

# LES PARAMETRES MORPHOLOGIQUES DES MEGA OBSTACLES

**Rémini B.** Maître de conférences. Université de Blida Algérie

**Mainguet M.** Professeur . Université de Reims France

## RESUME

Un obstacle topographique au vent transporteur de sable produit la succession d'aires suivantes: l'aire au vent à l'amont de l'obstacle, les aires de part et d'autres de l'obstacles (col), l'aire d'abri dépourvue de sable, juste à l'aval du massif et l'aire de recollement des courants éoliens déviés par l'obstacle. Toutes ces aires dépendent directement de la configuration de l'obstacle topographique et sa position par rapport au vent dominant. Ainsi, les grands ergs Occidental et de Bilma par exemple se sont formés grâce à des massifs topographiques de grandes dimensions des Eglab et de Tibesti. Le présent article traite les paramètres spécifiques d'un obstacle topographique à savoir; le paramètre de forme, le coefficient de dépôt, le coefficient d'aplatissement et le module d'allongement.

**Mots clés:** Obstacle topographique - Paramètres spécifiques - Sahara - Sahel -

## Notations :

$C_f$  : coefficient de forme

$S_0$  : surface de la base de l'obstacle

$e$  : front au vent (km);

$D_n$  : diamètre nominal (km)

$L$  : longueur maximale de la superficie (km)

$h$  : hauteur du massif (m).

## INTRODUCTION

Lorsqu'un obstacle isolé est placé dans un courant fluide oppose une résistance à l'écoulement et provoque une subdivision des lignes de courants en deux branches qui, une fois l'obstacle franchi, se rencontrent à l'aval dans de recollement ou l'écoulement retrouve son état initial. Il apparaît entre cet obstacle et l'aire de recollement un secteur où règne un désordre de l'écoulement appelé *sillage* (appelé aussi aire d'abri ou aire de non dépôt).

A l'échelle synoptique, la présence des méga-obstacles dans un désert aboutit aux mêmes conséquences : apparition des aires d'abri, de recollement et de

« cols », chacune avec ses caractéristiques. C'est ainsi que les ergs qui se forment à l'amont de l'obstacle sont des aires à budget sédimentaire positif, tout comme ceux qui se forment à l'aval de l'obstacle, mais toujours derrière l'aire d'abri (aire de recollement), par contre les ergs qui se forment de part et d'autre de l'obstacle (« col ») sont à budget sédimentaire négatif.

Les méga obstacles: Eglab, Tassili, Hoggar, Messak, Tibesti, Ennedi, Air, Adrar et Ifoghas, Ader Douchi ont beaucoup favorisé la formation et le façonnement des ergs: Occidental, Erraoui, Iguidi, Chech, Maqteir, Ourane, oukar, Trarza, Oubain, Issouane, Mourzouk, Rebiane, Bilma, Kanem, Haoussa (Mainguet M, 1978, 1980, 1984, 1985).

Les massifs rocheux ont un rôle important dans la formation et le façonnement des ergs. La taille, la configuration géométrique et la position de l'obstacle par rapport au vent dominant ont une grande influence sur l'aire d'abri. Nous proposons dans cette étude les principaux paramètres morphologiques caractérisant un obstacle topographique et qui peuvent avoir une influence sur les dimensions et la forme des ergs.

## 1. PARAMETRES MORPHOLOGIQUES

Les paramètres caractéristiques d'un méga-obstacle sont les suivants:

- Coefficient de forme ( $C_f$ )
- Coefficient caractéristique du dépôt sableux à l'amont de l'obstacle (R)
- Diamètre nominal ( $D_n$ )
- Coefficient d'aplatissement d'un obstacle ( $A_p$ )
- Module d'allongement ( $\eta$ )
- Indice de dissymétrie de l'obstacle ( $I_s$ )

### Coefficient de forme de la surface d'un méga - obstacle ( $C_f$ )

La superficie d'un obstacle a une influence sur les ergs (qui se forment au voisinage d'un l'obstacle) et sur l'aire d'abri à l'aval vent. Nous définissons le coefficient de forme de la surface de la base d'un obstacle ( $C_f$ ) comme étant le rapport entre la surface de la base ( $S_0$ ) de l'obstacle et la surface du cercle circonscrit ( $\pi L^2/4$ ) c'est à dire :

$$C_f = \frac{S_0}{\frac{\pi L^2}{4}}$$

## Coefficient du dépôt de sable à l'amont de l'obstacle (R)

Pour caractériser le volume de l'accumulation du sable à l'amont d'un méga – obstacle (Remini, 2001), nous avons défini un coefficient de dépôt sableux (R) comme étant le rapport entre le front au vent (e) et la longueur maximale du massif (L).

$$R = \frac{e}{L}$$
$$0 < R < 1$$

Si  $\frac{e}{L}$  tend vers 1, le dépôt sableux est considérable à l'amont de l'obstacle.

Si  $\frac{e}{L}$  tend vers 0, le dépôt sableux est faible à l'amont de l'obstacle.

Trois cas principaux peuvent apparaître :

Premier cas : (R tend vers 1 et  $C_f$  tend vers 0)

La forme de la superficie du massif est aiguë et déformée, le coefficient de forme ( $C_f$ ) tend vers 0. Le front au vent (e) est maximum, il représente la plus grande longueur de la base du massif (L), c'est à dire le coefficient de dépôt (R) tend vers 1. Le vent est perpendiculaire à la plus grande face de l'obstacle. Dans ce cas, nous aurons :

- une perte de charge considérable provoquée par les extrémités de la surface de la base de l'obstacle,
- un dépôt volumineux de sable à l'amont de l'obstacle;
- une grande aire d'abri qui prend la forme d'un triangle.
- une grande longueur de recollement (L').

Deuxième cas : (R tends vers 1 et  $C_f$  tend vers 1)

La forme de la superficie de la base de l'obstacle du massif est arrondie, le coefficient de forme ( $C_f$ ) tend vers 1. Généralement pour ce cas circulaire, quelle que soit la direction du vent, le front au vent (e) est presque égal à la longueur maximale de la base du massif (L), le coefficient de dépôt (R) tend vers 1, le vent

est perpendiculaire à la plus grande longueur de la base du massif (L). Dans ce cas, nous aurons :

- une faible perte de charge due à la forme arrondie du massif;
- deux grandes aires « col » de part et d'autre du massif, caractérisées par une accélération de la vitesse du vent et une diminution de la pression de l'air;
- un dépôt sableux plus au moins volumique à l'amont du massif;
- une petite aire d'abri à l'aval du massif;
- une faible longueur de recollement (L').

Troisième cas : (R tend vers 0 et C tend vers 0)

La forme de la superficie de la base du massif est aiguë et déformée, le coefficient de forme (Cf) tend vers 0. Le front au vent (e) est faible, le coefficient de dépôt (R) tend vers 0, c'est à dire que le vent est parallèle à la plus grande longueur de la base du massif (L). Dans ce cas, nous aurons :

- une faible perte de charge, puisque la face au vent est petite;
- un faible dépôt sableux à l'amont du massif;
- une petite aire d'abri;
- les aires de « col » beaucoup plus grandes et allongées.

**Diamètre nominal (D<sub>n</sub>) de la base d'un massif rocheux.**

Le diamètre nominal d'un obstacle est le diamètre du cercle de même superficie que la base du massif. Partons de la surface d'un cercle de diamètre D<sub>n</sub>:

$$S_0 = \frac{\pi D_n^2}{4}, \text{ d'où } D_n = (4 S / \pi)^{1/2} \text{ avec } C = 4 S / (\pi L^2)$$

d'où

$$D_n = L \times (C_f)^{1/2}$$

L'allongement de la surface de l'obstacle ralentit la vitesse du vent et par suite augmente le dépôt sableux et le coefficient de forme de la surface reste faible.

**Coefficient d'aplatissement d'un obstacle (A<sub>P</sub>)**

L'aplatissement d'un massif rocheux est un paramètre déterminant de la forme et de la taille de l'aire d'abri qui se forme à l'aval - vent de l'obstacle et

surtout de l'accumulation du sable à l'amont du massif. Partant de cette idée, nous avons défini l'aplatissement d'un méga-obstacle par le coefficient :

$$A_P = \frac{l}{h} \quad 0 < A_P < \infty$$

- Si  $A_P$  tend vers 0, le massif est anguleux.
- Si  $A_P$  tend vers l'infini, le massif est aplati.

### **Coefficient d'allongement ( $\eta$ )**

L'allongement de la superficie d'un massif rocheux est un paramètre déterminant qui influe beaucoup sur la forme et la taille de l'erg formé à l'amont du massif et aussi sur la superficie de l'aire d'abri qui se forme à l'aval du massif.

Nous avons défini l'allongement ( $\eta$ ) d'un obstacle par le rapport entre la plus grande longueur et la plus grande largeur de la superficie du massif.

$$\eta = \frac{L}{l} \quad 0 < \eta < \infty$$

- Si le coefficient  $\eta$  tend vers 0, le massif a une superficie très arrondie.
- Si le coefficient  $\eta$  tend vers  $\infty$ , le massif a une forme très allongée selon une perpendiculaire au vent.

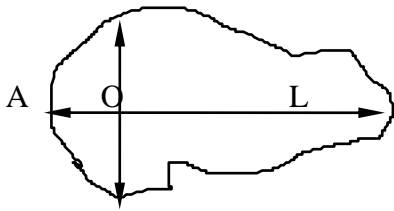
### **Coefficient de dissymétrie de l'obstacle ( $I_S$ )**

La symétrie d'un massif rocheux sujet aux vents transporteurs de sable est un paramètre décisif surtout lorsque le front au vent coïncide avec la plus grande longueur de la superficie, qui a une influence sur :

- la subdivision du flux en deux branches sensiblement égales;
- la formation des dunes de forme de « sif » dans l'aire de recollement, induits par la rencontre de deux branches égales de vent;
- les aires de « col » qui ont presque la même forme et la même surface;
- l'aire d'abri qui prend une forme plus au moins triangulaire;
- les dunes « sif », majoritaires dans l'aire de recollement.

Dans le cas où le massif a une grande dissymétrie au niveau de sa superficie, il y a un déséquilibre entre les deux branches de vent formées de part et d'autre de l'obstacle, le point de recollement est aussi déséquilibré vers la partie où la vitesse du vent est moins faible. Pour les dunes qui sont formées dans l'aire de recollement, il y aura peu de « sif » mais beaucoup de dunes barkhaniques .

La dissymétrie de l'obstacle est caractérisée par le coefficient :



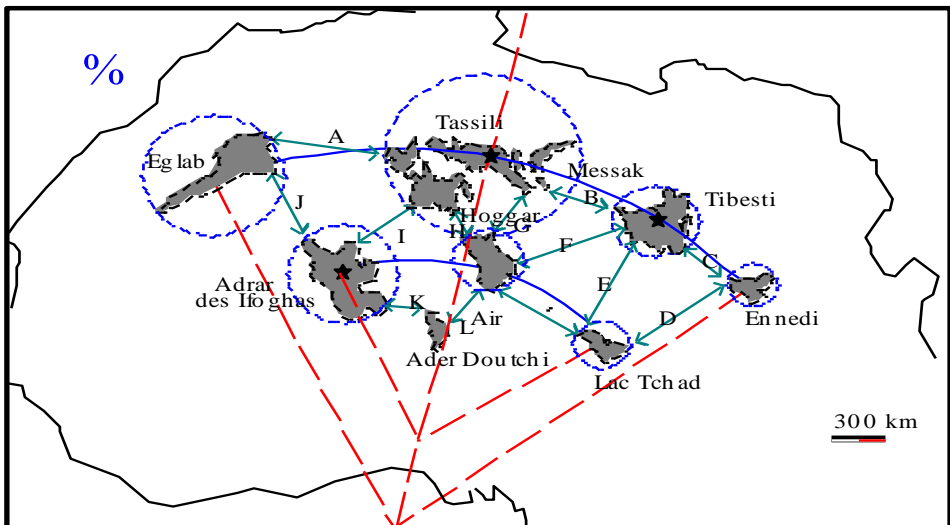
$$I_s = \frac{AO}{L}$$

$$1 \leq I_s \leq 2$$

- Quand le coefficient de dissymétrie ( $I_s$ ) tend vers 1, la superficie du massif est plutôt dissymétrique.
- Quand l'indice de coefficient de dissymétrie ( $I_s$ ) tend vers 2, la superficie du massif est plutôt symétrique.

## 2. APPLICATION AUX MEGA-OBSTACLES DU SAHARA ET DU SAHEL.

Sur la base des images satellitaires et des données bibliographiques, nous avons pu évaluer certains paramètres morphologiques des méga-obstacles du Sahara et du Sahel (fig.1).



**Fig. 1.** Répartition des méga-obstacles (Eglab, Tassili-Hoggar, Adrar des Ifoghas, Tibesti, Air, Ader Douitchi, Ennedi et le lac Tchad) dans le Sahara et sur ses marges. Les centres des cercles circonscrits des massifs Eglab, Tassili - Hoggar, Tibesti et Ennedi sont situés sur un arc de cercle de rayon de 3030 km. Par contre ceux des massifs Adrar des Ifoghas et Air ainsi que le lac Tchad sont situés sur un arc de cercle de 1500 km

## Coefficient de forme

Nous avons représenté dans le tableau I, les valeurs de «  $C_f$  » et «  $R$  » des quelques méga - obstacles suivants : Hoggar, Tibesti, Eglab, Koutous, Djebel Archenu, Adrar Madet, Ennedi.

Tableau 1.. Valeurs de «  $C_f$  » et «  $R$  »

Massif	$C_f$	$R$
Hoggar	0,07	0,5
Tibesti	0,44	0,61
Eglab	0,64	1
Koutous	0,78	0,91
Djebel Archou	0,22	0,41
Adrar Madet	0,16	0,93
Ennedi	0,57	-

Il est intéressant de constater que le massif des Koutous se rapproche de la forme circulaire ( $C_f = 0,78$ ), suivi des Eglab ( $C_f = 0,64$ ). Le front au vent de l'obstacle des Eglab est exactement la plus grande longueur de la base ( $R = 1$ ), ce qui peut se traduire par un dépôt élevé du sable à l'amont du massif en formant l'Erg Erraoui. Nous pouvons dire que plus le front au vent est grand, plus l'aire d'abri augmente et plus les vitesses du vent au niveau des cols deviennent élevées et l'érosion éolienne forte.

Plus la forme de la surface du massif est déformée ( $C_f$  tend vers 0), plus elle a tendance à freiner le vent et à constituer une perte de charge considérable et par la suite, à favoriser le dépôt sableux à l'amont du massif. La superficie des dépôts sableux à l'amont de l'obstacle est tributaire de la direction du vent c'est à dire du front au vent, ou bien tout simplement de l'indice du dépôt sableux ( $R$ ). Par contre, si la forme de la surface de la base du massif est circulaire ( $C_f$  tend vers 1), le dépôt à l'amont de l'obstacle est moindre (diminution de la perte de charge) et la direction du vent n'influe pas sur le dépôt sableux.

## Coefficient d'aplatissement

En effet, si le coefficient d'aplatissement ( $A_p$ ) est grand, le massif est plat, la face de l'obstacle face au vent est faible, la déviation du vent transporteur de sable au dessus du massif est grande, l'aire d'abri formée à l'aval vent et le sable accumulé à l'amont - vent de l'obstacle sont de petite superficie. Par contre, dans le cas ou le coefficient  $A_p$  est faible, l'inverse est observé. Pour avoir une idée sur

la grandeur de certains obstacles topographiques du Sahara et du Sahel, nous avons représenté sur le tableau 2 les valeurs du coefficient d'aplatissement.

**Tableau 2.** Coefficient d'aplatissement des massifs

Nom de l'obstacle	Valeur du coefficient $A_p$
Djbel Archenu	26,6
Adrar Madet	6,15
Koutous	50
Tibesti	250
Ennedi	95
Eglab	500
Hoggar-Tassili	217
Air	180

Il est intéressant de constater que pour le massif Adrar Madet, le coefficient d'aplatissement est le plus faible, égal à 6,15, ce qui veut dire que cet obstacle est anguleux et élevé. Par contre le massif des Eglab, avec un coefficient d'aplatissement égal à 500, valeur beaucoup plus grande que les autres massifs, représente un obstacle bas et plat.

La composante verticale de la vitesse du vent, en plus des deux subdivisions du courant de part et d'autre du massif, se manifeste beaucoup plus au niveau des Eglab qu'à Adrar Madet, l'aire d'abri est beaucoup plus grande à l'aval de l'obstacle des Eglab qu'à Adrar Madet. Le massif de Tibesti peut être classé comme massif plat et bas.

### **Coefficient d'allongement**

Pour avoir une idée sur l'allongement des massifs dans le Sahara et le Sahel, nous avons représenté dans le tableau 3, les valeurs du module d'allongement de ces obstacles.

**Tableau 3.** Valeurs du module d'allongement

Nom de l'obstacle	Valeur du module $\eta$
Djbel Archenou	1,45
Adrar Madet	5,50
Koutous	1,90
Tibesti	1,10
Ennedi	1,20
Eglab	3,00
Hoggar-Tassili	3,00
Air	1,50



Nous constatons que le massif Adrar Madet est plus allongé ( $\eta=5,50$ ), tandis que les massifs de Tibesti et de l'Ennedi le sont plutôt beaucoup moins ( $\eta=1,10$  et  $1,20$ ) et, plus exactement, qu'ils ont une superficie en forme de triangle équilatéral. L'aire d'abri formée à l'aval d'Adrar Madet est relativement la plus large que celle formée par le Tibesti ou l'Ennedi.

### **Coefficient de dissymétrie**

Pour avoir une idée sur la symétrie de quelques massifs répartis dans le Sahara et le Sahel, nous avons représenté sur le tableau 4, le coefficient de dissymétrie de ces obstacles.

**Tableau 4.** Valeurs de l'indice de dissymétrie

Nom de l'obstacle	Indice de dissymétrie ( $I_s$ )
Djbel Archenou	0,51
Adrar Madet	0,57
Koutous	0,74
Tibesti	0,55
Ennedi	0,90
Eglab	0,80
Hoggar-Tassili	0,66
Adrar Ifoghas	0,68
Air	0,71

Il est intéressant de constater que les massifs Djbel Archenou, Adrar Madet et Tibesti ont une superficie symétrique et que, par contre, les obstacles Ennedi et les Eglab ont une superficie plutôt dissymétrique.

### **CONCLUSION**

La forme, la taille et la nature des aires induites par les massifs et les dépressions dépendent surtout de la configuration géométrique et l'orientation de ce méga- obstacle par rapport au vent dominant. A cet effet, nous avons caractérisé un méga-obstacle par les paramètres spécifiques suivants:

- coefficient de forme;
- module d'allongement;
- indice de dissymétrie;
- coefficient d'aplatissement;
- coefficient de dépôt;

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Mainguet M., 1985. Le Sahel, un laboratoire naturel pour l'étude du vent mécanisme principal de la désertification. Proceedings of international workshop on the physics of blown sand, Aarhus, May, 28-31, n° 8, vol.3, pp. 545-561.
- Mainguet M., Cossus L., et Chapelle A.M., 1980. Utilisation des images météosat pour préciser les trajectoires éoliennes au sol au Sahara et sur les marges sahéliennes. Société de photogrammétrie et de télédétection. Bulletin n° 78, février, pp.1-15.
- Mainguet M., 1978. « The influence of trade winds, local air-masses and topographic obstacles on the aeolian movement of sand particles and the origin and distribution of dunes and ergs in the Sahara and Australia ». Géoforum, vol. 9, pp. 17-28.
- Mainguet M., Borde JM. et Chemin M.Ch., 1984. Sédimentation éolienne au Sahara et sur ses marges. Les images météosat et Landsat, outil pour l'analyse des témoignages géodynamiques du transport éolien au sol. Travaux de l'institut de géographie, n°59-60, pp.15-27.
- Rémini B., 2001. Megaobstacles : leur influence sur la dynamique des ergs. Doctorat de l'université de Reims Champagne - Ardenne en lettres et Sciences humaines - option Géographie (Mention : très Honorable). , université de REIMS, juin.