L., Dobelmann J.-P.
1971 – *Contribution à l'étude de la mise en valeur des plaines de Marovoay. Le problème de la salinité (province de Majunga).* Antananarivo, Iram, 9 p. (Document Iram n° 303).

Damour M., Dobelmann J.-P., Oliver R.
1971 – *Contribution à l'étude de la mise en valeur des plaines de Marovoay. Un exemplaire de dessalage de sols sodiques. Province de Majunga.* Antananarivo, Iram, 19 p. (Document Iram n° 304).

Damour M., Oliver R.
1972 – *Contribution à l'étude de la mise en valeur des plaines de Marovoay. Tests de dessalage de laboratoire. Province de Majunga.* Antananarivo, Iram, 14 p. (Document Iram n° 331).

Damour M., Randriamamonjizaka J. L.
1967 – *Rapport de stage Orstom n° 1 : étude pédologique des concessions « Bree Kay », n° 2 : agropédologie de la concession « Ambonofok » (2e parcelle), n° 3 : le problème des argiles.* Antananarivo, Iram, 360 p. (Document Iram n° 117).

Dobelmann J.-P.
1972 – *Contribution à l'étude de la mise en valeur des plaines de Marovoay (province de Majunga). Notes techniques de vulgarisation destinées au Comema, 1970-1971.* Antananarivo, Iram (Document Iram n° 312).

Dobelmann J.-P., Damour M., Rakotoson L.
1972 – *Contribution à l'étude de la mise en valeur des plaines de Marovoay (province de Majunga). Riziculture. Essais multilocaux, 1971.* Antananarivo, Iram, 79 p. (Document Iram n° 322).

Durand J. H.
1963 – *Les sols à cocotiers des côtes nord-ouest et nord-est de Madagascar.* Antananarivo, Iram, 107 p.

Durand J. H.
1963 – *Étude des sols à vocation coton, culture sèche dans le sud-ouest de Madagascar : vallée de l'Ivolo (sous-préfecture de Sakaraha).* Antananarivo, Iram, 63 p.

Franc M.
1966 – *Étude pédologique de la plaine de Mantalia sud (sous-préfecture d'Ambilobe).* Antananarivo, Iram, 23 p.

Gigou J.
1970 – *Étude pédologique de la région d'Ambohimandroso Ansiriribe (province de Tananarive) : rapport de stage Orstom.* Antananarivo, Iram, 70 p.

Gigou J., Bouchard L., Andriamihaingo N.
1971 – *Étude pédologique de zones de baiboho dans la région de Malaimbady. Préfecture de Morondava (province de Tulear).* Antananarivo, Iram, 62 p. (Document Iram n° 269).

Guillanton A.
1933 – Un essai de prospection systématique des alluvions de Madagascar. *Revue Scientifique* : 34-50.

Kilian J.
1903 – *Étude des sols cultivés en tabac dans la région d'Ambalavao.* Antananarivo, Iram, 27 p.

Kilian J.
1963 – *Étude des sols du secteur de modernisation BDPA de la presqu'île de Nioumakele, île d'Anjouan.* Antananarivo, Iram, 16 p.

Kilian J.
1963 – *Études des sols des zones A1 et A2, région de Combani, Mayotte.* Antananarivo, Iram.

Kilian J.
1964 – *Les sols de la vallée de la Doroa (préfecture d'Antsohihy, province de Majunga).* Antananarivo, Iram, 54 p.

Kilian J.
1964 – *Étude pédologique des baiboho de la Bemarivo (sous-préfecture de Port-Berge, province de Majunga).* Antananarivo, Iram, 32 p.

Kilian J.
1964 – *Étude des sols environnant l'aérodrome d'Ivato Tananarive.* Antananarivo, Iram.

Kilian J.
1964 – *Étude pédologique de reconnaissance du secteur de l'Antsapanela (commune de Milanoa, sous-préfecture de Vohémar).* Antananarivo, Iram, 12 p.

Kilian J.
1964 – *Étude pédologique de reconnaissance de la plaine de Bekarara (province de Majunga).* Antananarivo, Iram, 15 p.

Kilian J.
1964 – *Esquisse morphologique provisoire de la vallée de la basse Ivondro : recherche des terrasses cultivables en palmier à huile ou bananier.* Antananarivo, Iram.

Kilian J.
1965 – *Étude pédologique de la station de recherche sur le tabac Isalo (sous-préfecture de Miandrivazo, préfecture de Morondava).* Antananarivo, Iram, 35 p.

Kilian J.
1965 – *Étude pédologique de la plaine du bas Faraony (sous-préfecture de Manakara, province de Fianarantsoa).* Antananarivo, Iram, 35 p.

Kilian J.
1965 – *Étude pédologique de la cuvette d'Ankazomanga : recherche des sols à arachides (province de Tuléar).* Antananarivo, Iram, 41 p.

Kilian J.
1967 – *Note sur une reconnaissance pédologique dans la région de Maroantsetra.* Antananarivo, Iram, 22 p.

Kilian J.
1968 – *Comportement du bananier et du palmier à huile sur les sols tourbeux et semi-tourbeux de la région de Tamatave.* Antananarivo, Iram, 33 p. (Document Iram n° 137).

Kilian J.
1968 – *Observation des profils pédologiques dans la région de Fénérive (province de Tamatave).* Antananarivo, Iram, 29 p.

Kilian J.
1968 – *Observation de profils pédologiques dans la région de Sambava (province de Diégo-Suarez).* Antananarivo, Iram, 53 p.

Kilian J.
1968 – *Classification texturale utilisable pour les sols alluviaux peu évolués applicable à Madagascar.* Antananarivo, Iram, 16 p. (Document Iram n° 136).

Kilian J.
1968 – *Les formations littorales marines sableuses de la côte est de Madagascar entre Foulpointe et Mahanoro : aspects morphologiques et pédologiques.* Antananarivo, Iram, 27 p. (Document Iram n° 172).

Kilian J.
1968 – *Les sols des vallées de la Manombo et de la Ranozaza (province de Tuléar).* Antananarivo, Iram, 42 p. (Document Iram n° 1.).

Kilian J.
1969 – *Reconnaissance pédologique dans la région de Manakara en vue de l'extension de la culture du palmier à huile.* Antananarivo, Iram, 23 p. (Document Iram n° 184).

Kilian J.
1969 – *Observations pédologiques dans la région de Tamatave.* Antananarivo, Iram, 64 p. (Document Iram n° 185).

Kilian J.
1969 – *Étude pédologique de trois zones de baiboho dans la vallée de Tsiribihina (province de Tuléar).* Antananarivo, Iram, 36 p. (Document Iram n° 187).

Kilian J., Andriamihaingo N.
1967 – *Étude pédologique de la plaine de Morondava : secteur nord de l'AMVR (préfecture de Morondava).* Antananarivo, 52 p.

Kilian J., Buanec B. Le, Andriamihaingo N.
1968 – *Étude des sols de la future ferme d'embouche d'Anjiajia (préfecture de Majunga).* Antananarivo, Iram, 60 p.

Kilian J., Ngo Chan Bang
1965 – *Étude pédologique de reconnaissance sur les sols à bananiers dans la région de Tamatave.* Antananarivo, Iram, 22 p.

Kilian J., Ramalanjaona J. D.
1966 – *Les sols de la vallée de la Doroa (préfecture d'Antsohihy) : étude de détail des zones d'irrigation 3-4-5 et 8.* Antananarivo, Iram, 24 p. (Document Iram n° 100).

Kilian J., Randriamamonjizaka J. L.
1966 – *Recherche des sols à palmiers à huile dans la région de Tamatave.* Antananarivo, Iram, 53 p. (Document Iram n° 89).

Kilian J., Randriamamonjizaka J. L. Ramalanjaona J. D.
1969 – *Étude pédologique de quatre zones de baiboho dans le Betsiriry (sous-préfecture de Miandrivazo, préfecture de Morondava).* Antananarivo, Iram, 40 p. (Document Iram n° 195).

Langellier P., Damour M., Bouchard L.
1973 – *Études pédologiques dans la région de Mandritsara. Province de Majunga.* Antananarivo, Irat, 163 p. (Document Iram n° 36 I).

Latrille F.
1966 – *Étude pédologique de la région d'Alasora (sous-préfecture de Tananarive-banlieue : facteurs du milieu, étude des sols, pédologie appliquée, vase de végétation.* Antananarivo, Iram, 2 vol., 199 p.

Ngo Chan Bang
1965 – *Notes sur un nouvel appareil pour l'étude de la structure des sols.* Antananarivo, Iram, 35 p. (Document Iram n° 50).

Ngo Chan Bang
1966 – *Méthode nouvelle et appareil pour l'étude dynamique de la structure des sols : application à certains types de sols de Madagascar.* Antananarivo, Iram, 94 p.

Ngo Chan Bang
1968 – *Proposition de nouveaux indices pour caractériser l'état structural d'un sol : application à quelques cas agronomiques.* Antananarivo. Iram, 21 p. (Document Iram n° 134 bis).

Roche P.
1949 – *Stage Orstom avec les pédologues de l'IRSM. Cartographie des sols de la rive nord du bas Mangoky.* Antananarivo, IRSM.

Roche P.
1950 – *Étude des sols de la station agricole de Bealanana (Ankaizinana), province de Majunga : reconnaissance des principaux types de sols des plaines alluviales de l'Ankaizinana.* Antananarivo, Iram.

Roche P.
1950 – *Étude des sols cultivés en rizière dans la basse Betsiboka, (Ambato-Boéni), Madirovalo, Marovoay.* Antananarivo, Iram.

Roche P.
1952 – Étude pédologique des sols de marais récemment récupérés au lac Alaotra (Madagascar). *L'Agronomie Tropicale* (1) : 43-63.

Roche P.
1952 – Les problèmes de conservation des sols dans la région de l'Ankaratra et du lac Itasy, province de Tananarive. *Bulletin de l'Iram* (1) : 11-16.

Roche P.
1952 – Prospection pédologique en vue de l'établissement d'une station de recherche cotonnière dans la région du bas Mangoky (Tuléar). *Bulletin de Recherche Agronomique de Madagascar* (1).

Roche P.
1953 – Étude des sols utilisés par la culture de la canne à sucre à Madagascar. *L'Agronomie Tropicale* (4) : 374-392.

Roche P.
1953 – Prospection pédologique dans la région de Miandrivazo (zone de culture du tabac Maryland). *Bulletin de Recherche Agronomique de Madagascar* (2) : 17-24.

Roche P.
1953 – Prospection pédologique des terrains de culture de la collectivité rurale modernisée d'Ambo-himandroso-Ambatolampy. *Bulletin de Recherche Agronomique de Madagascar* (2) : 24-27.

Roche P.
1953 – Prospection pédologique réalisée sur les sols de la Cram d'Ankazobe (Tananarive). *Bulletin de Recherche Agronomique de Madagascar* (2) : 28-33.

Roche P.
1953 – *Prospection pédologique pour l'installation d'une station de recherche caféière sur la côte est de Madagascar, régions de Vatomandry, Mahanoro, Brickaville, Mananjary.* Antananarivo, Iram.

Roche P.
1953 – *Rapport de prospection pédologique effectuée dans la région de Mananjary sur les plantations présentant des taches de pourridié.* Antananarivo, Iram.

Roche P.
1953 – *Rapport de prospection pédologique effectuée dans les provinces de Tananarive, Tamatave, pour le choix de terrain convenant à la culture du théier.* Antananarivo, Iram.

Roche P.
1954 – *Étude pédologique des périmètres destinés à la culture du riz sur les terrains de la collectivité rurale de Bemanevika, haut Sambirano, province de Majunga.* Antananarivo, Iram.

Roche P.
1955 – *Prospection pédologique pour l'installation du centre multiplicateur de semences de riz dans les provinces de Tananarive et de Tamatave.* Antananarivo, Iram.

Roche P.
1955 – *Prospection pédologique de la région de Ranomafana, Fort-Dauphin : extension de la culture du café* Robusta. Antananarivo.

Roche P.
1955 – *Prospection pédologique des plaines rizicoles de Fitandambo (Itasy), Ambohibary-Sambaina (Antsirabe), Vinaninony (Faratsiho) en vue de leur aménagement hydraulique (étude à la demande du service du génie rural).* Antananarivo, Iram.

Roche P.
1955 – *Notice sur la carte d'utilisation des sols du PC 15, collectivité rurale d'Ambohiboatavo-lac Alaotra.* Antananarivo, Iram.

Roche P.
1956 – *Techniques de conservation des sols appliquées dans la région du lac Alaotra.* Antananarivo, IRSM, 6 p.

Roche P.
1956 – Prospection pédologique de l'île de Sainte-Marie, province de Tamatave. *L'Agronomie Tropicale.*

Roche P.
1956 – *Notice sur la carte d'utilisation des sols : feuille d'Andilamena.* Antananarivo, IRSM (Mémoires IRSM, section Pédologie, n° 1).

Roche P.
1957 – Prospection pédologique de la région d'Ambahivahibe (Diégo-Suarez) : carte d'utilisation des sols. [s.l.J, Is.n.]. *Recherche agronomique.*

Roche P. .
1957 – Notice de la carte d'utilisation des sols de Faratsiho, Ankaratra. *Bulletin de Recherche Agronomique de Madagascar.*

Roche P.
1958 – *Marais d'Ambila Manakara, province de Fianarantsoa : essai d'étude agronomique.* Antananarivo (1) : 1-13.

Roche P.
1958 – Étude agronomique du périmètre de la Sakay. *Bulletin de la Section Défense et Restauration des sols* (3) : 1-10.

Roche P. .
1959 – *Prospection pédologique des sols destinés à la culture sèche du coton dans le district d'Ankazoabo, province de Tuléar.* Antananarivo (4) : 31-60.

Roche P.
1959 – *Prospection pédologique du secteur de paysannat d'Ankazomiriotra Betafo (Tananarive) : carte d'utilisation des sols.* Antananarivo.

Roche P.
1961 – *Étude des sols du secteur Ambodimiafy-Morondava CFDT.* Antananarivo, Iram.

Roche P.
1961 – *Prospection pédologique de la plaine de Vinaninony (sous-préfecture d'Antsirabe).* Antananarivo, Iram, 8 p. + tabl.

Roche P.
1961 – *Étude de quelques types de sols utilisés en culture cotonnière dans la province de Tuléar (Fiherenana, Manombo).* Antananarivo, Iram.

Roche P.
1961 – *Prospection pédologique en vue d'étudier les possibilités d'adaptation de la culture sèche du coton dans la sous-préfecture d'Ihosy.* Antananarivo, Iram.

Roche P.
1961 – *Étude des sols de la plaine de Mahabo, avec une note explicative de la carte.* Antananarivo, Iram, 15p.

Roche P.
1961 – *Étude pédologique de la plaine de Madirovalo, sous-préfecture d'Ambato-Boéni.* Antananarivo, Iram, 8 p.

Roche P.
1961 – *Prospection pédologique de la plaine de Vinaninony (sous-préfecture d'Antsirabe).* Antananarivo, Iram, 8 p.

Roche P.
1962 – *Prospection pédologique en vue de l'établissement d'une station de recherche tabac dans la région de Mampikony. Province de Majunga.* Antananarivo, Iram.

Roche P.
1963 – *Prospection pédologique de reconnaissance effectuée à Maoueni et Moheli. Grandes Comores. Secteur du BDPA.* Antananarivo, Iram, 22 p.

Roche P.
1967 – *Étude de reconnaissance des sols de la ferme d'État de Tamatave.* Antananarivo, Iram, 10 p.

Roche P., Andrimialy R.
1962 – *Étude pédologique de la zone alluviale de Mampikony-Bemarivo (sous-préfecture de Mampikony), 3 000 ha.* Antananarivo, Iram, 52 p.

Roche P., Dubois B.
1959 – *Étude des sols du périmètre bas service de la Taheza-Tuléar : classes d'utilisation des sols.* Antananarivo.

Roche P., Ramalanjaona D.
1907 – *Rapport de prospection pédologique sur la ferme d'État pommier Betampona-Soanindrariny (préfecture d'Antsirabe).* Antananarivo, Iram.

Roche P., Riquier J., Hervieu J., Moureaux C., Saint-Amand D. De
1959 – Les sols à riz et leurs problèmes à Madagascar. *Mémoires IRSM. Série D*, 9 : 5-90.

Roche P., Riquier J., Moureaux C., Saint-Amand D. De
1957 – « Les sols à riz et leurs problèmes à Madagascar ». *In* : 3e Congrès de la Piosa, section D, Tananarive : 13-14.

Saint-Amand D. De
1954 – *Étude des sols de la région d'Ambatomanoina (district d'Anjozorobe).* [s.U, [s.n.]. 54 p.

Saint-Amand D. De
1954 – *Rapport de tournée sur la basse plaine alluviale de la Mananjabe.* Antananarivo, Orstom, 27 p.

Saint-Amand D. De
1956 – *Contribution à l'étude des sols de la cuvette d'Andapa.* Antananarivo, Iram, 18 p.

Saint-Amand D. De
1956 – *Évolution pédologique consécutive au drainage des sols hydromorphes à Madagascar.* Antananarivo, Iram, 31 p.

Saint-Amand D. De
1956 – *Contribution à l'étude des déficiences observées sur des cultures de coton dans le sud-ouest de Madagascar.* Antananarivo, Iram, 145 p.

Saint-Amand D. De
1956 – *Pédologie des vallées de Miarinarivo, Antombofito, Antsomitoty, Andriatsiazo, Angodongodona (sous-préfecture de Manjakandriana).* Antananarivo, Iram, 18 p.

Saint-Amand D. De
1956 – *Étude pédologique de la plaine de Fisakana (district de Fandriana, province de Fianarantsoa).* Antananarivo, Iram.

Saint-Amand D. De
1956 – *Les sols de la propriété de Mampiteny II (district de Manjakandriana).* Antananarivo, Iram.

Saint-Amand D. De
1956 – *Contribution à l'étude des sols destinés à la culture du coton sur la rive gauche de la basse vallée du Fiherenana (district de Tuléar).* Antananarivo, Iram.

Saint-Amand D. De
1956 – *Les sols cultivés en vanille aux environs immédiats d'Antalaha.* Antananarivo, Iram.

Saint-Amand D. De
1957 – *Étude pédologique de la concession d'Ambodiriana en vue de la culture du thé (district de Moramanga).* Antananarivo, Iram, 39 p.

Saint-Amand D. De
1957 – *Les sols du marais du Tangaina (district de Tananarive-Banlieue).* Antananarivo, Iram.

Saint-Amand D. De
1957 – *Les sols de la baie de Narinda (distria d'Analalava).* Antananarivo, Iram.

Saint-Amand D. De
1957 – *Contribution à l'étude de la vallée de la Mania (canton de Soavina, sous-préfecture d'Ambatofinandrahana).* Antananarivo, Iram.

Saint-Amand D. De
1957 – *Étude pédologique du périmètre irrigable sur la rive droite de la Taheza (district de Betioky).* Antananarivo, Iram.

Saint-Amand D. De
1957 – *Pédologie de la concession CGOT Morondava.* Antananarivo, Iram, 36 p.

Saint-Amand D. De
1961 – *Pédologie de la basse vallée de l'Adromba.* Antananarivo, Iram, 22 p.

Saint-Amand D. De
1962 – *Étude pédologique des marais d'Ifanja.* Antananarivo, Iram, 31 p.

Tercinier G.
1951 – Rapport sur une prospection pédologique dans la région de la moyenne Sakay. *Mémoires IRSM. Série D*, 3 : 285-292.

Tercinier G
1951 – Quelques remarques sur les sols de Madagascar formés aux dépens des roches basaltiques. *Bulletin de l'Académie Malgache*, 30 : 77-78.

Tercinier G
1952 – Prospection pédologique de la région de Diégo-Suarez/Ambavahadibe. *Mémoires IRSM. Série D*, 4 : 37-70.

Tercinier G
1952 – Rapport sur la prospection pédologique de la région de Maevatanana, Ambato-Boéni. *Mémoires IRSM. Série D*, 4 : 213-256.

Tercinier G
1952 – Rapport sur la prospection pédologique de la région de basse Mahavavy. *Mémoires IRSM. Série D*, 4 : 183-212.

Tercinier G
1953 – Rapport sur les sols de la plaine du haut Sambirano, région de Bemanevika. *Mémoires IRSM. Série D*, 5 : 203-228.

Thibout F.
1968 – *Rapport de stage n° 1 : Étude pédologique de reconnaissance de la région de Manankazo (sous-préfecture d'Ankazobe). Quelques aspects agronomiques : structure des sols, recherche de carence minérale, problèmes de riziculture*. Antananarivo, Iram, 84 p. (Document Iram n° 87).

Thibout F.
1968 – *Rapport de stage n° 2 : Contribution à la recherche des carences minérales en petits vases de végétation. Plante test : le riz*. Antananarivo, Iram, 20 p. (Document Iram n° 87).

Treyer M.
1963 – *Prospection pédologique de la vallée du Kimangoro (sous-préfecture d'Ambato-Boeni) : campagne 1962*. Antananarivo, Iram, 148 p.

Treyer M.
1963 – *Prospection pédologique de reconnaissance effectuée dans la région de Belobaka, Moyen-Ouest, BDPA*. Antananarivo, Iram.

Treyer M.
1963 – *Contribution à l'étude pédologique du P.C. 23 lac Alaotra (préfecture d'Ambatondrazaka)*. Antananarivo, Iram, 56 p.

Treyer M.
1965 – *Étude pédologique de la plaine d'Andranolava (province de Majunga), 7 000 ha*. Antananarivo, Iram, 35 p.

Treyer M.
1965 – *Prospection pédologique de la zone comprise entre Andaingo et Moramanga (plaine de Mangoro)*. Antananarivo, Iram, 119 p.

Treyer M.
1965 – *Reconnaissance pédologique de la plaine de Kalandy (sous-préfecture de Mandritsara)*. Antananarivo, Iram, 24 p.

Treyer M.
1965 – *Étude pédologique de la zone de Tsinjorano (près de Mahabo). Sous-préfecture de Morondava*. Antananarivo, Iram, 44 p.

Treyer M.
1966 – *Contribution à l'étude pédologique de la plaine de Morondava : secteur sud-ouest*. Antananarivo, Iram, 35 p. (Document Iram n° 61).

Treyer M.
1966 – *Étude des sols de l'Ikalamavony (province de Fianarantsoa) : prospection pédologique effectuée en novembre 1965 dans la région d'Ikalamavony*. Antananarivo, Iram, 51 p. (Document Iram n° 72).

Treyer M.
1967 – *Étude pédologique sur les sols à cocotiers dans la région de Sambava (sous-préfecture de Sambava)*. Antananarivo, Iram, 98 p. (Document Iram n° 98).

Treyer M.
1968 – *Contribution à l'étude pédologique de la plaine de Tananarive. (Annexe : résultats d'analyse)*. Antananarivo, Iram, 19 p. (Document Iram n° 139).

Treyer M., Andriamihaingo N.
1967 – *Contribution à l'étude pédologique de la plaine de Fitandambo (sous-préfecture de Soavinandriana)*. Antananarivo, Iram, 49 p. (Document Iram n° 106).

Treyer M., Andriamihaingo N.
1968 – *Étude pédologique du périmètre de Kelilalina-Ampotaka (sous-préfecture d'Ambatolampy).* Antananarivo, Iram, 69 p. (Document Iram n° 144).

Treyer M., Andriamihaingo N.
1969 – *Étude pédologique de la zone de Befandriana Nord (sous-préfecture d'Antsohihy).* Antananarivo, Iram, 111 p. (Document Iram n° 211).

Treyer M., Andriamihaingo N., Rakotoarimanga D., Ramalanjaona D.
1969 – *Contribution à l'étude pédologique de la plaine de Tananarive. A. Sols de rizières. B. Sols de collines.* Antananarive, Iram, 135 p. (Document Iram n° 210).

Treyer M., Durand H. R., Andriamihaingo N.
1966 – *Recherche des sols à cocotiers au nord d'Ambilobe (préfecture de Diégo-Suarez).* Antananarivo, Iram, 95 p. (Document Iram n° 95).

Treyer M., Randriamamonjizaka J. L.
1968 – *Contribution à l'étude pédologique de Tananarive.* Antananarivo, Iram, 50 p. (Document Iram n° 138).

Annexe 3

Liste chronologique des rapports pédologiques postérieurs à 1972, rédigés par les chercheurs malgaches, et existant au laboratoire des sols du Fofifa (Antananarivo) (références non reprises en bibliographie)

N°*	Titre	Auteur(s)	Institut	Année	Échelle carte
170	Études pédologiques de la plaine de Tsarazomoko	Randriamamonjizaka J. L	Iram	1973	1/10 000
171	Reconnaissance pédologique des périmètres hydroagricoles de Behara (Amboasary sud) de Belamoty (Betioky sud)	Bouchard L. Mahatovo P	Iram	1973	1/10 000
172	Rapport de prospection pédologique Befanamy-Tulear	Mong Gine T. Ramalanjaona D.	Iram	1973	1/2 000
173	Étude pédoagronomique de la zone de Baiboho d'Andranomainty	Andriamihaingo N. Bouchard L.	Iram	1973	1/20 000
175	Étude pédologique de l'orangeraie de Bezezika	Mong-Gine T.	Cenraderu/ Fofifa	1974	
176	Contribution à l'étude pédologique de la vallée du Mandrare	Drst	Division Pédologie	1974	
177	Contribution à l'étude pédologique de la vallée du Mandrare	Drst	Division Pédologie	1974	
178	Contribution à l'étude pédologique de la vallée du Mandrare	Drst	Division Pédologie	1974	
179	Étude pédoagronomique de la zone sud-ouest de Bealanana-Ankaizina	Mong Gine T. Bouchard L.	Irat	1974	1/20 000
181	Étude pédologique de la plaine de Bealanana-zone nord	Mong Gine T. Rasabotsy N.	Cenraderu	1976	1/20 000
182	Étude de pré-reconnaissance pédologique de la plaine d'Anketrakabe	Rakotomiraho J.D	Cenraderu/ Fofifa	1976	1/50 000
183	Étude pédologique de reconnaissance en vue de l'implantation d'une unité	Division Pédologie	Cenraderu/ Fofifa	1976	
184	Étude pédologique pour l'implantation de complexes agro-industriels	Division Pédologie	Cenraderu/ Fofifa	1976	
185	Étude pédologique pour l'implantation de complexe agro-industriel	Division Pédologie	Cenraderu/ Fofifa	1976	
186	Étude pédologique de la plaine de Bealanana/zone nord	Mong Gine T. Rasabotsy N.	Cenraderu/ Fofifa	1976	
187	Étude pédologique du périmètre agro-industriel d'Analaiva	Division Pédologie	Cenraderu/ Fofifa	1977	1/20 000
188	Étude pédologique/projet d'extension de l'opération cocotiers Sambava	Rakotomanana J. L Rabeson R. Ramalanjaona J. D.	Cenraderu/ Dra	1977	1/20 000
189	Apercu pédologique de la plaine de Fanambana/Vohemar	Rakotomiraho J. D.	Cenraderu/ Fofifa	1978	
190	Contribution à l'étude des sols sous cultures de caféiers de Mananjary	Division Pédologie	Cenraderu/ Fofifa	1978	

N°*	Titre	Auteur(s)	Institut	Année	Échelle carte
191	Contribution à l'étude des sols sous cultures de caféiers de Mananjary	Division Pédologie	Cenraderu/ Fofifa	1978	
192	Étude pédologique de 2 périmètres de la plaine de Mahajamba/Port Bergé	Rabeson R. Rakotomiraho J. D.	Cenraderu/ Fofifa	1978	
193	Contribution à l'étude des sols sous cultures de riz du lac Alaotra/Andramosabe	Division Pédologie	Cenraderu/ Fofifa	1978	
194	Étude pédologique du périmètre d'Antseva	Division Pédologie	Cenraderu/ Fofifa	1978	1/20 000
195	Étude pédologique de la plaine de Betanatanana : Maitirano	Division Pédologie	Cenraderu/ Fofifa	1978	1/20 000
196	Contribution à l'étude des sols sous cultures de riz lac Alaotra/Andramosabe/Vohidiala/ Ambohit-silaozana	Division Pédologie	Cenraderu/ Fofifa	1978	
197	Étude pédologique au 1/20 000 d'un périmètre de 400 ha dans la plaine d'Antsapazana/Moramanga	Rabeson R. Razafinjara A.L.	Cenraderu/ Fofifa	1980	1/20 000
198	Étude pédologique au 1/20 000 d'un périmètre de 1 100 ha dans la plaine de Bemahatazana	Rabeson R.	Cenraderu/ Fofifa	1980	1/20 000
199	Étude pédologique de la plaine d'Ampanefena/Vohemar	Ramarorazana B. *et al.*	Cenraderu/ Fofifa	1980	1/20 000
200	Étude pédologique d'un périmètre de 800 ha dans la plaine d'Ifanja	Rasolofo Pierre	Fofifa/ Cenraderu	1980	1/20 000
201	Étude pédologique de la plaine Mafaijijo-Behirijy/Maintirano	Division de Pédologie	Cenraderu/ Fofifa	1981	1/10 000
202	Étude pédologique de la plaine de Bemarivo au 1/20 000	Rabeson R. Razafinjara A. L.	Cenraderu/ Fofifa	1981	1/20 000
203	Étude pédologique de la plaine de Soavina/Ambatofinandrahana	Mong Gine T., Rabeson R. Rakotoarisoa R.	Cenraderu/ Fofifa	1982	1/10 000
204	Étude pédologique de la plaine d'Ambalabe	Rakotoarisoa R., Razafinjara A. L. *et al.*	Cenraderu/ Fofifa	1982	1/10 000
205	Étude pédologique des plaines de Belamoty (Bezaha) et de Behara (Amboasary sud)	Rasolofo Pierre	Cenraderu/ Fofifa	1982	1/10 000
206	Étude pédologique des plaines de Belamoty (Bezaha) et Behara (Amboasary sud)	Rasolfo Pierre	Cenraderu/ Fofifa	1982	1/10 000
207	Étude pédologique d'un périmètre agricole dans la région de Mahavanona/Antseranana	Rabeson R., Rakotoarisoa R. Razafinjara A. L	Cenraderu/ Fofifa	1982	
208	Étude pédologique de la plaine d'Ampasimatera	Rakoto Ramiarantsoa *et al.*	Cenraderu/ Fofifa	1982	1/20 000
209	Étude pédologique au 1/100 000 de la basse vallée de la Tsiribihina	Mong Gine T.	Cenraderu/ Fofifa	1983	1/100 000
210	Étude pédologique des vallées de l'Ankona et de la Sahandranono (Haut Mangoro)	Rakotobe A. O. Ramalanjaona J. D.	Cenraderu/ Fofifa	1983	1/10 000
211	Étude pédologique au 1/20 000 de la vallée de Manambolo :Basse Tsiribihina	Mong Gine T.	Cenraderu/ Fofifa	1984	1/20 000
212	Étude pédologique au 1/20 000 de la vallée d'Andranomena	Mong Gine T. Ravelojaona C.	Cenradreu/ Fofifa	1984	1/20 000
213	Étude pédologique d'un périmètre de 3 000 ha dans le Bas-Mangoky au 1/20 000	Rabeson R. Rakoto Ramiarantsoa	Cenraderu/ Fofifa	1984	1/20 000

Éditeurs scientifiques

Christian Feller Frédéric Sandron

Parcours de recherche à Madagascar

L'IRD – Orstom et ses partenaires

IRD Éditions

Parcours de recherche à Madagascar

L'IRD – Orstom et ses partenaires

Éditeurs scientifiques
Christian FELLER, Frédéric SANDRON

IRD Éditions
INSTITUT DE RECHERCHE POUR LE DÉVELOPPEMENT

Marseille, 2010

Préparation éditoriale
Yolande Cavallazzi

Mise en page
Bill Production

Maquette de couverture
Michelle Saint-Léger

Maquette intérieure
Pierre Lopez, Catherine Plasse

Coordination, fabrication
Catherine Plasse

Photos de couverture : « Paysages de Madagascar »
De gauche à droite et de haut en bas : © IRD/J.-P. Rolland, P. Laboute, J.-P. Rolland, P. Laboute, M. Grouzis, B. Moizo, B. Moizo, P. Blanchon, B. Moizo, M. Grouzis, G. Giuliani, B. Moizo, M. Grouzis, B. Moizo, M.-N. Favier, B. Moizo, C. Chaboud, B. Moizo

La loi du 1er juillet 1992 (code de la propriété intellectuelle, première partie) n'autorisant, aux termes des alinéas 2 et 3 de l'article L. 122-5, d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans le but d'exemple ou d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause, est illicite » (alinéa 1er de l'article L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon passible des peines prévues au titre III de la loi précitée.

© IRD, 2010

ISBN : 978-2-7099-1695-0