

## **Evaluation et Cartographie des Risques d'Erosion Eolienne dans les Environs de Dongola, Soudan**

Bergsma E. and Osman O.A.

*ITC, International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation, Enschede, the Netherlands, bergsma@itc.nl;*  
*National Council for Research, Khartoum, Sudan.*

**Abstract:** In northern Sudan, near the village of Dongola on the Nile, a survey of wind erosion hazard covered part of the arable plain of the Kerma Basin and the adjoining hills and foot plain. Winds are fairly constant in direction, coming from the North and north North-east. Wind erosion hazard was evaluated by the usual factors and by soil surface disturbance by traffic of men, animals and vehicles. Ratings were made for deflation, transportation and deposition and their potential and actual rates. The actual rates of the three processes were determined going over the mapping units from windward to lee, assuming a northern inflow of sand in low intensity. The procedure also allows prediction of risks that can be expected when land use changes would be made. The approach may be used in areas, where aeolian sand movement occurs and a dominant wind direction prevails, such as in parts of the Sahel.

**Introduction.** Nous avons étudié les risques d'érosion éolienne dans les environs du village de Dongola situé sur les bords du Nil, dans le nord du Soudan. L'étude couvre une partie de la plaine cultivée du bassin de Kerma, ainsi que sa bordure de collines et leur piedmont. A l'est se trouve el Wadi el Khowi, une plaine inondable abandonnée du Nil, avec une surface dénudée, balayée sans cesse par le vent. Plus à l'est se trouve un plateau composé de grès, elle est une source permanente de sable. Dans la région, les vents ont une direction très constante venant du nord et du nord nord-est. La zone étudiée est une des rares zones cultivées dans la Province du Nord. Des observations au terrain ont été faites par les deux auteurs dans l'automne de 1979 (Osman 1980).

**Méthode.** Nous avons choisi la zone d'étude et réalisé la cartographie générale des unités de terrain en utilisant des images Landsat à l'échelle de 1:64.000. L'interprétation des images a tenu compte des éléments du paysage tels que l'organisation du système de drainage et les conditions de drainage, l'alignement des formes de terrain, la végétation et l'utilisation des terres.

Pour la cartographie détaillée des unités de terrain, avec leur risque d'érosion éolienne, nous avons utilisé des photographies aériennes à l'échelle de 1:20.000, en combinaison avec des observations de terrain. L'interprétation s'est basée sur les aspects suivants: l'érodibilité du sol, le meso-relief des buttes, l'humidité de la surface du terrain, les obstacles à l'écoulement de l'eau, la distance sur laquelle le vent unidirectionnel souffle librement, la rugosité de la surface du sol due à la présence de sillons de labour et de 'diguettes' d'irrigation, la couverture de végétation, l'utilisation des terres, les modifications de la surface sableuse par suite du passage de voitures, d'animaux et de piétons.

Le classement du risque d'érosion de chaque unité cartographique se fait à l'échelle logarithmique de facteur 2. Nous évaluons d'abord l'érodibilité éolienne du sol en cinq classes et nous ajoutons ensuite les classes des autres facteurs, tous exprimés en classes de facteur 2.

Les risques ont été évalués en distinguant entre déflation, transport et déposition de sable, et en spécifiant les taux actuels et potentiels.

*L'érodibilité du sol au vent* est indiquée par une valeur I qui dépend de l'agrégation des particules primaires du sol. La valeur est liée au taux de particules plus grosses que 0.84 mm. (Tableau 1).

Tableau 1. Classes de l'érodibilité éolienne du sol et leurs valeurs I.

Taux particules > 0.84 mm	Valeur I	Classes de l'érodibilité éolienne de sol
< 2	> 250	5. Très élevée
3 - 15	220 - 115	4. Elevée
16 - 35	114 - 64	3. Modérée
36 - 55	63 - 27	2. Basse
56 - 67	26 - 15	1. Très basse
68 - 75	14 - 6	1. Extrêmement basse
> 75	<5	1. Presque zéro

*L'érodibilité des buttes* tient compte de l'influence des pentes de collines basses. Au-dessus une longueur de pente de 150m l'effet diminue. Nous avons estimé que de telles pentes ayant une faible inclinaison vont élever le risque d'érosion par une classe, les pentes plus inclinées par deux classes (Siddoway et al).

*Le régime des vents*, avec sa distribution de vitesses et des bourrasques est estimée de représenter un potentiel uniforme de l'érosion éolienne dans la région.

*L'humidité de surface*. On reconnaît la situation sèche, humide et mouillée. Les dernières diminuent le risqué par 2 et 4 classes.

*La distance sur laquelle le vent a accès libre* est parfois limitée par l'influence des obstacles au vent. A l'échelle de 1:100.000 de la carte, conforme au niveau du détail de l'information digitale, la longueur abritée en cas des sols sableux se peut être ignorée (Wilson & Cecke 1980; Allen 1973).

*La rugosité de surface* est due à la présence des sillons de cultures et des diquettes d'irrigation. Ils jouent un rôle d'obstacle au vent à la surface de terrain. Le risque est diminué par une classe à cause de la hauteur et l'intervalle de ces diquettes Woodruff & Siddoway (1965).

*La couverture végétale* est classifiée en trois grades : serrée, éparse et absente, suivant le système de Woodruff & Siddoway (1965).

*Le dérangement de surface* peut mener à une susceptibilité éolienne plus haut si auparavant la surface avait une couche stable produite par la déflation. L'effet du dérangement représente une classe s'il est faible, deux classes s'il est sévère. Toutefois, ce dérangement n'est pas très répandu.

On commence la détermination des intensités actuelles des trois processus par considérer les unités situées à la bordure au vent de la zone d'étude. Le vent de direction peu variable soufflant du nord ou du nord nord-est apporte un volume modéré de sable. Le volume apporté et le volume mobilisé par la déflation à l'intérieur de l'unité déterminent ensemble les intensités actuelles de la transportation et de la déposition, prenant en considération leurs capacités potentielles. Ensuite on continue à évaluer les intensités actuelles des trois processus dans l'unité voisin placée sous le vent. On continue à évaluer les risques dans les

unités suivant la direction du vent. Toujours la capacité actuelle de transport représente le volume qui entre l'unité suivante sous le vent.

La détermination de l'intensité des trois processus est faite généralement suivant :

$$T_{pot} \geq T_{act} \leq (T_w + E) - D_{pot}$$

T<sub>pot</sub>: La capacité potentielle de transport à travers l'unité cartographique

T<sub>act</sub> : La capacité actuelle de transport à travers l'unité cartographique

T<sub>w</sub> : La intensité du transport du sable entrant à la bordure au vent de l'unité cartographique

E: L'intensité de la déflation à l'intérieur de l'unité cartographique.

D : L'intensité de la déposition de sable à l'intérieur de l'unité cartographique.

En général, l'intensité de la déflation actuelle est égale à l'intensité potentielle de déflation réalisée sous l'influence du vent. Il arrive que la capacité de déflation combinée avec le volume de sable qui entre l'unité à la côté au vent est plus grande que la capacité de transport à travers l'unité cartographique. Cela s'écrit comme  $E_{pot} + T_w > T_{pot} + D_{pot}$ . Dans ce cas il y a plus de sable meuble que peut être transporté. Le surplus est attribué à la capacité potentielle de déflation,  $E_{pot}$ , qui alors ne sera pas réalisée complètement. Le sable mobile qui entre l'unité cartographique limite la mobilisation locale du sable.

### **Résultats et discussion.**

La carte résultante montre le dynamique du matériel éolienne par leur survenance de l'accumulation, la déflation et la balance de ces deux. Etant donné que les observations au champ sont à la base du modèle de l'érosion, on ne s'étonne pas que la carte qui résulte reflète bien les conditions présentes dans la zone.

Pour présenter le résultat de la cartographie détaillée, nous discutons quelques exemples des unités cartographiques les plus importantes. Parmi les dépôts alluviaux, de la plaine d'inondation, l'unité R12 est caractérisée par une surface qui est inondée seulement par des crues hautes. Elle a une topographie presque plate et l'utilisation arable intensive. Le régime de drainage, la rugosité de la surface, la végétation et les obstacles au courant du vent entraînent une capacité de déflation très basse, une capacité de transport très basse, une capacité de déposition très élevée.

Parmi les dépôts alluviales, portant une couverture de sable éolien, l'unité R32 est caractérisée par une couche moyenne de 40 à 60 cm de sable. Il y a la culture de sorgho. Les parties de position un peu élevée ont une végétation d'herbes, les parties un peu basses ont une végétation d'arbustes. Le régime de drainage et la végétation entraînent une capacité de déflation très basse, une capacité de transport très basse et une capacité de déposition très élevée.

L'unité C1, de dépôts éoliens, groupe les champs saturés de dunes mobiles, elles sont de complexes de barghans et de dunes longitudinales. Il y a plusieurs bâtiments et vergers. Le facteur dominant de risque est l'érodibilité de buttes et la topographie généralement plat.

L'unité C2, de dépôts éoliens, groupe les champs de dunes fixes. Il y a des obstacles au vent comme des bâtiments et des vergers. L'érodibilité de buttes et la végétation sont les facteurs dominants qui influencent le risque d'érosion éolienne.

L'unité C32, de dépôts éoliens, de la plaine de déflation, est caractérisée par une couche profond de sable éolien et la surface plate. Les facteurs dominants sont d'une part l'irrigation, d'autre part la végétation.

Les collines situées à la côte est de la zone étudiée consistent de grès. L'unité H11 y est fortement découpée avec une surface rocheuse et de cimes longues et parallèles en direction nord-sud. La topographie des interfluves est 'roulante', les cimes sont convexes. Il y a quelques arbres le long des lignes de drainage. Les facteurs importants de risque éolien sont l'érodibilité du meso-relief de buttes et l'érodibilité du matériel. La surface rocheuse produit de sable meuble par son effritement y permet une transportation facile. La déposition arrive seulement en des endroits abrités

Une carte dérivée de la première peut montrer les potentiels de déflation, transport et déposition non réalisés Cette carte permet de prédire la dynamique du sable éolien, qui résulterait d'un changement de la utilisation du terrain et de proposer des alternatives pour contrôler l'érosion éolienne. Le tableau 2 donne le risque potentiel des unités de terrain qui sont discutées ci-dessus.

Tableau 2. Les potentielles non réalisées de processus de transport et de déposition dans quelques unités cartographique importantes.

Unité	Classes non réalisées	Danger potentiel pour l'agriculture traditionnel et pour d'autres types de utilisation actuelle de terrain.	urgence de mesures
R 12	0	il ne reste pas du potentiel non réalisé des processus	L
R 32	+3 déposition +1 déposition	le terrain de bonne aptitude vient d'être couvert; la terre cultivable vient d'être couvert lentement	H M
C 1	+1 déposition	le sable va envahir à la longue les nombreuses constructions et la infrastructure; le transport de sable vers l'unité cultivée sous le vent où sont formés des dunes	M H
C 2	+2 déposition	le sable va envahir rapidement les constructions et la infrastructure; du transport de sable vers l'unité cultivée sous le vent où sont formés des dunes	M H
C 31	-1 déflation	la diminution de l'épaisseur du sol au dessus d'un niveau moins perméable, cela réduit la capacité de l'eau disponible aux cultures	M
C 32	-2 déflation	la déflation intensive de sable diminue la profondeur de sol qui conserve de l'eau ce que rend le terrain cultivable	H
H11	-1 déflation	la déflation va se accélérer et causer du transport de sable vers des unités rocheuses inutiles	-

L'urgence de mesures : H = Haute, M = Moyenne, L = Basse.

### Conclusion.

Cette méthode d'étude est appropriée pour analyser et évaluer l'érosion éolienne en des régions où le vent maintient une direction assez constante, comme c'est le cas dans différentes parties du Sahel. La présentation à Marrakech discutera la comparaison avec WEP.

### Références bibliographiques

Osman A/R Osman, 1980. Wind erosion hazard in Dongola, Sudan, using aerial photography and other remote sensing techniques. MSc thesis, ITC, International Institute for aerial Survey and Earth Sciences, Enschede, the Netherlands.

D'autre littérature consultée on peut obtenir de l'auteur correspondant.

---