

Croissant de dune

La dynamique de la croissance des dunes en forme de croissant a été précisée grâce à des simulations sur ordinateur.

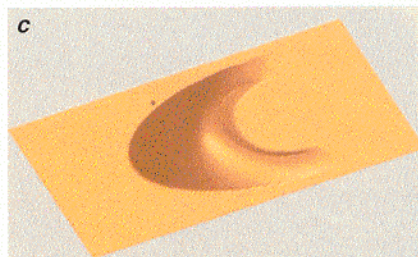
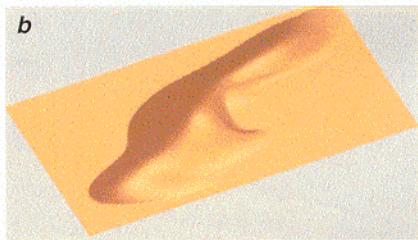
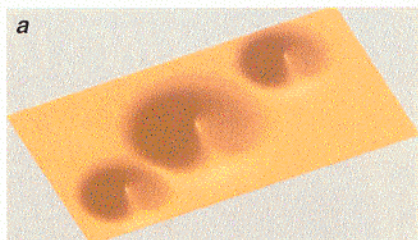
Plus de 100 types de dunes sont répertoriées dans le monde. Les plus simples d'entre elles sont les «barchans», qui prennent une forme de croissant. Elles naissent sur des sols plats rocheux ou parsemés de pierres, où le vent souffle toujours dans la même direction. Elles envahissent certaines régions de la Mauritanie et, à ce jour, les techniques de désensablement restent inefficaces à long terme (sept ans au maximum). Pour les améliorer, les physiciens ont entrepris l'étude de la formation de ces barchans. Afin d'éviter de polluer les souffleries avec des grains de sable, Hans Herrmann et ses collègues du Laboratoire hydrodynamique et mécanique physique de l'École supérieure de physique et chimie de Paris ont créé des dunes virtuelles. Grâce à cette simulation, ils ont découvert des lois qui régissent la dynamique de croissance des barchans.

Le modèle est fondé sur trois paramètres. Il simule le vent qui souffle dans le désert : sa vitesse au sol est constante et elle augmente avec la hauteur de la dune. Une fois la crête dépassée, le vent est dévié et tourbillonne. Le modèle simule aussi le flux des grains de sable qui s'accumulent sur la face exposée au vent, d'après des équations qui rendent compte de la saltation des grains : le vent fait décoller un grain, qui, en atterrissant, éjecte un ou plusieurs grains qui, à leur tour, par ce même mécanisme de saltation, en déplacent d'autres. De l'autre côté de la crête, les

grains dévalent la pente en avalanches. Le troisième paramètre pris en compte, outre le vent et l'écoulement du sable, est le relief du terrain. D'après une topographie initiale et la force du vent, le programme informatique calcule le flux du sable à la surface de la dune, puis la topographie, détermine si des avalanches se sont déclenchées ou non, recalculé la nouvelle topographie si nécessaire, puis la vitesse du vent modifiée par la nouvelle topographie, et ainsi de suite. Ce modèle itératif a révélé les propriétés cachées des barchans. Ainsi, que l'on parte d'un seul ou de plusieurs petits tas de sable (leurs volumes étant égaux), et quelle que soit leur forme, on aboutit à la même barchan finale.

En effet, les dunes se forment à partir d'une irrégularité du terrain, contre laquelle s'accumulent les grains. Contrairement aux gros grains, les plus petits s'envolent. Les dunes se déplacent à une vitesse inversement proportionnelle à leur hauteur : les petites bosses initiales bougent plus vite que les grandes, les rattrapent et coalescent. Elles adoptent une forme de croissant à partir d'une taille minimale d'environ 1,5 mètre, puis continuent à grandir tout en se déplaçant. Selon H. Herrmann et ses collègues, le sable est piégé derrière la dune tant qu'une longueur dite de saturation, qui représente la distance sur laquelle le transport par saltation se met en route, est supérieure à la longueur de la région protégée par la dune de l'action du vent.

L'équipe a aussi montré que toutes les barchans, quelle que soit leur taille, ont une forme qui obéit aux mêmes lois d'échelle. Le modèle a été validé par des mesures effectuées en Maroc et au Brésil. L'étude de la formation d'autres types de dunes et de l'impact des systèmes de lutte contre l'ensablement peut commencer.



H. Herrmann, LHM, ESPCI

Ces dunes virtuelles simulent les «barchans», en forme de croissant, qui naissent sur des sols où le vent souffle toujours dans la même direction. Elles se forment à partir d'un ou de plusieurs tas de sable (a). Elles sont mobiles et se regroupent, car les plus petites sont plus rapides que les grandes (b). Toutes les barchans prennent une taille et une forme identiques (c), quels que soient le nombre et la forme des bosses initiales.