

Les variations passées du niveau des mers

JACQUES REY • RENÉ CUBAYNES

Les nouvelles méthodes d'analyse des couches sédimentaires nous révèlent les montées et les descentes du niveau de la mer au cours des temps géologiques.

Rien ne nous paraît plus immuable que le niveau moyen des mers, par rapport auquel nous définissons altitudes et profondeurs. Rien ne semble plus fixe que la zone côtière qui sépare la mer du continent. Pourtant, les roches et les fossiles témoignent des déplacements de la ligne de rivage dans les temps géologiques. La mer gagne sur la terre aux périodes dites de transgression marine : il y a 150 millions d'années, au Jurassique supérieur, presque tout le territoire français était noyé. Pendant les régressions marines, la mer recule, découvrant de vastes étendues terrestres.

Les variations du niveau marin sont-elles globales ou locales ? Quelles sont leur périodicité et leur amplitude ? Quelles sont les causes de ces variations ? Quelles en sont les répercussions climatiques, biologiques, économiques ?

Les géologues ont entrepris de retrouver, les témoignages de ces fluctuations du niveau océanique dans l'empilement des strates de sédiments. Les relations entre l'organisation des dépôts et les mouvements de montée et de descente du niveau des océans ont été décrits il y a une quinzaine d'année. Ce modèle a servi de base à des études systématiques, menées dans plusieurs bassins sédimentaires grâce à de nouvelles méthodes, telles que l'établissement de profils sismiques du sous-sol ou l'analyse statistique du contenu paléontologique des strates, qui permettent de déterminer les conditions environnementales de leur dépôt. Dans le bassin d'Aquitaine, au Portugal et au Maroc, nous avons ainsi reconstitué l'histoire des fluc-

tuations du niveau de la mer sur des périodes de quelques dizaines de millions d'années.

Les correspondances établies entre des variations du niveau marin en des points éloignés de la planète nous conduisent à rechercher des causes globales aux fluctuations observées. Les variations des paramètres orbitaux de la Terre et celles de l'activité tectonique semblent se conjuguer et régler un système chaotique où niveau des mers, climat, évolution des reliefs et accumulation sédimentaire interagissent. Nous avons montré que ce comportement chaotique est suivi par l'évolution des populations de foraminifères (des organismes marins unicellulaires) directement liée aux variations du niveau marin.

L'étude stratigraphique des variations du niveau marin a aussi des enjeux économiques. Ces fluctuations ont en effet permis la formation des gisements de pétrole : les périodes de haut niveau marin, associées à des climats chauds, sont propices au développement du plancton, dont la décomposition a produit le pétrole. Le repérage préalable des couches sédimentaires où des hydrocarbures se sont formés et de celles où ils peuvent être stockés intéresse donc les compagnies pétrolières au plus haut point.

Comment les sédiments se déposent-ils dans les zones littorales ? Il y a une quinzaine d'année, Peter Vail, alors géologue de la Société *Exxon*, a élaboré, avec ses collègues, un modèle qui relie l'organisation géométrique des couches sédimentaires aux variations du niveau marin. Une séquence

de dépôt comprend trois étapes : bas niveau marin, transgression et haut niveau marin. Un groupe de couches sédimentaires à la géométrie caractéristique correspond à chacune de ces étapes. La quatrième étape, la baisse du niveau marin, est généralement rapide et les dépôts correspondants ne sont pas distingués de ceux de la période de bas niveau marin.

Volume d'eau et forme de la Terre

Dans les périodes de stabilité de l'écorce terrestre, les déplacements de la ligne de rivage résultent de la combinaison de trois facteurs : les variations de la quantité d'eau liquide contenue dans la mer (qui dépend du volume des calottes glaciaires), l'apport plus ou moins important de sédiments, qui fait plus ou moins avancer la côte vers la mer, et l'abaissement progressif des fonds marins sous le poids de ces sédiments. Les variations de ces trois paramètres se répercutent aussi sur l'épaisseur de la tranche d'eau, espace disponible pour la sédimentation. Les fluctuations de la quantité d'eau et les variations de la quantité de sédiments sont primordiales. L'abaissement du fond marin, qui augmente en permanence l'espace disponible, est plus régulier, mais aussi plus ou moins fort selon la localisation géographique : il n'intervient que secondairement en accentuant ou en atténuant les conséquences des variations de la quantité d'eau et du dépôt sédimentaire.

Contrairement aux idées reçues et aux observations rapides des affleu-

rements, les couches successives ne sont pas toutes parfaitement planes et empilées horizontalement sur l'étendue d'un bassin sédimentaire. Le littoral est toujours en pente : les particules sédimentaires apportées par les fleuves se déposent sur cette pente au fur et à mesure que le courant faiblit au contact de la masse d'eau de la mer. La majorité des sédiments se déposent près de la côte ; seules les fractions les plus fines sont portées plus loin, dans la mer. Les couches sédimentaires forment donc une sorte de prisme, renflé près du littoral, qui s'amincit vers le large et vers le continent (voir la figure 2). La position de ce prisme, et la forme et la composition, minéralogique et paléontologique, des couches sédimentaires qui le composent dépendent du sens de variation du niveau marin lors du dépôt.

Lorsque le niveau marin baisse, la ligne de rivage se déplace brusquement vers le large, dans une régression dite «forcée» : l'altitude absolue de l'embouchure des fleuves s'abais-

sant, la pente de ces derniers augmente, et le courant y est plus fort. Le lit des fleuves est alors creusé. Les cours d'eau s'encaissent, et l'ancienne zone littorale est érodée. Les sédiments arrachés affluent sur le nouveau rivage et s'y déposent en couches qui s'abaissent vers le large (voir la figure 3). Leur accumulation fait ensuite progressivement reculer la ligne de rivage vers le large : cette phase de régression est dite «normale».

À la régression succède une étape de transgression : le niveau marin remonte progressivement, et la ligne de rivage se déplace vers l'intérieur des terres. Cette avancée de la mer sur la terre, avec la remontée du niveau zéro à l'embouchure des fleuves, diminue la pente des cours d'eau, donc leur pouvoir d'érosion et de transport. Moins de sédiments sont apportés et ces derniers, en se déposant, créent un nouveau prisme, décalé vers le continent. Ce prisme est composé de couches horizontales qui s'amincissent vers le large. L'empilement ainsi formé est séparé

de l'empilement des couches de bas niveau marin par une «surface de transgression» caractéristique : les couches transgressives, qui gagnent progressivement vers l'intérieur du continent à mesure que le niveau monte, butent sur l'ensemble plus incliné déposé en bas niveau marin.

Durcissement des surfaces et limites des couches

Dans les phases de remontée rapide du niveau marin, le courant des fleuves est tellement ralenti que les sédiments produits par les érosions et les altérations continentales ne parviennent plus à la mer : la sédimentation y subit de multiples arrêts. Pendant ces arrêts, à l'interface entre les sédiments et l'eau, des réactions de dissolution et de précipitation des minéraux, favorisées par la présence de films bactériens, entraînent le durcissement de la surface du fond sous-marin. Ce durcissement crée les limites nettes entre les couches que nous observons aujourd'hui. En zone littorale et à faible



1. CET AFFLEUREMENT ROCHEUX de la région d'Agadir, au Maroc, témoigne d'une brusque baisse et d'une remontée du niveau de la mer. Une vallée a été creusée par un fleuve dans des sédiments marins lors d'une baisse du niveau de la mer, puis comblée par des dépôts

de marais littoraux (roches plus dures au milieu de la photographie). L'étude de la forme et de la composition des couches sédimentaires sur tout un bassin permet de reconstituer l'histoire locale des fluctuations du niveau marin.