

Article original

Dynamique de ravinement dans le terroir villageois de Takassaba-Maradi : commune urbaine de Tessaoua, région de Maradi (Niger)

Abdou Rachid SALISSOU et Ibrahim MAMADOU*

Département de Géographie, Université de Zinder, BP : 656, Zinder, Niger

(*) **Auteur correspondant** : imadou_ib@yahoo.fr

Article soumis le 02/08/2021 et accepté 06/12/2021

Résumé : L'érosion hydrique fait partie des catastrophes naturelles qui engendrent des graves perturbations sur l'équilibre de l'écosystème. Le terroir de Takassaba-Maradi relevant de la commune de Tessaoua subit un problème de ravinement qui dégrade le foncier des terres de culture. Ce type d'érosion est aggravé par l'intensité de la pluie, la nature du sol et les actions anthropiques. L'objectif de ce travail est d'analyser la dynamique de ravinement dans les trente dernières années et de proposer quelques perspectives de solutions. La méthodologie a consisté en une cartographie diachronique (à travers l'interprétation des images Landsat de 1990, 2005 et 2020) et un suivi intra-annuel des ravines. Les résultats de la cartographie montrent une dynamique évolutive passant de quelques réseaux hydrographiques en 1990 à plus d'une vingtaine des ravines en 2020. Les conséquences de ravinement sur la localité sont importantes. En effet les résultats de suivi des ravines n°1 et 2 montrent une évolution importante des largeurs et des profondeurs en moins de sept mois. En outre le cubage de terres érodées s'élève à 14173,33 m³ et la densité de drainage est passée de 12,22km/km² en 2005 à 21, 52km/km² en 2020.

Mots-clés : Takassaba-Maradi, érosion, ravinement, dynamique, cartographie diachronique.

Abstract: *Water erosion is one of the natural disasters that cause serious disturbances to the ecosystem balance. The Takassaba-Maradi area in the department of Tessaoua, is being attacked by an unprecedented ravine erosion with damage the field's culture. It is accelerated by rain intensity, the characteristics of field and human action. The goal of this work is to study the gullying in the 30 last year and exposing some solution's directive. The methodology consists to diachronic mapping (by interpretation of Landsat 1990, 2005 and 2020 pictures) and gullying yearly measure. The mapping results shows a dynamic evolution of gullies with a few gullies in 1990 to over score ravines in 2020. So, the consequences of guiling in this area*

are very important. The measure results of ravine n°1 and 2 shows an important vastness and depth's evolution. Moreover, the earth loss is evaluated from 1 4173,33 m³ and the drainage density of all the ravines increased from 12.22 km / km² in 2005 to 21.52 km / km² in 2020.

Keywords: Takassaba-Maradi, erosion, gullyng, dynamic, diachronic mapping.

Introduction

Dans les zones sahéliennes, le ruissellement lié à des fortes précipitations entraîne le départ de terre par érosion, de façon insidieuse en emportant les éléments fertiles du sol, ou de façon spectaculaire en créant des profondes ravines (LE BISSONNAIS et al., 2002 :4). Du côté de la Chine où la population est très nombreuse, l'érosion et le ravinement affectent 40% du territoire soit 3 569 200 km² de terres dont 1,61 millions de km² spécifiquement liés à l'érosion hydrique laquelle provoque annuellement des pertes en terres de l'ordre de 4,52 milliards de tonnes (YOUSSEF, 2011 :1). Dans la commune de Tessaoua, la dépendance en terre amplifie les facteurs monumentaux de l'érosion. Mais le terroir de Takassaba-Maradi fut dans les années antérieures un bassin boisé et propice à la mise en culture. Ceci s'explique du fait de l'abondance de la pluviométrie et de la faible occupation du sol. Selon les paysans c'était une période de prospérité où la terre était encore fertile. Ils y vivaient des produits de cueillette et de chasse. Ainsi le palmier doum fait partie à l'époque des espèces abondantes qui assuraient une bonne partie de l'alimentation. La mise en culture n'y était pas donc très importante. La population ne connaît pas une grande croissance. Mai à l'époque des grandes sécheresses du Sahel, on assistait à une diminution de la pluviométrie et une croissance rapide de la population. Ce qui a entraîné une forte pression sur le sol à travers la colonisation des terrains dunaires très sensibles. Ceci est à l'origine des nombreux dégâts dus à l'érosion pluviale (ETENE et al., 2017 :12). D'après beaucoup des paysans c'est là où naissent les premiers réseaux hydrographiques de faible taille au sein du terroir. Puisqu'aucune mesure de lutte n'est prise par les paysans en ce moment, les ravines se sont amplifiées à cause de la multiplication des habitations sur le site et le retour de la pluviométrie sur toute la

bande sahélienne. A titre illustratif les années 2001 et 003 ont enregistré respectivement 66,7 mm et 713, 7 mm à la station de Tessaoua. Par conséquent, les ravines se sont davantage amplifiées vers les années 2020. Pour faire face à ce problème, les paysans entreprenaient des stratégies locales de lutte contre les ravines. Mais à chaque effondrement ils se déménagent vers un nouveau site et ainsi de suite. Le ravinement s'est avérée dès lors une des principales formes de dégradation du sol. C'est pourquoi certains auteurs comme OZER (2014 : 1) ; DESCROIX et POULENARD (1995 : 6) ont documenté l'importance de SIG (Google Earth et cartographie) dans le suivi et l'inventaire d'un tel type d'érosion. La cartographie permet d'avoir une vue d'ensemble des problèmes d'érosion et donc de localiser les secteurs nécessitant une intervention prioritaire (MORSHELL et FOX, 2004 : 1). L'objectif de ce travail est d'étudier la dynamique de ravinement au cours de trente dernières années ainsi que ces caractéristiques actuelles

La commune urbaine de Tessaoua est comprise entre la latitude 14° Nord et 13,33° Sud et la longitude 7° 43 Ouest et 8° 10 Est (Fig. 1). Elle est située sur la Route Nationale N°1 (RN1) à 800 km à l'Est de la capitale du Niger (Niamey) et à 128 km du chef-lieu de la région (Maradi) dont elle relève (PDC 2014-2018). Quant au terroir d'étude (Takassaba-Maradi), il est situé entre 13° 42' 127'' de latitude Nord et 7° 56' 96'' de longitude Est. Distant d'environ 8 km au Sud-ouest du chef-lieu du département (Tessaoua) ; il est ainsi limité :

- Au Nord par les communes de Tessaoua et Kanan Bakaché ;
- Au Sud par le village de Yataoua et Guidan Aro ;
- À l'Est par le village de Kaywa et
- Au Sud-ouest par celui de Welézam (Figure 1).

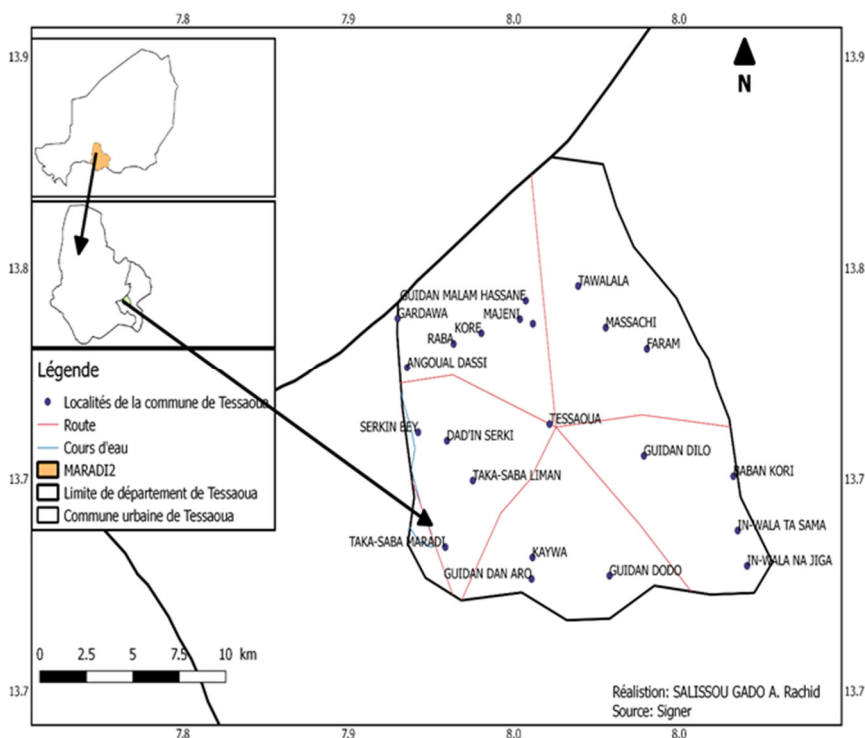


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude.

On peut noter que la partie Ouest du terroir est traversée par le bassin de Goulbi N'Kaba selon un sens d'écoulement Sud-Nord et sur une distance d'environ 30 km à l'échelle de la commune. Ce dernier prend sa source au Nigeria, traverse le centre de la région de Maradi sur environ 270 km et l'extrême sud-est de la région de Tahoua, avant de retourner au Nigeria. Il se localise entre $13^{\circ} 20'$ et $14^{\circ} 00'$ de latitude Nord et $6^{\circ} 30'$ et $8^{\circ} 10'$ de longitude Est (YAHOUZA et al., 2018 : 38).

Le climat de la zone est du type soudan-sahélien (PDC, 2014-2018 : 12). La forte insolation et le degré élevé de température entraînent une alternance de trois saisons bien distinctes :

- Une courte saison pluvieuse qui dure quatre mois et qui va de Juin à Septembre pouvant aller exponentiellement jusqu'en octobre ;
- Une saison sèche et froide qui va de Novembre à Février avec un minima de température d'environ 15, 33 °c ;
- Une saison sèche et chaude qui va de Mars à Mai avec un maxima de température d'environ 40 °c en Avril (ABDOU, 2016 :25).

La pluie est très irrégulière dans l'espace et dans le temps. Elle varie de 43,2 mm en 1980 à 660,5 mm en 2005 avec une certaine hausse amorcée à partir des années 1990 jusqu'en 2005 dépassant nettement la moyenne qui est de 424, 79 mm (Figure 2).

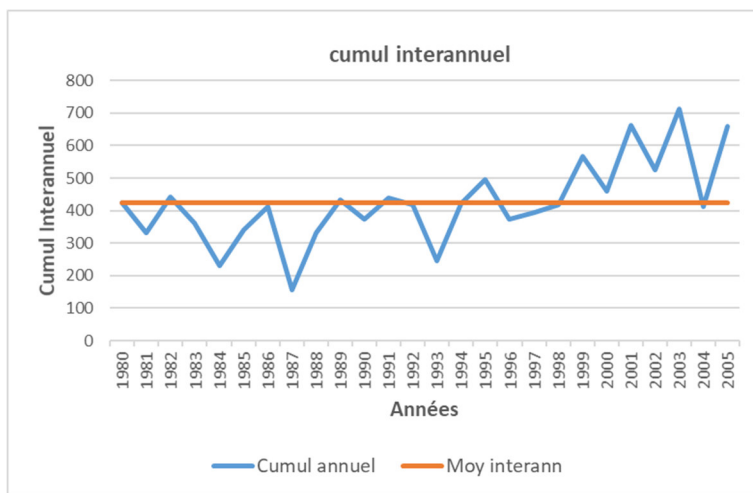


Figure 2 : Evolution interannuelle de la pluviométrie à la station de Tessaoua
Source de données : DMN, 2019

1. Méthodologie de recherche

1.1. Collecte et traitement des données cartographiques

La cartographie de la dynamique de ravinement est basée sur une analyse diachronique réalisée par interprétation d'images satellitaires Landsat de 1990, 2005 et 2020. Elles ont été numérisées et mis en page sous Qgis. Ainsi, les différents réseaux hydrographiques sont numérisés à travers l'onglet "Ajouter un trajet" et la superficie du terroir et de la vallée de Goulbi au moyen d'un contour.

1.2. Suivi intra-annuel des ravines n°1 et 2

Les mesures de l'évolution intra-annuelle se sont portées exclusivement sur un échantillon de deux ravines (ravine N° 1 et N°2). En effet, ceci est due à leur représentativité (la première ravine est la plus longue et la deuxième représente celles des classes moyennes) Ainsi, la campagne de mesure s'est portée sur la période début de la saison pluvieuse (période durant laquelle l'érosion hydrique est plus active) et fin tardif de la saison (Décembre 2020) soit approximativement huit mois. En outre, trois profils ont été réalisés sur chaque ravine et repérés à travers un GPS pour pouvoir à nouveau être suivies lors de la dernière campagne.

1.3. Analyse du cubage de terres érodées

Le cubage des terres érodées s'obtient à travers l'équation : $L \text{ (m)} \times l \text{ (m)} \times h \text{ (m)}$.

L : Longueur moyenne de ravines en (m) ;

l : largeur des ravines en (m) ;

h : hauteur moyenne de ravine en (m).

Etant donné qu'on a réalisé trois profils sur chacune de deux ravines, alors la perte a été évaluée par section, soit deux sections par ravine. Donc en fonction de la combinaison de deux sections on a pu calculer le cubage des terres érodées aux deux périodes de mesure. Par exemple pour la ravine n°1 la longueur totale est de 288 m, les

largeurs aux trois profils sont de 4,70 m ; 17 m et 18, 70 m. Les hauteurs sont de 1,3 m ; 6,3 m et 0,4. m. Pour la première section le cubage est : $L/2 \times l_{\text{moy}} \times h_{\text{moy}}$.

$$= 288 \text{ m} / 2 (1,3\text{m} + 6,3\text{m}) / 2(4,70\text{m} + 17\text{m}) / 2.$$

Pour la deuxième section le cubage est :

$$144 (17\text{m} + 8,10\text{m}) / 2(6,3\text{m} + 0,4\text{m}) / 2.$$

1.4. Analyse de la densité de drainage

Par définition, la densité de drainage définit la longueur de ravinement par unité de surface à un instant donné (MALAM ABDOU et al.2018). Elle est calculée par l'équation suivante : $D_d = \sum_{i=1}^n L/S$.

Avec D_d : Densité de drainage ;

L : longueur de cours d'eau en Km ;

S : La superficie drainée en km^2 .

A travers la numérisation de la carte de 2005 et 2020 au moyen de logiciel Google Earth et Qgis, la densité de drainage du terroir a pu être calculée. Cela a consisté en une digitalisation à travers un trajet pour les chaînes des ravins et au moyen d'un polygone pour la superficie de l'ensemble du village.

2. Résultats et discussion

2.1. Dynamique des ravines au cours de trente ans

La cartographie diachronique constitue un outil adéquat qui permet de prédire les éventuels risques de l'érosion à l'échelle des versants (TOUNDOH O. et TCHIBOZO E., 2020 : 125). En effet, elle permet (MAMADOU I., 2006 : 80) de caractériser la dynamique évolutive des ravines d'un temps T_0 à un temps T_1 . Ainsi on peut observer, à travers les images Landsat (de 1990 à 2020) une dynamique qui se caractérise par augmentation, apparition et disparition des réseaux hydrographiques. Dans l'ensemble, l'augmentation des ravines est plus importante dans les années qui suivent les grandes

sécheresses au Sahel (1970 et 1990) notamment les années 2005. (Figure 3)

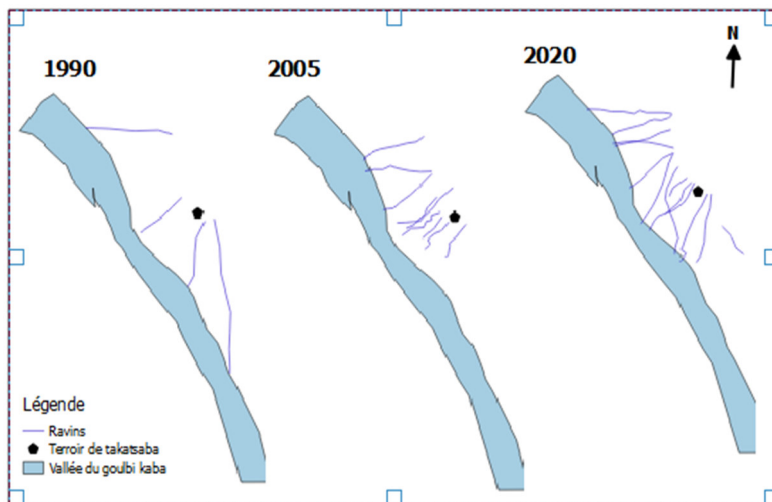


Figure 3 : Dynamique de ravinement de 1990 à 2020
Source : images Landsat, 1990, 2005 et 2020.

La multiplication des ravines durant cette période se justifie par le retour de la pluviométrie de l'ordre de 10 à 20% par rapport à celle des années sèches (MALAM ABDOU M. 2016). Par conséquent, on peut déduire que l'augmentation des réseaux hydrographiques suit l'évolution de la pluviométrie dans cette localité.

En outre, la sensibilité du sol contribue à l'accélération des ravines dans la localité. Ainsi, on peut distinguer cinq unités pédologiques du nord-ouest au sud-est à savoir les sols faiblement argileux, sols issus des sables éoliens (ergs récents), sols des alluvions hétérogènes indifférenciés, sols sableux éoliens (ergs anciens) et les sols issus des sables grossiers des vallées sèches (fig.4)

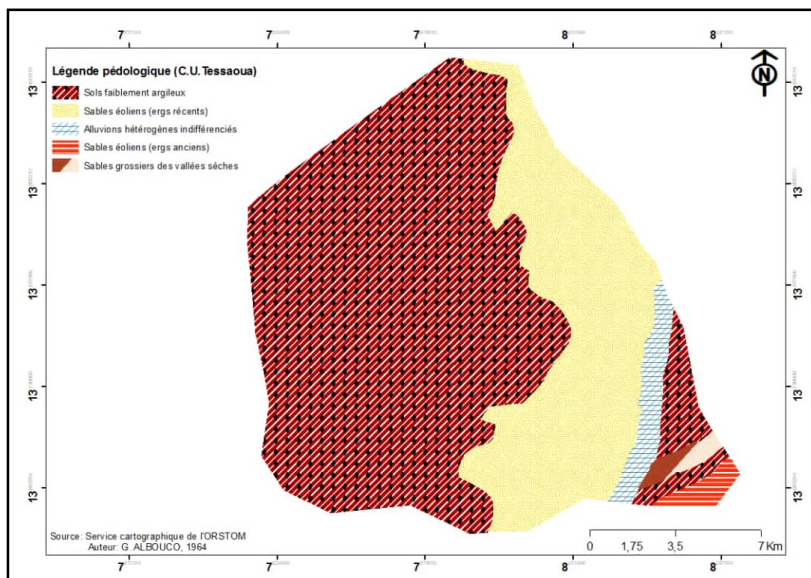


Figure 4 : Carte des unités pédologiques de Tessaoua

Partant de cette description on peut caractériser dans la zone de Takassaba- Maradi dans l'ensemble (BOCQUIER G. et GAVAUD M. 1964 : 181 et MAIDA ARGH S. 2019 : 25) :

Les sols dunaires ou « *Jigawa* » qui se caractérise par une texture sableuse et un très faible taux en matière organique inférieur à 2%. Ils sont perméables avec une très faible capacité de rétention en eau, ces sols sont sensibles aussi à l'érosion.

Les sols des alluvions hétérogènes avec une texture sableuse à sables grossiers de 0 à 20 cm, structure feuilletée en surface, puis massive à débit à faces planes, cohésion faible et un porosité d'assemblage assez faible.

Les sols de bas-fond ou « *Fadama* » qui se localisent au sein des dépressions inter dunaires. Ils se caractérisent par une hydromorphie temporaire. Ils sont formés d'alluvions argilo-sableuses à texture variable et cohérentes à sec. Les sols de bas-fond sont surtout rencontrés à l'ouest de la zone d'étude dans la nappe du Goulbi

2.2. Caractéristiques actuelles des ravines

Le bassin versant de la commune de Tessaoua est constitué d'un ensemble des réseaux qui se communiquent selon une direction du drain principal Nord-Ouest. Le Terroir de Takassaba-Maradi qui se localise sur des anciennes dunes (à l'ouest de l'amont du bassin) est constitué des sous réseaux qui se déversent dans le lit de la nappe alluviale de Goulbi N'Kaba (Figure 5).

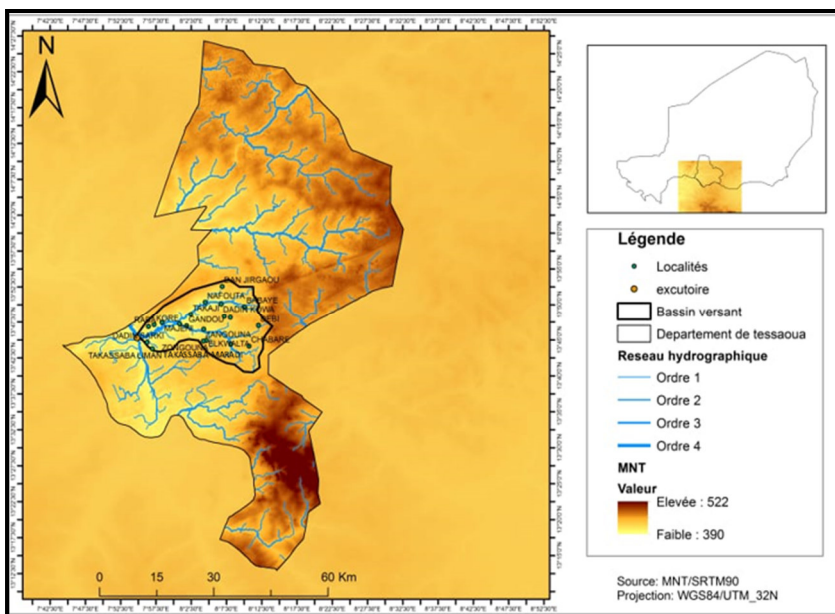


Figure 5 : Réseaux hydrographiques et relief de bassin versant de Tessaoua

2.2.1. Profil de la ravine n°1

Parmi les grandes ravines qui menacent le village, deux ravines sont suivies. La première, la plus longue, mesure 288 m. Au début elle n'était qu'une petite griffe. Dans peu de temps elle a connu une évolution rapide selon les paysans. Le schéma suivant (fig. 6) illustre les mesures des formes géométriques de la ravine.

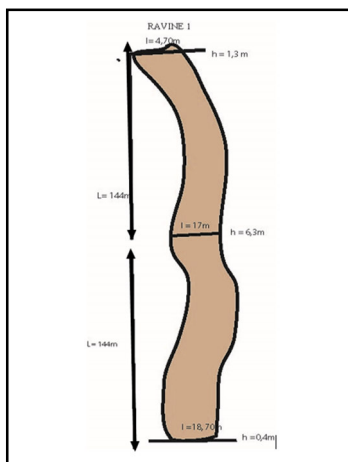


Figure 6 : Schéma du profil de la ravine n°1 à la première mesure

Source : Données de terrain, 2019

Il est à constater qu'au niveau de trois profil (Photo 1), la ravine est respectivement large de 4 m, 17 m et 18,7 m. L'élargissement au premier profil se justifie par les sapements des berges malgré les efforts incessants de comblement de la ravine. En aval, au niveau du troisième profil l'encaissement est moins important à cause des dépôts de sédiments par les eaux de ruissellement.



Photo 1: État de la ravine n°1 à la première mesure.

Source : données de terrain

2.2.2. Profil de la ravine n°2

La deuxième ravine suivie est la ravine n°2. Elle fait partie des ravines de taille moyenne. Avec une longueur totale de 73 m, la ravine 2 se situe sur un espace cultivé. Le schéma ci-dessous (fig. 7) montre les formes géométriques de la ravine.



Figure 7 : Schéma du profil de la ravine 2

Source : Données de terrain, 2019.

On constate une réduction des largeurs et des profondeurs au niveau de profil aval de la ravine. Ceci est due à la faible activité de la ravine, car elle se situe sur un terrain faiblement mis en valeur.

2.3. Evolution intra-annuelle des formes géométriques des ravines

Le suivi intra-annuel s'est déroulé en 8 mois (de mai 2020 à décembre 2020). A la fin de suivi quelques évolutions sont constatées au niveau des ravines. On constate au niveau du premier profil de la ravine 1 un élargissement important de plus de 11 m. Mais au niveau du profil aval la profondeur diminue

progressivement à cause du dépôt de sédiments par les eaux de ruissellement.

Quant à la ravine 2, les largeurs et les profondeurs ont presque évoluées sur les trois profils ; ce qui montre que la ravine est en phase initiale d'évolution. Le tableau récapitulatif (tableau 1) montre l'évolution des formes géométriques des ravines.

Tableau 1 : Évolution des ravines entre les deux suivis

Ravine n°1	1 ^{ere} Campagne	2me Campagne	Évolution des valeurs (m)
	25-05-2020 (m)	06/12/2020 (m)	
Profil1			
Largeur	4,7	16	11,3
Profondeur	0,4	1,4	1
Profil2			
Largeur	17	17	0
Profondeur	6,3	5,75	-0,55
Profil 3			
Largeur	18,7	18,7	0
Profondeur	1,3	0,39	-0,91
Ravine n°2	1 ^{ere} Campagne	2me Campagne	Evolution des valeurs (m)
	25-05-2020(m)	06/12/2020(m)	
Profil1			
Largeur	4,8	4,8	0
Profondeur	1,5	2	0,5
Profil1			
Largeur	3,4	4,1	0,7
Profondeur	1,7	1,8	0,1
Profil1			
Largeur	4	5	1
Profondeur	0	0,3	0,3

Source : Données de terrain, 2019

2.4. Conséquences du ravinement

2.4.1. Pertes en terres

Le ravinement est le stade ultime de l'érosion hydrique qui se caractérise à long terme par des dégâts et pertes importantes en terre. AMADOU YOUNOUSSA B. et al. (2020 : 248) dans leurs travaux sur la dynamique récente et actuelle de l'érosion en nappe aux abords du fleuve Niger affirment que le rôle de l'érosion hydrique et du ravinement est indéniable dans les pertes de terre sur les bassins versants nigériens.

Pour la première ravine (à la première mesure) la perte au niveau de la première section est évaluée à 5937, 12 m³. Elle est évaluée à 8610,84 m³ à la deuxième section soit 14 547, 96 m³ de terres érodées à la première mesure.

A la date de la deuxième mesure la quantité des terres érodées au niveau de la première section de la ravine s'élève à 8647,56 m³ et à 5625,77 m³ au niveau de la deuxième section. Soit au total une perte de 14273,33 m³ à la deuxième mesure.

Pour la ravine 2 à la première mesure, les quantités des terres érodées au niveau de la première et la deuxième section sont évaluées à 239, 4 m³ et 533, 63m³. Soit au total une perte de 773, 03 m³.

Cependant, à la date de la deuxième mesure la perte s'élève au niveau de la première section à 8647, 56m³ et à 5625,77 m³ à la deuxième section ; soit une perte de 14273, 33m³.

Le tableau suivant (tableau 2) donne les quantités des terres érodées au deux périodes de mesure et leur évolution.

Tableau 2 : Quantités des terres érodées entre les deux périodes de mesure

	1 ^{re} mesure (m ³)	2 ^{me} mesure (m ³)	Evolution (m ³)
Ravine 1	14 547, 96	14273,33	-247,63
Ravine 2	773, 03	14273, 33	13500,03

Source : Données de terrain, 2019.

2.4.2. Evolution de la densité de drainage

En 2005, la densité de drainage est évaluée à 12,22 km/km² et à 21,52 km/km² en 2020. Il ressort alors une forte densification des ravines aggravée par les facteurs d'ordre climatique, physique, topographique et anthropique.

3. Discussion

3.1. Dynamique et caractéristiques actuelles du ravinement

Les terres agricoles en milieux semi-arides souffrent aujourd'hui d'une crise environnementale, dont l'érosion en constitue la grande manifestation (ATTIA H., 1997 ; HAMZA A., 1988 ; AMICHERE H., 1994 ; LAOINA A., 1995 ; KOURI L. et al., 1997 ; TRIBAK A., 1997 ; EL ABASSI H., 1999 cité par BKHAIRI A. 2005).

Dans ce terroir, la dynamique de ravinement est très évolutive au cours de 30 dernières années. Ces résultats sont corroborés ceux observés par MOUSSA ISSAKA A. et al. (2018 : 337), en milieu dunaire dans le bassin du lac Tchad au Niger. En effet, ces auteurs constatent, entre 1957 et 2015 avec pour effets immédiats l'ensablement des zones dépressionnaire. La longueur totale des ravines observées est passée de 1 à 15km, soit 15 fois (Figure 8)

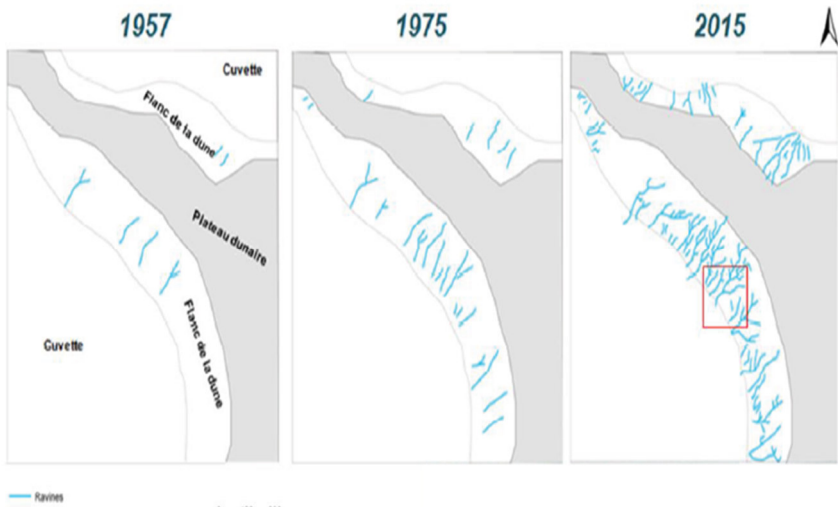


Figure 8 : Evolution de la longueur totale des ravines à Issari de 1957 à 2015

Source : MOUSSA ISSAKA et al., (2018).

Quant aux résultats des profils transversaux des ravines, ils sont similaires à ceux perçus par les paysans lors de la campagne d'administration des questionnaires à la même époque. En effet la majorité d'entre eux reconnaissent une évolution horizontale et par extension des réseaux hydrographique. Ce qui corrobore les résultats obtenus par MAMADOU I (2012) sur le Kori Boubon à l'Est du fleuve Niger. Celui-ci observe une évolution des profils en long et transversaux entre la période allant de 2008-2009. Sur le profil en travers N°4 il a mesuré des reculs de plus de 16 m de Juin

3.2. Conséquences du ravinement

Les conséquences de ravinement sur la perte en terre sont évaluées à 14273,33 m³. Ce résultat confirme celui observé par HAMADOU YOUNOUSSA B. et al. (2020 : 248) aux abords du fleuve Niger. Selon cette équipe de chercheurs, la perte en terre engendrée par le ravinement sur les bassins nigériens est devenue une réalité

indéniable. Le résultat corrobore aussi les travaux de ADAMOU MAHAMAN M., OUMAROU FARAN M. et MOUSSA NOMA I. (2011 : 3) sur le cours moyen du fleuve Niger. En effet, après chaque pluie ces auteurs ont mesuré une perte en terre sur trois états de surface. Sur la croute d'érosion, la perte annuelle est estimée à 4660 kg/ha, 508 kg/ha/an sur la jachère et 250 kg/ha sur le champ de mil. MAMADOU I. (2012 : 190) constate quant à lui une perte en terre d'environ 640 m³ dans la partie avale du Kori Boubon au Niger. Les résultats de HAMZA (1992 : 1) en Tunisie sont aussi confirmés. Celui-ci a évalué les transports solides évacués chaque année à la mer par les différents bassins versants tunisiens à plus de 100×10^6 t, soit une perte par érosion hydrique de 15 000 ha de terres annuellement. En Italie, des pertes en terre engendrées par des ravines peuvent atteindre 100 à 200 t/ha⁻¹ an⁻¹ (Torri et al, 1994 cité par H. Rebai, D. Raclot et H. Ben Ouezdou (2013 :1533). Ces pertes peuvent s'élever à 800 t/ha⁻¹ an⁻¹ en Haute Provence en France (Mathys et al.,2003 ; H. Rebai, D. Raclot et H. Ben Ouezdou (2013 :1533). La densité de drainage (mesurée entre les années 2005 et 2020) connaît une progression très imposante. De 12,22 km/km² (à la première mesure) elle est passé à 21,52 km/km² en 2020 (dans 8 mois). Ce résultat confirme les travaux de MALAM ABDU M. et al. (2018 : 116), lorsqu'ils ont montré (à travers une étude comparative entre les zones sédimentaires et cristallines) que la dynamique de ravinement à travers la densité de drainage est à la hausse dans les deux états. Ainsi, ils ont montré que la vitesse spécifique de ravinement est de 4m/km²/an en zones cristallines et 2,5 m/km²/an dans le bassin sédimentaire. H. Rebai, D. Raclot et H. Ben Ouezdou (2013 : 1533) ont fait aussi une comparaison de l'évolution de réseaux hydrographique entre la période pré-aménagement (1952-1989) et la période post-aménagement (1989-2004) en Tunisie. C'est ainsi qu'ils ont constaté une progression de 0,75 à 1,11 m/ha⁻¹ an⁻¹ sur l'ensemble du bassin versant ; preuve d'une agressivité du climat durant la période post-aménagement (Alzouma Sanda R, Mamadou I et Souley Yero K, 2019 : 434p).

Conclusion

L'interprétation des images des images Landsat a permis d'évaluer l'évolution croissante de ravinement dans le Terroir de Takassaba-Maradi depuis les années 1990. A travers le suivi intra-annuel des formes géométriques on a pu analyser les caractéristiques actuelles des ravines. Le cubage des terres érodées et la densité du drainage ont permis d'apprécier les conséquences de ravinement sur les habitations et les espaces de culture.

Pour lutter contre le ravinement dans ce milieu, il convient d'adopter l'approche écosystémique. Ceci consiste à considérer le ravinement comme un système qu'il faut solutionner dans l'ensemble. Donc une interdiction de construction au tour des zones à risques s'impose. Ensuite la technique d'agroforesterie pourrait permettre de re-végétaliser les contours des ravines pour stopper leur progression. Enfin, de nombreux seuils en pierres sèches ou seuils déversoirs pouvaient être mis en place parallèlement pour stabiliser les lits, les berges et les têtes de ravines.

Références bibliographiques

ABDOU A., 2016. Risques environnementaux liés aux eaux pluviales dans la Commune Urbaine de Tessaoua (Maradi). *Mémoire de Master recherche en géographie, Université de Zinder, 77 p.*

ADAMOU MAHAMAN M., OUMAROU FARAN M., MOUSSA NOMA I., 2011. Mesure de ruissellement et de l'érosion potentiels sur le bassin versant de Boubon (Cours moyen du fleuve Niger), 6^{me} édition des journées scientifiques du 2iE, 4-8 avril 2011 - Campus 2iE, Ouagadougou, pp. 1-4.

ALZOUMA SANDA R, MAMADOU I et SOULEY YERO K, 2019, Impacts des aménagements antiérosifs sur les ravinements issus de deux plateaux du bassin versant de Boubon au Niger *Revue Ivoirienne Sciences et Technologies (REVIST)*, 34 421 - 436 421 ISSN 1813-3290, <http://www.revist.ci>, 421 – 436.

BEN HAMADI M., 2005. Modélisation de l'érosion hydrique sur deux parcelles de vignes à itinéraires culturels différents en milieu

méditerranéen. Diplômes d'études approfondies en sciences de l'eau, Université Montpellier II, 75 p.

DESCROIX L., POULENARD J., 1995. Les formes d'érosion actuelle dans la Sierra Madre occidentale (Nord-Ouest du Mexique) : Vers une cartographie de l'érosion. *Bull. Labo Rho. Géom.* N° 33-34, pp. 1-20.

H. Rebai, D. Raclot et H. Ben Ouedzou, 2013. Efficacité des aménagements de lutte contre le ravinement : cas du bassin versant d'El Hnach (Tunisie), *Hydrological Sciences Journal*, 58 :7, pp.1532-1541.

HAMADOU YOUNOUSSA B. et al., 2020. Dynamique récente et actuelle de l'érosion en nappe aux abords du fleuve Niger. *Afrique SCIENCE* 16(1) pp. 247 – 259.

MALAM ABDOU et al., 2018. Variabilité climatique et dynamiques interannuelles des mares et ravines en zone cristalline et sédimentaire de l'ouest du Niger. *Rev. Ivoir. Sci. Technol.*, 31 (2018), pp. 108 – 122.

MAMADOU I., 2012. La dynamique accélérée des koris de la région de Niamey et ses conséquences sur l'ensablement de fleuve Niger. Thèse de doctorat de l'Université Abdou Moumouni et de l'Université Paris 1, 290 p.

MOUSSA ISSAKA A. et al., 2018. Dynamique du ravinement en milieu dunaire dans la partie nigérienne du bassin du Tchad. *Géo-Eco-Trop*, 2018, 42, 2, pp.337-342.

OZER P., 2014. Catastrophes naturelles et aménagement du territoire : de l'intérêt des images Google Earth dans les pays en développement, *Géo-Eco-Trop.*, 2014, 38,1, n.s. : 209-220.

YAHOUZA L. et al., 2018. Caractéristiques physico-chimiques des eaux de la nappe alluviale de la vallée de Goulbi N'Kaba dans la région de Maradi au Niger. *European Scientific Journal August 2018 Edition Vol. 14, No 24 ISSN: 1857-7881 (Print) e-ISSN*, pp. 1857-7431.

Abdou Rachid SALISSOU et Ibrahim MAMADOU, Dynamique de ravinement dans le terroir villageois...

YOUSSEF S.,2011. L'érosion hydrique au Maghreb. Etude d'un cas : le bassin de l'oued Barbara (Tunisie septentrionale). *Mémoire de maîtrise, Université de Québec à Montréal*, 130 p.

Yves LE BISSONNAIS et al.,2002. L'érosion hydrique des sols en France. *INRA, IFEN*, 106 p.