



Numéro spécial

Evolution dynamique de la rivière Ilempona et méthode de protection artisanale des berges

Dynamic evolution of the Ilempona river and artisanal protection of river banks

Aurélien MANDIMBIHARISON⁽¹⁾

Abstract: From the three documents (an aerial photographic of 1960, an ortho-photo image of 2009 and an image Google Earth of 2013) and observations and investigations into ground that the evolution of the river Ilempona, a principal affluent of the Onive river, was approached. The integration of these three documents in a geographical information system made it possible to determine the index of sinuosity (Is) and surfaces of the active band, parameters indicating the morphological evolution of a river.

The statistical analysis of these three parameters (year, Index of sinuosity and surface of the band activates) detected 2 types of correlation:

- a very strong negative correlation between the year and surface;
- a strong positive correlation between the year and the index of sinuosity.

With the passing of years, with the erosion of the banks the surface of the active band should increase but here the case is completely the opposite, the peasants put at their profit the existence of the crumbling on the level of the banks to acquire a little more surface arranged in rice plantation. They set up a low wall of 3 lines of basalt or quartzite blocks, products carried by the river. This technique showed a double effectiveness initially in the protection of the banks against the aggressiveness of the river then in the improvement of the incomes.

Key words: Ilempona river, Index of sinuosity, protection, bank, SIG

Résumé : A partir de trois documents (une photographie aérienne datée de 1960, une image ortho-photo de 2009 et une image Google Earth de 2013) et des observations et enquêtes sur terrain, l'évolution de la rivière Ilempona, un affluent principal du fleuve Onive, a été abordée.

L'intégration de ces trois documents dans un système d'information géographique a permis de déterminer l'indice de sinuosité (Is) et les surfaces de la bande active, paramètres indiquant l'évolution morphologique d'un cours d'eau.

L'analyse statistique de ces trois paramètres (année, Indice de sinuosité et surface de la bande active) a décelé 2 types de corrélation :

- une très forte corrélation négative entre l'année et la surface;
- une forte corrélation positive entre l'année et l'indice de sinuosité.

Au fil des années, avec l'érosion des berges, la surface de la bande active devrait augmenter mais ici le cas est tout à fait le contraire : les paysans mettent à leur profit l'existence de l'éboulement au niveau des berges pour acquérir un peu plus de surface aménagée en rizière. Ils érigent un muret de 3 rangées de blocs de basalte ou de quartzite, produits charriés par le cours d'eau. Cette technique a montré une double efficacité d'abord dans la protection des berges contre l'agressivité du cours d'eau, ensuite dans l'amélioration des revenus.

Mots clés : Rivière Ilempona, Indice de sinuosité, protection, berge, SIG.

⁽¹⁾Département de Géologie, Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo, Université d'Antananarivo B.P. 1500 – Antananarivo – Madagascar.
Email : mandimbiharison.aurelien@gmail.com

INTRODUCTION

La dynamique fluviale est conditionnée essentiellement par :

- Le climat ;
- La superficie, la pente et la nature lithologique du bassin versant.

A Madagascar, 77% de la superficie est occupée par des bassins versants qui ont comme conséquence un drainage dissymétrique (PETIT, 1998) et la formation de cinq principaux bassins fluviaux (CHAPERON *et al* 1993) (figure 1) :

- Versant Nord et Montagne d'Ambre ;
- Versant du Tsaratanana ;
- Versant Est ;
- Versant Ouest et Nord Ouest ;
- Versant Sud.

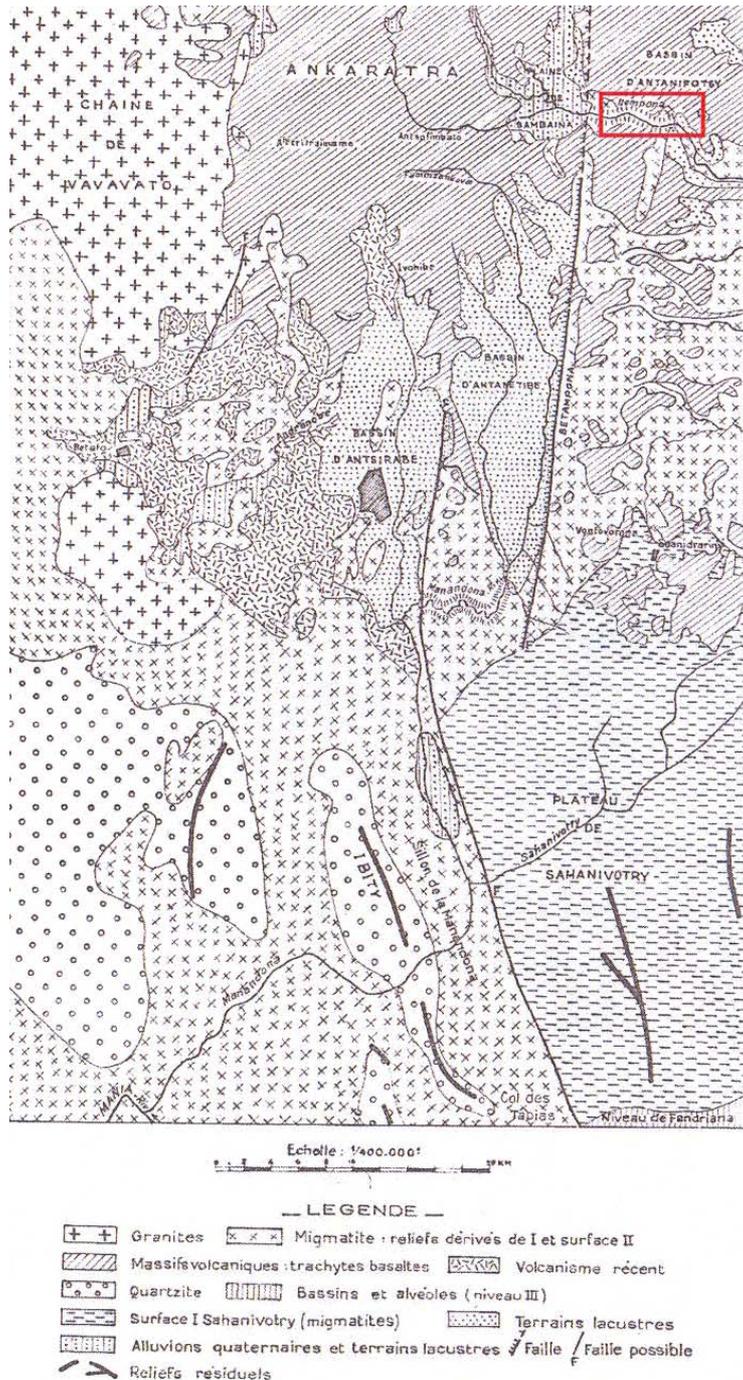
Dans cet article un sous bassin versant du Versant Est qui occupe une superficie de 4 860 km² été analysé en retraçant l'évolution de la dynamique fluviale de la rivière Ilempona, principal affluent du fleuve Onive et faisant partie du bassin de Mangoro (CHAPERON *et al.*, 1993).

L'Ilempona prend sa source au pied du massif volcanique d'Ankaratra, traverse d'abord la grande plaine rizicole d'Ambohibary puis, après une zone de terrasses alluviales très fertiles, elle dégringole ensuite de nombreux seuils rocheux dans une sorte de vallée étroite et encaissée pour se jeter enfin dans une large vallée à fond plat avant de rejoindre le lieu de confluence avec l'Onive.

Le sous bassin versant où s'écoule la rivière Ilempona est marqué par diverses activités anthropiques telles que la riziculture, tant au niveau de la grande plaine d'Ambohibary que dans les vallées plus ou moins larges rejoignant ce cours d'eau et aussi sur les versants étagés aménagés en culture en gradin (RAUNET, 1997), la construction du réseau routier (un tronçon de la Route Nationale 7), l'édification d'un barrage hydroagricole et la protection des berges par perrés maçonnés.

CONTEXTE MORPHOLOGIQUE ET GEOLOGIQUE DE LA ZONE D'ETUDE

La zone d'étude, correspondant à une portion de 6,5 km de la rivière Ilempona, fait partie du bassin lacustre d'Antsirabe-Sambaina- Antanifotsy (BOURGEAT, 1972) qui s'est constitué après les premières émissions volcaniques d'Ankaratra (BESAIRIE, 1973) (figure 2). Sur ce tronçon, la vallée est étroite, profonde et encaissée et le débit y est fort d'où l'intérêt de la dynamique fluviale. Le versant sur la rive gauche est caractérisé par des rizicultures en gradins qui nécessitent un muret de protection.



Antanifotsy

Figure 2 : Les formations géologiques du bassin lacustre Antsirabe-Sambaina-Antanifotsy
(BESAIRIE H., 1973)

MATERIELS ET METHODE

Pour suivre l'évolution de la rivière Ilempona dans le temps, trois documents d'époques différentes ont été utilisés (Figures 3a ,3b,3c).

- D'abord quelques photographies aériennes de 1960 de la zone d'étude

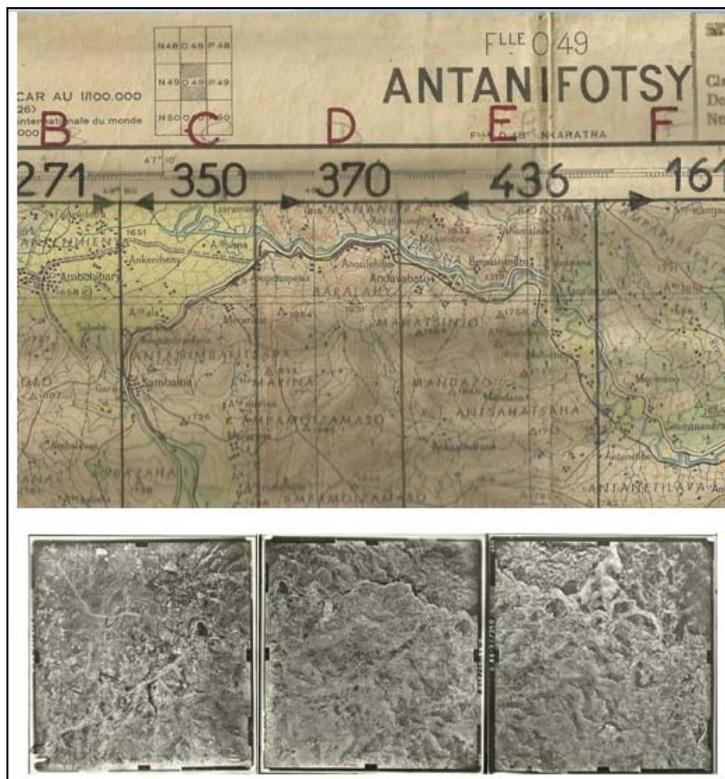


Figure 3a : Disposition des photographies aériennes (Mission O48-53/250 datée de 1960) N°350-370-436 sur la carte topographique d'Antanifotsy, Feuille O49 à échelle 1/100 000.

- Ensuite un extrait de l'orthophoto de Vakinankaratra à échelle 1/40 000 daté de 2009.

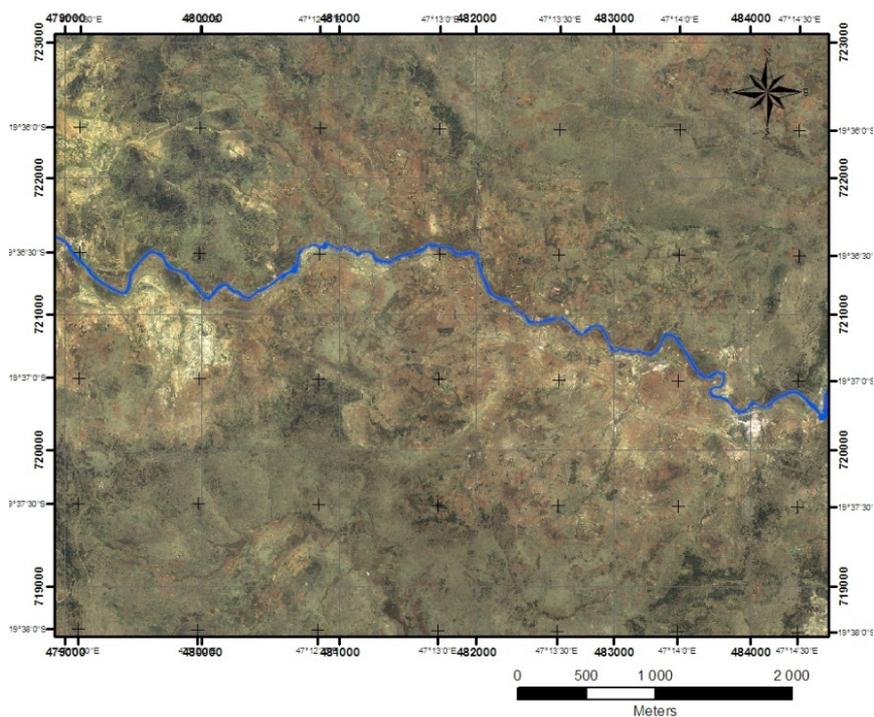


Figure 3b : Image orthophoto de la zone du tronçon étudié

- Enfin une Image Google Earth 2013 de la zone étudiée

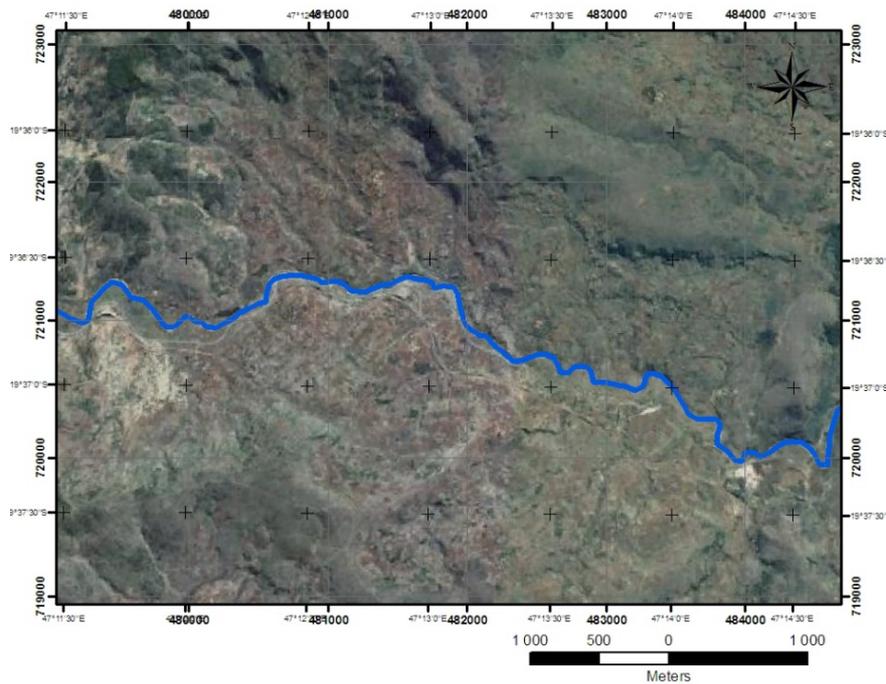


Figure 3c : Extrait d'Image Google Earth du tronçon étudié

Ces documents ont été calés et rattachés à un système de coordonnées géographiques WGS 84 et une fois géoréférencés ils sont intégrés dans un Système d'Information Géographique sous forme de couches d'informations indépendantes. Ensuite, le tronçon considéré dans chaque document a été digitalisé et inséré sur fond orthophoto pour mieux distinguer et apprécier la forme, la largeur, la surface et l'allure de la rivière Ilempona. Ainsi avec les informations extraites des différentes couches, il est possible de calculer les indices de sinuosité, la largeur de la rivière tous les 650m (Figure 4) et la surface de la bande active.

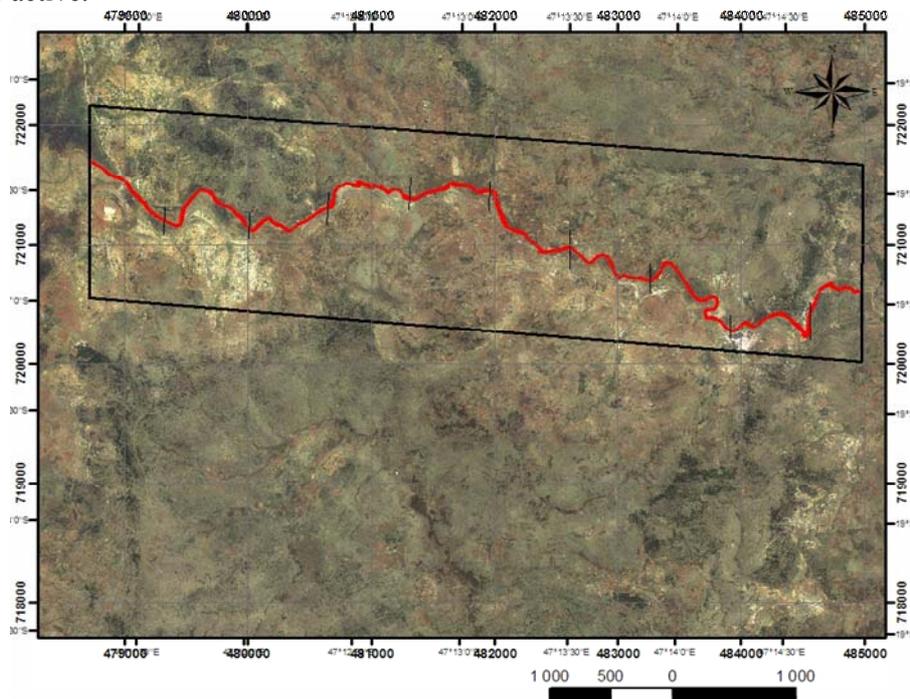


Figure 4 : Découpage tous les 650m du tronçon étudié

RESULTATS ET INTERPRETATIONS

Caractéristiques du tronçon étudié

Le tableau 1 suivant dresse les altitudes du tronçon étudié tous les 650 mètres et les largeurs selon les années.

Tableau 1 : Altitude et largeur du tronçon étudié selon les années

Distance	Altitude (m)	Largeur(m) 1960	Largeur(m) 2009	Largeur(m) 2013
0	1656	17,36	18,57	15,75
650	1654	19,33	17,86	19,22
1300	1653	28,64	28,24	26,65
1950	1652	22,38	18,64	20,49
2600	1646	25,81	23,29	27,88
3250	1643	18,26	13,31	19,01
3900	1618	22,26	19,27	18,03
4550	1614	23,05	21,05	17,83
5200	1600	16,74	14,4	14,35
5850	1590	20,47	15,68	15
6379	1588	17,33	17,2	17
Moyenne		20,65	18,86	19,20

Même si la largeur fluctue au cours des années, la tendance générale est à la diminution comme l'affirme la matrice de corrélation du tableau 2.

Tableau 2 : Matrice de corrélation des largeurs du cours d'eau selon les années

Matrice (coefficient de corrélation de Pearson) :			
	L 1960	L 2009	L 2013
L 1960	1,000	0,889	0,838
L 2009	0,889	1,000	0,784
L 2013	0,838	0,784	1,000

Style fluvial

Pour connaître le style fluvial d'une rivière, le calcul de l'indice de sinuosité (Is)

$$(Is) = \frac{\text{Longueur du cours d'eau}}{\text{Longueur de la vallée}}$$

est déterminant selon le tableau 3.

Tableau 3 : Les différents types de style fluvial selon la valeur de Is

Valeur de Is	Is < 1,05	1,25 < Is < 1,5	Is > 1,5
Style fluvial	Style rectiligne	Style sinueux	Style à méandre

Pour le tronçon étudié l'indice de sinuosité selon les années est représenté par le tableau 4

Tableau 4 : Indice de sinuosité selon les années

Année	1960	2009	2013
Is	1,307	1,313	1,309

Donc pour le tronçon étudié, le style est du type sinueux.

A partir des données altimétriques le profil en long du tronçon étudié a été tracé (figure 5 ci-dessous).

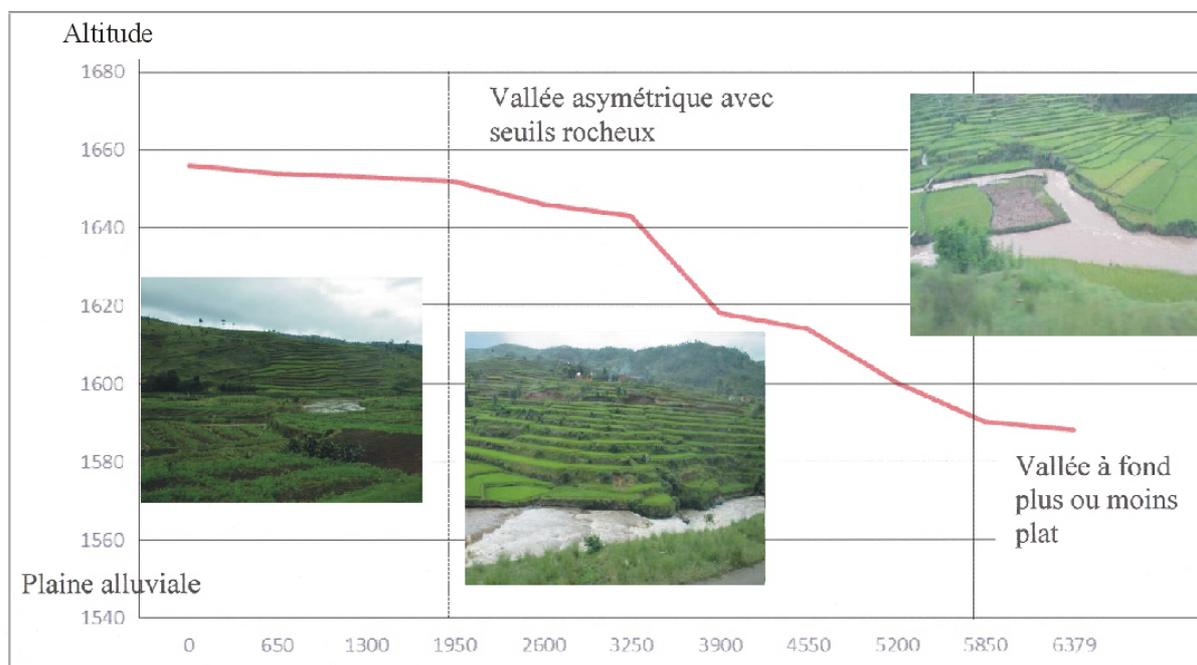


Figure 5 : Profil longitudinal du tronçon étudié

Surface de la bande active selon les années

Le tableau 5 ci-après dresse l'évolution de la surface de la bande active correspondant au tronçon étudié selon les années.

Tableau 5 : Surface de la bande active selon les années

Année	1960	2009	2013
Surface (m ²)	139 797	120 576	114 544

Au fil des années, la surface de la bande active diminue. L'analyse statistique des 3 paramètres (année, Is, surface de la bande active représentés par le Tableau 6 et la figure 6) a décelé 2 types de corrélation:

- une très forte corrélation négative entre l'année et la surface;
- une forte corrélation positive entre l'année et l'indice de sinuosité.

Tableau 6 : Matrice (Coefficient de corrélation de Pearson) entre les trois paramètres

	Année	Is	Surface (m ²)
Année	1,000	0,710	-0,987
Is	0,710	1,000	-0,586
Surface (m ²)	-0,987	-0,586	1,000

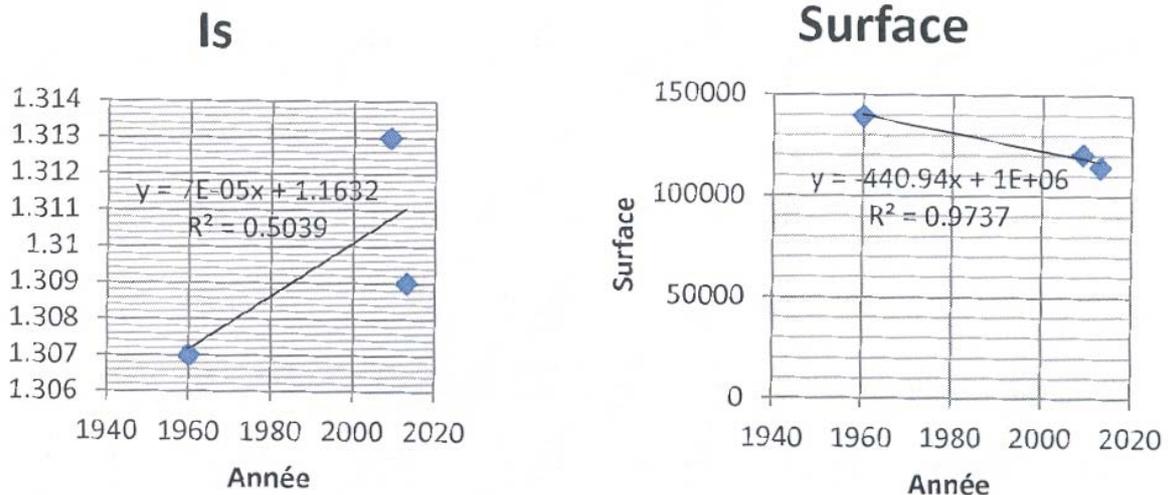


Figure 6 : Droites de régression montrant les deux types de corrélation

Evolution du tracé du tronçon étudié

Les paysans ont mis à profit l'existence des éboulements ou érosion de la berge pour acquérir une petite surface rizicole en y érigeant un muret à partir des blocs de basalte observés partout, sur les versants et dans le lit du cours d'eau. La figure 7 illustre un exemple avec croquis d'un mur de protection des berges

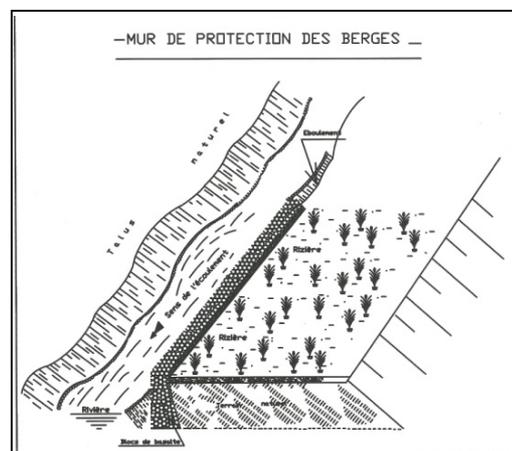


Figure 7 : Aménagement d'un talus éboulé en surface rizicole

La superposition des différentes couches du tronçon étudié selon les années et sur fond ortho photo 2009 a permis d'obtenir le document suivant (Figure 8).

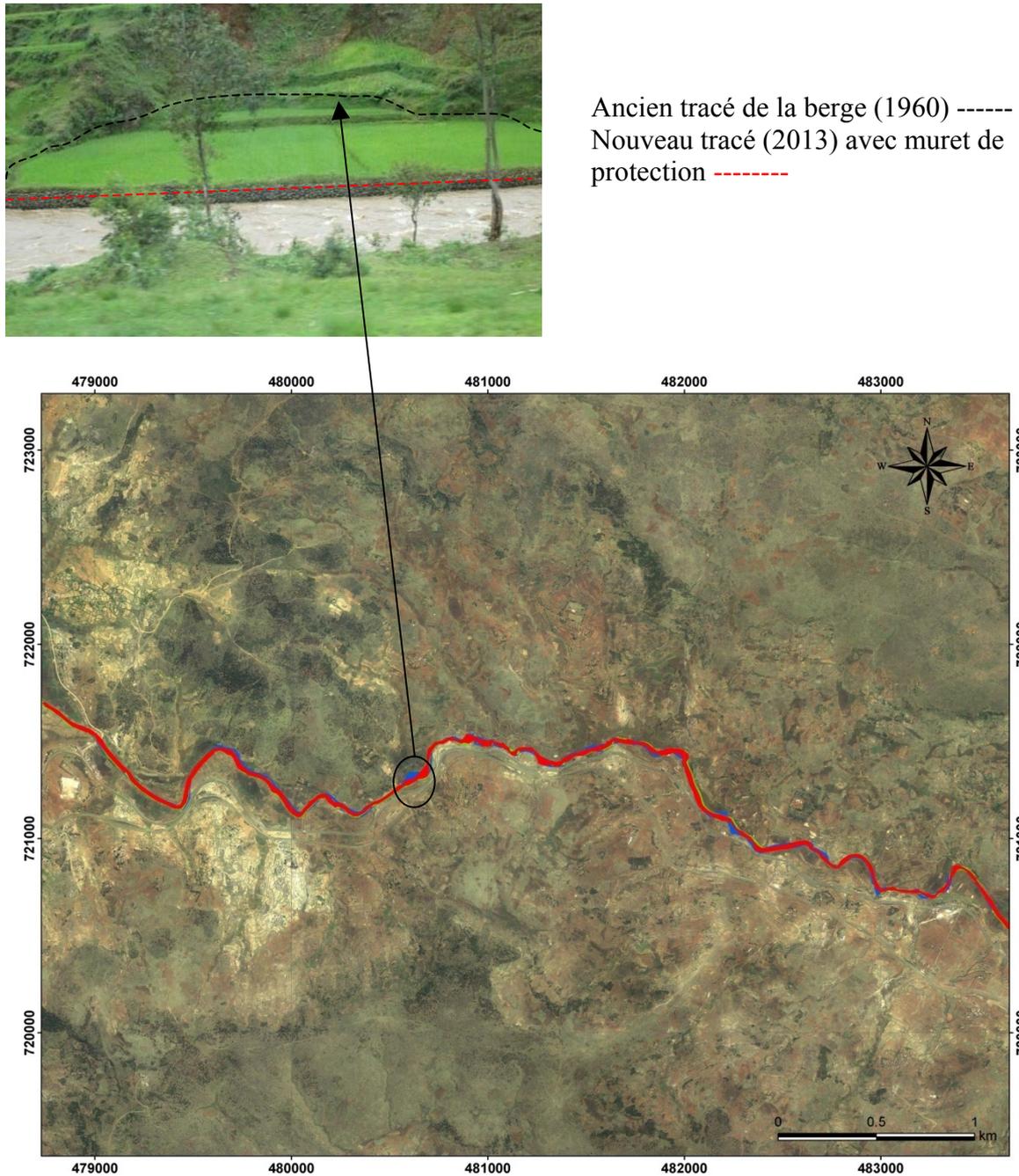


Figure 8 : Evolution du tracé du tronçon étudié sur fond ortho photo de 2009

CONCLUSION

Cette étude montre l'évolution de la rivière surtout la diminution de la surface de la bande active par la combinaison de deux facteurs naturel et anthropique. Pour le facteur naturel, il s'agit de l'éboulement des berges et la présence des blocs de basalte dans les environs immédiats du cours d'eau. Pour le facteur anthropique, les paysans dans cette région de Vakinankaratra aménagent les terrains à pente plus ou moins forte en terrasse et les parties éboulées le long du cours d'eau en rizière en érigeant des murets de protection à partir des blocs de basalte issus de l'éruption volcanique d'Ankaratra. Par suite de l'accroissement démographique, du problème foncier et de la nature du terrain, les paysans cherchent toujours les moyens de survivre et, dans notre cas, c'est de l'évolution de la rivière par l'éboulement de ses berges dont ils profitent pour aménager un nouveau terroir rizicole.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BESAIRIE, H. 1973. Précis de géologie malgache. *Annales géologiques de Madagascar*, 36, 140p.
- BOURGEOAT, F. 1972. Sols du socle ancien à Madagascar. Mémoire ORSTOM, 57, 338 p.
- CHAPERON, P., DANLOUX, J. & FERRY, L. 1993. Fleuves et rivières de Madagascar. Ed. IRD, DMH, CNRE. 874 p.
- PETIT, M. 1998. Présentation physique de la grande île Madagascar. Ed. FTM, 192p.
- RAUNET, M. 1997. Les ensembles morphopédologiques de Madagascar. Ed. CIRAD-ONE-FOFIFA ANAE, 107p.

