

**Etat de surface d'érosion
Cartographie et évaluation des risques**

*12eme Journées du Réseau Erosion
Septembre 1995*

**L'ÉROSION PAR LES VENTS
AU NORD ET CENTRE NORD DU SENEGAL**

Par Rokhaya Daba FALL

MAI 1995

R E S U M E

Parmi les causes de dégradation des terres de cultures de la zone sahélienne, l'érosion éolienne occupe une place prépondérante.

Le phénomène d'érosion éolienne consiste au transport par le vent des éléments fin du sol, argile limon sable fin, parite prenante du complexe absorbant des sols, complexe au niveau duquel se trouvent une grande partie des éléments nutritifs des plantes. Par conséquent, ce transport aboutit à un appauvrissement rapide des sols érodés par le vent et à un enrichissement concomitant et proportionnel des endroits de dépôts des matières transportées.

La manifestation du phénomène d'érosion éolienne est favorisée par certaines caractéristiques écologiques qui sont d'ordre climatique, pédologique et de mode d'utilisation des terres.

L'estimation des quantités de matières déplacées par le vent n'est pas aisée compte tenu de l'aspect aléatoire et diversifié de la manifestation du phénomène. Plusieurs formules mathématiques ont été proposées au niveau d'expériences menées à travers le monde. Au Nord et Centre Nord du Sénégal, les facteurs d'influence ont été déterminés à travers cette étude.

Le présent document passe en revue les paramètres permettant l'évaluation des risques c'est à dire, les caractéristiques naturelles ou induites par l'homme, favorables à la manifestation du phénomène, les facteurs de quantification du phénomène prenant toujours pour exemple une étude de cas de 100.000 ha de terres cartographiées dans la région de Louga (Nord du Sénégal) et une étude agropédologique de 50.000 ha au Centre Nord du Sénégal (Khelcom).

I. LES CARACTERISTIQUES EDAPHIQUES FAVORABLES A L'EROSION EOLIENNE

1.1. Le climat

Au Sénégal il règne un climat d'ensemble de type sahélo-soudanien caractérisé par son insécurité quant à son influence sur les productions agricoles.

La grande période de sécheresse du sahel 1968-1974 est la manifestation la plus frappante et la plus récente de la gravité de cette caractéristique d'insécurité du climat sahélo-soudanien ; l'équilibre écologique a été bouleversé et des conséquences dramatiques ont été enregistrées dans tous les secteurs économiques liés d'une façon ou d'une autre à cet équilibre.

La manifestation du phénomène d'érosion éolienne est lié à certains facteurs climatiques dont la péjoration est à la base de la rupture de la prospérité du milieu de production agricole.

1.1.1. Le régime des vents

Le vent est le moteur du processus d'érosion éolienne. il déflate les sols, déracine les arbres, fléchit les tiges et lacère les feuilles.

Au Sénégal, il existe trois grands courants de vent, acteurs de l'érosion éolienne d'ensemble et quatre types de vent locaux d'action non moins importante mais localisée.

1°) Les alizés

La fraîcheur et l'humidité des alizés maritimes qui soufflent de décembre à février, s'estompent au fur et à mesure qu'on s'éloigne du littoral et qu'on pénètre dans le continent. Les alizés maritimes sont de faibles vitesses ce qui leur confère un rôle moindre dans le phénomène d'érosion éolienne, de plus l'humidité qu'ils contiennent peut être déposée la nuit sous forme de rosée constituant ainsi une protection temporaire des sols recouverts. Mais, à l'intérieur des terres comme à Khelcom, leur humidité baisse fortement ils s'approchent alors des caractéristiques de l'harmattan. Ainsi devenus alizés continentaux secs ils déflatent les sols et transportent une bonne quantité d'éléments fins des terres.

2°) L'harmattan

Vent sahélo-soudanien venu de l'Afrique du Nord, l'harmattan fait suite aux alizés continentaux, renforce et établit "la brume sèche" ou "brouillard de poussière", nuée de poussière suspendue dans l'atmosphère au-delà même des limites sahéliennes (la brume sèche se retrouverait pour des durées plus courtes au Centre Sud du Burkina Faso et du Mali. Au Sénégal il souffle jusqu'à la veille des pluies pendant un temps relativement long pouvant aller de février à juillet.

3°) Les pseudo-mousson

Humides, les pseudo-moussons entraînent les précipitations estivales. Ces précipitations mettent un terme local et périodique au phénomène d'érosion éolienne d'ensemble. Mais, comme les alizés maritimes, à l'intérieur des terres, Est de Louga et Khelcom, les pseudo-mousson s'assèchent relativement et agissent dans une forme d'érosion éolienne localisée.

4°) Les vents locaux

a. La brise de mer

La brise de mer souffle en fin de saison sèche dans les régions littorales. De Dakar à Saint Louis les sols d'apport qui s'étendent sous forme de dunes tout au long de la côte atlantique, donnent matière à l'action érosive de la brise de mer. L'érosion éolienne de cette formation géomorphologique constitue une véritable menace des terres fertiles adjacentes, grenier maraîcher du Sénégal, appelées "Niayes".

Cette manifestation locale de l'érosion éolienne a retenu l'attention nationale depuis plusieurs décennies. C'est ainsi que dès l'époque coloniale de grandes actions de fixation des dunes et de protection des terres maraîchères ont été entreprises par l'introduction et la plantation massive de *Casuarina equisetifolia* (filao). De nos jours l'objectif premier de plusieurs projets exécutés dans la zone se résume en la fixation des dunes et la protection des terres agricoles, au filao se joint le Salane (*Euphorbia Balsamifera*) et le Nguer (*Guiera Senegalensis*) à croissance plus rapide.

b. Les tourbillons

Les tourbillons jouent un rôle certain dans l'érosion éolienne. Ils se forment tout au long de la saison sèche et chaude aux heures les plus chaudes de la journée et au ras du sol balayant sur leur passage tous les éléments meubles. Leur force d'action est généralement supérieure à ce qu'on a appelé plus haut l'érosion d'ensemble, les tourbillons déplacent des éléments de sable grossier. Ils sont particulièrement fréquents sur 6 à 7 mois de l'année dans toute la zone Nord du pays incluant les régions de Saint-Louis à Diourbel.

Ils jouent un rôle certain dans le remaniement des dunes et s'avèrent dangereuses aussi bien pour les sols et les plantes que pour les hommes, à cause de leur violente force de frappe.

c. Les vents de sable

Ils déplacent des éléments allant jusqu'à 1 mm de diamètre à des hauteurs pouvant dépasser le mètre. De même que les tourbillons ils constituent un facteur d'érosion certain et jouent un rôle essentiel dans la morphogenèse des paysages. Au Nord dans la région de Saint Louis les sables transportés par les vents sont déposés au niveau des dunes rouges actuellement fixées par une forêt claire d'acacia. Les sables fins et les limons en suspension dans l'air pendant un certain temps, temps pendant lequel la visibilité est très réduite dans la région, sont déposés dans les cuvettes et à leurs bordures ou restent accrochés à une touffe de végétation. Une étude granulo métrique et morphométrique des particules démontre l'itinéraire de ce transport (R.D.FALL 1980).

d. Les tornades sèches

Les tornades sèches d'avril à juin ont une action érosive notable très proche de celle des vents de sables mais, aussi localisée que les tourbillons.

1.1.2. - La pluviosité

La pluie est un facteur climatique important dans le processus de l'érosion éolienne. En effet l'action des vents n'est dévastatrice sur les sols et les plantes que quand ces derniers sont secs, et exempts d'humidité. Le climat sahélien est grossièrement caractérisé par l'alternance de deux saisons, la saison des pluies d'été, de juillet à octobre et la saison sèche d'octobre à juillet. Un répis peu cependant être noté à l'intérieur de la saison sèche entre décembre et mars, répis causé par les pluies d'"hiver" faisant suite à l'irruption passagère d'air polaire. Ces pluies d'intensité trop faible pour être retenues dans le développement agricole ont cependant une action positive, par le fait qu'en humectant le sol elles opposent un frein à l'érosion éolienne au moment où la déflation par les vents agit. On peut ainsi conclure respectivement à Louga et à Khelcom, à deux moments d'arrêt de l'érosion éolienne, une courte de 15 jours ou 1 mois pendant la saison sèche et une longue de 2 ou 3 mois correspondant à la saison pluvieuse.

1.2. L'hydrographie

Le réseau hydrographique joue un rôle important dans la sensibilité des terres à l'érosion éolienne en ce sens qu'il agit sur l'humidité et la couverture végétale par voie aérienne et souterraine (nappe phréatique)

Ainsi avec la réduction quantitative et temporelle de l'humidité du sol liée aux années successives de sécheresse, il a été constaté la disparition de plusieurs espèces végétales : deux exemples : le manguier (*Mangifera*) et le tamarinier (*Tamarindus*) n'appartiennent plus au paysage des régions du Nord et du Centre Nord où il y a dix ans de cela, leurs fruits contribuaient fortement à l'équilibre alimentaire des habitants. Au centre de la région de Thiès la production de mangue a beaucoup baissé et il devient de plus en plus difficile de faire pousser de nouvelles générations de manguiers ; comme l'expliquent les paysans de Ndiéfoune Parba, "la température du sol est trop élevée pour les jeunes plantes". Le tamarinier se retrouve de façon très limitée et très isolée dans le Centre Nord contrairement aux récentes descriptions florales de cette zone.

1.3. Les sols

Au niveau des sols la combinaison de trois caractéristiques d'ordre pédologique et géomorphologique et de quelques modes d'exploitation de l'espace favorisent particulièrement le phénomène d'érosion éolienne.

1°) La texture sableuse

Le phénomène d'érosion éolienne se manifeste là où le matériau du sol est suffisamment fin et meuble pour être arraché et transporté par le vent. La quasi totalité des sols arables sénégalais sont sur formation sablo-argileuse.

Ce substrat composé essentiellement de sable fin et moyen, d'argile à des proportions moindres et variables et de traces de limon, est particulièrement exposé au transport par les vents.

A Louga les sols cartographiés sont pour la plupart des sols Dior c'est à dire des sols sableux qui se retrouvent au niveau à l'ensemble des formations géomorphologiques. A Khelcom, le tiers des sols identifiés sont aussi des Dior un autre tiers est constitué de Dior Dek, ou sol à texture sablo limoneuse à limoneux très sableux.

Partout, la prédominance sableuse et la faiblesse des teneurs en matière organique rendent les sols d'une grande fragilité par rapport à l'érosion éolienne.

2°) La structure peu ou non développée

La structure d'un sol désigne le mode d'assemblage de ses composantes. Elle est par conséquent d'autant plus développée que ces dernières ont une grande capacité adhésive. Nous venons de le voir, les sols agricoles de Louga et de Khelcom sont de texture essentiellement sableuse et pauvre en matière organique. Les teneurs en sable sont généralement supérieures à 90 % et les taux en matière organique sont souvent inférieurs à 1,5 % et plus souvent compris entre 0,4 et 0,8 %. Ces deux caractéristiques fondamentales conditionnent un faible développement structural à ces sols. Ce faible développement structural est une grande prédisposition des sols à l'action dévastatrice des vents.

3°) Relief et micro-relief plat

La morphologie du paysage peut faciliter ou constituer un frein au phénomène d'érosion éolienne. Au Sénégal le relief d'ensemble serait plutôt favorable au phénomène d'érosion éolienne. Le pays est plat, il ne compte que de rares sommets, les contreforts du Fouta Djallon point culminant du pays 851 mètres sur la frontière guinéenne, les falaises de Thiès 90 m et les mamelles de Dakar 60 mètres. La platitude du relief d'ensemble est le premier facteur d'optimisation du phénomène d'érosion éolienne ; le vent ne rencontre pratiquement aucune résistance sur son chemin.

Les sols agricoles de Louga et Khelcom sont formés sur les modelés de glacis aplanis, de plaines sableuses monotones et de dunes arasées. Le micro relief et la micro morphologie de la parcelle de champ de culture présentent très peu d'accidents. Les élévations sont au Nord et sur la bande littorale des dunes fixes ou mobiles, résultats de, ou matière à l'action des vents. A l'intérieur des terres comme à Khelcom, des termitières épigées, constituent les seules aspérités du paysage ; la surface des sols est dans l'ensemble plane. Tous les vents aussi faible que soit leur vitesse de circulation, progressent sans heurts sur les surfaces des terres.

1.4. Quelques modes d'exploitation des terres propices à la manifestation du phénomène d'érosion éolienne

. L'agriculture itinérante, l'agriculture extensive et l'intensification inappropriée des cultures constituent trois systèmes d'exploitation qui se sont succédés et cohabitent dans l'ensemble des pays sahéliens. Ils ont conduit et continuent de conduire à un accroissement sensible des surfaces exposées aux différentes formes de dégradation, notamment au phénomène d'érosion éolienne. D'une part les cultures répétées et les exigences agronomiques ou pratiques culturelles commandées par les cultures industrielles rendent de plus en plus instables la structure des sols. D'autre part, les exportations en éléments nutritifs non compensés sur le plan aussi bien qualitatif que quantitatif appauvrissent le statut organo-minéral des terres.

. L'accroissement inapproprié des terres de culture, suite aux exigences de niveau de production des cultures de rentes, a entraîné beaucoup de défrichements. Ceci s'est soldé par une considérable augmentation des superficies de terres qui restent nues pendant une bonne partie du temps. En moins de vingt ans les surfaces cultivées ont cru d'une fois et demi. Les surfaces réservées aux cultures de rente (arachide, coton) ont subi une augmentation proportionnelle.

. En années de bonnes pluviométries s'étalant sur trois à quatre mois du Nord au Sud, les sols de culture sont couverts pendant quatre à cinq mois de l'année. En années "mauvaises" comme le sahel en a connu cette dernière décennie (1968-1983), grands déficits pluviométriques, extension dans le temps et dans l'espace des poches de sécheresse, la végétation ne recouvre les jachères et les terres cultivées que très peu de temps dans l'année, un à deux mois pour les dernières, et un maximum de trois pour les premières dans les zones de Louga et Khelcom. Ces sols essentiellement sableux perdent très vite leur humidité et restent secs pendant au moins neuf mois de l'année.

. La charge du bétail dépasse de loin les capacités de pâturage c'est le résultat de l'élevage contemplatif, et, le piétinement conséquent casse les structures existants et effrite la massification de surface, rendant ainsi les premiers centimètres de sols particulaire ou poudreuse et les prédispose à l'action des vents.

. La dialectique agriculture-forêt a très vite disparu au niveau des ethnies pular et wolof, si elle persiste au niveau des sérères et des diolas c'est d'une façon très timide, par attribution à la forêt de parcelles "sacrées" variables en taille et en nombre suivant la sévérité des conditions climatiques.

Le recul et la disparition de cette dialectique conservatrice du capital sol, occupe une part très importante dans les causes et l'importance de la manifestation du phénomène d'érosion éolienne.

. Le régime foncier pourrait aussi être une cause au développement de l'érosion éolienne. Au Sénégal la terre est à l'Etat et le produit de son exploitation à celui qui s'y investit. Au niveau de la communauté rurale, les hommes s'organisent et octroient des lopins de terres aux uns et aux autres suivant les demandes et la capacité d'exploitation des uns et des autres. La terre est le premier facteur de production et le seul moyen de travail que la société doit à l'individu.

Ainsi dans le cadre de cette distribution, le capital sol est découpé sans principe directeur autre que l'impérative nécessité d'octroyer un moyen de gagner sa vie à ceux qui en font la demande. Les champs défrichés les uns après les autres sont juxtaposés sans limites visibles. L'attribution ne faisant pas l'objet d'une propriété, ne suscite pas directement chez les intéressés la nécessité d'une délimitation physique. Le découpage peut changer et change régulièrement avec le mouvement des populations.

Il se forme ainsi au sein du village un grand champ composé de la juxtaposition de plusieurs lopins de terre temporairement personnifiés. A l'échelle de la communauté rurale, ceci se transforme en de vastes champs qui deviennent quasi illimités à l'échelle territoriale. Le champ d'action des vents est alors infini.

II. ESTIMATION DU PHENOMENE

L'estimation des quantités de matière transportée par le vent est un exercice très difficile au niveau de la parcelle bien que la manifestation du phénomène soit fréquente intense et diversifiée. En plus de l'aspect totalement aléatoire de sa manifestation, il s'ajoute le changement constant de directions et de vitesses des vents qui fait varier d'un moment à l'autre aussi bien les quantités accumulées que les endroits de dépôts. Cependant on peut noter une tendance d'orientation globale du transport, du Nord au Sud, à l'échelle d'une région donnée.

A Louga comme à Khelcom, nous avons estimé l'importance de l'érosion éolienne à travers ses manifestations observables ou mesurables qui sont les formations érigées comme les monticules, dunes, rides, stries, ondulations de la surface du sol, ou les creusements au niveau des racines des arbres mise à découverts.

Diverses observations et recherche sur les facteurs liés à la manifestation du phénomène d'érosion éolienne ont conduit à la formule de Woodruff et Siddoway (1965).

$E = f(I, K, C, L, V)$ Equation dans laquelle

E = moyenne annuelle de perte de sol par unité de surface

I = érodibilité du sol basé sur la fraction d'agrégats non dévastable par les vents

K = rugosité du sol

C = facteur climatique

L = distance médiane non protégée parcourue par le vent

V = quantité équivalente de couverture végétale

Examinant les différentes composantes de cette formule en rapport avec nos réalités et analysant son adaptabilité à notre contexte, on arrive aux conclusions ci-après qui, du reste, méritent des expérimentations pratiques.

2.1. Erodibilité du sol

L'érodibilité du sol est l'expression de la fraction d'agrégats ou de particules non dévastable par le vent, elle est égale à la fraction des quantités d'éléments non transportables par les vents sur celle déflatable.

$$I = X_2/X_1$$

Au niveau des tests et observations qui ont conduit à l'établissement de la formule, X_1 ou la partie de sol dévastable par les vents comprend les éléments de sol dont la taille est inférieure à 0,84 mm.

Dans le contexte du Sénégal, la violence des vents du Nord, des tourbillons, tornade et vents de sable (la vitesse moyenne des vents de sable mesurée à Saint Louis est de 12 à 18 m/s avec des pointes allant jusqu'à 23 m/sec) déplace et transporte des grains de diamètre allant jusqu'à 1 mm. Des analyses granulométriques et observations morphoscopiques des sables des dunes rouges du delta du fleuve Sénégal et des dunes arasées du Nord de Tivaouane et de Thiel nous montrent la constitution d'une petite fraction de sable grossier avec des grains ronds et mats, preuves d'un transport éolien (R.D.FALL, 1980).

Par ailleurs l'érodibilité d'un sol est une donnée très variable, elle est fonction de l'état d'humidité du sol et de sa dynamique biologique et minérale. Dans les sols à texture essentiellement sableuse et très pauvre en matière organique comme la majeure partie des sols cultivés au Sénégal, cette variabilité est réduite et reste principalement lié aux saisons. L'érodibilité serait par conséquent maximum en saison sèche et minimum en saison humide.

2.2. La rugosité du sol

La rugosité du sol est un frein à l'érosion éolienne. Plus un sol présente des aspérités, moins le vent a prise sur lui pour le dévaster. Parmi ces aspérités au niveau d'une parcelle on peut considérer les formations de terres surélevées et fixes, les cailloux et rochers et tous les agrégats de taille supérieure à la fraction transportable. Concernant les aspérités du microrelief (monticule, dunes fixes, gros cailloux, rochers...) leur rôle dans la réduction de l'action érosive du vent est fonction de leur hauteur et de leur dispersion dans l'espace considérée.

Tenant compte des caractéristiques spécifiques des microreliefs sur le territoire sahélien en général, Sénégalais en particulier, et considérant les différents types de texture et de structure des sols en présence et de la morphologie d'ensemble des paysages, les classes de rugosité suivantes sont retenues pour l'étude :

1ère classe : K = 1

Si les caractéristiques ci-après sont présentes simultanément ou partiellement au niveau de la surface du sol ou de l'horizon de surface.

a) La composition texturale de l'horizon arable contient un minimum de 15,1 % d'argile (voir répartition texturales des séries de sol du Sénégal BPS 1993).

b) La structure est massive solidement cimentée pendant les saisons non pluvieuses ou fragmentaires en éléments de dimensions supérieures à 1 mm, avec un indice d'instabilité structurale inférieur à 5.

c) Une grande densité (grille I) d'affleurement rocheux ou de termitières de hauteur supérieure à 50 cm.

d) La surface du sol est totalement couverte de débris agricoles pendant le temps d'action des vents érosifs ou par une végétation vivante (ce point est accessoire parce que dans sa première partie ne correspondant pas généralement à une technique culturale répandue, dans sa deuxième partie ne représentant pas des situations de jachères fréquentes).

2ème classe : K = 0,5

a) Le taux d'argile de l'horizon textural est compris entre 15 % et 10 %.

b) La structure est fragmentaire, taille de fragment ≤ 1 mm.

c) Les aspérités du sol (affleurement rocheux, termitières, monticules...) sont de hauteur comprise entre 50 centimètres et 20 centimètres mais leur densité diminue et correspond à la grille II (c.à.d. 500 cm au plus entre éléments).

d) L'horizon de surface est couvert à 75 % par les débris de cultures et fumiers non décomposés (idem point (d) de K = 1).

3ème classe : K = 0

a) La quantité d'argile de l'horizon arable est inférieure à 10 %.

b) La structure est particulière à poudreuse

c) La hauteur des aspérités est inférieure à 20 centimètres et la distance entre monticules est supérieure à 200 centimètres.

d) Le sol est presque nu, de couverture inférieure à 25 %.

Les valeurs d'interclasses de K correspondant aux microreliefs des paysages non mentionnés s'obtiennent aisément par combinaison des différents critères cités. Il reste évident par exemple que la valeur de K reste inchangée et égale à 1 quand, à toute valeur égale les monticules sont de hauteur supérieure à 50 cm et à une densité de la grille II ou quand les hauteurs sont comprises entre 20 et 50 cm mais la densité correspond à la grille I.

2.3. Le facteur climatique

Plusieurs formules ont été proposées par les chercheurs en la matière :

- Chepil et compagnie proposait la formule suivante comme étant l'expression du facteur climatique dans les conditions spécifiques de Garden City au Kansas.

$$C = 386 \frac{3_u}{(PE)^2}$$

U = moyenne annuelle de la vitesse du vent

P = précipitation mensuelle

E = évaporation mensuelle

386 = index de Garden City

L'application de cette formule à travers les autres contrées des Etats Unis a nécessité l'établissement de la valeur de l'index P.E. tenant compte de la température.

$$P.E. = 3,16 \frac{12}{i = 1} \left(\frac{P}{1,8 + 22} \right)$$

Cette formule ne s'applique pas à notre zone sahélienne où les précipitations avoisinent souvent zéro ce qui fait tendre l'index P.E. vers l'infini.

2.5. La longueur du champ

Bien que reconnue comme un facteur fondamental dans la quantification de la somme de matière érodée par le vent, la définition de la longueur du champ à considérer pose problème par le fait que la direction des vents est très changeante à l'intérieur d'une superficie limitée.

A grande échelle cela pose moins de problème, si on considère les sols Dior de Louga à Khelcom, il suffit de prendre la verticale des vents du Nord et de reporter la distance parcourue sans interruption fondamentale.

A petite échelle à l'intérieur d'un champ de 5 ha par exemple à Mboufta Nord Tivaouane, on note certes, la dominance des vents du Nord qui indique la direction d'origine des vents dominants, mais à l'intérieur du champ on est fouetté dans tous les sens tantôt par les vents du Nord, tantôt par les tourbillons et les tornades dont l'influence peut se limiter à l'intérieur des frontières de la parcelle pour reprendre autrement dans une autre parcelle à quelques lieux de la précédente. Ainsi la technique d'estimation grossière des quantités de matières érodées par le vent en un temps donné par mesure de l'accumulation de matière contre une plaque ou un tronc d'arbre gradué, à l'intérieur de différentes parcelles à Mboufta et à Sagata Nord, montre qu'il n'est pas juste de ne considérer à l'intérieur d'une parcelle que la direction connue des vents dominants. En effet des monticules de sable se forment sur un angle allant de 0° à 120 ° et parfois jusqu'à 135 ° de part et d'autre de la direction principale des vents.

2.6. La fonction végétation

Un sol totalement couvert de végétation est entièrement protégé contre l'action des vents dont la force érosive, toute chose étant égale, est directement proportionnelle à la capacité de freinage de la matière végétale en présence. La végétation a déjà souvent été utilisée pour réduire ou anéantir l'énergie érosive des vents ; la fixation des dunes par des espèces végétales appropriées, le freinage de la vitesse des vents par opposition de rangées d'arbres dites brise-vent, la disposition sur le sol de débris de tiges de mil ou de maïs perpendiculairement à la direction des vents etc...

Cette action de la végétation contre la manifestation de l'érosion éolienne est fonction de ses caractéristiques (hauteur (h), densité (d)...) et de l'orientation d'ensemble de la végétation vis-à-vis des directions des vents (D) ($V = H, d, D$).

2.7. La fonction animale

Non prise en compte dans la formule de Siddoway et Woodraff, elle s'avère d'une importance capitale au sahel où l'élevage est un pastoralisme nomade à caractère contemplatif dont une des conséquences est le rapport de la charge animale effective et la capacité de charge d'un espace donné qui est presque toujours supérieur à 1. Ce phénomène, sur la majeure partie des types de sol en présence, produit effritement et accroissement des prédispositions des sols à l'érosion éolienne. En plus du phénomène de piétinement l'effet du rapport sur la couverture végétale (fourragère) est à prendre en compte en plus de la fonction végétale évoquée plus haut. En conclusion la fonction globale qui conviendrait à la zone serait :

$$E = f (L, K, C, L, V, A)$$

III. CONCLUSION : LA DUREE DU PHENOMENE A LOUGA ET A KHELCOM

Dans l'évaluation des potentialités agricoles des terres cartographiées par le Bureau Pédologie du Sénégal à Louga et à Khelcom, une part importante des contraintes relevées découle des conséquences des risques liés à l'érosion des sols par les vents.

Parmi les sols concernés par la cartographie morphopédologique au 1/50.000e de la surface d'environ 100.000 ha comprise au sein du quadrilatère dont les sommets sont constitués par Louga ville, Kébémér, Ndoiyène et Coki, les trois quarts comportent des prédispositions certaines à l'érosion éolienne.

En effet, dans la zone en question il y règne un climat de type sahélien caractérisé par son aridité $200 < P < 300$ mm et ses hautes températures atmosphériques et au niveau du sol, et l'influence quasi permanente de l'harmattan.

La géomorphologie est largement dominée par le système dunaire donnant naissance tantôt à des cordons de dunes (alignement de l'ogolien), des dunes isolées ou buttes dunaires tantôt des plaines dunaires au modelé aplani et ondulé.

Les sols développés sont des Diors de l'appellation locale signifiant sol sableux, qui suivant les situations géomorphologiques précitées correspondant respectivement dans la classification FAO et française à des arenosol orthi-ferrallique ou orthi-haplique, des sols ferrugineux tropicaux peu ou pas lessivés ou, quand la topographie dessine des courbes de niveau inférieures, à des arenosols orthi-levique ou endo calcari-haplique, des sols peu évolués, non climatiques, d'apport éolien, modal.

Les sols développés dans les couloirs interdunaires et les dépressions endoriques ou cuvettes, et au niveau des basses plaines dunaires partie intégrante du système dunaire comportent moins de risque à l'érosion éolienne, ils seraient plutôt des lieux de dépôts des matières déflatées suivant le type d'aménagement. Il s'agit d'arenosol eutri-haplique, d'arenosol luvicalcari, endocalcari-haplique ou luvique ou orthi-calcarique et même de calcisol ferri-haplique ou orthi luvique suivant la classification FAO ou, suivant la CPCPS, de sols peu évolués, non climatiques d'apport éolien hydromorphe en profondeur, de sols ferallitiques à réserve calcique, modal ou à caractère d'hydromorphie ou peu lessivé modal.

Du point de vue de la végétation, la zone est une savane arborée très clairsemée d'épineux ; les sols sont généralement nus ou très peu couverts. Au niveau de la strate arborée les prédominances sont *Acacia albida* avec des reliques au niveau des parties basses de *Acacia Seyal* d'*Anogeissus leiocarpus* et de *lanea acida*.

La strate arbustive est composée essentiellement de *Guiera Senegalensis* de *Combretum Glutineseum* et d'*Annona Senegalensis* ; dans les dépressions et couloirs, de *Boscia Senegalensis*, *Banhinia Refuscens* et *Ziziphus Mauritania*.

La strate herbacée n'est guère épaisse même au niveau des jachères ; elle se compose essentiellement de *Cenchrus Buflorus*, de *Nitro-Carpus Scaber* et d'*Eragrotis Tremula* dans les parties hautes, avec *Anistida Stipeides* *Euphorbia Hirter*, *Corchorus Abtorius* et *Centaurea Perroheti* au niveau des plaines basse et enfin d'*Andropogonyanus* et *Nymphanea Lotus* dans les dépression et vallées.

C'est au niveau des résultats de productions agricoles que au fil des années, les risques conséquence des manifestations érosives se lisent le plus. Certes, le bas niveau de production n'est pas exclusivement imputable aux risques érosives, si on considère l'état d'infertilité intrinsèque de la plupart des sols rencontrés mais le déclin au fil des années est une fonction directe de l'augmentation de l'érosion et de la dégradation des sols qui s'en suit. Le rendement des grandes cultures pratiquées bien que variable suivant la pluviométrie épouse une tendance réel à la baisse voir tableau ci-après.

Au niveau de Khelcom, les sols cartographiés sont suivant la classification FAO et la CPS, des lixisols chromi-haplique ou orthi-haplique, sols ferrugineux tropical peu lessivé, des régosol areni-dystrique ou ferri-eutrique, sols peu évolués d'apport alluvio-alluvial et sols hydromorphe peu humifère à pseudogley, tous des sols Dior ou Dior Dek c'est à dire des sols sableux à sableux limoneux ou limono très sableux formés pour les premiers tantôt sur plaine ou plaine dunaire tantôt sur dune aplanie, pour les seconds sur vallées fossiles.

Dans la zone défrichée, zone ayant fait l'objet de l'étude agropédologique, les parties hautes, les sols sur plaine et dunes aplanies restent nus en dehors de la saison des cultures, ceux es vallées fossiles moins représentatifs sont relativement couverts par une végétation relique des temps plus humide (*Anajersus Leo Carpus*, *Acacia Seyal* etc...)

Les vents déplacent des quantités considérables de matériaux surtout après les récoltes d'arachide principale culture pratiquée.

Au niveau de la partie non défrichée les quantités de matière déplacée bien que moindre reste tout de même considérable, en témoignent les multiples stries et accumulations au pied des arbres notés ça et là.

Le régime des vents dominants sont constitués de trois formes de pressions, les alizés continentaux de direction N et NE, l'harmattan de direction Est-Ouest et la mousson de direction Sud-Ouest. La pluviométrie installé par l'arrivée de la mousson varie de 400 à 800 mm/an ; elle est cependant irrégulière et mal répartie (1966 : 822 mm, 1975 : 430 mm, 1989 : 598 mm).

Tableau : Rendement moyens des différentes cultures pratiquées par arrondissements de la zone étudiée.

Localités/années	Cultures		
	Arachide (kg/ha)	Mil (kg/ha)	Niébé (kg/ha)
87/88			
Coki	867	610	350
Mbédiène	852	608	313
Darou-Mousty	844	540	163
Ndande	832	577	407
Sagatta	969	570	367
88/89			
Coki	320	111	57
Mbédiène	419	92	135
Ndande	306	94	476
Sagatta	412	108	527
Darou-Mousty	389	102	371
89/90			
Coki	1.016	125	190
Mbédiène	1.280	140	305
Ndande	853	194	440
Darou-Mousty	904	166	118
Sagatta	898	197	489

Source : Direction de l'Agriculture (DISA).

B I B L I O G R A P H I E

Banque Mondiale 1985, la désertification dans les zones sahélienne et soudanienne de l'Afrique de l'Ouest

B.P.S. 1993, Légende des séries de sol du Sénégal

B.P.S. 1993, Etude semi détaillée des sols de Louga

B.P.S. 1994, Etude Agro-pédologique du Projet d'exploitation agroforestière de Khelcom

Chepil W.S. 1954, Seasonal fluctuations in soil structure and erodibility of soil by wind Soil Science Society of America Proceeding

FALL R.D 1980, Etude préliminaire à l'aménagement de la vallée du Lampsar

FALL R.D 1990, Erosion Eolienne au Sénégal Symposium sur la dsertification. (Niamey CILSS)

FAO, 1979, A provisional methodology for soil degradation assesment. FAO Rome.

FAO/UNEP 1984, Methode provisoire d'évaluation et de cartographie de la désertification.

Skidmore, E.L., W.S. Fisher and N.P. Woodruff, 1970 Wind Erosion equation computer solution and application. Soil Science Society of America Proceedings 34.

Woodruff, V.P and F.H Siddowey 1965, A wind Erosion Equation, Soil Science Society of America Proceedings 29.