

B. SENE et al., Quantification de l'érosion hydrique par usage du modèle RUSLE
(Revised Universal Soil Loss Equation) dans le bassin versant du Sine Saloum
(Sénégal)

Article original

Quantification de l'érosion hydrique par usage du modèle RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) dans le bassin versant du Sine Saloum (Sénégal)

**Birame SENE¹*, Papa Babacar Diop THIOUNE¹,
Mouhamadou Masseck FALL²**

¹Université Alioune Diop (UAD), Institut Supérieur de Formation Agricole et Rural (ISFAR), Equipe de recherche Biodiversité, Gestion des Ressources Naturelles et Changement Climatique (BIOGERENAT) BP 54, Bambey, Sénégal

²Ecole Polytechnique de Thiès, Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Eau et de l'Environnement, Sénégal

Auteur correspondant : biramesenet@gmail.com

Réf : AUM12-0226

Résumé : L'érosion des sols par l'eau est devenue une question récurrente au niveau mondial. Au Sénégal, en particulier dans le bassin du Sine Saloum, l'érosion des sols a longtemps joué un rôle crucial dans le processus de maîtrise des facteurs d'ordre physique ou naturel pouvant considérablement porter atteinte à la bonne marche des pratiques et activités agraires inhérentes à la productivité. L'estimation de l'érosion dans les bassins versants s'approprie très souvent une démarche méthodologique basée sur le modèle RUSLE qui s'appuie sur une équation dépendant de cinq facteurs qui contrôlent les processus d'érosion. Ce modèle permet de détecter les zones vulnérables à l'érosion. En d'autres termes, il permet d'évaluer le taux moyen annuel relatif aux pertes en sols en tenant compte de l'agressivité des précipitations (R), l'érodibilité des sols (K), la topographie (LS), le couvert végétal (C) et les pratiques antiérosives (P).

Mots clés : Erosion hydrique, Bassin versant, Sine Saloum, SIG, RUSLE

B. SENE et al., Quantification de l'érosion hydrique par usage du modèle RUSLE
(Revised Universal Soil Loss Equation) dans le bassin versant du Sine Saloum
(Sénégal)

**Quantification of Soil Erosion Using the RUSLE Model (Revised Universal Soil Loss
Equation) in the Sine Saloum Watershed (Senegal)**

Abstract: Soil erosion by water has become a recurring issue worldwide. In Senegal, particularly in the Sine Saloum watershed, soil erosion has long played a crucial role in the process of controlling physical or natural factors that can significantly affect the smooth running of agricultural practices and activities inherent to productivity. Estimating erosion in watersheds very often involves a methodological approach based on the RUSLE model, which uses an equation that depends on five factors that control erosion processes. This model makes it possible to detect areas vulnerable to erosion. In other words, it allows us to assess the average annual rate of soil loss by taking into account the aggressiveness of rainfall (R), soil erodibility (K), topography (LS), vegetation cover (C) and anti-erosion practices (P).

Keywords : Water erosion, Watershed, Sine Saloum, GIS, RUSLE

Introduction

L'érosion hydrique se définit comme « le détachement et le transport de particules de sol de son emplacement d'origine par différents agents vers un lieu de dépôt » (Kazi Tani, 2019 : 6). Elle renvoie à la forme la plus courante du processus de dégradation des sols constaté dans plusieurs régions au niveau mondial (Lo et al, 2018 : 3). L'érosion hydrique constitue l'une des principales préoccupations d'ordre environnemental en Afrique de l'Ouest (Diouf et al, 2021 : 1).

En tant que pays uest-africains, le Sénégal fait face aux nombreux défis liés aux impacts de l'érosion hydrique. Avec une surface totale de 196 720 km², le pays enregistre 39 611 km² de terres améliorées contre 140 571 km² de terres stables. En l'occurrence, 11 634 km² relative à l'étendue des terres demeurent dans un état de dégradation (CSE, 2020 : 122). L'érosion hydrique affecte une grande partie des terres dégradées du Sénégal avec de nombreuses menaces au niveau des champs, des pâturages et des infrastructures. La dynamique érosive des terres reste perceptible au niveau du bassin du Sine Saloum localisé au centre du Sénégal où l'on note à des degrés différents une importante variabilité

relative aux pertes en sols suivant le processus d'érodibilité et de ruissellement.

Le principal objectif de cette étude est d'amorcer une contribution relative à la modélisation de l'érosion hydrique dans le bassin versant du Sine Saloum. Une telle approche nécessite l'élaboration de multiples cartes thématiques présentant les résultats de l'analyse des différents facteurs intervenant dans le phénomène de l'érosion afin d'identifier la vulnérabilité des sols face au pouvoir érosif de l'eau. Les techniques de Système d'Information Géographique (SIG) ont été adoptées pour traiter les données obtenues à l'échelle du bassin du Sine Saloum.

Pour mieux cartographier l'érosion hydrique, la méthode de l'équation universelle révisée des pertes en sol (USLE) de Wischmeier and Smith (1978) a été adoptée. Elle permet de calculer et d'analyser les différents facteurs qui influencent l'érosion tels que le facteur d'érosivité des pluies, le facteur d'érodibilité des sols, la topographie, le couvert végétal et les pratiques culturales.

1. Matériel et Méthodes

1.1. Présentation de la zone d'étude

Le bassin du Sine Saloum est situé entre les latitudes 13° 70' et 15° 30' Nord et les longitudes 14° et 17 ° Ouest. Il s'étend sur une superficie de 31 050 Km².

Couvrant entièrement le territoire sénégalais dans sa partie centrale le bassin du Sine Saloum s'illustre dans les régions administratives de Thiès (dans sa partie Nord), Diourbel, Louga et Matam (dans sa partie Est), Fatick, Kaolack et le Nord-ouest de Tambacounda. Ses limites naturelles sont la cuesta de Thiès (au Nord-ouest), les petits bassins côtiers (à l'Ouest sur la façade maritime), le bassin de la Gambie (au Sud) et le bassin du fleuve Sénegal à l'Est et au Nord-est (Faye et al, 2020 : 3).

**B. SENE et al., Quantification de l'érosion hydrique par usage du modèle RUSLE
(Revised Universal Soil Loss Equation) dans le bassin versant du Sine Saloum
(Sénégal)**



Figure 1 : Bassin versant du Sine Saloum

Tableau 1 : Caractéristiques géométriques du bassin versant du Sine Saloum

Superficie du Sine Saloum (A)	31 050 Km ²
Périmètre du Sine Saloum (P)	1 011 Km
Indice de compacité de Gravelius (k_G)	1,6
Longueur totale des cours d'eau	25 589 Km
Densité de drainage (D_d)	0,82 Km/ Km ²
Densité Hydrographique (F)	1,36 drain/ Km ²

Source : Sène, 2024

B. SENE et al., Quantification de l'érosion hydrique par usage du modèle RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) dans le bassin versant du Sine Saloum (Sénégal)

Plus de 99% de la surface du bassin dispose d'une altitude inférieure à 75 m. Cette faiblesse des pentes explique la remontée, très prononcée, des eaux de la mer jusqu'au-delà de Kahone, sur le Saloum.

1.2. Méthodes

1.2.1. Taux annuel de perte en sol

Dans le Sine Saloum, la quantification des pertes en sol a été réalisée en adoptant l'Equation Universelle Révisée des Perte en Sol (RUSLE) :

$$A = R * K * LS * C * P \quad (\text{éq.1})$$

Avec :

A : Taux annuel de perte en sol en t/ha/an ;

R : Facteur d'érosivité des pluies ;

K : Facteur d'érodibilité des sols ;

LS : Facteur de topographie (Longueur et inclinaison de la pente) ;

C : Facteur de couverture végétale ;

P : Facteur des pratiques culturelles antiérosives.

1.2.2. Le facteur d'érosivité des pluies « R »

Le facteur R est le facteur climatique indiquant la force érosive des précipitations sur le sol. L'absence des données relatives à l'énergie cinétique (Ec) et à l'intensité moyenne des précipitations en 30 mn rend difficile l'utilisation de la formule de Wischmeier. C'est ainsi que le facteur d'érosivité des pluies R a été estimé en s'appuyant sur la formule proposée par Nguyen (1996) qui permet d'établir une corrélation entre R et la hauteur annuelle des précipitations :

$$R = 0,548 * P - 59, \quad (\text{éq.2})$$

R = l'indice d'agressivité de la pluie et P est la précipitation moyenne annuelle

B. SENE et al., Quantification de l'érosion hydrique par usage du modèle RUSLE
(Revised Universal Soil Loss Equation) dans le bassin versant du Sine Saloum
(Sénégal)

Grâce aux données climatiques crus v 4.07 (Climat Research Unit) ; l'érosivité des pluies a été calculée en utilisant les précipitations moyennes annuelles allant de janvier à décembre, sur la période 1992/2022. Les valeurs moyennes de l'érosivité des pluies ont été spatialisées par interpolation.

1.2.3. Le facteur d'érodibilité des sols « K »

L'indice d'érodibilité des sols K (t. ha.h/ha.MJ.mm) est une valeur numérique indiquant la sensibilité des sols par rapport à l'érosion. Le facteur d'érodibilité du sol « K » est expérimentalement obtenu dans la forme originale du modèle USLE en utilisant la carte numérique du sol du monde DSMW (Digital Soil Map of the World) et en considérant la texture, la structure, le contenu en matière organique et la perméabilité du sol. Calculé selon la formule de Williams (1995), le facteur d'érodibilité du sol est donné par la relation suivante :

$$K_{RUSLE} = f_{Sab\ Gros} * f_{Arg_Lim} * f_{CarOrg} * f_{Teneur\ Sab} * 0.1317 \quad (\text{éq.3})$$

Avec :

$f_{Sab\ Gros}$: est un facteur qui abaisse l'indicateur K dans les sols avec forte teneur en sable grossier et plus élevée pour les sols avec un peu de sable.

f_{Arg_Lim} : donne de faibles facteurs d'érosion du sol pour les sols avec taux élevés d'argile à limon.

f_{CarOrg} : réduit les valeurs de K dans les sols avec teneur élevée en carbone organique.

$f_{Teneur\ Sab}$: abaisse les valeurs K pour les sols à très forte teneur en sable.

$$f_{Sab\ Gros} = \left(0,2 + 0,3 \cdot \exp \left[-0,256 \cdot m_s \cdot \left(1 - \frac{m_{lim}}{100} \right) \right] \right) \quad (\text{éq.4})$$

B. SENE et al., Quantification de l'érosion hydrique par usage du modèle RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) dans le bassin versant du Sine Saloum (Sénégal)

$$f_{Arg-Lim} = \left(\frac{m_{lim}}{m_{arg} + m_{lim}} \right)^{0,3} \quad (\text{éq.5})$$

$$f_{CarOrg} = \left(1 - \frac{0,25 \cdot CarOrg}{CarOrga + \exp(3,72 - 2,95 \cdot CarOrg)} \right) \quad (\text{éq.6})$$

$$f_{Teneur Sab} = \left(1 - \frac{0,7 \left(1 - \frac{m_s}{100} \right)}{\frac{m_s}{100} + \exp \left[-5,5 + 22,9 \cdot \left(1 - \frac{m_s}{100} \right) \right]} \right) \quad (\text{éq.7})$$

m_s : la teneur en fraction de sable (0,05-2,00 mm de diamètre) [%].

m_{lim} : la teneur en fraction de limon (0,002-0,05 mm de diamètre) [%].

m_{arg} : la teneur en argile (diamètre des particules < 0,002 mm)

CarOrg : la teneur en carbone organique (SOC) [%].

1.2.4. Le facteur topographique « LS »

Le facteur topographique LS (sans dimension) représente l'effet de la géomorphologie sur l'érosion hydrique (Mazouzi et al, 2021 : 7). Il est calculé à partir de la longueur des pentes (L) et de leur inclinaison (S), déterminées à partir du modèle numérique du terrain (MNT).

$$LS = (\lambda / 22,1)^m \times (65,4 \sin^2 \theta + 4,56 \sin \theta + 0,065) \quad (\text{éq.8})$$

λ est la longueur de pente en mètre ;

θ est l'angle d'inclinaison en % ;

m est un facteur qui dépend de la pente tel que : $m = 0,5$ si la pente est $> 5\%$ $m = 0,4$ si la pente est de 3,5 à 4,5 % $m = 0,3$ si la pente est de 1 à 3 % $m = 0,2$ si la pente est < 1

1.2.5. Le facteur du couvert végétal « C »

Le couvert végétal joue un rôle déterminant dans la protection des sols contre l'érosion (Guerra et al, 2016 : 2). Pour le calcul du

B. SENE et al., Quantification de l'érosion hydrique par usage du modèle RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) dans le bassin versant du Sine Saloum (Sénégal)

facteur C, il existe de nombreux chercheurs qui ont mis au point des équations à l'aide de NDVI. Pour cette étude, le facteur C a été calculé en fonction des valeurs du Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) grâce à la méthode CrA de Colman (2018) adaptée de Durigon.

$$\text{CrA} = 0.1 \left(\frac{-\text{NDVI} + 1}{2} \right) \quad (\text{éq.9})$$

1.2.6. Le facteur des pratiques antiérosives « P »

Les pratiques antiérosives dévoilent l'apport des différents travaux d'aménagement dans la conservation des eaux et des sols. Le facteur P varie de 0 sur les terrains aménagés à 1 sur les terrains sans pratiques antiérosives (Wischmeier et Smith, 1978 : 38).

2. Résultats et Discussion

2.1. Le facteur d'érosivité des pluies « R »

L'interpolation des données des stations a permis de dresser une carte de répartition des isohyètes dans le Sine Saloum, le calcul du facteur d'érosivité des pluies R a contribué à une évaluation spatiale de l'agressivité des pluies. L'étude pluviométrique des stations climatiques a décelé une irrégularité des précipitations dans le temps et dans l'espace, avec des précipitations moyennes annuelles variant entre 586 mm pour la station de Thiès et 859 mm au niveau de la station de Kounghoul (Tableau 2).

Tableau 2 : Moyenne des précipitations annuelles en mm

Stations	Latitude	Longitude	Précipitation Moyenne Annuelle (mm)
Thiès	14,8	-17	586
Diourbel	14,7	-16,2	536
Fatick	14,33	-16,4	623
Kaolack	14,13	-16,1	655
Kounghoul	14	-14,8	859

Source : Sène et al 2024, données climatiques cru ts v 4.07

**B. SENE et al., Quantification de l'érosion hydrique par usage du modèle RUSLE
(Revised Universal Soil Loss Equation) dans le bassin versant du Sine Saloum
(Sénégal)**

La spatialisation des données pluviométriques enregistrées dans le bassin du Sine Saloum durant une période de 30 ans (1992/2022), en utilisant la méthode d'interpolation IDW, a permis de procéder à une évaluation globale du facteur (R) mettant en relief l'agression des précipitations. Les résultats du calcul du facteur R (figure 2 et tableau 3) indique que l'érosivité progresse en suivant une trajectoire Ouest/Est.

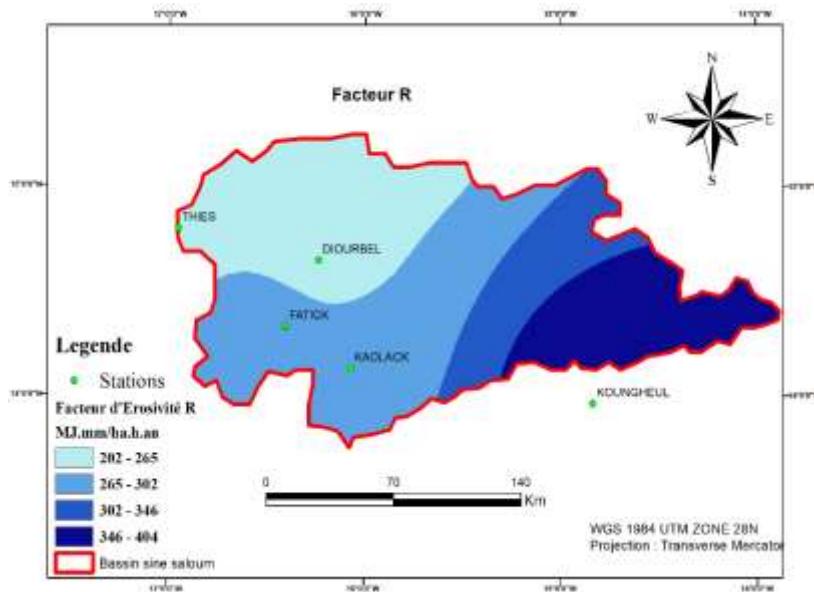


Figure 2 : Facteur d'érosivité R dans le bassin du Sine Saloum

Les valeurs de (R) varient entre 200 et 400 MJ.mm/ha.h.an. Pour 33% de la surface du bassin versant du Sine Saloum, ces valeurs de R sont supérieures à 300 MJ.mm/ha.h.an avec une superficie de 1 005 066 ha. Les plus faibles valeurs sont comprises entre 202 et 265 MJ.mm/ha.h.an avec une superficie de 939 589 ha, constituant un tiers du bassin versant situé au nord-ouest.

B. SENE et al., Quantification de l'érosion hydrique par usage du modèle RUSLE
(Revised Universal Soil Loss Equation) dans le bassin versant du Sine Saloum
(Sénégal)

Tableau 3 : Distribution des classes de R dans le bassin du Sine Saloum

R (MJ.mm/ha.h.an)	Surface (Ha)	Surface (%)
202 – 265	939 589	30
265 – 302	1 160 052	37
302 – 346	446 193	15
346 – 404	558 873	18

Source : Sène et al, 2024 données climatiques cru ts v 4.07

2.2. Le facteur d'érodibilité du sol « K »

« L'érodibilité d'un sol dépend de sa résistance à deux sources d'énergie, la battante des gouttes de la pluie à la surface du sol et l'entaille du ruissellement entre les mottes dans les griffes ou les rigoles » (Bouguerra et Bouanani, 2016 : 5).

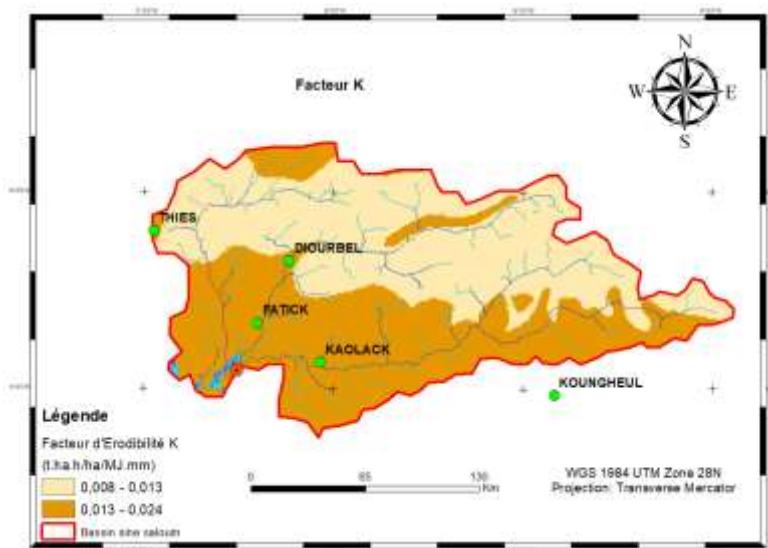


Figure 3 : Erodibilité des sols K dans le bassin du Sine Saloum

B. SENE et al., Quantification de l'érosion hydrique par usage du modèle RUSLE
(Revised Universal Soil Loss Equation) dans le bassin versant du Sine Saloum
(Sénégal)

Les résultats obtenus du facteur K permettent d'indiquer le degré de sensibilité des sols par rapport à l'érosion hydrique. Les valeurs obtenues varient de 0,008 t/ha/an pour les sols les plus résistants à 0,024 t/ha/an pour les sols les plus érodables. La classe d'érodibilité moyenne (0,008 - 0,013 t.ha/MJ.mm) s'étale environ sur 50,43% de la surface du bassin versant, tandis que les fortes érodibilités (0,013 - 0,024 t.ha/MJ.mm) des sols peu évolués tournent autour de 49,57% (Tableau 4).

Tableau 4 : Superficie des classes d'érodibilité K dans le bassin du Sine Saloum

Classe d'érodibilité (t.ha.h/ha/MJ.mm)	Niveau d'appréciation	Superficie (ha)	Pourcentage (%)
0,008 - 0,013	Faible	1 557 010	50,43
0,013 - 0,024	Forte	1 530 370	49,57

Source : Sène, 2024 DSMW (Digital Soil Map of the World)

2.3. Le facteur topographique « LS »

Le mécanisme d'érosion hydrique est largement influencé par la topographie. La figure n°4 représente le facteur topographique LS de la zone de recherche.

**B. SENE et al., Quantification de l'érosion hydrique par usage du modèle RUSLE
(Revised Universal Soil Loss Equation) dans le bassin versant du Sine Saloum
(Sénégal)**

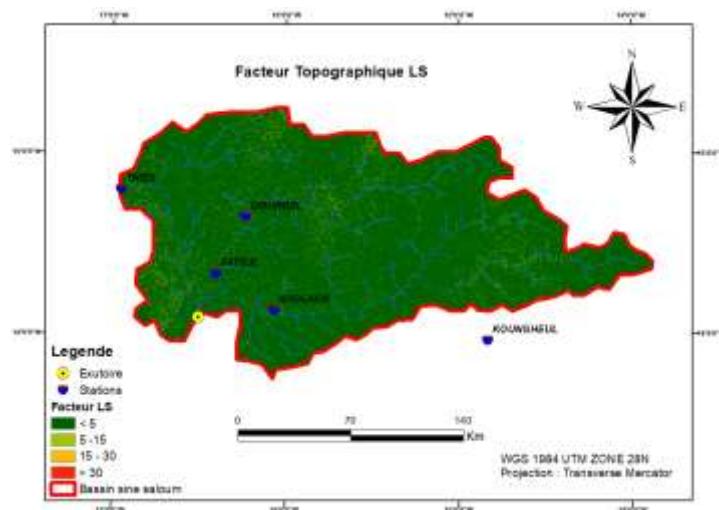


Figure 4 : Facteur topographique LS du Sine Saloum

Une classification en quatre classes a été effectuée, allant des classes de très faible pente occupant une superficie de 3 098 443 hectares correspondant à 99,88% de la superficie totale, aux classes de faible et moyenne pente s'étalant sur une superficie de 3 403,75 hectares soit 0,12% de la superficie totale de la zone de recherche (Tableau 5).

Tableau 5 : Superficie et pourcentage des classes du facteur LS

Classes du facteur LS	Superficie (ha)	Superficie (%)
< 5	2 966 624	95,64
5 – 15	131 819	4,24
15 – 30	3 399,83	0,10
> 30	3,92	0,02

Source : Sène, 2024 MNT (modèle numérique du terrain)

2.4. Le facteur du couvert végétal « C »

Le facteur C prenant en compte les unités spatiales du bassin du Sine Saloum (couvert végétal, cours d'eau, les aménagements etc.) est compris entre 0,1 et 1 soit une moyenne de 0,37. Sa variation illustre le caractère discontinu de la couverture végétale. Les résultats obtenus révèlent que 79 % de sa superficie présente un taux de couverture moyen à très faible ($C > 0,4$) et que la protection n'est réellement constatée que sur 21 % du bassin versant ($C < 0,2$). Les étendues boisées développent une importante résistance vis-à-vis de l'effet du splash (impact des gouttes de pluies sur le sol dû à leur énergie cinétique) et du ruissellement.

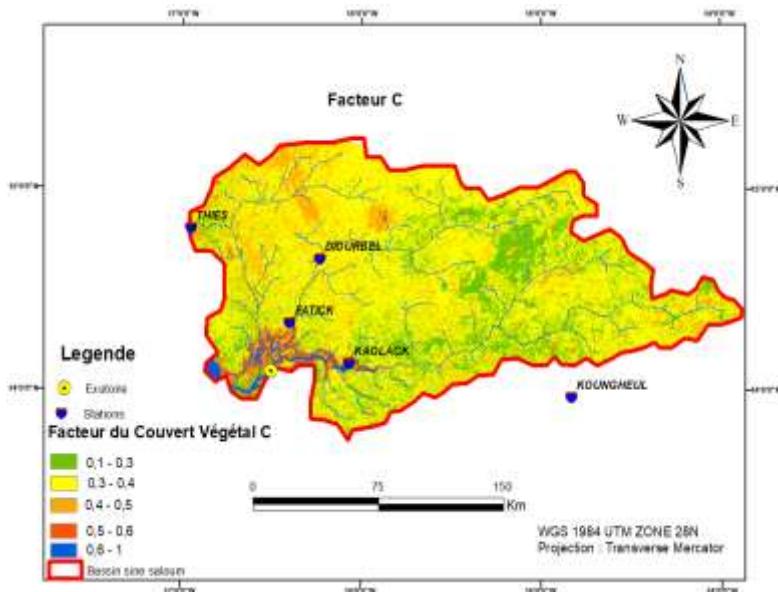


Figure 5 : Facteur du Couvert Végétal C du Sine Saloum

B. SENE et al., Quantification de l'érosion hydrique par usage du modèle RUSLE
(Revised Universal Soil Loss Equation) dans le bassin versant du Sine Saloum
(Sénégal)

Tableau 6 : Surface et pourcentage des classes du facteur de Couvert Végétal C

Niveau d'appréciation	Classes du facteur C	Surface (Ha)	Surface (%)
Forte	0,1 – 0,3	653 841	21
Moyen	0,3 – 0,4	1 990 222	64
Faible	0,4 – 0,5	364 393	12
Très faible	0,5 – 0,6	52 517	2
Médiocre	0,6 – 1	40 746	1

Source : Sène, 2025 adapté en fonction du NDVI

2.5. Evaluation des pertes en sol « A »

La perte par érosion hydrique en nappe pour l'ensemble du bassin du Sine Saloum est exprimée en t/ha/an par unité spatiale. Dans le bassin versant du Sine Saloum, la moyenne annuelle des pertes en terres générée par l'érosion hydrique déduite de cette étude est de 15,85 t/ha/an.

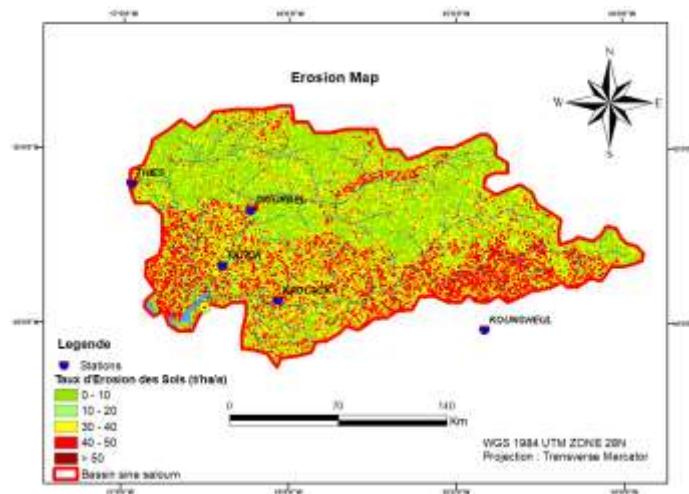


Figure 6 : Taux des pertes en sols (t/ha/an) dans le bassin du Sine Saloum

B. SENE et al., Quantification de l'érosion hydrique par usage du modèle RUSLE
(Revised Universal Soil Loss Equation) dans le bassin versant du Sine Saloum
(Sénégal)

Pour déterminer les zones les plus affectées par l'érosion des classes de perte de sols ont été définies afin de prioriser les zones de conservation. Une valeur limite de 11 t/ha/an a été adoptée dans cette étude en vue d'élaborer le risque d'érosion du sol dans le bassin les paysages agraires du Sine Saloum. Une érosion très faible à faible varie entre 0 et 11 t/ha/an, une érosion modérée entre 11 et 22 t/ha/an, alors qu'au-delà de 22, l'érosion est forte (22 à 33 t/ha/an) à très forte lorsqu'elle est supérieure à 33t/ha/an (Wall et al, 2002 : 5). Dans cet espace, la surface totale qui subit un important taux d'érosion au-dessus de la limite maximum tolérable de 11 t/ha/an pour les paysages agraires est estimée à 1 538 601 ha, soit 50,15 % de la surface initiale. On constate que le risque d'érosion est faible dans 49,85 % du bassin mettant en exergue une perte annuelle moyenne annuelle de 6 t/ha/an tandis que 15,56 % de la surface du sine Saloum reste confronté à une érosion dite sévère (tableau 7).

Tableau 7 : Résultats statistiques du taux d'érosion des sols

Classe de priorité	Taux d'érosion (t/ha/an)	Superficie ha	Superficie %	Erosion moyenne (tonne/ha/an)	Risque érosif
I	0 – 10	1529891,8	49,85	6,06	Faible
II	10 – 20	354856,7	11,56	17,58	Modéré
III	30 – 40	703825,3	22,93	35,05	Elevé
IV	40 – 50	477532,9	15,56	47,66	Sévère
V	> 50	2386,8	0,1	73,10	Très Sévère

Source : Sène 2025, adapté selon Wall et al

Conclusion

L'évaluation de l'état du risque d'érosion représente la situation actuelle de l'érosion potentielle en tenant compte des effets de la végétation y compris les méthodes de culture. Sous ce rapport, les coefficients relatifs à la couverture végétale (C) et les pratiques antiérosives (P) sont inclus dans l'équation d'estimation de l'érosion.

B. SENE et al., Quantification de l'érosion hydrique par usage du modèle RUSLE
(Revised Universal Soil Loss Equation) dans le bassin versant du Sine Saloum
(Sénégal)

Compte tenu du facteur R, on constate que l'intensité de l'agressivité des précipitations prédomine dans le sud-est avec des valeurs tournant entre 300 et 400 MJ.mm/ha.h.an. Les fortes érodibilités des sols couvrant 49,57% varient du nord au sud en suivant la logique d'une distribution spatiale corrélée aux formations pédologiques caractérisant la zone d'étude. L'estuaire du sine Saloum draine un bassin versant dont le relief est en général plat avec une pente très faible supportant une couverture végétale qui n'est réellement significative que sur 21% de la surface totale. Le risque d'érosion du sol est faible au niveau des plaines centrales du bassin arachidier dans le nord du Sine Saloum. Par contre les zones situées dans le secteur sud du Saloum présentent la plus grande intensité d'érosion hydrique (figure 6). En somme, les surfaces cumulées subissant un fort impact relevant de l'érosion hydrique occupent 50,15 % de la surface initiale du bassin.

Les résultats obtenus indiquent l'intérêt même de la recherche dans un contexte où les taux de pertes de sols dépassent souvent les taux jugés acceptables. Dans le fonctionnement du modèle, une prise en compte de mesures de conservation permet de calibrer l'efficacité de celles-ci pour lutter contre la dégradation des terres.

Références Bibliographiques

- BOUGUERRA et BOUANANI, (2016), « *Cartographie qualitative de la sensibilité du sol à l'érosion hydrique : cas du bassin versant oued Boukiou (nord-ouest de l'Algérie)* », *Etude et gestion des sols*, 23, pp 91-100.
- CENTRE DE SUIVI ECOLOGIQUE, (2020), *Rapport sur l'état de l'environnement au Sénégal*, 280p. <https://www.cse.sn/>
- DIOUF René Ndimag, FAYE Cheikh, DIEYE Sidy, DIATTA Claudette Soumbane, (2021), « *Distribution temporelles spatiale de et tendances l'érosivité des précipitations dans des bassins versants du sud du Sénégal (Gambie et Casamance)* », *Liens, Revue Internationale des Sciences et Technologies de l'Éducation*, N°1, pp 361-379

B. SENE et al., Quantification de l'érosion hydrique par usage du modèle RUSLE (Revised Universal Soil Loss Equation) dans le bassin versant du Sine Saloum (Sénégal)

FAYE C, SANE T, DIEYE E.H.B, (2020), « Variation spatiale et temporelle des précipitations de 1971 à 2010 dans le bassin versant du Sine Saloum (Sénégal) », *Algerian Journal of Environmental Science and Technology* June edition. Vol.6. No2, pp 1310-1322

GUERRA Carlos A, MAES Joachim, GEIJZENDORFFER Ilse, METZGER Marc J, (2016), « An assessment of soil erosion prevention by vegetation in Mediterranean Europe: Current trends of ecosystem service provision », *Ecological Indicators*, 60, pp 213–222. DOI : 10.1016/j.ecolind.2015.06.043. pp 10.

KAZI TANI Hicham Abdesslam, (2019), *Estimation et modélisation des transports solides, utilisation du SIG pour la cartographie des zones à risque d'érosion hydrique. Application au bassin versant du barrage Meffrouche*. Thèse de doctorat, Université Abou Bakr Belkaïd Tlemcen, Faculté de Technologie Département d'Hydraulique. 161p.

KHALI ISSA L, BEN HAMMAN Lech-Hab K, RAISOUNI A, EL ARRIM A, (2016), « Cartographie Quantitative du Risque d'Erosion des Sols par Approche SIG/USLE au Niveau du Bassin Versant Kalaya (Maroc Nord Occidental) », *J. Mater. Environ. Sci.*, 7 (8), pp 2778-2795.

LO Mamadou L, BA Alassane, THIOUNE Papa B.D, DIEDHIOU Abdoulaye, DIAW EL Hadji B, (2018), « Water Erosion on the Thiés tray (Senegal): Study of the factors of the phenomenon using a Geotechnical Approach », *Journal of scientific and Engineering Research*, 5(4), pp 220-230.

MAZOUZI Kaouthar, EL HMAIDI Abdellah, BOUABID Rachid, EL FALEH El Mâti, (2021), « Quantification de l'érosion hydrique, par la méthode RUSLE, au niveau du bassin versant de l'Oued Mikkès en amont du barrage Sidi Chahed (région de Meknès, Maroc) ». *European Scientific Journal, ESJ*, 17(14), pp. 256 - 276

WALL G J, COOTE D R, PRINGLE E A, SHELTON I J, (2002), *RUSLEFAC — Revised Universal Soil Loss Equation for Application in Canada: A Handbook for Estimating Soil Loss from Water Erosion in*

B. SENE et al., Quantification de l'érosion hydrique par usage du modèle RUSLE
(Revised Universal Soil Loss Equation) dans le bassin versant du Sine Saloum
(Sénégal)

Canada. Research Branch, Agriculture and Agri-Food Canada.
Ottawa. Contribution No. AAFC/AAC2244E, 117 pp.

White, (1986), Problèmes d'érosion, transport solide et sédimentation
dans les bassins versants, Projet 5.3 du programme hydrologique
international, 155p.

WISCHMEIER W H et SMITH D D, (1978), Predicting rainfall erosion
losses. Agriculture Handbook n° 537, 67 p.