

8.3. La forme et l'évolution des versants

Après la formation de la cuvette de Vinaninony, les versants qui bordent la cuvette ont subi des évolutions. En effet, à la suite de la mise en place des reliefs volcaniques, l'érosion reprend ses actions. De ce fait, on y trouve des ravinements et des barrancos. Mais, l'évolution des versants dépend surtout de la pente, de la nature des pluies et de la nature du ruissellement (concentré ou diffus).

L'action de l'érosion sur les versants est due au changement de niveau de base locale ainsi que les autres paramètres déjà cités ci-dessus. C'est-à-dire, lorsque la cuvette s'est effondrée la rivière tente à creuser son lit pour qu'il y ait un équilibre. De plus, le bloc soulevé de l'Est est le plus attaqué par l'érosion, développant une morphologie particulière qu'on appelle facettes triangulaires. Le responsable de cette forme est l'incision des rivières après la formation de la faille. L'érosion tente d'adoucir la pente de l'escarpement de faille.



Source : cliché de l'auteur, octobre 2017

Photo 8. Facette triangulaire au sud-est de Vinaninony suivant la ligne de faille nord-sud

L'autre forme d'évolution qu'on a observé sur la bordure de la cuvette est l'apparition des ravinements. Sur les versants, il crée des incisions parallèles profondes dont la formation est due au ruissellement concentré. Il se développe surtout sur les versants. Dans la zone de

recherche, leur profondeur varie entre 1 à 5 mètres de profondeur, et leur longueur peut atteindre plusieurs mètres. Cependant, ce n'est pas seulement l'eau qui a un impact sur les versants. Les charges solides des rivières peuvent aussi contribuer à son évolution. Ainsi, au sud dans la partie de granite de Vavavato se trouvent des marmites de géant, leur formation est due aux cailloux que la rivière roule toute au long de son trajet. C'est-à-dire que les cailloux se mettent à tourner sur place en raclant le fond. Elles ont une forme arrondie de taille moyenne de 50 à 80 cm de diamètre. Au total leurs nombres ne dépassent pas la trentaine.



Source : cliché de l'auteur, octobre 2017

Photo 9. Une marmite de Géant

Il existe aussi des barrancos, un terme spécifique aux formes d'érosion des massifs volcaniques. Ils se présentent sous forme d'un ravinement sur une pente du massif. Leur profondeur varie de 4 à 6 mètres environ. La formation des barrancos dans la région est due aux actions de l'homme. En effet, durant l'enquête lors de travaux de terrain, un vieillard racontait que ces formes sont dues aux marches fréquentes de bœuf de Rainibavilahy. Cette théorie se montre juste puisque la première forme d'érosion due à ce phénomène s'appelle « pied de vache ». Cependant, en ce moment, elles sont recolonisées par des végétations ; donc, l'érosion n'a plus d'effet sur eux puisqu'elles sont stables.

La deuxième explication sur l'évolution de ces versants est liée à une cause de changement climatique. En effet, lors des périodes displuviales, les taux de couverture des végétations sont faibles, ainsi le sol est sensible à l'érosion. Donc, le décapage des matériaux des versants s'est fait lors de période displuviale.

Face à cette érosion des versants, les paysans tentent de freiner ce phénomène qui ne présente en aucun avantage pour eux, puisque la surface cultivable est rasée par l'érosion. En plus, les sédiments engendrent l'ensablement des rizières lors des fortes crues. Par conséquent, ils sont dans l'obligation de pratiquer une culture en courbe de niveau et dont le rebord est formé de bourrelet surélevé. Et les champs sont surélevés et intercalés entre des fausses pour recevoir les sédiments décapés par l'érosion. Et les eaux de ruissellement sont évacuées par des petits canaux dans les champs de culture. À Vinaninony, ce type d'aménagement est appelé asa « *tolaka* ».

Cette troisième partie vient de montrer comment il faut aborder l'analyse du milieu en considérant tous les facteurs qui ont contribué à l'évolution de la cuvette et en mettant en exergue les formations superficielles issues de forages. Tout cela est rendu possible grâce à l'utilisation des logiciels SIG et de télédétection.

CONCLUSION GÉNÉRALE

La formation de la cuvette de Vinaninony a pu être expliquée suite à la connaissance des deux failles issues de traitements d'image satellite ainsi qu'aux études des formations superficielles qui constituent le fond de la cuvette. En plus, la tectonique a une grande importance dans la formation de la cuvette. L'existence des failles est due aux activités volcaniques qui se sont passées dans la région. De ce fait, la cuvette de Vinaninony est d'origine volcano-tectonique, c'est-à-dire que l'effondrement est guidé par des lignes orogéniques.

La répartition et l'étude des formations superficielles ont permis de reconnaître que la cuvette s'est effondrée puisque le fond de la cuvette est constitué par des formations superficielles de types allochtones et subautochtones. Ces dernières ont subi un phénomène de transport : la première est due à un long transport c'est-à-dire des dépôts fluviatiles ; et la deuxième est due à un faible transport, par exemple l'éboulement ou le cône de déjection. Il existe aussi des formations superficielles de type allochtones, ce sont les dépôts lacustres. Leur genèse est due à un phénomène de transport puis elles se sont formées sur place. Ainsi, ils représentent les sols tourbeux hydromorphes, ce sont des dépôts palustres, anciens témoins de l'existence d'un lac ou au moins d'un marécage. Donc, d'après l'étude des formations superficielles la cuvette de Vinaninony était occupée par un lac. Cependant, ce lac est peu profond puisqu'il n'y a pas de succession de dépôt laminée dans le forage.

Les fosses pédologiques ont aussi confirmé l'existence des activités volcaniques et des anciennes activités du cours d'eau à partir des séquences sédimentaires qui ont constitué les coupes. La connaissance des formations superficielles a démontré l'historique du passé de la cuvette de Vinaninony. Après la formation de la cuvette de Vinaninony, les fosses pédologiques ont montré qu'il y avait encore eu des volcans actifs surtout dans la partie nord de la cuvette par l'existence des cendres volcaniques ainsi que les galets de basalte dans cette partie de la cuvette.

Après la connaissance des formations superficielles, l'évolution de la cuvette est dégagée. Postérieurement à sa formation, elle a été occupée par un lac, puis ce lac s'est asséché en raison du facteur naturel : comblement de la cuvette, ainsi qu'au facteur artificiel : aménagement hydraulique. L'évolution des versants a été aussi constatée. Elles sont dues aux

activités de l'érosion ainsi qu'à l'effondrement de la cuvette. De plus, la cuvette a subi aussi des périodes pluviales et displuviales créant ainsi de formes géomorphologiques sur les versants volcaniques.

Malgré tout cela, le nombre de forages faits dans la cuvette est insuffisant. Ils devraient être plus nombreux et plus profonds, par exemple en atteignant le substrat géologique. De plus, l'utilisation de Carbone C14 sur les tourbes peut aussi enrichir le travail puisque celle-ci peut déterminer la datation absolue de la formation de la cuvette de Vinaninony. Et l'attaque de l'érosion sur le versant devrait être plus approfondie en dégagant les zones les plus vulnérables à l'érosion.

BIBLIOGRAPHIE

1. ALSAC, C., 1965. *Étude géologique et prospection de la feuille Ankaratra au 1/100.000*, Rapport provisoire de fin de mission, Tananarive, 15p.
2. ANDRIAMPENITRA, S.T., 2007. *La dynamique des paysages dans le bassin versant de l'Ankeniheny (Vakinankaratra, Hautes Terres Malgaches)*, Mémoire de Maitrise, Tananarive, 115p.
3. BAIZE, D., GIRARD, M.-C., 2008. *Référentiel pédologique*. INRA, Paris, 406 p.
4. BALLAIS, J.L. et al. 2011. *La méthode hydrogéomorphologique de détermination des zones inondables*. Physio-Géo, collection « Ouvrages », 168p.
5. BESAIRIE, H., 1946. *La géologie de Madagascar*, annales géologiques du service des mines, Paris, 27p
6. BESAIRIE, H., 1969. *Description géologique du Massif Ancien de Madagascar*, volume III, la région centrale, Document du bureau géologique, N° 177, Tananarive,
7. BESAIRIE., H., 1962. *Eléments de géologie malgache*, Centre de Documentation Pédagogique, 22p
8. BIROT, P., 1958. *Morphologie structurale*, PUF, 157p.
9. BIROT, P., 1960. *Géographie physique générale de la zone tropicale*, CDU, Paris, 244p
10. BIROT, P., 1965. *Précis de géographie physique générale*, Paris, 403 p.
11. BOURGEAT, F et PETIT, M., 1969. *Contribution à l'étude des surfaces d'aplanissement sur les Hautes Terres centrales malgaches*, Annales de géographie, n° 426, pages 158-188. Carte géomorphologique au 1/500 000 publiée par O.R.S.T.O.M.
12. BOURGEAT, F., 1972. *Sols sur socle ancien à Madagascar*. Mémoires O.R.S.T.O.M. No 57, Paris, 335 p.
13. BOURGEAT, F., et Petit M., 1966. *Les stone-lines et les terrasses alluviales des hautes terres malgaches*, Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Pédologie.IV-2, 19p.
14. BRUN, A., 2016. *La fosse d'effondrement volcano-tectonique de la Bourboule Le Mont Dore et ses bordures*, Bulletin de l'Association française pour l'étude du quaternaire, vol. 11, n°1, 1974. pp. 25-43.
15. CABANNE, C. et PITIE, J. 1974. *Géographie physique*, Bordas, Paris, 126p.
16. CHAPERON, P et al., 1 993. *Fleuve et rivière de Madagascar*, édition de L'ORSTOM, Paris, 874p.

17. CLAUDE, G., 1969. *Étude de l'altération des roches volcaniques basiques à Madagascar* premier résultat, C.R, sem, Géol. Madagascar, Tananarive, 18p
18. CODUR, A., 1947. *Notions de morphologie terrestre*, institution géographique nationale, Paris, 127p.
19. COLLINS, A.S., 2006. *Madagascar and the amalgamation of central Gondwana ; Gondwana Research* 9 (2006) 3-16
20. Colloque, 1997. *Géophysique des sols et des formations superficielles*. L'institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération, 206 p.
21. DE MARTONNE, E., 1913. *Traité de géographie physique, notions générales : climat-hydrographie*. Tome I, A. Colin, Paris, 489 p.
22. DERRUAU, M., 1965. *Précis de géomorphologie*, 4^e édition, ed Masson, Paris, 415p
23. DERRUAU, M., 2002. *Les formes de relief terrestre*, Armand Collin, Paris, 119p.
24. DEWOLF Y et al., 2008. *Les formations superficielles, genèse, typologie, classification, paysages et environnements, ressources et risques*, ellipses édition marketing S.A, 798p
25. DUCCELLIER, J., 1963. *Contribution à l'étude des formations cristallines et métamorphiques du centre et du Nord de la Haute Volta*, mémoire du Bureau de Recherche Géologiques et Minières, édition téchnip, Paris, 320 p + planches et cartes annexes.
26. DUCROT, D., 2005. *Méthode d'analyse et d'interprétation d'image de télédétection multi-sources. Extraction de caractéristique du paysage*. Habilitation à diriger des recherches, INP Toulouse, 210p.
27. ERHART, H. et al. 1939. *Étude des altérations superficielles*. Application à l'exploration géologique et minière. Publication du bureau d'étude géologique et minière coloniales, Paris, 109 p.
28. ESCADAFAL, R., 1989. *Caractérisation de la surface des sols arides par observation de terrain et par télédétection*. Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération. Edition de l'ORSTOM, 317p.
29. FAO. 2006. *Guidelines for Soil Profile Description. Fourth edition. Soil Resources, Management Conservation Services, Land and Water Development*, FAO, Rome, 103P
30. FENEYROL, J., 2012, *Pétrologie, géochimie et genèse des gisements de tsavorite associés aux gneiss et roches calco-silicatées graphiteux de Lemshuku et Namalulu (Tanzanie)*. Thèse de doctorat, université de Lorraine, février 2012, 617p
31. GEORGE, P., 1990. *Dictionnaire de la géographie*, puf, 510p.
32. GEORGE, V., 1990, *Elément de Géomorphologie*, édition Nathan, Paris, 223p.

33. GERSAR EEDR MAMOKATRA, 1987. *Avant-projet sommaire et fiabilité du périmètre de Vinaninony* Ministère de la production agricole et de la réforme agraire, SCET AGRI, 175 p.
34. GIGON, O., 2012. *L'influence des formations superficielles sur la genèse des sols du Vallon de Nant (ND)*. Mémoire de master, Université de Lausanne, 97 p.
35. GODARD, A., 1965, *Recherche géomorphologique en Écosse du Nord-Ouest*, les belles-lettres, Paris VI e, 701p.
36. GONCALVES, P., 2002. *Pétrologie et géochronologie des granulites de ultra-hautes températures de l'unité basique d'Andriamena (centre-nord Madagascar)*, UNIVERSITÉ BLAISE PASCAL (U.F.R. De Recherche Scientifique et Technique), 320p
37. LACINA, C., 1996. *Interprétation structurale des linéaments par traitement d'image satellitaire : cas des sous-province d'Abitibi et d'Opatica (Québec)*. Mémoire de maîtrise en télédétection. Université de Sherbrooke, 106 p.
38. LACOMBE, J.P., 2008. *Initiation au traitement d'image satellitaires*, département Agronome-environnement, E.N.S.A Toulouse, 89 p.
39. LAGEAT, Y., et PEYROT, B., 1974. *Contribution à l'étude de la tectonique plio-quadernaire de Hautes Terres Centrales de Madagascar. La plaine d'Ambohibary-Sambaina et ses bordures*. In Madagascar Revue de géographie n° 25 (juillet-décembre). Antananarivo pp.137-153.
40. LENOBLE, A., 1949. *Les dépôts lacustres pliocènes-pléistocènes de l'Ankaratra (Madagascar)*, Paris, imprimerie nationale, service géologique d'Antananarivo, 137p.
41. MARC Y., T., et al., 2008. Cartographie des accidents géologiques par imagerie satellitaire Landsat-7 ETM+ et analyse des réseaux de fractures du socle précambrien de la région de Bondoukou (nord-est de la Côte d'Ivoire). Télédétection, Editions scientifiques GB, 8(2), pp.119-135
42. MOINE, B., 1966. *Grands traits structuraux du massif schisto-quartzo-calcaire (centre de Madagascar)*, C.R., Sem. Géol, Tananarive, 1966, 1 planche, pp. 93-99
43. MOREAU, J., 1977. *Le lac Alaotra à Madagascar évolution géographique passée et actuelle*, 261-274p.
44. MOTTET, G., 1974. *Contribution à l'étude géomorphologique des hautes terres volcaniques du centre de Madagascar, tome II, les massifs d'Ankaratra*, Thèse d'État, laboratoire de géographie de l'université de Madagascar, 406p.
45. PETIT, M., 1970. *Contribution à l'étude morphologique des reliefs granitiques à Madagascar*, société nouvelle de l'imprimerie centrale, Tananarive, 307p + croquis.

46. PETIT, M., 1990. *Géographie physique tropicale*, ed Karthala, 351p.
47. RAJAOMAZAVA, F., 1992. *Étude de la subsidence du bassin sédimentaire de Morondava (Madagascar) dans le cadre de l'évolution géodynamique de la marge est-africaine*, Centre Géologique et Géophysique Université des Sciences et Techniques du Languedoc 34 095 - MONTPELLIER CEDEX 5 - France, 204p.
48. RASAMOELINA, E., 1992. *Eau et terre : une gestion interdépendante pour une réhabilitation hydro-agricole, étude de deux terroirs : Tsarahonenana et Tsaramody à Vinaninony*, mémoire de fin d'étude, Tanananarive, 88 p.
49. RAUNET, M., 1980. *Le milieu physique de la région volcanique ANKARATRA-VAKINAKARATRA-ITASY (Madagascar)*, IRAT, 64p.
50. RAUNET, M., 1980. *Les bas-fonds et plaines alluviales des Hautes Terres de Madagascar, reconnaissance morpho-pédologique*. TRAT-MDRRA, 166p
51. RAUNET, M., 1997. *Les ensembles morphopédologique de Madagascar*, Cirad, 107p.
52. RAZAFIMAHEFA, R., R., 2010. *Les formations superficielles du bassin d'Antsirabe. Nature et dynamique hydrogéomorphologique*, Thèse de Doctorat, Université d'Antananarivo, 195p
53. RITTMAN, A., 1963. *Les volcans et leur activité*, éd Masson et Cie, Paris, 461p.
54. ROCHE, P., 1961. *Prospection pédologique de la plaine de Vinaninony, District d'Antsirabe*, Institution de recherche agronomique à Madagascar, Tananarive, 14p.
55. ROSSI, G., 1979. *Importance, causes et conséquences de la crise morphoclimatique actuelle à Madagascar*, Madagascar revue de géographie n°34, Université de Madagascar, 188p.
56. SECRETAN, Y., et al., 2001. *Une méthodologie de modélisation numérique de terrain pour la simulation hydrodynamique bidimensionnelle*, Université du Québec - INRS-Eau, Terre et Environnement (INRS-ETE), Journal of Water Science, in revue des sciences de l'eau, Rev. Sci. Eau 14/2(2001) 187-212p
57. SEDAN, O., et TERRIER, M., 1999. *Cartographie à 1/1 000 000 de l'aléa aux mouvements de terrain de la région PACA (Provence-Alpes-Côte d'Azur)*, rapport BRGM R 40702, service géologique national, Département Risque Naturels Géologiques
58. STRAKA., H. 1996. *Histoire de la végétation de Madagascar oriental dans les derniers 100 millénaires*. In Biogéographie de Madagascar, 1996 : 37-47 p.
59. TRICART, J., 1965. *Principes et méthodes de la Géomorphologie*, Masson, Paris, 508p.
60. VERGER. F., 1996. *Photo interprétation images aériennes et spatiales*. Edition ESKA, Paris, 144 p.

61. VINCENT STRAK., M. 2012. *L'évolution du relief le long des escarpements de faille normale active : observations, modélisations expérimentales et numériques*. Thèse de doctorat, Université Pierre et Marie Curie. 219 p.
62. ZEBROWSKI, C., 1971, *propriétés des andosols de l'Itasy et de l'Ankaratra*. Cah. O.R.S.T.O.M, sér. Pédol, vol IX, n°1, 108p

WEBOGRAPHIE

<http://cours-fad->

public.ensg.eu/pluginfile.php/1161/mod_resource/content/2/la_teledetection_optique.pdf,

consulté le 15 février 2017 à 17h31.

http://math.agrocampus-ouest.fr/infoglueDeliverLive/digitalAssets/19546_teledetection.pdf,

consulté le 20 aout 2017 à 19h00

<http://svs.gsfc.nasa.gov/vis/a000000/a000100/a000155/>, consulté le 9 mars 2017 à 15h32.