4-Milieu éolien

4.1 Transport éolien

Le terme éolien désigne le transport de sédiments fins (jusqu'à la taille du sable) par le vent. Les environnements éoliens sont caractérisés par des dépôts principalement constitués de matériaux transportés par le vent.

Mouvements atmosphériques globaux :

Le vent résulte des différences de pression atmosphérique, avec un déplacement des masses d'air des zones de haute pression vers les zones de basse pression.

La circulation générale est influencée par les contrastes de température entre l'équateur (air chaud ascendant) et les pôles (air froid descendant), mais aussi par l'effet Coriolis et les reliefs locaux (ex. : vents catabatiques froids descendant des montagnes ou des calottes glaciaires).

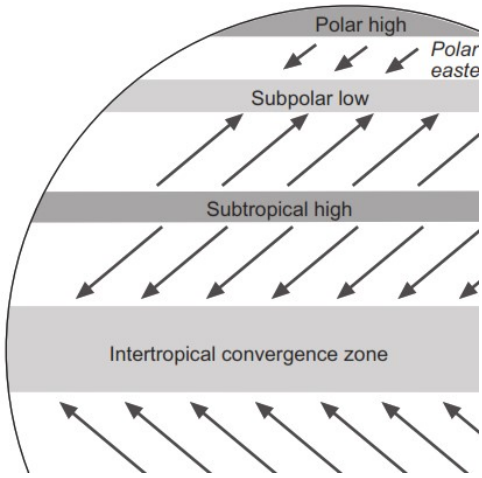


Fig. 4.1 La répartition des zones de haute et de basse pression selon les latitudes crée des régimes de vent qui sont déviés par la force de Coriolis.

Processus de transport éolien :

Le vent exerce une force de portance sur les grains, permettant leur déplacement par roulement ou saltation.

Comparé à l'eau, l'air (moins dense) nécessite des vitesses bien plus élevées pour transporter des grains de sable (typiquement > 30 m/s pour des grains de sable moyen).

Les particules fines (limon, argile) sont transportées en suspension, formant des tempêtes de poussière pouvant parcourir de grandes distances.

4.2 Déserts et ergs

Un désert est une région aride (< 250 mm de précipitations/an), où la végétation est rare, favorisant l'érosion et le transport éolien.

Un erg est une accumulation de sable éolien (ex. : dunes), mais la plupart des déserts sont en réalité des déserts rocheux (déflation, absence de dépôts).

Les roches en milieu désertique peuvent présenter des surfaces polies par l'abrasion éolienne (zweikanter, dreikanter) et une patine désertique (oxydation en surface).

4.3 Caractéristiques des particules éoliennes

4.3.1 Texture :

Les grains éoliens sont bien arrondis et triés (usure par collisions en suspension).

Leur surface est souvent matte (micro-érosion visible au microscope électronique).

Maturité texturale :

Les dépôts éoliens sont généralement composés de sables fins à moyens, bien classés, sans matrice fine (éliminée par le vent).

Cependant, certains sables peuvent hériter ces caractéristiques d'un cycle sédimentaire antérieur (ex. : érosion d'une ancienne grès éolien).

4.3.2 Composition des dépôts éoliens

L'abrasion lors du transport éolien affecte la composition des dépôts :

Sélection des minéraux : Les minéraux fragiles (micas, feldspaths) sont éliminés par chocs, laissant des grains résistants (quartz, chert). Les grès éoliens sont donc des quartz arénites, matures compositionnellement.

Dunes carbonatées : Dans les zones côtières, des sables carbonatés (ooides, bioclastes) peuvent former des dunes similaires aux dunes de quartz. Ces dépôts, appelés éolianites, se cimentent rapidement par dissolution-précipitation du carbonate.

4.4 Formes de relief éoliennes

Trois types de structures se distinguent par leur taille :

1) Rides éoliennes (qq cm à mètres de longueur) :

Crêtes alignées perpendiculairement au vent, avec un tri granulométrique (grains grossiers aux crêtes).

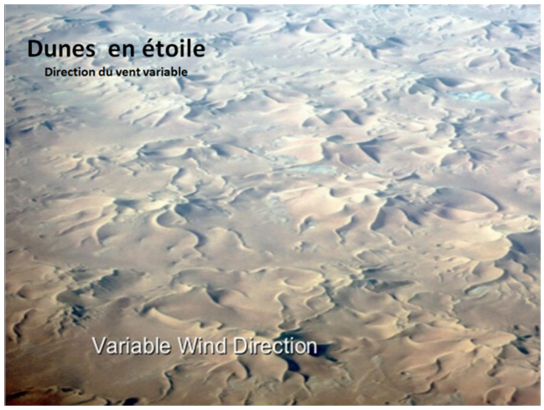
Migration possible avec stratification entrecroisée mineure.

2) Dunes (3 à 600 m de longueur, 10 cm à 100 m de haut) :

Migration par saltation sur le flanc stoss (au vent) et avalanches sur le flanc lee (sous le vent), créant des stratifications entrecroisées à grande échelle (jusqu'à 20 m d'épaisseur).

Types de dunes :

- Transverses (faces rectilignes, stratification plane).
- Dunes linéaires (seif) ou étoilées (multi-orientations).
- Barkhanes (forme en croissant, stratification en cuvette).



3) Draas (kilomètres de longueur, dizaines à centaines de mètres de haut) :Structures géantes composées de dunes superposées, avec des pentes raides.La fameuse dune du Pilat, dans les Landes, est un draa. Un champ de dunes ou draas constitue un erg; le Grand Erg Oriental du Sahara couvre des milliers de km2. Les dunes montrent une structure interne en litages entrecroisé. L'orientation des litages obliques et leur taille sont généralement variables; leur inclinaison peut atteindre un angle de 34°.

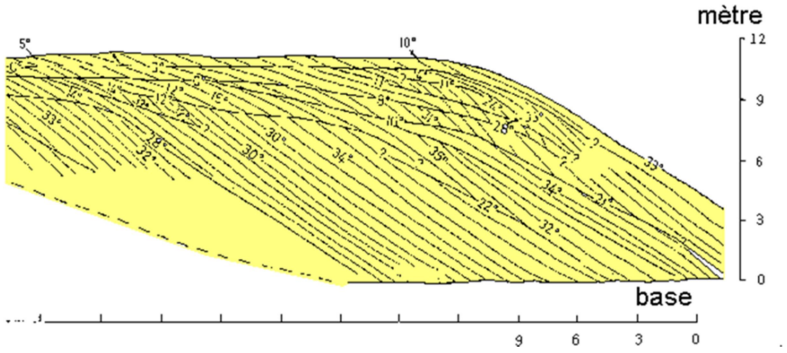


Figure 4-2: Structure interne d'une dune éolienne; notez la forte inclinaison et la variabilité des litages (chiffrés en degrés).

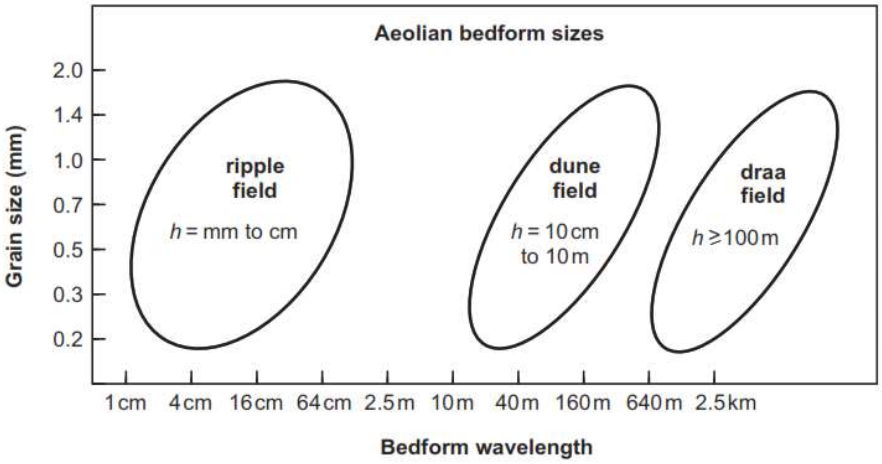


Fig. 4.3 Les rides éoliennes, les dunes et les draas sont trois types distincts de formes de lit éoliennes.

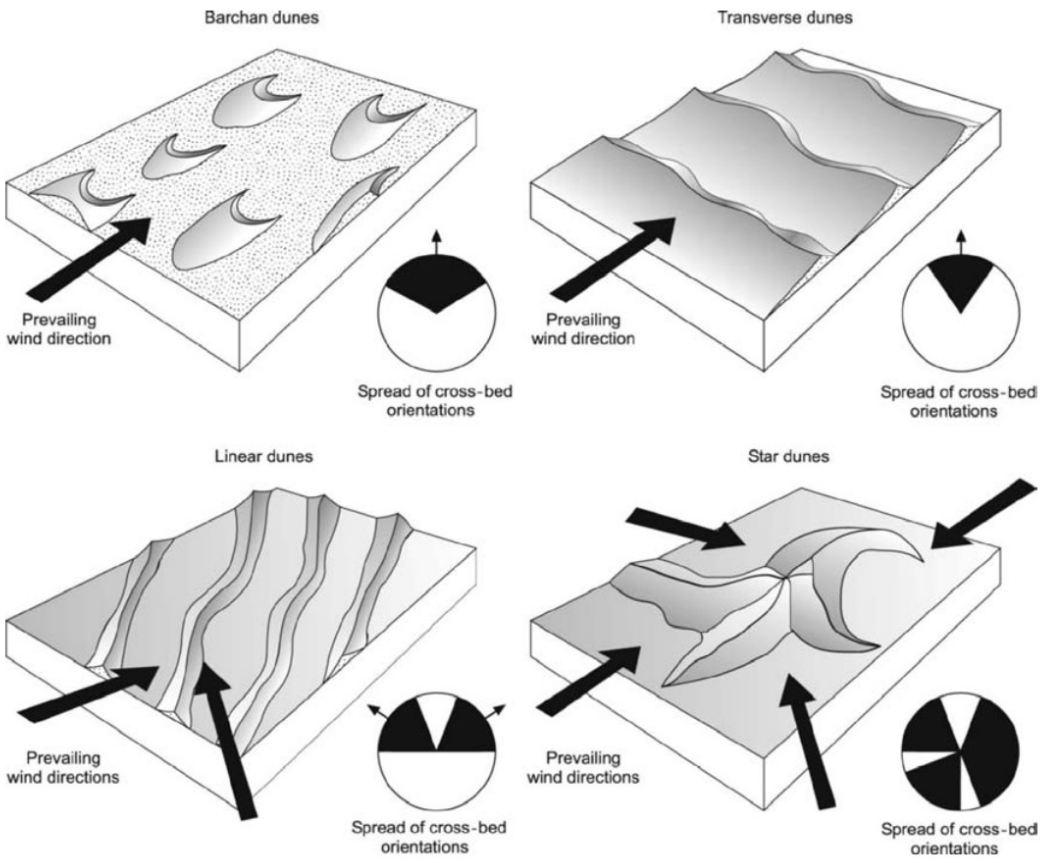
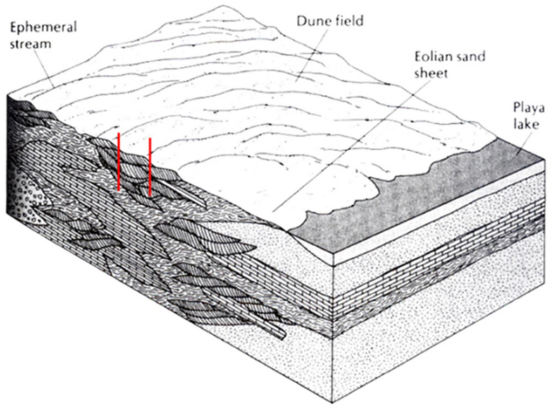
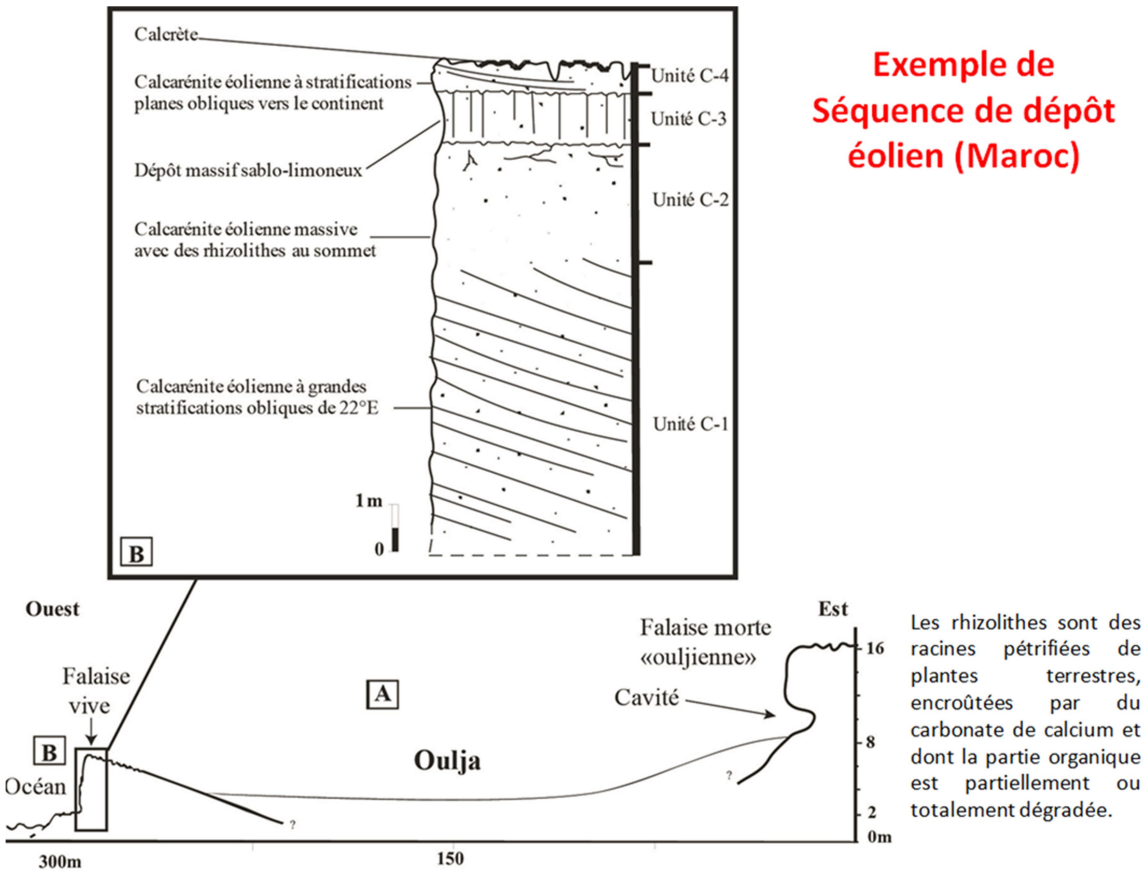


Fig. 4.4 Quatre des principaux types de dunes éoliennes, dont les formes sont déterminées par la direction des vents dominants et la disponibilité en sable. Les petits « diagrammes en rose des vents » indiquent la distribution probable des indicateurs paléo-éoliens si les dunes ont donné lieu à des grès à stratification entrecroisée

4.4.1 Séquence de dépôt éolien





4.5 – Facteurs contrôlant les environnements désertiques

4.5.1 – Nappe phréatique dans les déserts sableux

Bien que la surface des déserts soit sèche, une nappe souterraine peut exister si le substrat est poreux.

Le niveau de la nappe phréatique dépend :

- de la recharge en eau (pluies locales ou périphériques),
- du niveau relatif des lacs ou de la mer avoisinants.

Si la nappe atteint les zones interdunaires, les sédiments deviennent humides :

→ pas de transport éolien,

→ accumulation sédimentaire.

Si la nappe baisse sous ces zones :

→ les sédiments deviennent secs et transportables par le vent,

→ il peut y avoir érosion nette de l'erg.

4.5.2 – Variations climatiques globales

La formation des ergs dépend du relief, des vents dominants et du climat aride.

Les déserts modernes se trouvent dans les zones subtropicales chaudes (vents secs venant de l'intérieur).

Les mouvements des plaques tectoniques ont modifié la distribution des déserts à travers l'histoire.

Deux grands régimes climatiques :

- ✓ Greenhouse (chaud) → extension des zones arides modérée.
- ✓ Icehouse (froid, glaciaire) → grands glaciers → vents forts en zone subtropicale → intensification de la sédimentation éolienne.

Certains grands ergs actuels datent probablement du Pléistocène, aujourd'hui stabilisés.

Le Permien européen montre aussi de vastes dépôts éoliens associés à une glaciation au sud.

4.5.3 – Couleur des sédiments désertiques

Les sables désertiques sont souvent :

- ✓ Jaunes : présence de goethite (Fe(OH)x),
- ✓ Rouges à orangés : hématite (Fe_2O_3) oxydée en surface des grains.

Les couleurs vertes, noires ou grises sont rares car : elles nécessitent des conditions réductrices et humides, peu compatibles avec les déserts.

Les formations rougeâtres sont appelées « red beds ».

Attention : la couleur rouge peut résulter de l'environnement de dépôt (continental, oxydant),

ou de transformations postérieures (diagenèse).

Certains sédiments océaniques profonds peuvent aussi être rouges à cause de poussières éoliennes contenant de l'hématite.

4.5.4 Vie dans les déserts et fossiles dans les dépôts éoliens

Les déserts, pauvres en eau, sont des milieux hostiles à la vie. Seules quelques plantes spécialisées y survivent, servant de base alimentaire à quelques insectes, reptiles ou mammifères.

Les zones interdunaires (entre les dunes) sont les plus favorables à la vie car l'eau peut y stagner temporairement.

Les fossiles sont rares dans ces environnements en raison du faible nombre d'organismes et des conditions oxydantes qui décomposent rapidement les restes organiques.

Seuls les restes d'animaux résistants, comme les ossements de dinosaures, peuvent être conservés.

Les ichnofossiles (traces de pas, etc.) sont également rares, mais peuvent exister dans les sédiments humides des zones interdunaires.

Résultat : les strates désertiques sont souvent stériles en fossiles.

4.6 Dépôts éoliens en dehors des déserts

4.6.1 Dépôts de poussières éoliennes (Loess)

Les loess sont des dépôts de limons éoliens bien triés, peu argileux ou sableux, principalement d'âge quaternaire (Europe de l'Est, Chine, Amérique du Nord).

Ils sont issus de la poussière libérée par la fonte des glaciers (régions périglaciaires), transportée par le vent.

Faible potentiel de préservation car ces sédiments sont meubles et facilement remaniés.

Autres sources de poussières :

Éruptions volcaniques → cendres transportées mondialement.

Feux de forêt → suie (carbone fin) transportée par le vent.

Ces poussières se retrouvent dans :

- Sédiments marins (notamment dans les océans profonds loin des continents).
- Calcaires (résidus après dissolution).
- Glaciers (visibles sous forme de couches).

4.6.2 Sables éoliens dans d'autres environnements

- **Dunes littorales** : formées par le vent sur les plages à marée basse. Dans les climats humides, elles sont végétalisées, ce qui perturbe la stratification.
- **Dépôts périglaciaires** : en bordure de glaciers, le vent peut mobiliser les sables exposés sur les plaines d'épandage et les accumuler localement. Ces sables sont interstratifiés avec les dépôts fluvioglaciaires, mais ne forment que rarement des accumulations importantes.

Résumé des caractéristiques des dépôts éoliens

<u>Principaux environnements :</u>

- Déserts (dunes, interdunes, lacs éphémères).
- Hors déserts (littoraux, zones glaciaires, poussières atmosphériques).

Caractéristiques :

Critère	Description
Lithologie	Sable et limon uniquement.
Minéralogie	Principalement quartz (rarement carbonates).
Texture	Bien triée (limon à sable moyen).
Fossiles	Rares (quelques os de vertébrés).
Structures sédimentaires	Stratification entrecroisée (dunes) et lits parallèles.
Couleur	Jaune-rouge (oxydes de fer).
Associations de faciès	Cônes alluviaux, lacs éphémères, dépôts fluviaux, plages, zones glaciaires.