Evolution Des Paramètres Météorologiques Lies Au Passage D'un Vent De Sable Dans Une Région De La Steppe Algérienne

N.MESSEN * & F. YOUCEF- ETTOUMI **
* C.R.N.B.- DSNR– BP. 212 Ain-oussera
** USTHB – LTIR BP 32 - Bab ez zouar Alger

RESUME

Au cours d'un projet national de recherche (P.N.R) sur l'érosion éolienne dans les zones semi-arides, des données expérimentales ont été obtenues à l'aide de la station d'observation du P.N.R. à Ain-oussera (Benahar) ainsi que par des stations de l'Office National de la Météorologie (O.N.M.) de Djelfa et Ksar-chellala. Ces stations sont situées dans une zone steppique des hauts plateaux algériens, limitée au nord et au sud par la chaîne de montagnes des deux Atlas.

Au cours du passage dans cette région d'un vent de sable les données climatiques suivantes ont été recueillies : vitesse et direction du vent, température, pression atmosphérique, et humidité.

Après description du régime météorologique qui donne naissance à ces vents de sable, les variations des éléments météorologiques observés sont quantifiées et analysées comme source d'une prévision utile à des opérateurs économiques ou à des professionnels de la santé publique.

Mots clés : vent de sable, variations, zone arides, prévision, santé, circulation cyclonique

SUMMARY

Experimental data were gathered within a national research project (N.R.P.) on wind erosion in semi-arid areas. Then data were collected using the N.R.P observation station of AIN-OUSSERA (BENHAR) as well as the stations of the national office meteorology (N.O.M) located at DJELFA and KSAR-CHELLALA. These stations are located in a steppic zone of the Algerian high plains which is delimited from north to south by the mountain chains of the two Atlas

Climatic data such as to wind direction and speed, temperature, atmospheric pressure and humidity were collected during a sand wind period.

We begin the study and analysis of this data by describing of the meteorological system that yields sand winds. Next, we quantified and analyzed the observed variations of the meteorologist elements. The produced results are then proposed, as useful forecasting, to the economic operators and the public health professionals.

Keywords: wind of sand, variations, arid region, forecast, health, cyclonic circulation.

1.INTRODUCTION

Dans les régions arides et semi-arides, les contrastes climatiques qu'entraînent les changements de direction et de force de vent sont très marqués et les éléments, températures, humidité, pression et troubles atmosphériques demeurent sous sa dépendance immédiate [1,2].

Les effets mécaniques du vent sont évidemment fonction de sa vitesse, chargé de poussière siliceuse dure, il produit des effets abrasifs et d'érosion. Le trouble atmosphérique qu'il génère, entrave diverses activités comme la circulation terrestre et la navigation aérienne, de plus, il forme notamment dans les centres urbains, un aérosol plus ou moins toxique et est vecteur de certaines maladies pour l'homme et les végétaux. Le risque le plus manifeste serait le stress dû à une variation brusque des éléments météorologiques liée au passage d'un vent de sable.

Ainsi il existe inévitablement, entre ce dernier et les tivités humaines, des interactions nombreuses et complexes dont les effets sont susceptibles de se répercuter sur sa santé et sur ses activités socio-économiques [3].

Les météorologistes attachent une grande importance à la classification des lithométéores basée sur la grosseur des particules soulevées et la hauteur où elles sont emportées [4], leur distinction se base sur : une chasse sable lorsqu'on affaire à un nuage bas de sable, tempête de sable lorsqu'on affaire à des particules plus fines et qui sont emportées plus haut [5,6]. D'une façon général, pour qu'un vent soit transporteur de sable il doit avoir une vitesse minimum horizontale V_h et une vitesse minimum verticale V_v (voir annexe).

Les régions steppiques sont régulièrement balayées par ces lithométéores dont les principales caractéristiques font ressortir [7] :

- Un régime printanier étalé sur trois mois : mars, avril, mai.
- Un régime estival au mois d'août.

L'étude statistique des lithométéores observés à la station de Ain-oussera [8] fait ressortir pour le régime printanier une moyenne de :

- 09 heures/mois pour la tempête de sable.
- 37 heures/mois pour la chasse sable.
- 50 heures/mois pour la brume de sable.

Dans ce papier, on s'intéresse aux vents de sable liés au régime printanier, car c'est pendant cette saison qu'un fort accroissement de la fréquence de la circulation cyclonique d'ouest est observé [8].

Le but de cette étude est de présenter les variations des paramètres : température, humidité, pression et vent en fonction du déplacement du centre cyclonique par rapport aux trois stations : Djelfa, Ksar-chellala et Ain-oussera.

Cette étude permettra de mieux interpréter les produits de la prévision d'un vent de sable (l'homme et les climats) pour une meilleure application par ses différents utilisateurs.

2. LES OBSERVATIONS ET MESURES

Au cours de l'une des circulations cycloniques d'ouest, nous avons suivi le passage d'un vent de sable observé le 02 Avril 2000 dans trois stations météorologiques.

La situation géographique de ces stations sur les axes nord – sud et est-ouest de la dépression (Tableau 1.), permet de suivre son évolution et celles des éléments météorologiques qui lui sont associés en fonction de la trajectoire du centre cyclonique d'ouest en est, parallèlement au littoral.

Tableau 1.
Situation géographique des stations météorologiques

Station	Longitude	Latitude	Altitude
Ksar Chellala	02° 19' E	35° 10' N	800m
Ain Oussera	02° 31' E	33° 34' N	649 m
Djelfa	03° 15' E	34° 41' N	1144 m

Au cours du passage du passage d'un vent de sable dans la région centrale de la steppe algérienne , le 02 Avril 2000, la vitesse et la direction du vent, la température, la pression atmosphérique et l'humidité, indiquées sur le tableau 2, ont été enregistrées par des stations automatiques.

Tableau 2.
Paramètres météorologiques enregistrés par la station automatique

Symbole	Paramètre	Etendue de mesure	Résolution	Unité
T	Temp./ abris	-40,0 +60,0	0,1	°C
U	Humidité	0.0 100	0,1	%
VT	Vent total sur 1h	0 999	0,1	Km
VT	Vent total /1mn	0 999	0,1	M
V	Force vent moy (10mn)	0 100	1	M/s
DV	Direc Vent moy (10mn)	0 360	10	Degré
VX	Vent max. Force	0 100	1	M/s
VN	Vent min. Force	0 100	1	M/s
GIX	Direction associée àVX	0 360	10	Degré
GIN	Direction associée à VN	0 360	10	Degré
P	Pression atmosphérique.	/	0,1	Millibar

Ces stations d'observations comportent

- Une sonde de température équipée d'un élément platine100 ohms, montée dans un abri miniature.
- Un hygromètre à sonde capacitive, monté dans le même abri, au-dessus de la température.
- Un anémomètre monté sur l'un des bras de la lyre en haut du mat de 10m pour les stations de Ain-oussera et Ksar-chellala, aux niveau 2 m et 10 m pour la station de Djelfa.
- Une girouette montée sur l'autre bras de la lyre.

3. RESULTATS, DISCUSSION

Circulation cyclonique et vitesse horizontale du vent V_h.

Lorsque le centre de la dépression se déplace suivant une trajectoire située au nord des trois stations (Figure.1). La vitesse de l'air qui se meut sur le lieu d'observation est la résultante de deux vitesses, celle de la translation et celle de la rotation qui étant de même sens s'ajoutent pour produire un vent horizontal V_h de grande intensité [9]. Une telle situation est communément appelée par les prévisionnistes Algériens : type de temps–V- .

Instabilité atmosphérique et vitesse du vent verticale V_v.

Par une circulation cyclonique d'ouest, la dépression arrive sur la méditerranée, mer relativement chaude (Figure 1.). Cette condition est favorables à l'entretien d'une dépression, et de ce fait elle est de plus en plus accentuée, la vitesse du vent s'élève, des tourbillons se forment sur les hauts plateaux algériens et donne naissance à une chasse sable

Par la suite, pendant les heures chaudes de la journée, la turbulence de l'air devient plus importante, les sommets des tourbillons sont happés par la couche supérieure de vents forts de sud-ouest (voir Figure.2.). Alors le sable puissamment soulevé du sol par un vent vertical V_v donne naissance à une tempête de sable (voir Tableau 3.).

Figure1: Carte d'analyse en surface à 06h. TU du 2 avril 2000 d'après le bulletin météorologique de l'O.N.M. algérien. (L'équidistance des isobares est de 5 mb et les fronts ont été tracés selon le symbolisme classique).

Tableau3.

Heures d'observations des litho météores (Chasse sable tempête de sable) dans les 3 stations

Station	Dates	Début (heure T.U.)	Fin (heure T.U.)
Ksar-chellala	2 avril 2000	06h. 45mn.	17h. 30mn.
Ain-oussera	2 avril 2000	11h. 30mn.	15h. 30mn.
Djelfa	2 avril 2000	12h. 30mn.	18h. 15mn.

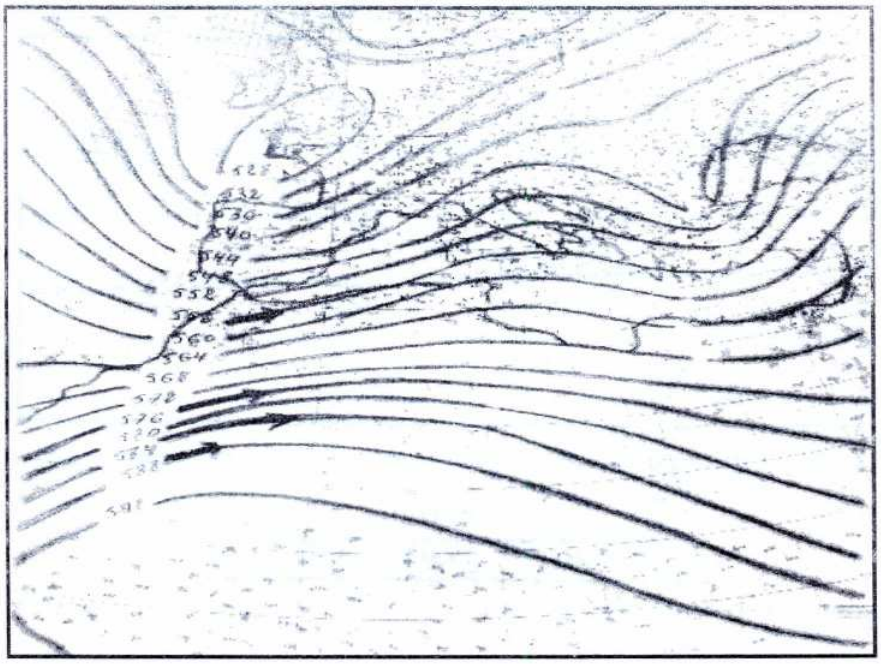


Figure. 2 : Carte d'analyse de la situation en altitude du 02 Avril 2000 à 00 h. TU. Niveau 500 mb d'après le bulletin météorologique de l'O.N.M. algérien.

Au cours de ce type de temps, et, selon la progression de la perturbation entre le 1er Avril à 06h et le 2 Avril à18h, on observe des variations dans les éléments météorologiques enregistrés par les trois stations , et, on note ce qui suit :

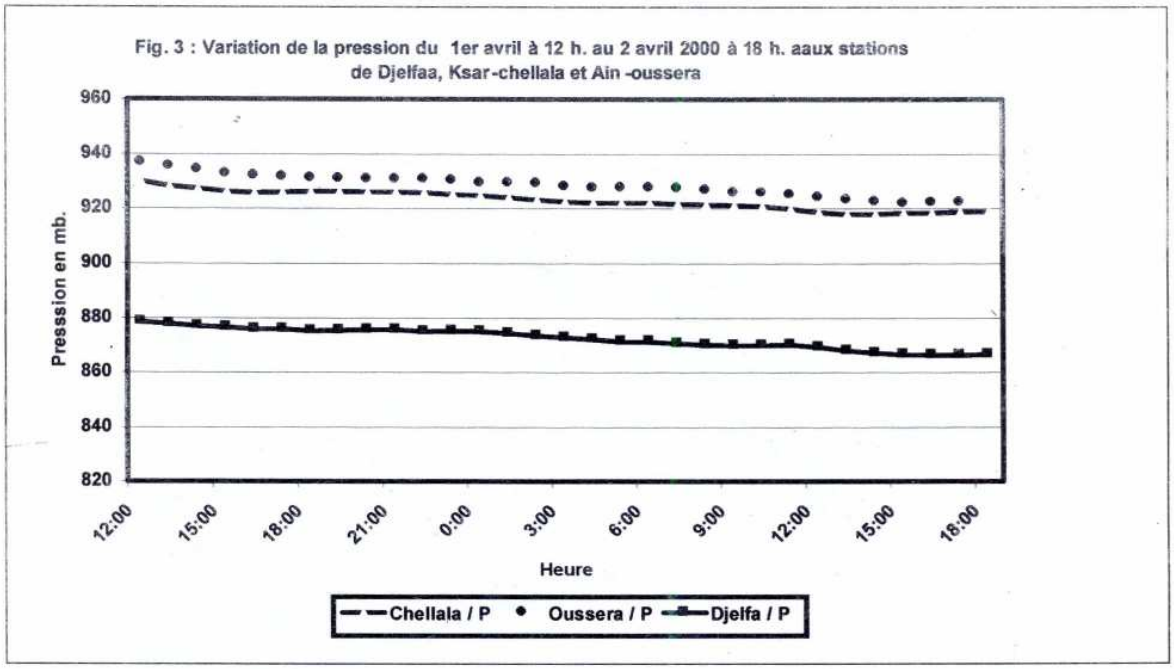
La pression

Pour la période allant du 1er Avril à 12 h au 2 Avril 2000 à 18 h, les courbes de la figure 3 présentent des mesures de pression faites à Ain Oussera, Ksar Chellala et Djelfa. Nous constatons que cette pression diminue régulièrement de 14,5 millibars à la station de Ain Oussera, de 11,2 millibars à la station de Ksar Chellala et de 11,1 millibars à la station de Djelfa. Ces résultats signifient qu'au passage du vent de sable, le centre de la dépression est plus proche de Ain Oussera que des deux autres stations.

La température:

Sa variation n'a été observé que lorsque la dépression a reçu sur son secteur est, de l'air chaud et léger des régions sud(Fig.1); cet air est appelé avec violence vers le nord, et, fait subir à la région une forte élévation de température.

Les courbes de la figure 4 présentent une variation journalière normale des températures pour la région. Celles-ci passent par un minimum vers 6h et un maximum entre 15 h et 16 h. Toute fois ces courbes sont marquées par un crochet en hausse de +3 à +5°C, entre 15 h et 18 h, le 1er avril 2000 pour Ksar Chellala, entre19 h et 20 h, le 1er avril 2000 pour Ain Oussera et entre 01 h et 02 h, le 2 avril 2000 pour Djelfa. Ceci signifie que le déplacement de la masse d'air qui accompagne la perturbation s'effectue d'ouest en est.



L'humidité

La situation du front chaud qui se trouve parallèle à la côte (figure.1.), entraîne une baisse hygrométrique importante dans la région des hauts plateaux.

Les courbes de la figure. 5 présentent les variations d'humidité. Ces dernières sont surtout marquées par une forte baisse le 2 Avril 2000 pour l'ensemble des stations. La diminution est de - 28,5% à Djelfa entre 6h et 13h, - 27% à Ksar-Chellala entre 9h et 14h et - 26% à Ain Oussera entre 09h et 16h. Cette baisse d'humidité étant due à un vent du sud de type sirocco, il est tout à fait normal qu'il marque son passage à Djelfa avant Ksar-Chellala et Ain-Oussera.

Fig.4 : Variation de la température du 1er avril à 12 h. au 2 avril 2000 à 18h. aux stations de Ksar -chellala, Ain-oussera et Djelfa

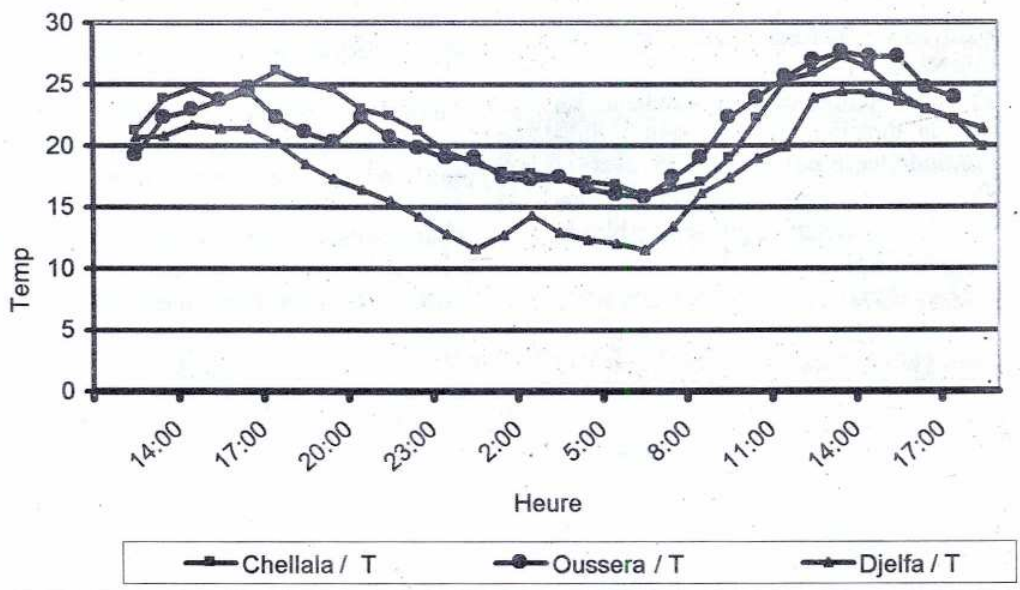
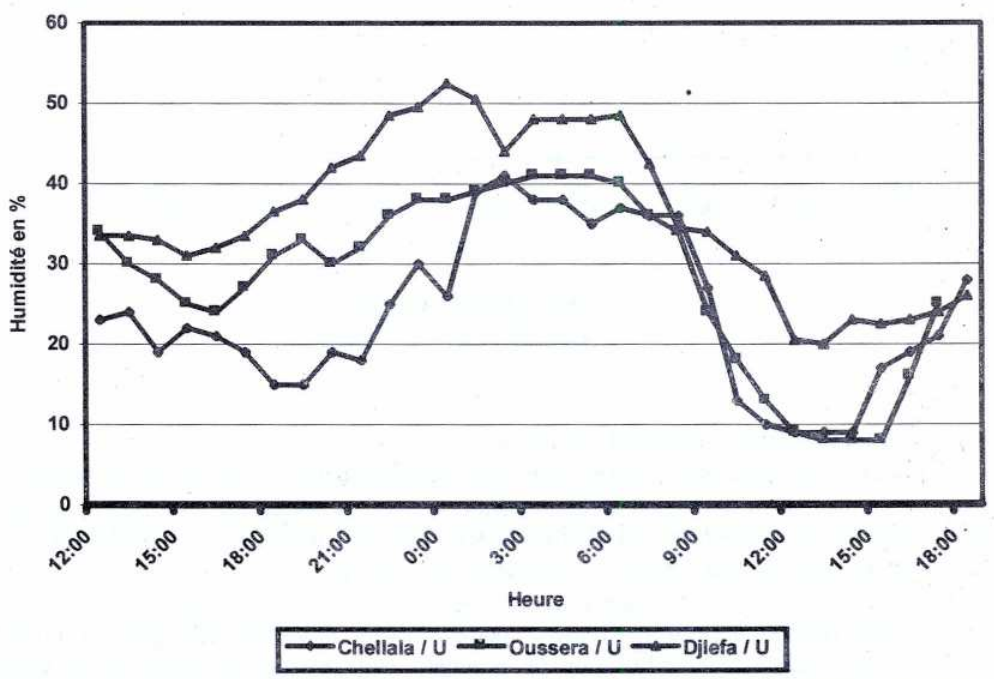


Fig. 5 : Variation de l'humiditée du 1er avril à 12 h. au 2 avril 2000 à 18 h. aux stations de Djelfa, Ksar-chellala et Ain-oussera.



La force et la direction du vent

Les mesures de la vitesse du vent et de sa direction ont été réalisées au cours des journées du 1er et 2 Avril 2000

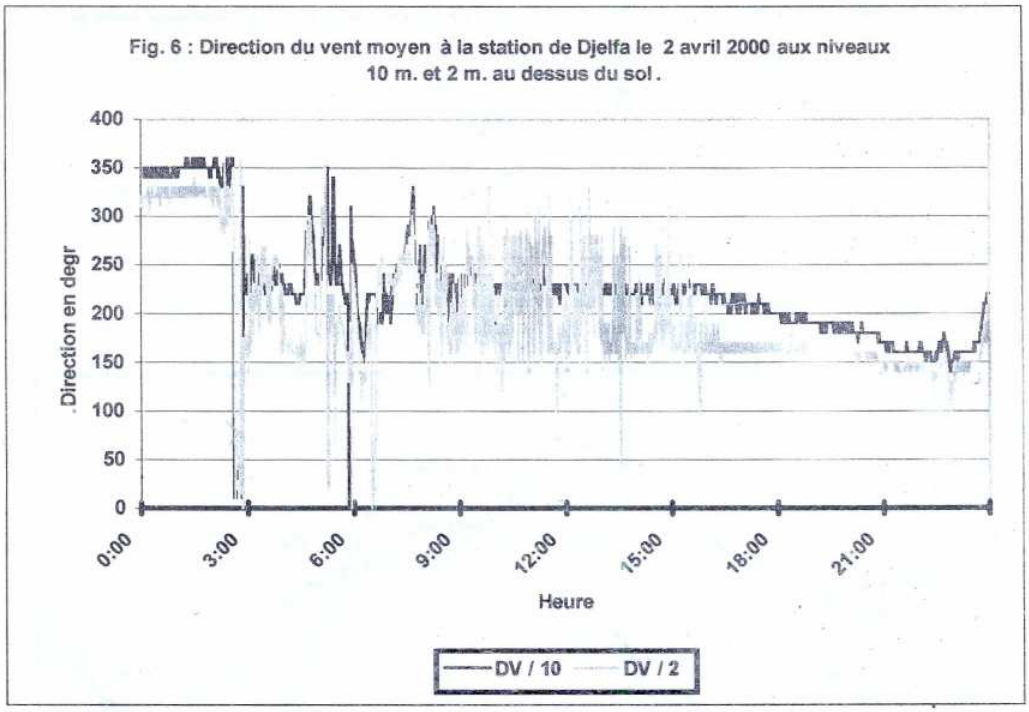
Pour la station de Ain Oussera, la direction du vent passe successivement par les secteurs suivants : Sud-Est, Sud, Sud-Ouest, Ouest, puis Nord.

Pour la station de Ksar-Chellala, les secteurs de la direction du vent sont : Sud-Ouest, Sud,Sud-Ouest, puis Ouest.

Pour la station de Djelfa, les directions successives du vent sont : Nord-Ouest, Sud-Est, puis Sud-Ouest.

Au cours du passage des vents de sable on remarque l'absence des vents d'est dans l'ensemble de ces stations.

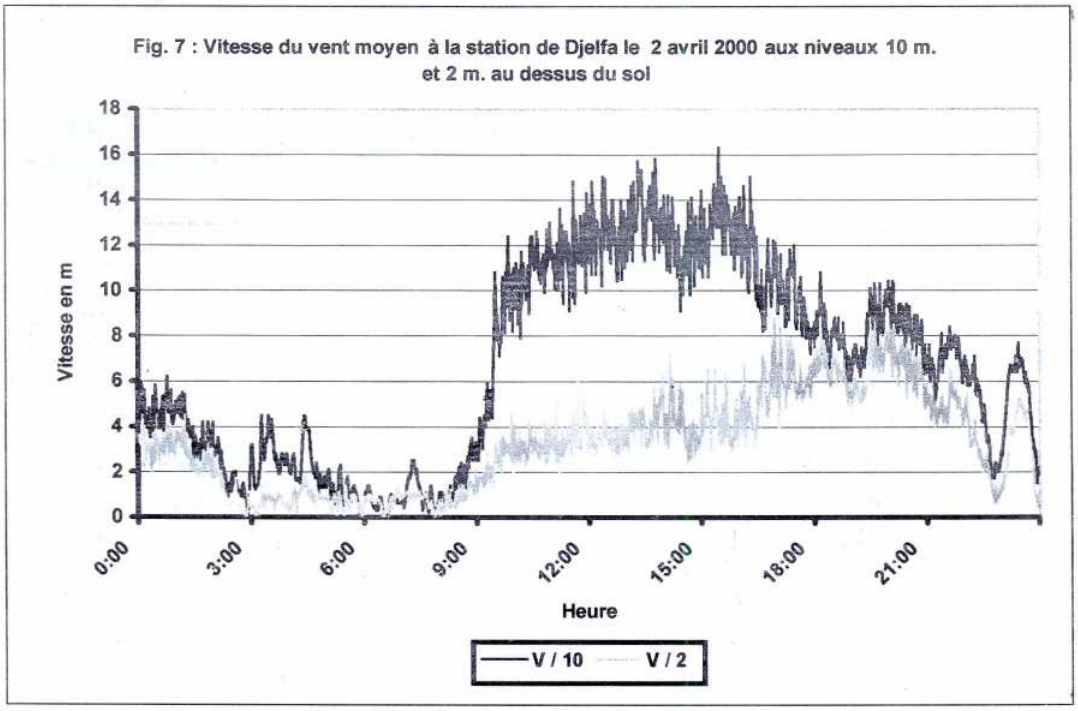
Une étude plus fine de la variation de la direction et de la force du vent chargé par des particules de sables, a été effectuée en utilisant les données de la station de Djelfa.. Celle-ci dispose d'une installation anémométrique à deux niveaux, soit 2 mètres et 10 mètres d'altitude. Les capteurs sont reliés à une centrale d'acquisition qui permet l'enregistrement des mesures chaque minute. Les figures. 6 et 7 présentent les vitesses du vent et les directions mesurées à ces deux niveaux.



L'analyse des figures (6.et7.) permet de conclure :

- La vitesse du vent est plus forte l'après-midi après développement de la couche de mélange. Ceci est une caractéristique de la région [7,8]. Lorsque le vent est assez fort, sa vitesse au niveau 2 mètre est retardée par frottement sous l'effet du sol. D'où une différence importante dans la force du vent observée entre les deux niveaux à 10 mètres et 2 mètres.
- La direction des vents varie beaucoup plus lorsque la vitesse est faible que lorsqu'elle est élevée [8]. Elle est très variable surtout au niveau 2 mètres, lorsque le vecteur vent passe d'un secteur à un autre. Ces fluctuations sont à l'origine des premiers déplacements des particules de sable sous l'effet de la turbulence et la rugosité du sol [9,10].

Finalement, on remarque que pour la direction sud du vent de sable, c'est à dire le sirocco, aussi bien sa force (7 m/s) que sa direction restent constantes.



CONCLUSION

On remarque que selon les positions successives du centre d'action de la perturbation par rapport aux différents points d'observations, la variation du vent, de la température et de l'humidité est plus ou moins accentuée.

On note qu'un régime printanier de vents de sable d'ouest conduit inévitablement à une baisse continue d'un jour à un autre de la pression à une chute brusque de l'humidité et à une hausse rapide de la température.

Le rapport des vitesses horizontale et verticale V_h/V_v est un "prédicteur" d'une chasse sable ou d'une tempête de sable, et, la baisse de pression indique l'intensité du lithométéore et des éléments météorologique associés à son passage.

Devant la rareté des documents existant sur le sujet en Algérie et dans les pays voisins [11], il semble toutefois utile de présenter ces premiers résultats ouvrant la voie pour une action intersectorielle coordonnée entre d'une part les professionnels de la santé et les opérateurs économiques, et, d'autre part les prévisionnistes de la météorologie dans le domaine: climat et santé.

REMERCIEMENTS

Les auteurs expriment leur gratitude aux équipes de l'Office National de la Météorologie et du projet de recherche P.N.R N° 03/02/05/01/05/97 , pour leurs précieuse collaboration.

ANNEXE

La vitesse verticale du vent

Ce paramètre n'est pas mesuré par les trois stations, mais on peut le déduire en fonction de la variation de la composante horizontale du vent V_h, de la variation de la pression P, et de la masse spécifique de l'air ρ.

A partir de l'équation de continuité [12,13] qui s'écrit

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + div\ \vec{v}\ \rho = 0$$

Les composantes du vent étant $u = V_h$ $v = 0$ $w = V_v$ on démontre que :

$$w = \frac{p_1 - p_0}{\rho_1 g} \frac{\partial v_h}{\partial x}$$

Où on a

P_1= pression au niveau Z_1 P_0 = pression au niveau Z_0
ρ_1 = la masse spécifique = 10^{-3} g = 980 cm/s

1er cas :
On suppose que les conditions atmosphériques son telle que

$P_1 - P_0 = 10$ mb $\frac{\partial v_h}{\partial x} = 10$ m/s par 1000 Km

Dans ce cas la vitesse verticale du vent $V_v = 0.10$ cm/s
Ce vent est assez faible et ne peut soulever les particules et les transporter très haut, toute fois le vent horizontal étant supérieur à 15 m/s (figure 7.) peut engendrer une chasse sable.

2eme cas :
On suppose que les conditions atmosphériques son telle que

$P_1 - P_0 = 100$ mb. $\frac{\partial v_h}{\partial x} = 10$ m/s par 100 Km

Dans ce cas la vitesse verticale du vent $V_v = 10$ cm/s
Ce vent est assez fort et peut soulever les particules et les transporter très haut, il peut engendrer une tempête de sable.

Au niveau des trois stations, une chasse sable est d'abord observé puis elle est suivi par une tempête de sable ; ce qui signifie que la dépression en se creusant, la force verticale V_v du vent se renforce et les particules sont de plus en plus transportées plus haut.

En conclusion; le rapport V_h/V_v sera considéré comme un "prédicteur" d'une chasse sable ou d'une tempête de sable tandis que la baisse de pression indiquera l'intensité du lithométéore associé à une circulation cyclonique d'ouest.

BIBLIOGRAPHIE

[1] **Emsalem R.** (1970) : Climatologie générale tome –I- -II- 7-2-
SNED Alger.

[2] **Dubief J.** (1951): Les vents et le déplacement du sable au sahara.
Alger ; Institut Recherche saharienne – TVIII : 123-62.

[3] **O.M.M.**(1995): Climat, tourisme et santé
Rev. Climat mondial N° 7 juin – p.8.

[4] **Dubief J.** (1951): Alizés, harmattan et vents de sable étésiens.
Alger ; Institut Recherche saharienne – TVII : 187-9.

[5] **Teissernic de Bort** (1987) : Classification des nuages volume II (Planches supplémentaires de météores) – Météonew.

[6] **Viguier A.** (2002): L'observation en surface – tome 1. Les nuages
Note : Météo France.

[7] **Messen N& Al.**(2002): Contribution à l'étude du vent en rapport avec l'érosion éolienne dans les zones arides. – Rev. Energ. Ren. : Zones arides 9-16 pp. 9-15.

[8] **Kasbadji Merzouk N Messen N.,et Merzouk M.** (2002) : A mass consistent model : Application to the study of the phenomenon in advance of sand towards the Algerian high plain. Rev. Renewable Energy – Volume 28, Pages 655-663.

[9] **Lesieur M.** (1994) La turbulence
Presse Universitaires de Grenoble – pp. 45-52.

[10] **Fleagle R.G., Businguer J.A.** (1976) An introduction to atmosphéric physics
Academic Press Inc. pp. 274-276.

[11] **Compte rendu** (1983) : Journées d'étude sur les poussières.
Observatoire du Pic du midi et de Toulouse.
Journal de recherches atmosphériques – vol 17 N° 3 – CNRS – pp: 273-274.

[12] **Landau L. et Lifchitz E.** (1971) : Mécanique des fluides.
Editions Mir – pp: 09-11.

[13] **Hug M.et Jacquet J.** (1975) : Mécanique des fluides et environnement.
Editions Eyrolles – pp: 704-705.