Sommaire

Introduction (page 2)

1) Qu'est ce qu'une dune ? (pages 3 à 5)

a) Origine de la dune
b) Les différentes dunes formant le littoral - dune initiale - dune mobile -dune fixée - dune boisée

2) Les différents Profils de dunes. (pages 5 à 18)

a) présentation des différentes dunes
b) étude de cas -. Les dunes de l'Oosthoek Les dunes du Westhoek Les dunes du littoral Les barkhanes Les dunes du Pilot
c) la physique des dunes

3) Les Problèmes engendrés par l'évolution des dunes. (pages 18 à 24)

a) « scénario catastrophe »
b) les solutions -solutions organiques solutions nécessitant l'intervention humaine

Conclusion (page 25)

Bibliographie (page 26)

Introduction

Nous avons choisi comme thème central l'étang de Mauguio qui du fait de sa proximité nous touche et nous entraîne ainsi à approfondir ce sujet. Notre but est de réunir tous les TPE de notre classe sous forme d'un site Internet. Nous nous intéresserons à l'évolution des dunes de leur formation à leur fixation. On en trouve, en effet, aux alentours de l'étang. Nous nous interrogerons sur Comment évolue une dune et quels sont les problèmes qu'elle engendre ? Pour y répondre nous étudierons dans une première partie sur: Qu'est ce qu'une dune ? Puis, ensuite les différents profils qui existent d'une dune. Et enfin dans une dernière partie nous verrons les problèmes engendrés par l'évolution des dunes.

Les Dunes- (autour de l'étang de Mauguio)

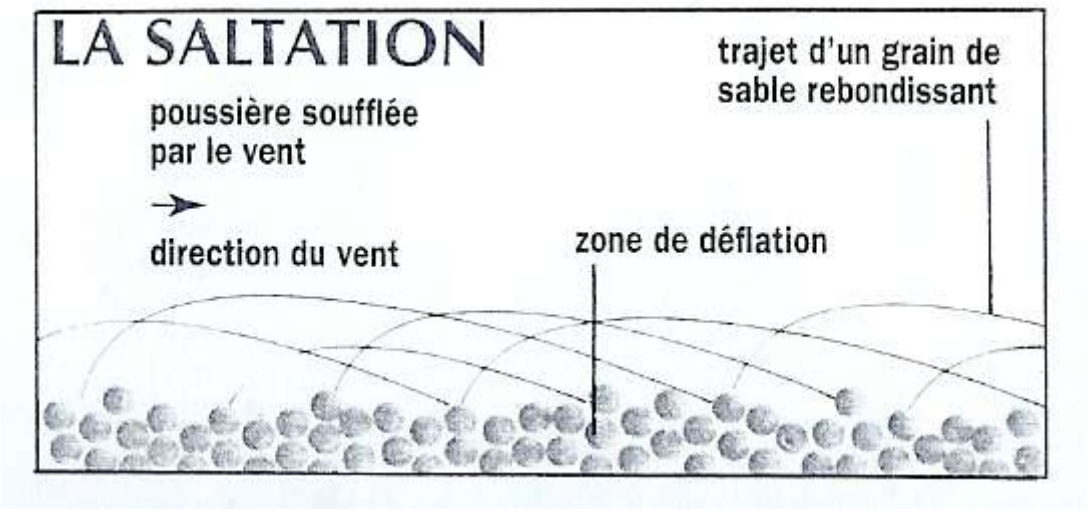
Comment évolue une dune et quels problèmes engendre t elle ?

I Qu'est ce qu'une dune ?

Nous étudierons les dunes littorales : accumulation de sable apporté par le vent de la mer, ainsi que les dunes continentales, caractéristiques des milieux désertiques.

a) origine de la dune (sable et vent)

Depuis des millions d'années, des morceaux de roches des montagnes sont roulés et usés par les eaux des rivières, des fleuves... Ils arrivent sous forme de petits grains jusqu'à la mer, où ils sont transportés par les courants marins. A cela s'ajoute l'océan qui érode les côtes. Une faible partie de ce sable est rejetée sur le littoral et forme les côtes, le reste se dépose au fond de la mer. Les dunes littorales résultent de l'accumulation, par le vent, du sable apporté par la mer. Leur forme varie en fonction de la force et de la direction du vent, de la quantité de sable disponible et de la taille des grains. Lorsque le vent souffle, les grains les plus légers (moins de cent microns) se déplacent en suspension dans l'air. Les grains un peu plus gros (cinq cents microns) avancent par saltation : des grains de sable poussés par le vent, viennent frapper le sol et chassent d'autres grains. Cette réaction en chaîne provoque l'augmentation du nombre de particules en saltation, jusqu'à une certaine limite au-delà de laquelle le vent serait trop ralenti. Lorsque le vent souffle, les grains les plus légers (moins de cent microns) se déplacent en suspension dans l'air.



b) les différentes dunes formant la dune littorale

La disposition des dunes obéit à une typologie particulière : dune initiale, mobile, fixée, boisée. La différenciation entre les types de dunes n'est pas très explicite mais les changements de végétation aident pour se repérer.

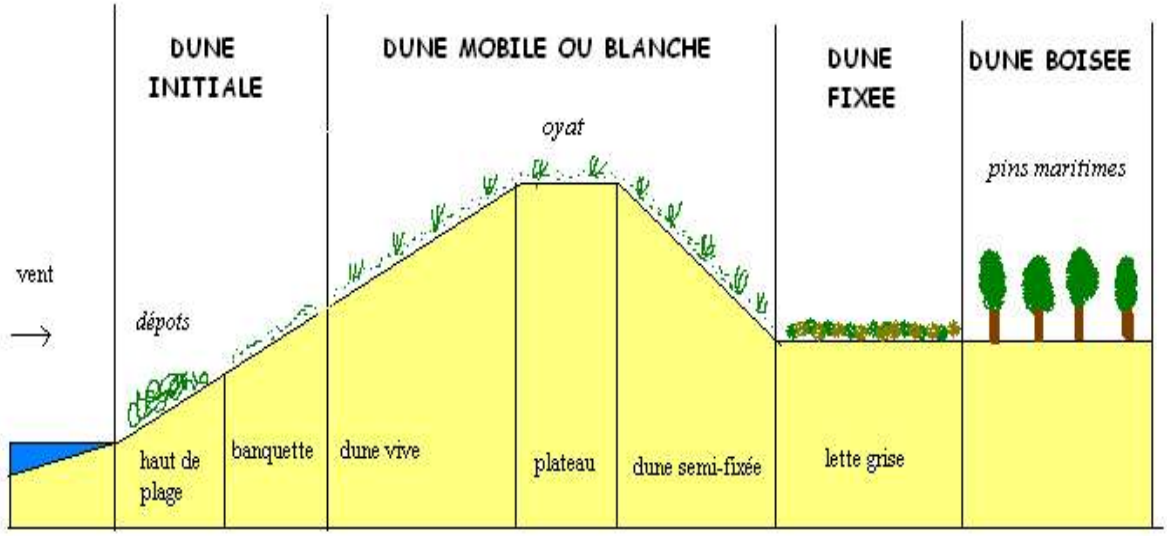
On trouve d'abord la dune initiale (ou nue) ,proche de la mer et constamment remaniée. Elle est caractérisée par le haut de plage, où le sable est humide, et par divers dépôts (algues, cadavres d'animaux …) qui se déposent. La banquette suit cette zone, il s'agit d'un endroit où le sable est stocké par le vent et par la mer. On trouve rarement de végétation (ou des plantes très éphémères qui profitent des élément organiques apportés par la marée) dans cette zone, car le vent est constamment présent sous forme de tourbillons ou de vagues.

Après avoir été déposé sous l'action du vent et du soleil, le sable mouillé s'assèche et peut être plus facilement transporté par le vent.En général, le sable soulevé est arrêté par un obstacle quelconque et parfois minime (caillou, touffe végétale, bâton, …) et forme ainsi un embryon de dune. Petit à petit, les grains s'accumulent et forment la dune blanche ou mobile, jamais immergée mais soumise aux embruns (apportant du sel). Elle est dite mobile car le vent agit directement sur sa morphologie. Alors que la proportion de sable grossier est importante dans la dune nue, dans la dune mobile le sable fin est majoritaire (le sable grossier n'ayant pas pu être transporté par le vent). La décomposition de coquilles d'organismes marins rend le sol riche en calcium, ce qui permet l'installation de certains végétaux, comme l'oyat aussi appelé Ammophila arenaria .Celui-ci, ainsi que d'autres végétaux, a une croissance phototrope (il cherche toujours plus de lumière pour se développer). De plus pour assurer son approvisionnement en eau, il développe et ramifie énormément ses racines, qui forment un réseau beaucoup plus dense et participe ainsi à la fixation de la dune. Cependant en cas de tempêtes ou de vents très fort l'oyat ne résistera pas. Toutes les plantes ne peuvent pas s'installer car elles doivent être résistantes et ne pas craindre le sel, le vent ou l'ensablement. La dune mobile est un milieu physiquement humide (précipitations, embruns) mais physiologiquement sec (salinité, vents desséchants).
La dune blanche se divise en trois parties: la dune vive où le sable circule encore (il remonte la pente), puis le plateau : le plus haut niveau de la dune où le vent dépose ce qui lui reste comme sable, qui devient grisâtre à cet endroit. Et puis, la dune semi fixée qui correspond à la surface de glissement du sable.

Les grains ayant glissés forment alors une surface plane, intermédiaire entre la dune littorale et la dune boisée, appelée dune fixée, grise ou encore lette. Le sable y est gris et la végétation qui y est dense, a réellement fixée cette dune devenue peu ou pas mobile. Elle reçoit de nombreuses espèces herbacées, ce qui est dû à l'humus qui favorise leur développement. Protégée du vent par la dune mobile, la dune fixée n'est

plus remaniée. C'est l'endroit où le sable est le plus fin car il a pu être transporté parle vent. La plante caractéristique de cette zone est l'immortelle.

Enfin dans la dune boisée poussent des pins maritimes qui forment une forêt de protection. Ces arbres sont tordus ou penchés par le vent, à cause de leur exposition à des vents chargés d'écume, de sel et de sable, ce qui les déforme. Ils sont donc inexploitables mais protègent les pins, situés derrière eux, qui composent la zone de protection.



Une dune est donc composée de différentes parties qui possèdent leurs propres caractéristiques. On remarque aussi que plus on s'éloigne de la mer, plus la végétation est dense car les conditions de vie sont moins rudes.

II) Les différentes dunes

a) Présentation des différentes dunes

Les barkhanes

sont des dunes d'accumulation, édifiées en terrain plat, mobiles, en forme de croissant dont la convexité est tournée au vent. Elles peuvent atteindre une taille de 300m et s'assembler pour former des formes complexes.

Les grandes dunes en sabot de cheval font penser, par leur dimension (de 2 à 8 km) et leur hauteur (de 30 a 80 m) a une association de plusieurs barkhanes.

Les dunes paraboliques Sont des dunes de déflation, peu mobiles dont Ici forme se rapproche du U ou du V, et dont la convexité est tournée sous le vent. Leur taille varie de quelques décamètres à plus d'un kilomètre

Les dunes en étoile
Immobiles se rencontrent dans les clairières des forets de pins et seraient dues à un déséquilibre dans le système des vents.

Les dunes transversales Mobiles rectilignes, perpendiculaires la direction du vent: la dune du Pilat.

Les dunes longitudinales
allongées dans le sens du vent. Elles peuvent apparaître si le vent change de direction au cours de l'année. Plus précisément elles peuvent apparaître si le vent possède deux directions privilégiées. La dune est alors étirée dans le sens du vent moyen. On parle aussi du » Seif » dunes. Leur dynamique est bien plus complexe que pour les barkhanes puisque leur forme évolue beaucoup au cours du temps.

Les ergs ou mers de sables sont des associations complexes de dunes longitudinales et transversales

les dunes littorales qui montrent les mêmes caractéristiques mais qui sont situées sur des zones côtières.

les nebkas,
petite dune que l'on rencontre derrière un obstacle, touffe de végétation en zone subdésertique ou bloc de roc désertique.

Les ghourds sont des dunes pyramidales pouvant atteindre 100metres de haut.

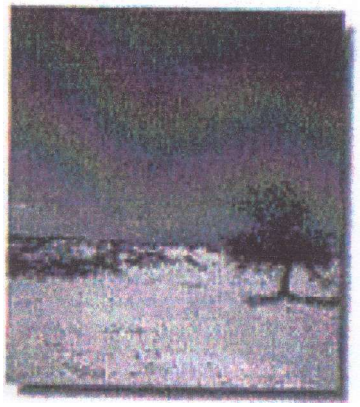
b) étude de cas

Les dunes colonisées par une végétation arbustive

Les dunes de lOosthoek

Elles permettent au visiteur de découvrir à petite échelle les grands types de paysage des environs (cote belge: De Panne). Un tiers du domaine est boise et fait partie du Calmeynbos, un bois expérimental crée en 1903 pour voir quelles essences pouvaient être planté sur des dunes. Les arbres plantes en bordure des dunes devaient empêcher un déplacement excessif des sables. Deux tiers du domaine sont couverts de dunes fixées. Il ne reste plus que ça et 10 des petites dunes, de sable blond. L'influence du vent de mer et le haut degré de boisement d'une surface limitée ne permet plus le déplacement libre de dunes dans cette région naturelle.

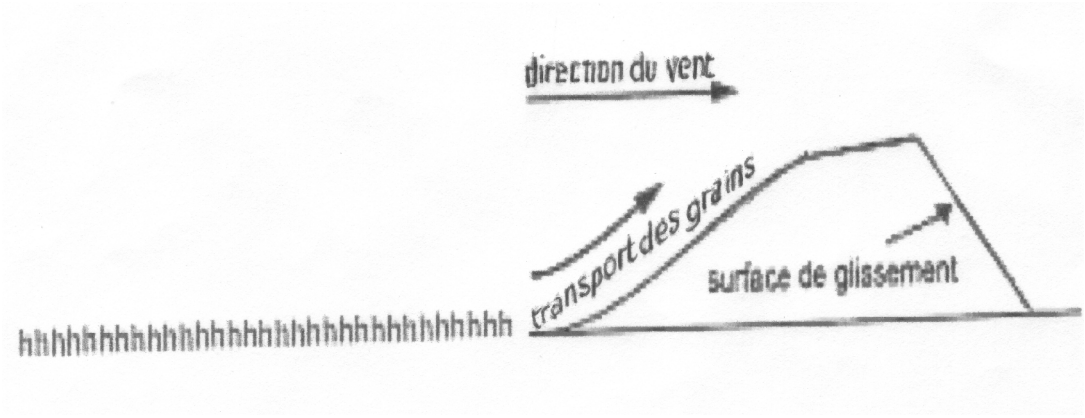
Les dunes du Westhoek



C'est le plus grand massif de dunes du littoral belge. Elle est directement reliée aux dunes du Perroquet de France. Le paysage n'est pas du tout statique, comme en témoignent les noms donnés à ses différentes formes - les dunes mouvantes, les creux fors par le déplacement des sables, les interdunes, les dunes grises, blondes, noires constituent un paysage très varie. Elle est devenue plus vulnérable a cause du dessèchement du sol, de l'affluence des visiteurs et de Ici formation de broussailles.

Les dunes du littoral

Le sable éolien se transforme généralement en dunes, constituées d'une succession de collines et de vallons qui ressemblent a des vagues. Le diagramme ci- dessous illustre le prof il d'une coupe de dune. Avec le vent de l'ouest, les grains de sable ont remonte la pente et sont redescendus le long de la surface de glissement.



C'est donc le vent qui détermine la formation des dunes littorales : le sable soulever sous le vent G l'abri d'un quelconque obstacle -. caillou, touffe végétale, etc. ... pour former ce que l'on pourrait un embryon de dunes. Cette dune va ensuite servir de germe pour l'accumulation de sable nouveau. L'ensemble croit en se déplaçant vers l'intérieur des terres pour ainsi permettre son développement. Au fur et à mesure, que la dune se déplace vers l'intérieur, elle échappe progressivement Ci l'influence des vagues et le sel qu'elle contenait est peu à peu lessivé. On se trouve alors en présence d'une dune secondaire appelle aussi dune blanche, qui n'est plus salée mais souvent riche en calcium qui provient de la décomposition des coquilles d'organismes marins. Elle se prête aussi à l'établissement d'autres végétaux qui vont G leur tour contribuer à la consolidation et a son enrichissement d'humus et préparer le terrain pour d'autres espèces. Enfin à une certaine distance du littoral, on trouvera des dunes tertiaires, déjà fixées par la végétation, peu ou pas mobiles, plus riches en matières humiques et capables de recevoir de nombreuses espèces herbacées et même quelques arbres. En raison de mouvements de grains de sable pousses par le vent, les dunes gagnent en hauteur en même temps qu'elles se déplacent.

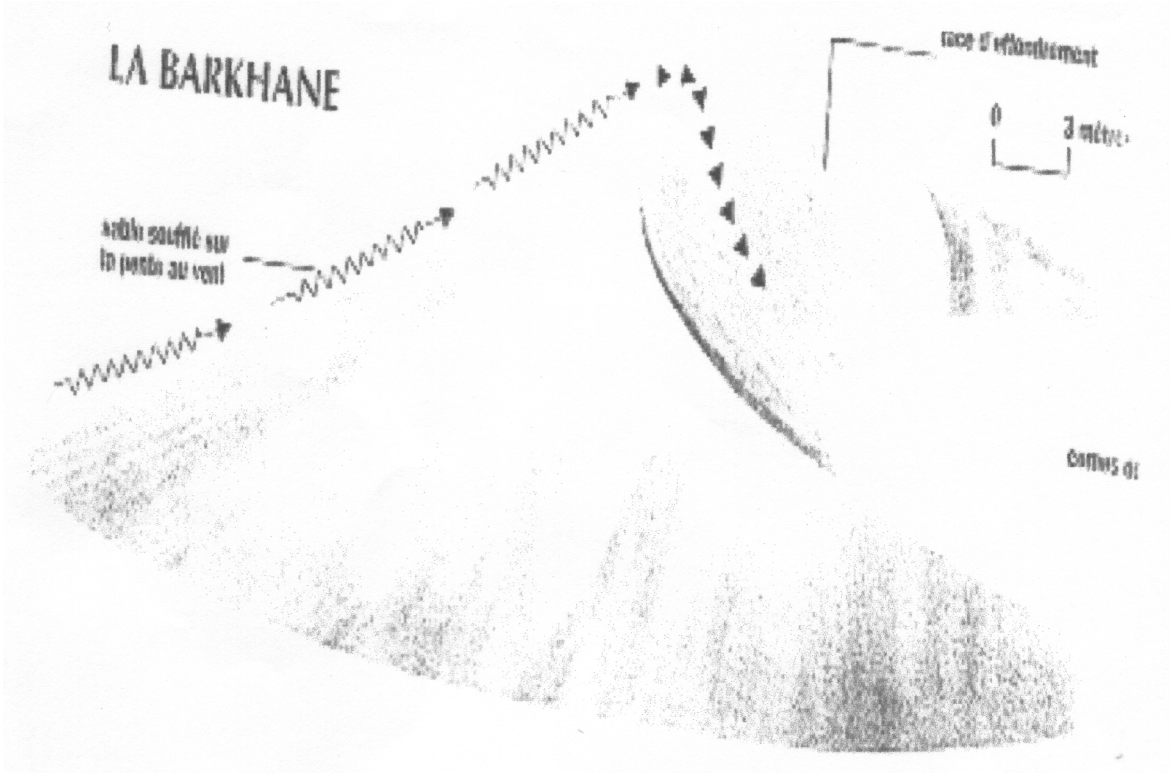
Les barkhanes

Le mécanisme de formation de ces dunes en croissant particulièrement mobiles n'est pas élucidé. Les spécialistes pensent qu'un amas de sableux sur une petite zone suffirait pour que le vent forme un dôme barkanique.

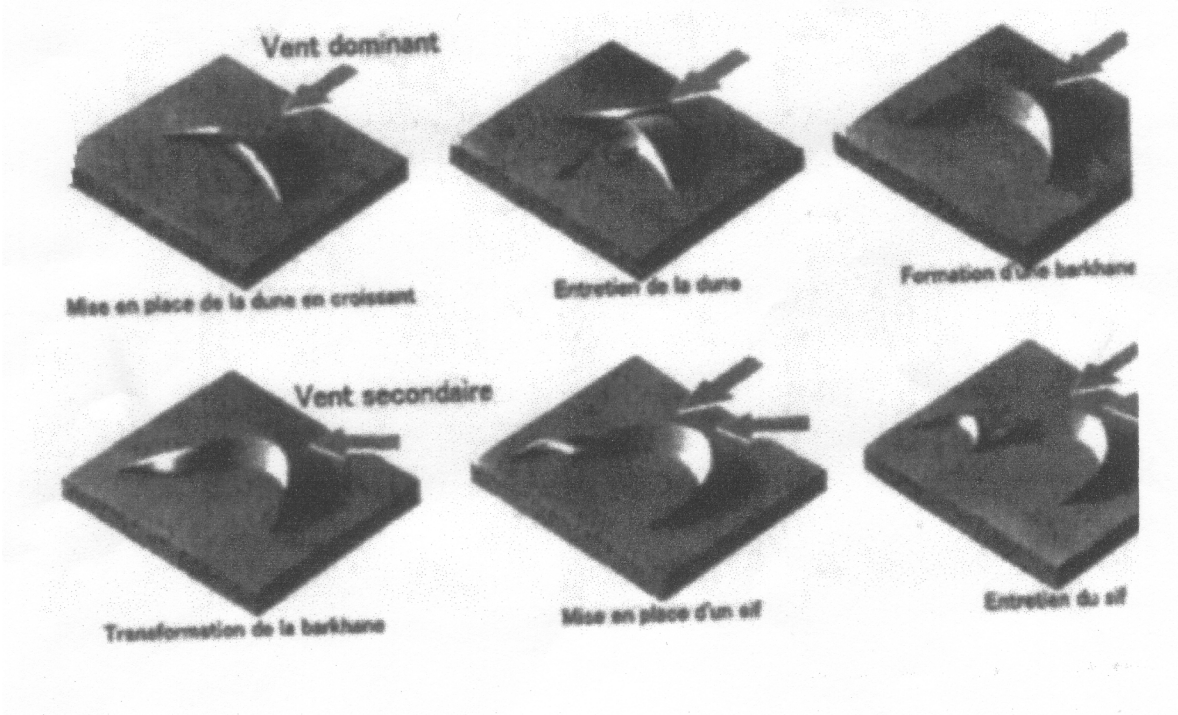
L'histoire d'une barkhane commence par un tas de sable : une petite accumulation sur un obstacle est prise en charge par un vent unidirectionnel qui la transforme en dôme ovoïde avant de la fuseler. Ensuite apparaît une petite incision sur la face abritée. De l'autre cote, le vent monte en épousant la forme de la pente, soulève la couche superficielle de sable puis tourbillonne en redescendant G l'arrière qui ainsi se creuse.

A partir de là, les cotes de la dune s'étirent en cornes, lui donnant sa forme caractéristique de croissant. Tant que le vent souffle dans Ici même direction, il fait grimper le sable sur la face exposée en nourrissant les cornes, puis le fait retomber sur l'autre versant au milieu du croissant en y provoquant une avalanche. Ainsi, par le déplacement perpétuel du sable de surface, les barkhanes semblent avancer d'un seul bloc. Mais elles peuvent aussi se déformer et devenir des dunes linéaires (sifs) ou pyramidales (gourds) créant le panorama fascinant de l'océan de sable qui s'étend sur 3OOOkm, de l'est de l'Algérie à la cote mauritanienne. Un océan dont on ne connaît pas la source.

Exemple de barkhane :



Evolution d'une Barkhane :



Les dunes du Pilat

Située a l'entrée du bassin d'Arcachon, face à la pointe du Cap Ferret, la dune du Pilat constitue la plus importante formation sableuse d'Europe. Avec ses 150 mètres de haut, 2700 mètres de long, 500 mètres de large et ses 60 millions de m^3 de sables.

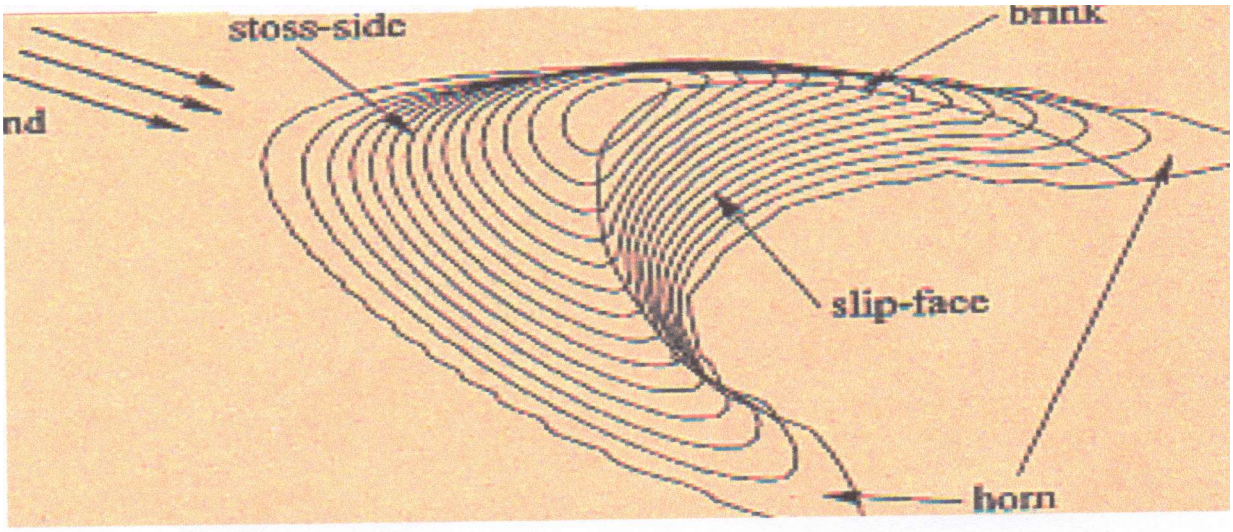
La dune du Pilat est d'une formation relativement récente. Elle ne mesurait que 35 mètres de haut en 185. quant à son origine, elle est liée selon les spécialistes a la destruction d'un énorme banc de sable qui s'étirait au XVIIIe siècle en avant de la cote actuelle et à l'apport constant de ce sable par le vent.

Dans une moindre mesure, l'alimentation en sable se perpétue encore aujourd'hui grâce au Banc d'arguin. Mais le lent déplacement de la passe sud vers le sud engendre une diminution du phénomène qui semble maintenant produire ses effets aux »gaillouneys »(entre la plage du petit Nice et la dune du Pilat). Néanmoins malgré cette atténuation, la Dune du Pilat n'est toujours pas stabilisée et si elle est quelque peu rongée ci l'ouest par l'océan elle continue d'avancer vers la foret qui borde son flanc Est ci raison de 4 mètres par an environ.

C) la physique de la Barkhane

La forme des dunes est en fonction de beaucoup de paramètres et notamment des conditions météorologiques. Les géologues, ont cependant réussi à séparer les dunes de sables en plusieurs familles, suivant les propriétés du vent au cours d'une année et suivant la quantité de sable disponible.

Les barkhanes se forment dans des conditions particulières avec des volumes de sable limites et se déplacent sur un substrat stable sous l'action d'un vent qui vient toujours de la même direction. Leur crête sépare le dos de la dune, incline de 5 à 20" et le front nettement plus raide (32 a 35") qui se prolonge par deux cornes dans la direction du vent. Une dune présente une instabilité aérodynamique qui suit son évolution temporelle en couplage direct avec le champ de vitesse du vent autour de
la dune.



Il est donc nécessaire pour comprendre l'évolution d'une dune, de connaître celle

du champ de vent correspondant. Celui- ci est en général dans un régime turbulent en trois dimensions développées à toutes les échelles autour de la topographie dunaire. Mais en moyenne, le profil de la vitesse en fonction de la hauteur suit une loi logarithmique établie depuis Prandtl en 1925, avec à sa base, une « couche- limite » dans laquelle l'écoulement est essentiellement laminaire ou es grains sont arraches et transportes.

Pour différentes raisons, il est actuellement impossible d'expérimenter l'évolution d'une dune entière dans une soufflerie

Heureusement dans les années 70 et 80, les mathématiciens Jackson et Hunt ont développe une technique pour réduire le calcul du champ tridimensionnel de vitesse à une équation intégro-diffèrentielle a deux dimensions, la hauteur étant éliminée de l'équation. Cette expression qui est valable pour de faibles changements topographiques s'est relevée très efficace pour connaître la force de cisaillement qu'exerce le vent sur la surface . t étant lié à la vitesse du vent u par la relation :

$$T=u^2 / p$$

Le cisaillement qu'exerce le vent sur le sable a la surface de la dune génère l'écoulement du sable. Cet écoulement s'effectue sous trois formes différentes : la suspension pour les tous petits grains, inférieurs G 50 microns, la reptation pour les grains les plus lourds et la saltation, un mécanisme très particulier ou les grains suivent des trajectoires balistiques, entraînes par le vent ou éjectes par l'impact de grains antérieurs. Un grain éjecté est accéléré en fonction du gradient de vitesse des vents, et, lors de son impact, il éjecte un certain nombre de nouveaux grains qui G leur tour entraînent le départ de nouvelles particules. Ainsi l'écoulement de surface par saltation correspond à une valeur Qs, pour laquelle depuis Bagnold il existe des expressions empiriques. Mais le processus entier de la saturation n'avait jamais été pris en compte jusqu'au travail de Sauermann qui montre comment la saltation s'amplifie jusqu'à la saturation. On définit une longueur 1 qui est un multiple du saut individuel d'un grain (comprise entre 10 et 20 mètres) et s'avère être de la taille d'une dune. Si I=? Les grains peuvent passer au- delà de la dune et si 1 est plus petit, les grains sont pièges derrière la dune et participent a sa progression. D'où cette ambiguïté: la dune piège le sable et c'est le sable piège qui participe à l'édification de la dune. La description mathématique pour décrire l'évolution de l'écoulement du sable local q est dans sa forme la plus simple une équation logistique.

La troisième équation qu'il faut faire intervenir pour fermer le système est la conservation de la masse qui relie la hauteur du relief a l'écoulement Les trois champs 0 calculer sont t(?,y), q(?,y) et h(?,y). On obtient à partir de t, q à partir de t par l'équation logistique et h à partir de q par la conservation de Ici masse. Mais il faut tenir compte que, depuis Coulomb, nous savons que le sable sec ne peut pas avoir une

pente locale plus grande que celle donnée par l'angle de repos ? 35". Une fois cet angle atteint, l'écoulement se fait par des avalanches, dont le moteur est la gravite. Des chercheurs ont introduit des équations de mouvement d'une surface a l'angle de repos qui assurent la fixation du sable sur une telle surface. Cette dynamique est active sur les talus d'avalanches, appelés slip face en anglais, qui sont si caractéristiques des lignes de crête des barkhanes qui s'étendent d'une corne à l'autre dans la direction d'un vent dominant.

Grâce à de nombreux procédés informatiques (comme le logiciel FLUENT) on peut à présent déterminer des équations de mouvement et de les appliquer pour prédire l'évolution des dunes de cisaillement qu'exerce le vent sur la surface.

c) Expérience 1

Les dunes longitudinales

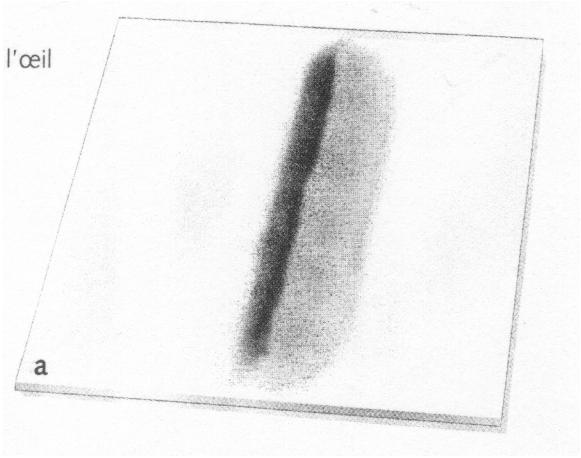
Les dunes sont à l'origine de bien des paysages de déserts ou de bords de mer. Hautes de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres, ces collines de sable sont des constructions édifiées par le vent. Le plus souvent, les dunes s'allongent dans le sens du vent: elles sont longitudinales. Leur formation est facile à reproduire et à observer.

Matériel nécessaire :

- Un sèche cheveux électrique
- Un kilogramme de sable fin
- Une Plaque de verre ou de métal de 50 *50 cm
- Une brosse et une pelle de ménage
- Une loupe de grossissement *10

Protocole expérimental :

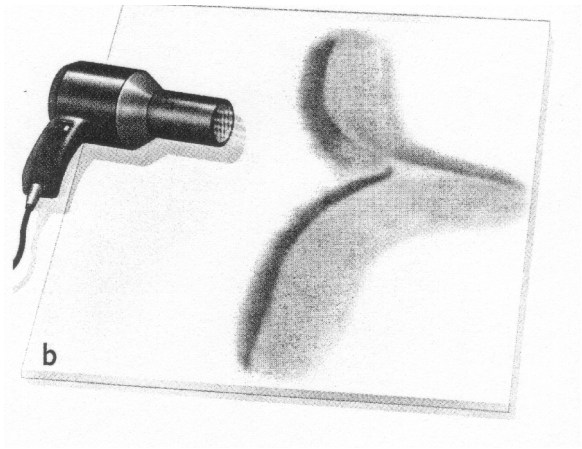
1 - Versez le sable sur la plaque lisse, puis disposez -le de façon à constituer une bande d'épaisseur à peu près constante



2. Dirigez le flux d'air du sèche-cheveux perpendiculairement au tas de sable, et ce pendant toute la durée de l'expérience. On peut faire varier la distance entre le sable et le sèche-cheveux pour vérifier l'influence de l'intensité du flux sur le déplacement des grains.

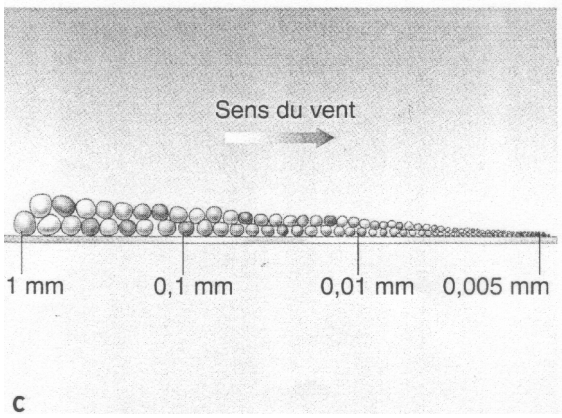
Résultats

Dès le début de l'expérience, les grains de sable au sommet du tas « sautent » : c'est la saltation. D'autres grains se déplacent en glissant: c'est la reptation. Peu à peu, on peut observer la formation d'une flèche de sable dans le sens du «vent» créé par l'appareil. **(figure b)**.
Si on laisse agir le courant d'air suffisamment longtemps, tout le sable se dispose en une figure allongée, semblable à une dune longitudinale.



Interprétation

Cette expérience illustre en premier lieu le phénomène élémentaire de déplacement des grains sous l'effet d'un courant d'air. À l'aide d'une loupe, on observera que les particules s'ordonnent selon leur taille **(figure c** ci- dessous): les plus grosses, donc les plus lourdes, sont proches de la source du vent, alors que les plus petites sont entraînées plus loin. La raison en est simple et évidente: la force du flux d'air diminue en fonction de la distance à la source (le sèche-cheveux) et la capacité de « porter les



grains », la portance, varie de même. Si le sable contient des grains beaucoup plus gros, une soufflerie faible ne pourra pas les déplacer: le vent ne déplace pas les rochers!

Dans la nature

Les dunes longitudinales forment des crêtes longues et droites, rangées parallèlement à la direction du vent dominant. Elles se forment là où le sable abonde - dans les déserts - et où le vent souffle avec puissance dans une seule direction ou dans deux directions convergentes.

Le vent qui souffle sur le sable peut aussi déplacer d'autres particules. Épisodiquement, s'abattent sur toute l'Europe des pluies rouges, formées de grains de poussière venus du Sahara.

Expérience 2 :

Les dunes transversales

Les obstacles sont fréquents dans la nature et lorsque le vent se heurte à un quelconque relief les dunes Prennent alors une forme perpendiculaire au sens du vent: ce sont des dunes transversales. On peut reproduire leur formation en rajoutant dans l'expérience précédente, un obstacle sur le parcours du vent.

le matériel nécessaire :
-Matériel identique à l'expérience I.
-une bombe de laque
-un morceau de bois rectangulaire
ou une boîte d'allumettes lestée

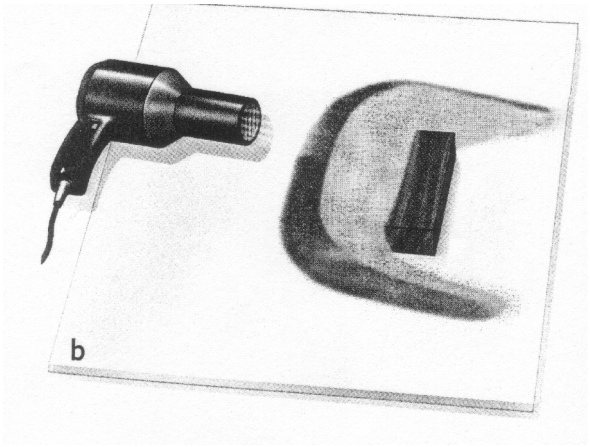
de sable par exemple.
la hauteur de l'objet ne doit
Pas excéder 1 cm ou 2 cm et doit être
dans touts les cas inférieure à
la hauteur du tas du sable initial
On peut aussi placer plusieurs
obstacles disposés en ligne et
séparés les uns des autres ;
prévoir alors une plus grande
quantité de sable et un courant
d'air plus puissant (air comprimé paf exemple)

1- Placez l'obstacle près du tas de sable, et orientez la soufflerie du sèche cheveux vers le sommet et un peu en arrière du tas de sable

2. Mettez la soufflerie en marche et observez. L'expérience nécessite au moins 5 minutes pour être concluante.

résultats

Comme dans l'expérience précédente, les grains de sable commencent à sauter, mais, cette fois-ci, ils retombent juste derrière l'obstacle où ils s'accumulent. Aux extrémités de l'obstacle, la masse de sable forme deux queues longitudinales, l'ensemble dessinant un croissant **(figure b).** Outre la forme arquée de ces dunes, on peut observer la dissymétrie de leurs versants. Par rapport à l'obstacle, le côté « au vent » est raide, tandis que le côté « sous le vent » est en pente douce.



Interprétation

Cette manipulation permet de reconstituer la formation très fréquente de dunes transversales. Il est rare, en effet, que le sable se déplace sur de grandes distances sans rencontrer d'obstacle. Les grains de sable n'étant alors plus soutenus par le flux d'air freiné par l'obstacle, ils retombent derrière.

De part et d'autre de l'obstacle, le sable se déplace librement, par saltation comme dans la première expérience: il en résulte une forme en croissant.

La dissymétrie des versants de la dune s'explique par la variation de la vitesse du courant d'air de part et d'autre de l'obstacle. Quand le vent arrive sur le sable, il est en pleine vitesse et enlève une grande quantité de grains de sable, d'où la pente raide avant l'obstacle; après l'obstacle, les grains n'étant Plus Portés par le vent, ils tombent et roulent, donnant naissance à une pente douce.

Dans la nature

Une dune typique en forme de croissant est appelée du nom persan de barkhane. Les barkhanes s'observent le long de toutes les plages sableuses du monde, dès qu'il existe à l'amont un relief ou une végétation bien fournie. La grande dune du Pilat, en bordure de l'Atlantique, en Gironde, présente une dissymétrie caractéristique des versants: le côté exposé au vent venu de l'Océan est raide, tandis que la face sous le vent, tournée vers la terre, est en pente plus faible. Comme les dunes longitudinales, les barkhanes sont mobiles.

Les régions désertiques du globe, et notamment le Sahara, comportent fréquemment un grand nombre de dunes longitudinales et de dunes transversales, dont l'ensemble forme ce que l'on appelle des associations de dunes ou ergs. Généralement, les ergs s'étendent sur plusieurs kilomètres, voire centaines de kilomètres.

II) les problèmes engendrés par l'évolution des dunes

a) « « scénario catastrophe » »

Comme nous l'avons vu les dunes sont en perpétuelle évolution, ce qui n'est pas sans générer certains problèmes. L'avancée des dunes, qui se fait par tempête de sable, a des causes multiples, notamment le sacrifice de l'environnement au profit du développement économique : gaspillage d'eau, déforestation ou choix agricoles aberrants.

Nous avons vu dans notre première partie l'exemple de la dune du Pilat, qui sur son versant occidental a une pente douce qui culmine à 150 mètres de haut, mais cette dune géante de 60 millions de m^3 de sable tombe abrupt sur son versant oriental, ensevelissant les pins. Ce phénomène ne cesse de s'accentuer comme toutes les dunes de tous les déserts de sable.

Le désert du Sahara provoque lui aussi de multiples problèmes. Il progresse à une vitesse de 8 Km par on vers le sud et provoque un ensablement quasi général, menaçant les rares terres irriguées.

En Chine, le désert de Gobi progresse de 2460 m² par an, plus de 50 000 villages et des centaines de villes sont touchés et subissent ce fléau. La désertification touche 27% du pays, Pékin n'échappe plus à la menace, le désert se situant à une distance de 70 Km de la ville, celui-ci progressant à 31 km/an, il l'atteindra dans environ une vingtaine d'années.

Les problèmes provoqués par les dunes sont essentiellement dus à leur déplacement, la solution est donc de fixer les dunes.

b) les solutions

Les projets les Plus anciennement connus remontent au Moyen Age, mais c'est au XVIIIème siècle que l'on commence à fixer les dunes. Pour fixer celles-ci, il existe deux types de solutions : des solutions 'végétales« que nous traiterons tout d'abord, et d'autres solutions s'apparentant plus à la physique.

L'Oyat ou Ammophila Arenaria ou roseau des sables est une herbe chlorophilienne appartenant à la famille des Graminées et qui pousse au niveau de la dune mobile .Ses fleurs couleur sable après avoir fleuri donnent naissance à des fruits appelés "caryopses" qui donneront vie après germination à de nouvelles générations de plants. Ses longues tiges verticales, dont la hauteur varie de 50 cm à 1 m ,forment de grosses touffes qui retiennent le sable(obstacle),ce qui donne à la dune un aspect mamelonné

caractéristique. Ses rhizomes horizontaux génèrent la première année en automne,plusieurs axes verticaux portant en surface des feuilles. A 10 cm sous ces feuilles se trouvent des bourgeons, qui l'année suivante sont ensablés à cause du sable apporté sous l'action du vent (environ 10 cm par an). Ils développent un nouvel axe horizontal qui crée plusieurs rhizomes verticaux au bout desquels des tiges feuillues apparaissent. Comme les extrémités d'un rhizome sont dures et pointues, elles progressent dans le sable en traversant les obstacles 'racines, feuilles mortes…). Les racines abondamment ramifiées ainsi que les feuilles ensablées (qui ne se désagrègent pas donc forment un filet retenant le sable) participent à la fixation de la dune mobile : c'est le dense système racino-foliaire.

Les dures conditions de vie dans ce milieu sans cesse remanié par le vent obligent l'Oyat à s'adapter à son environnement (influence de l'environnement sur le phénotype).
*Ses feuilles s'enroulent le long de leur nervure principale, formant une gouttière dans laquelle l'eau est retenue : adaptation à la sécheresse ainsi qu'au vent (desséchant et agressif, à cause des grains de sable en suspension dans l'air) car il diminue sa surface d'exposition. Ce mécanisme encore mal connu se produit grâce au tissu aquifère de l'Oyat: si les cellules sont plasmolysées ,c'est-à-dire que la vacuole a un faible volume,la feuille est enroulée,si elles sont turgescentes donc que la vacuole est très gonflée,la feuille s'étale…
De plus, ses bourgeons qui se situent à 10 cm de profondeur, sont à l'abri des embruns chargés de sel et des impacts du sable qu'ils ne supportent pas (adaptation au milieu venteux).

*L'adaptation a aussi lieu en profondeur:on observe une grande concentration de racinesentre 10 et 40 cm de profondeur.
Plus le sable est fin et plus les micropores dans lesquels l'eau est maintenue par capillarité sont nombreux.C'est pourquoi le haut de plage est plus sec que la dune fixée (ou le sable est très fin) car l'eau y est entrainée plus en profondeur. La teneur en eau augmentant avec la profondeur,l'Oyat développe ses racines pour trouver cette ressource, insuffisante à la surface.
A la surface, la teneur en sel est importante l'été car l'apport de sel par les embruns s'accompagne d'une forte évaporation et un dépôt de sel sur la dune apparaît.L'hiver les précipitations entraînent le sel en profondeur (entre 20 et 60 cm) donc la teneur en sel est importante en profondeur l'hiver. L'Oyat ne pouvant se développer que dans un sol dont la teneur en sel est inférieure à 2%, n'aura donc jamais de racines trop en surface ou trop en profondeur.
Enfin, l'été, la température au sol peut dépasser la barre des 35°C. Or les enzymes présentes dans les racines ne supportent pas cette chaleur (début de la dénaturation). Leur température optimale de fonctionnement d'environ 20°C,se situe en été à 10-20 cm sous la surface (car la température décroît avec la profondeur).De plus , à cet endroit les enzymes sont à l'abri du gel ,qui provoque leur endormissement.

Il s'agit donc d'une véritable interdépendance entre l'Oyat et la dune. En effet, il a du s'adapter au milieu mais permet la fixation de la dune mobile. S'il n'y a plus d'arrivée de sable frais,des vers parasites apparaissent dans le sol et attaquent les rhizomes de l'Oyat qui va alors dépérir!…

-" Les solutions physiques " : il s'agit ici de stopper les dunes, ce dispositif connu depuis le moyen age :

*on édifie petit à petit des dunes artificielles de 10 à 15 mètres de haut en freinant le vent par des haies de branchages successives pour stocker le sable en hauteur.

- on piège le sable horizontalement dans des casiers de 5 à 10 mètres de coté, bordés de haies de branchages et on plante des arbres dans les casiers pour fixer définitivement le sable.

Ces deux méthodes ont fait leurs preuves dans des régions planes et avec un ensablement modéré, mais en Mauritanie, sur les reliefs dunaires très mobiles et après la sécheresse qui a dévasté le couvert végétal, les résultats sont moindres, le taux de réussite des boisements étant très faible.
Pour lutter contre cela Jean Meunier, a trouvé un moyen de protéger les jeunes plants : à l'aide de grillage recouvert de sacs plastiques, il construit un cylindre qui fournit un abri valable à l'arbrisseau (contre l'évaporation, le mitraillage par les sables en mouvement ou contre le broutage par les chèvres ou les chameaux).
Il met aussi en place un système d'arrosage à l'aide d'un réseau de bouteilles en plastiques, qui sera supprimé dès que les racines des arbrisseaux auront atteint la réserve d'humidité emprisonnée dans les sables dunaires.
Grâce à ce système, la mortalité des arbrisseaux et dope leur croissance. Cette méthode est appelée méthode Bofix.

La seconde méthode Bofix, consiste à « casser les dunes » puis à les faire grossir pour les rendre plus stables et donc moins mobiles.
Tout d'abord il contraint le vent à sectionner lui-même les cordons dunaires pour en réduire la longueur, cela provoque le creusement d'un sillon perpendiculaire à l'axe de la dune, le cordon est alors coupé, ce qui a pour effet de désorganiser le transport naturel du sable le long de la dune et de bloquer sa progression. De nouvelles dunes, celles-ci artificielles, sont ensuite créées à partir des massifs dunaires qui n'ont pas été érodés. Comme le sable éolien a une perméabilité exceptionnelle (35% à 40% de vide), ces édifices stockent davantage d'humidité à chaque pluie, accroissant les chances de réussite des plantations.

En Chine, 35 milliards d'arbres ont étés plantés, formant ainsi la « Grande Muraille Verte.

Expérience 3

Comme nous l'avons vu précédemment, les moyens de fixer les dunes sont divers, leur efficacité variant selon les caractéristiques du milieu. Nous avons choisit de testé l'efficacité des « rangée de morceaux de bois » méthode utilisée pour fixer les dunes sur la côte languedocienne. Cette méthode permet de piéger le sable au pied des barrières jusqu'ace que le sable atteigne une certaine hauteur, moment où il faudra changer les barrières.

Matériel utilisé :

- un sèche cheveux
- environ un kilo de sable
- des cures dents (symbolisant la barrière)

Protocole :

1. Mettre en place une bande de sable sur laquelle on plante une rangée de cures dent très serrée.

2. Mettre la soufflerie en marche, observer.

Résultat

Le sable se retrouve piégé par la barrière, le niveau à ses pieds monte de plus en plus au fur et à mesure de l'expérience.

Interprétation :

Cette manipulation permet de reconstituer en miniature, ce qui se passe à Carnon par exemple. La saltation du sable est en fait empêchée par la barrière, le sable reste coincé au pied de celle ci ce qui entraîne une montée du niveau du sable.

Conclusion

La dune en elle - même est constituée de différentes parties. Une dune évolue selon des facteurs extérieurs (vent, obstacles...) qui modifient sa forme, sa vitesse, son caractère : elle reste fixe ou mobile. En cas de progression de la dune, celle-ci engendre des problèmes pour les populations environnantes, ce qui oblige l'Homme à s'adapter e trouver une solution pour freiner l'avancée de la dune. Des recherches sont en cours pour acquérir « la solution miracle », mais celle- ci n'a toujours pas été découverte.

BIBLIOGRAPHIE

Sites Internet

-http://www.perso.easynet.fr/.(29/02/2004)
-http://www.universforestier.com/.(29/02/2004)
-http://www.vivre.mimizan.com/.(29/02/2004)
-http://agso.brgm.fr/. (05/03/2004)
-http://www.perso.wanadoo.fr/.(09/03/2004)
-http://www.web.perso.easynet.fr/. (09/03/2004)
-http://www.equipement.gouv.fr/.(09/03/2003)
-http://www.etab.ac-orleans-tours.fr/. (09/03/2004)
-http://www.snv.jussieu.fr/.(14/03/2004)
-http://www.fao.org.fr/.(14/03/2004)
-http://www.perso.wanadoo.fr/.(16/03/20004)
-http://www.parc-marais-poitevin.fr/.(16/03/2004)
-http://www.lps.ens.fr/.(16/03/2004)
-http://www.estuaire.net/. (16/03/2004)
-http://www.depanne.be/. (16/03/20004)
-http://www.littoral33.com/. (20/03/2004)
-http://www.ffrp.assa.fr/. (20/03/2004)
-http://www.cndp.fr/. (20/03/2004)
-http://www.dekust.org/. (22/03/2004)

Encyclopédie

-ENCYCLOPEDIE. Edition La Rochfoucauld. 1996. (déserts)

Périodique

-DIRICQ,Agnès. Peut-on arrêter les dunes?Ca m'intéresse.Aout 2001. N 246
-.Arpenteurs des dunes. La recherche. Octobre 2003.N
-ROGNON,Pierre.Casseur de dunes. Géo. Juin 2001. N 268