

L'érosion hydrique dans les séries marneuses tertiaires du prérif oriental : agents, processus et évaluation quantitative

A. TRIBAK¹, A. EL GAROUANI² & M. ABAHROUR³

(Reçu le 15/01/2012; Accepté le 15/03/2012)

Résumé

Les montagnes rifaines situées au Nord de Taza constituent un milieu fragile et vulnérable où l'érosion hydrique est à l'origine d'énormes pertes en terres et une production excessive de sédiments. Le contexte structural est marqué par la prédominance de matériaux tendres, essentiellement marneux, dans une structure tourmentée affectée de charriages. La fragilité des matériaux et leur sensibilité à l'érosion revêtent d'autant plus d'importance que la plupart des terrains sont dénudés et directement exposés aux effets morphogéniques des événements pluviométriques. L'ancienneté de la sédentarisation et la mise en valeur précoce des terrains, basée essentiellement sur la céréaliculture et l'élevage ont pratiquement détruit la végétation naturelle. La pression humaine y est spectaculaire. Cette vulnérabilité intrinsèque du milieu est exacerbée par une nette concentration d'évènements climatiques extrêmes dans le temps alimentant divers processus érosifs. Ces derniers sont très diversifiés. Le ravinement y est très actif ; il est à l'origine de l'essentiel des sédiments produits dans la région. Les mouvements de terrain présentent une grande variété. Leur évolution postérieure par ravinement permet d'évacuer des quantités importantes de sédiments à partir des masses déplacées. Les pertes en terres y sont, par conséquent énormes. Des essais de quantification montrent que les pertes moyennes en sols dépassent nettement les seuils de tolérance. Cette énormité des pertes en terre enregistrée annuellement reflète l'importance du rythme accéléré de l'érosion dans l'ensemble de la région que des projets d'aménagement envisageables doivent prendre en considération.

Mots-clés: Erosion hydrique, Processus, Quantification, Préref, Maroc.

INTRODUCTION

Les espaces rifains conservent, malgré les mouvements migratoires, des densités humaines importantes. Cette emprise humaine, à laquelle sont liées différentes modalités d'occupation des sols, explique pour une bonne part, la grande variabilité des phénomènes de dégradation des milieux ayant pour corollaire l'accélération de l'érosion. Ainsi, les terres de cultures sont sujettes à une dynamique érosive intense qui cause annuellement des pertes en terre impressionnantes. Les observations faites pendant des périodes exceptionnellement humides, montrent des aspects bien distincts quant aux processus d'érosion. De même des essais de quantifications au niveau de certaines incisions élémentaires ou par l'application de l'équation universelle de pertes en terres (modèle RUSLE) montrent des pertes énormes qui dépassent dans certains secteurs le seuil de tolérance. Le présent papier présente une synthèse des résultats de différentes campagnes d'observations de mesures et d'étude concernant l'érosion hydrique, menées par les auteurs dans quelques bassins prérefains au cours des deux dernières décennies.

UN MILIEU FRAGILE ET PROPICE AUX RISQUES D'EROSION

La région concernée fait partie du Préref oriental au Nord de Taza où les collines et les basses montagnes offrent un modèle de versants irréguliers en rapport avec le dispositif structural et l'importance de la dissection et des héritages quaternaires (Figure 1). La prédominance de matériaux tendres, essentiellement marneux ou marno-calcaires, au sein d'une structure tourmentée, constitue un facteur important qui conditionne une évolution rapide et désordonnée des versants.

Les séries marneuses autochtones, datées du Crétacé et surtout de la fin du Tertiaire, affleurent un peu partout occupant la quasi totalité des terrains (Leblanc, 1979). Elles sont en partie surmontées par des roches gréseuses qui arment plus particulièrement les hautes montagnes des unités allochtones charriées (Figure 2). Les sols qui en dérivent appartiennent surtout aux classes de sols peu évolués d'érosion sur les fortes pentes ainsi que des vertisols et des sols calcimagnésiques dans les zones moins accidentées.

¹ Faculté des Lettres et Sciences Humaines, Laboratoire d'analyse géo-environnementale et d'aménagement, Route d'Imouzzer, B.P. 59, Fès, Maroc. tribakabdellatif@yahoo.fr

² Faculté des Sciences et Techniques de Fès, Université Sidi Mohamed Ben Abdellah, Route d'Imouzzer, B.P. 2202, Fès, Maroc, el_garouani@yahoo.fr

³ FLSH – Beni Mellal, Université Sultane My. Slimane, Avenu Ibn Khaldoun, B.P.: 524, Beni Mellal - Tél.: 0523484681, Fax: 0523481772 E-Mail: webmaster@flshbm.ma Maroc. abahrou_med@yahoo.fr

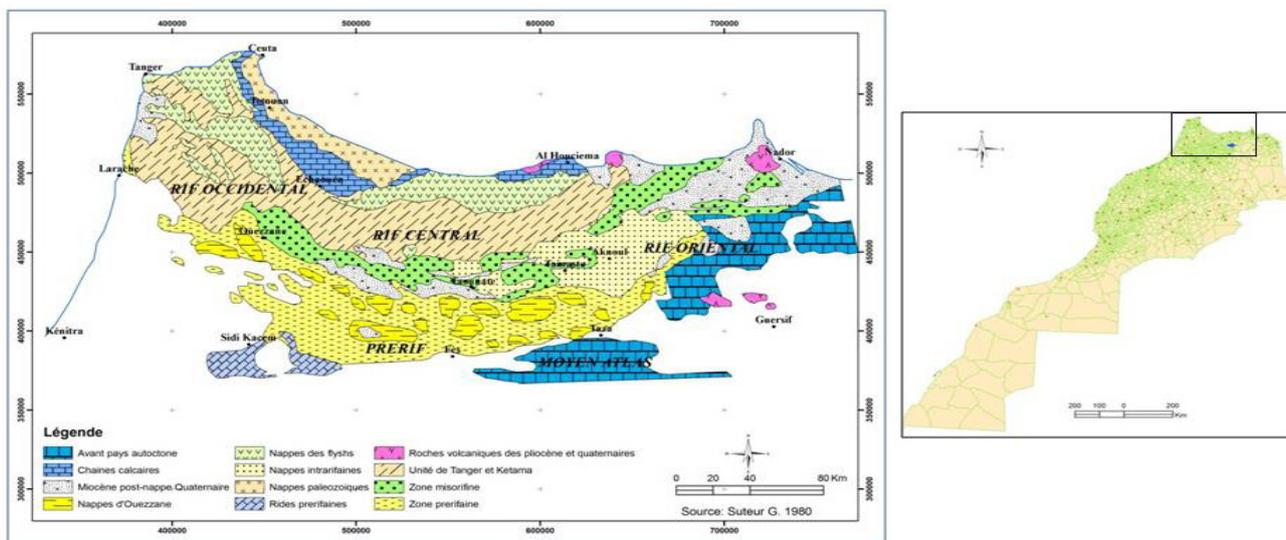


Fig. 1. Situation géographique de la région d'étude

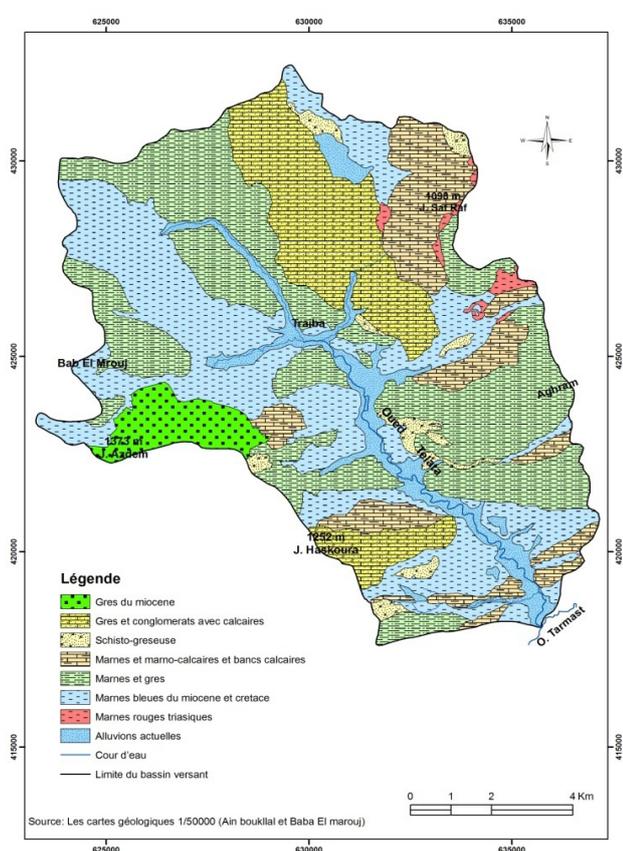


Fig. 2. Carte lithologique d'un bassin pré-rifain (Oued Tleta)

Le climat de la région est marqué par de forts contrastes saisonniers et des irrégularités très nettes des précipitations. Le total annuel situé, selon les stations, entre 390 et 740 mm ne reflète ni la variabilité interannuelle et saisonnière des pluies ni leur agressivité. Les épisodes pluvieux sont généralement brutaux et les pluies les plus importantes se concentrent en quelques jours de la saison humide. La succession rapprochée d'événements pluviométriques exceptionnels, constitue des sources de risques menaçant ces milieux. Il s'agit d'événements qui donnent des quantités très importantes d'eau en

quelques jours, voire en quelques heures seulement avec des intensités instantanées très élevées. Ils interviennent directement dans les mécanismes d'érosion et d'inondations et agissent ainsi sur l'effet de la torrencialité des eaux au niveau des cours d'eaux. Leur occurrence est liée à des pluies orageuses d'origine thermo-convective qui surviennent en fin d'été ou en début d'automne.

Des pluies de quelques dizaines de mm peuvent tomber en quelques heures seulement après de longues périodes de sécheresses estivales. Le 29/09/1997, des précipitations orageuses d'une extrême violence ont donné 68 mm en 40 minutes seulement, ce qui donne une intensité moyenne de 102 mm/h, avec des pics d'intensité dépassant probablement 120 mm/h (Tribak, 2007). Elles peuvent également être liées à des épisodes très pluvieux quotidiens ou en jours consécutifs liés à des perturbations atlantiques. Les hauteurs journalières exceptionnelles, dont la fréquence est assez importante, peuvent atteindre des records très significatifs. Des exemples très démonstratifs peuvent être cités : 101mm le 30 janvier 1987 à Had Msila (33% du module mensuel) et 113 mm à Taza le 14 mars 2004 (61 % du module mensuel). L'analyse fréquentielle des hauteurs maximales journalières montre nettement une augmentation des fréquences concernant les averses situées entre 33 et 76 mm (Figure 3). Elles correspondent ainsi à des périodes de retour allant de 2 à 5 ans selon les stations. (Tribak, 2007).

Sur le plan anthropique la sédentarisation de l'homme est très ancienne. Les densités humaines restent toujours impressionnantes, malgré l'allègement dû aux mouvements migratoires. Elles atteignent un record de 100 h/km² avec une densité moyenne de 76 h/km² pour l'ensemble de la région (Tribak, 2000). L'emprise humaine et les conquêtes agraires y sont spectaculaires. La plupart des versants sont totalement dénudés et mis en culture; exception faite du matorral ou de quelques périmètres de

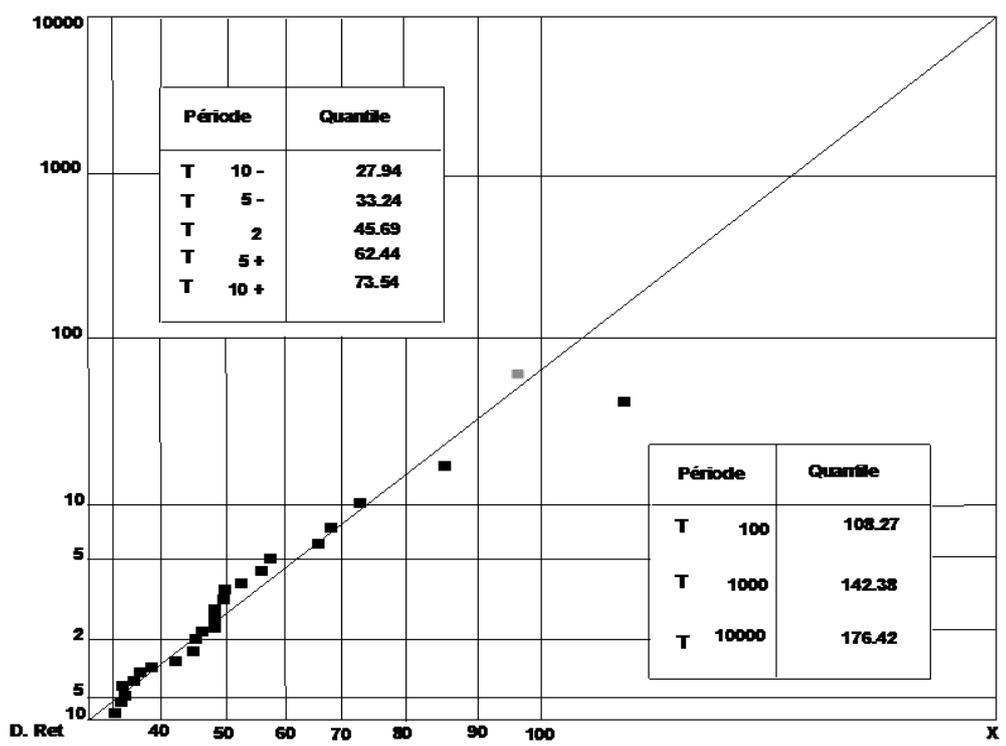


Fig. 3. Hauteurs Journalières Maximales (Taza : 1979 - 2007), Ajustement loi de Gumbel

reboisement qui couvrent certains sommets.

L'analyse des phénomènes d'emprise humaine et de ses impacts dans la montagne préifaine, montre que la région constitue réellement un vieux foyer démographique où l'emprise humaine est très précoce. Cette emprise humaine, à laquelle sont liées différentes modalités d'occupation des sols, explique pour une bonne part, la grande variabilité des phénomènes de dégradation des milieux. La surexploitation des terrains défrichés, alimentée par une population en forte progression démographique, explique l'extension des cultures vers des zones en fortes pentes ayant pour corollaire l'accélération du cours de l'érosion dans ce milieu fragile. Néanmoins, la déprise rurale qui touche récemment, de nombreux secteurs, constitue aussi un facteur d'instabilité des milieux. La compaction rapide des terrains abandonnés ou en jachère périodique, en l'absence de tout travail du sol favorable à l'infiltration, permet une concentration des eaux de ruissellement favorisant l'apparition de réseaux denses d'incisions. Cette dégradation structurale de surface, qui s'accroît avec le temps, contrôle pour une bonne part la nature des écoulements. Des simulations de pluies menées sur des terrains abandonnés dans la vallée de l'oued Larbâa montrent que les coefficients de ruissellement sont très élevés (Figure 4). Les pertes en terre, qui sont occasionnellement faibles par rapport aux terrains travaillés, enregistrent en revanche des taux annuels plus élevés en raison de la forte fréquence des ruissellements le long de l'année. De multiples terrains abandonnés retournent en friche et constituent un lieu de dynamique érosive très intense en l'absence d'entretien et de travaux élémentaires de protection (Tribak et al., 2008).

PROCESSUS ET MODALITE D'EROSION

La région est sujette à une dynamique érosive très intense. La plupart des terrains, dénudés en quasi-totalité, subissent de plein fouet l'effet des événements pluviométriques. Sur la plupart des terrains en pente, la morphogenèse se manifeste par un ruissellement diffus et un décapage intenses qui nettoient les surfaces et concentrent un peu partout les plages rocheuses. Les incisions linéaires s'installent préférentiellement sur les pentes mises en culture; elles s'encaissent davantage dans les sections où les formations superficielles sont très épaisses. Elles varient d'ampleur et d'intensité en fonction des caractéristiques texturales, minéralogiques et chimiques des matériaux affectés (Tribak A, 2000). Les processus de ravinement permettent de soustraire annuellement à la couche arable des quantités importantes de terres. Des essais de quantification au niveau de certaines incisions linéaires montrent d'énormes quantités d'ablation plus particulièrement sur des parcelles situées sur des sols peu évolués d'érosion en forte pente (36° de pente) sur marnes gréseuses ; les pertes sont estimées à environ 140 t/h/an. (Abahrour . M 2009). De même des pertes de 134 t/ha/an sont enregistrées sur les vertisols issus des marnes miocènes (Figure 5).

Les badlands constituent des paysages caractéristiques largement répandus dans la région ; ils se développent sur les marnes et les marnes gréseuses miocènes. Par leur évolution rapide, ils représentent une source importante de sédiments évacués vers les collecteurs principaux. L'intensité de ces manifestations érosives dans la région cause des dégâts effroyables et pose par conséquent des problèmes sociaux et vitaux par les nuisances qui lui sont associées.

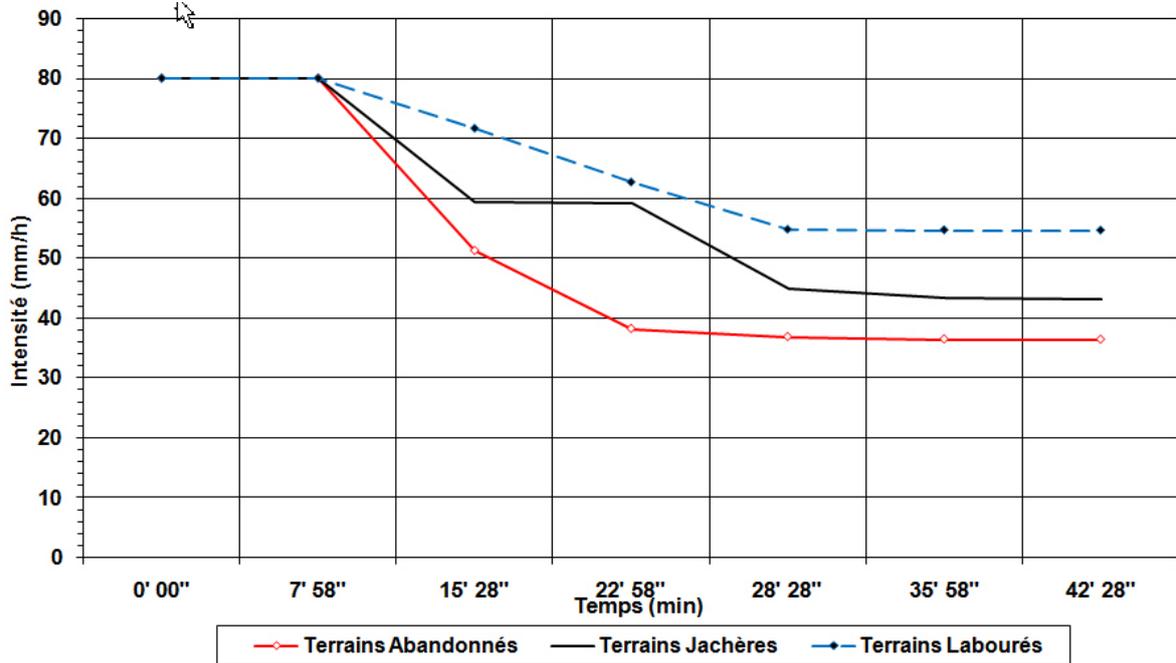


Fig. 4. Evolution de l'Infiltration selon les types d'occupation des sols

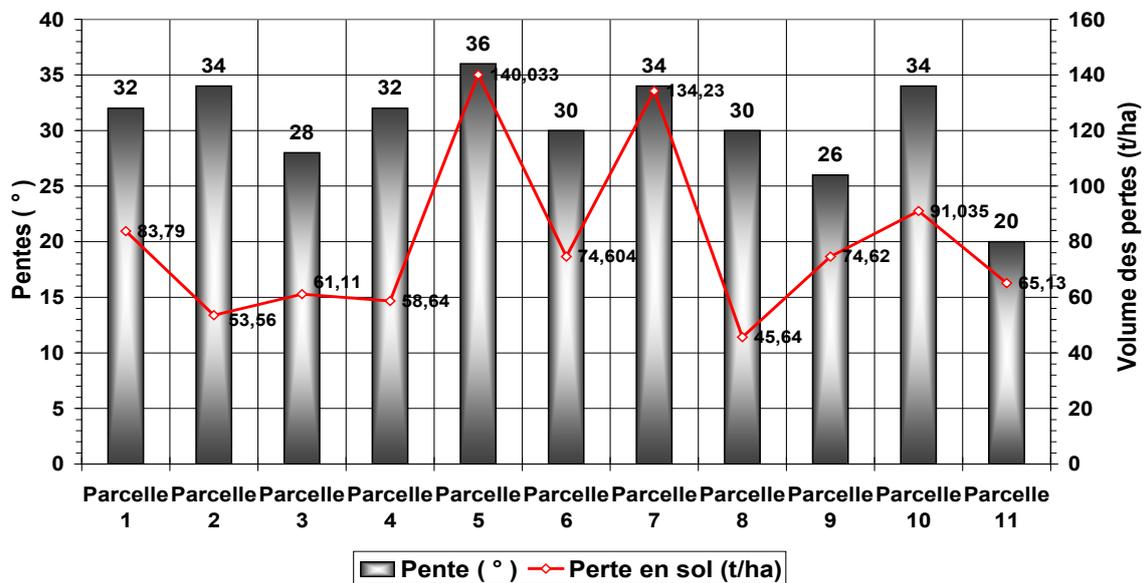


Fig. 5. Volume des pertes en sol sur les parcelles selon la pente

Les mouvements de terrain complexes constituent des phénomènes assez fréquents dans la région. Il s'agit d'accidents de taille importante, dont les formes et les mécanismes d'évolution sont complexes. Nous pouvons ranger parmi ces types de mouvements les glissements boueux (mudslides) et les glissements-coulées (flowslides). Leur genèse relève de la combinaison d'une série de facteurs : géométriques, liés à la forte inclinaison de la surface topographique ; structuraux, dépendant de la complexité de la structure et de la disposition des roches ; et lithologiques, liés à l'extension des terrains marneux dont le comportement rhéologique est très favorable à la solifluxion. Ils couvrent des aires qui demeurent improductives ; de même, l'évolution postérieure des masses déplacées par des processus de ravinement entraîne une production importante de sédiments vers les collecteurs principaux (Tribak, 2006).



Incisions linéaires sur terrains abandonnés



Evolution rapide d'une ravine sur marnes miocènes



Cicatrice d'arrachement d'un glissement boueux

EVALUATION QUANTITATIVE

Des cartes des pertes en sol établies, dans différents bassins de la région selon l'équation universelle de perte en sols de WISCHMEIER modifiée (RUSLE) montrent à la fois l'ampleur des pertes en terres dans le bassin ainsi que leur grande variabilité d'un secteur à l'autre (El Garouani et al 2003, 2009).

Dans le cas du bassin de l'Oued Tleta (Figure 6), la perte moyenne pondérée par la surface est de 61 t/ha/an, soit un total de 742674 t/an pour l'ensemble du bassin (Tribak et al 2009). A titre de comparaison, les pertes moyennes sont estimées dans le bassin versant de l'Oued Nakhla dans le Rif occidental à 65 t/ha/an au niveau du champ (Naimi et al 2004). D'après la carte des pertes en sols par type d'occupation, les pertes varient entre 7 t/ha/an comme valeur minimale mesurée dans les matorrals et 129 t/ha/a comme valeur maximale enregistrée au niveau des parcours (Abahrou 2009, Tribak et al 2009). Ces derniers correspondent généralement à des régosols ou à des sols peu évolués d'érosion peu protégés et situés sur de fortes pentes. Les terrains réservés aux cultures annuelles et à l'arboriculture manifestent également une forte susceptibilité à l'érosion avec des pertes annuelles respectives de 57 t/ha et 64 t/ha/an. La carte des classes des pertes en sols moyennes annuelle atteste d'une grande fragilité de la partie Est et Nord-Est du bassin taillée essentiellement dans les marnes et les marnes gréseuses miocènes où les valeurs supérieures à 35 t/ha/an sont dominantes (Figure 6). Ces dernières concernent environ 3250 ha, soit 27% de la superficie totale du bassin. Les faibles pertes (< 7 t/ha/an) dominent surtout sur les versants de la rive droite du bassin où un matorral à base de chênes verts et des reboisements à base de résineux couvrent encore les terrains gréseux qui affleurent largement dans ce secteur (Tribak et al 2009).

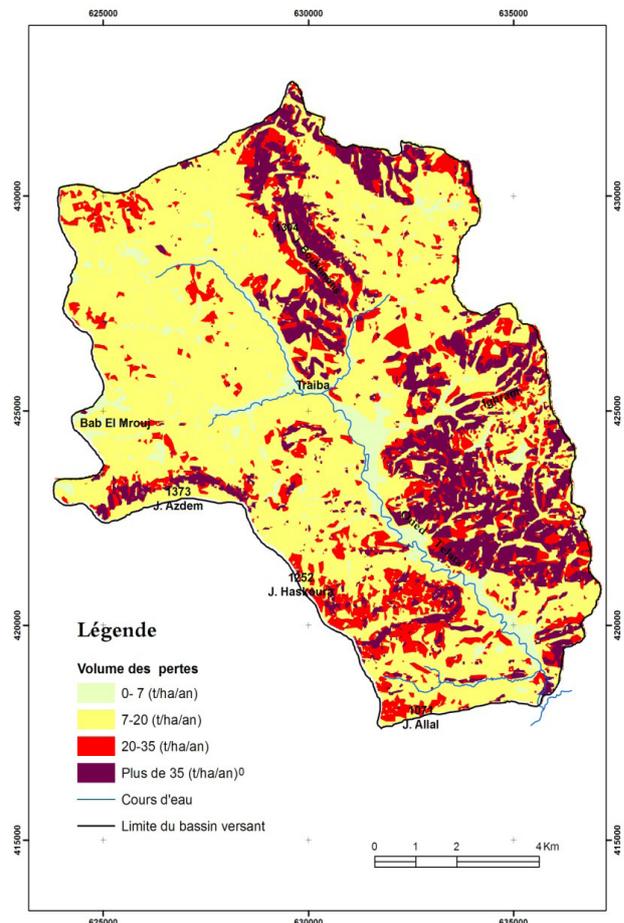


Fig. 6. Carte des classes des pertes en sols moyennes annuelles dans le bassin de l'Oued Tleta

CONCLUSION

L'analyse des différents paramètres ainsi que l'évaluation quantitative de l'érosion hydrique dans cette région du Prérif montrent une grande fragilité de ces milieux. Les sols et les formations superficielles issus de terrains essentiellement marneux manifestent une grande susceptibilité à l'érosion aréolaire ceci est d'autant plus important que les terrains sont quasi-totalement nus et mis en culture. L'énorme perte en terre enregistrée annuellement montre une imbrication de facteurs d'ordre naturel et anthropique. Les pertes moyennes en sols sus-mentionnées dépassent nettement les seuils de tolérances bien qu'elles avoisinent les taux d'ablation enregistrés dans certaines régions du Rif marocain. Ceci reflète l'importance du rythme accéléré de l'érosion dans l'ensemble du bassin et la contribution des différents facteurs précédemment analysés. Néanmoins, il reste à signaler que ces pertes sont inégalement réparties sur le plan spatial; les zones fortement touchées correspondent surtout aux terrains dénudés en pente où s'étendent des régosols ou des sols peu évolués d'érosion.

REFERENCES

- Abahrour M., 2009 : contribution à l'évaluation quantitative de l'érosion hydrique dans le Prérif oriental (cas du bassin de l'Oued Tleta), Thèse Doctorat, FLSH Sais Fès, 291p. (Texte arabe)
- Abahrour M., Tribaka A. et El Garouani A., 2010 : Facteurs de vulnérabilité et l'aggravation des risques d'érosion hydrique dans les bases montagnes pré-Rifaines Orientales : Cas du bassin versant de l'Oued Tlata. 7^{ème} Rencontre Nationale des Géomorphologues Marocains, 05-06 Mai 2010, Beni Mellal, Maroc
- El Garouani A., Merzouk A., Jabrane R. et Boussema M. R., 2003 : Cartographie de l'érosion des sols dans le bassin versant de l'Oued Jemâa (Prérif, Maroc) Revue Géomaghreb 1 pp : 39-46.
- El Garouani A., Chen H, Lewis L, Tribak A et Abahrour M., 2009 : Cartographie de l'utilisation du sol et de l'érosion nette à partir d'images satellitaires et du SIG Idrisi au nord-est du Maroc Revue Télédétection, vol. 8, n° 3, p. 193-201
- Leblanc D., 1979 : Etude géologique du Rif externe oriental au Nord de Taza (Maroc). N.M.S.G.M. n°281, Rabat, 159p.
- Naimi M, Tayaa M et Ouzizi S., 2004 : Cartographie des formes d'érosion dans le bassin-versant de Nakhla (Rif occidental, Maroc) Sécheresse 1E N° 2 2004
- Tribak A., 2000 : L'érosion hydrique en moyenne montagne du Prérif oriental (Maroc). Etude des agents et des processus d'érosion dans une zone de marnes tertiaires. Thèse Doctorat d'Etat. 351 p
- Tribak A., 2002 : Contraintes du milieu et fragilité d'un espace montagnard marocain : les montagnes du Prérif oriental. Annales de géographie, n° 625, Armand colin, Paris, pp. 227 – 245
- Tribak A., 2005 : L'utilisation des terres et le ravinement dans les moyennes montagnes du Prérif oriental (Maroc). Bull Réseau Erosion 23, pp : 236-247.
- Tribak A., 2006 : Genèse et évolution de glissements complexes dans les séries marneuses pré-rifaines : cas du bassin de l'Oued Tarmast (Maroc) Géomaghreb 3 pp :13-22
- Tribak A., 2006 : impacts des phénomènes pluviométriques exceptionnels sur les milieux montagnards marocains : cas du Prérif oriental, Actes du XIX colloque de l'association internationale de climatologie « les risques liés au temps et au climat » Epernay Septembre, 2006 pp :526 - 531
- Tribak. A 2007 facteurs climatiques de l'érosion hydrique dans quelques bassins du Rif marocain : cas de la province de Taza actes du XX^{ème} colloque de l'AIC ' Climat, tourisme environnement' Carthage, Tunis Septembre 2007 pp : 550 – 555.
- Tribak A., Laouane M., Taous A., 2008 : L'érosion anthropique entre emprise et déprise humaine en moyenne montagne au nord de Taza (Maroc) . actes du colloque « l'érosion anthropique au Maroc : méthodes d'étude, extension et processus » . Kenitra 2005 pp : 41 – 56
- Tribak A., El Garouani A., Abahrour M., 2009 : Evaluation quantitative de l'érosion hydrique sur les terrains marneux du Prérif oriental (Maroc) : cas du sous-bassin de l'oued Tlata ; Sécheresse ; 20 (4) : 333-337