

L'exploitation des sables et granulats marins : une menace pour les littoraux ?

Auteur : Éric CHAUMILLON

Professeur en géologie marine et côtière

UMR LIENSs (Littoral ENVironnement et Sociétés), université de La Rochelle

Sables et granulats : définitions, différences et origine

Le sable correspond à une définition granulométrique ; il est constitué de grains dont la taille est comprise entre 63 microns et 2 mm. Une telle définition ne prend pas en compte la nature minéralogique des grains. Mais les sables sont essentiellement constitués de grains détritiques, c'est-à-dire de fragments d'une roche préexistante, résultant des actions successives de l'altération, de l'érosion et du transport. Les sables siliceux sont dominants car les roches de notre planète sont essentiellement composées de minéraux silicatés ; parmi ces minéraux, il en existe un, le quartz, très fréquent et quasiment inaltérable. Ainsi après érosion de la roche mère, les grains de quartz se retrouvent-ils en abondance dans le sable. Une autre catégorie fréquente est le sable calcaire (le fameux sable blanc des plages tropicales !). Ce sable est également principalement détritique : il provient de la fragmentation d'une roche calcaire préexistante ou d'accumulations de coquilles calcaires d'organismes.

À l'échelle planétaire, le sable représente environ 1/3 du total des sédiments et semble inépuisable car il est estimé à 120 millions de milliards de tonnes ! Le nombre de grains de sable sur la planète serait ainsi équivalent au nombre d'étoiles dans l'univers ! Mais la plus grande partie du sable est inexploitable car profondément enfouie dans les océans ou sous d'autres sédiments.

Les granulats sont quant à eux des matériaux granulaires exploités par l'homme et correspondant à des fragments de roches dont la taille est inférieure à 125 mm. Ils comprennent principalement des sables et graviers. Les granulats sont soit d'origine naturelle (continentaux ou marins), soit proviennent de l'action de l'homme (roches concassées, recyclage).

Comme pour le sable, les granulats naturels sont essentiellement d'origine détritique et les deux principaux types minéralogiques sont les granulats siliceux et calcaires.

Bien que présents en très grande quantité, sables et granulats se forment sur des échelles de temps géologiques (plusieurs milliers, voire millions d'années). Les ressources exploitables de sables et granulats sont donc limitées et non renouvelables.

Les granulats marins

Les granulats marins exploitables sont situés sur la plate-forme continentale (tranche d'eau comprise entre 0 et -200 m environ). En raison de l'impact potentiel de l'exploitation des granulats marins sur les côtes sédimentaires, il est important de faire la distinction entre accumulations reliques et accumulations actuelles.

Les accumulations reliques se sont formées dans des conditions hydrodynamiques et sédimentaires très différentes des conditions actuelles. En effet depuis 2 millions d'années environ (période quaternaire), les alternances de périodes glaciaires et interglaciaires ont entraîné des variations du niveau marin d'une amplitude de l'ordre de 100 m, avec une fréquence d'environ 100 000 ans. Pendant les périodes de chute du niveau marin, les fleuves, les rivières, les littoraux et leurs cortèges de dépôts détritiques, se sont déposés sur la plate-forme continentale, maintenant inondée. Ainsi, sous la mer existent des stocks sédimentaires

détritiques reliques ou fossiles, principalement sous forme de remplissage de vallées (figure 1), de bancs (figure 2) et anciennes barrières littorales ainsi que de nappes (figure 1).

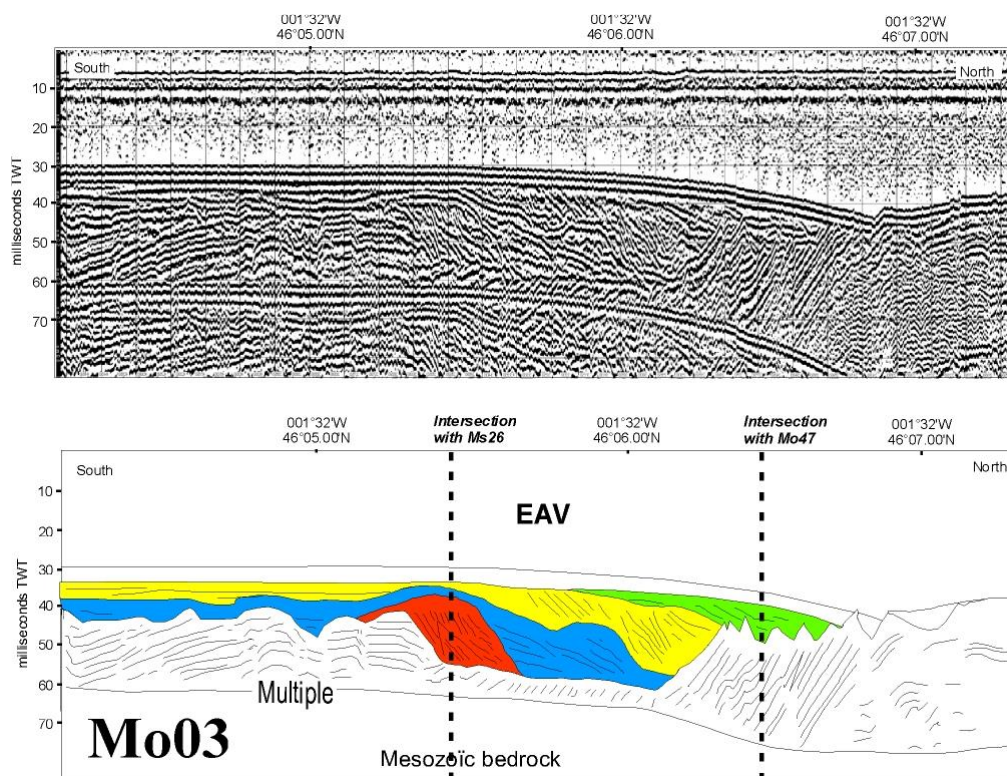


Figure 1. Extrait d'un profil sismique illustrant une coupe perpendiculaire à la vallée sous-marine de la Charente (Weber *et al.*, 2004 [5]). Cette vallée est comblée par plusieurs unités sableuses reliques. Des extractions de granulats sont réalisées dans certaines de ces unités.

Les accumulations actuelles sont le produit de l'hydrodynamique récente. Ces accumulations forment principalement des bancs (figure 2) et des champs de dunes sous-marines.

La transition entre les deux catégories, reliques et actuelles, n'est pas toujours aisée. Il existe souvent des bancs constitués d'un noyau relique recouvert par des dépôts actuels (figure 2).

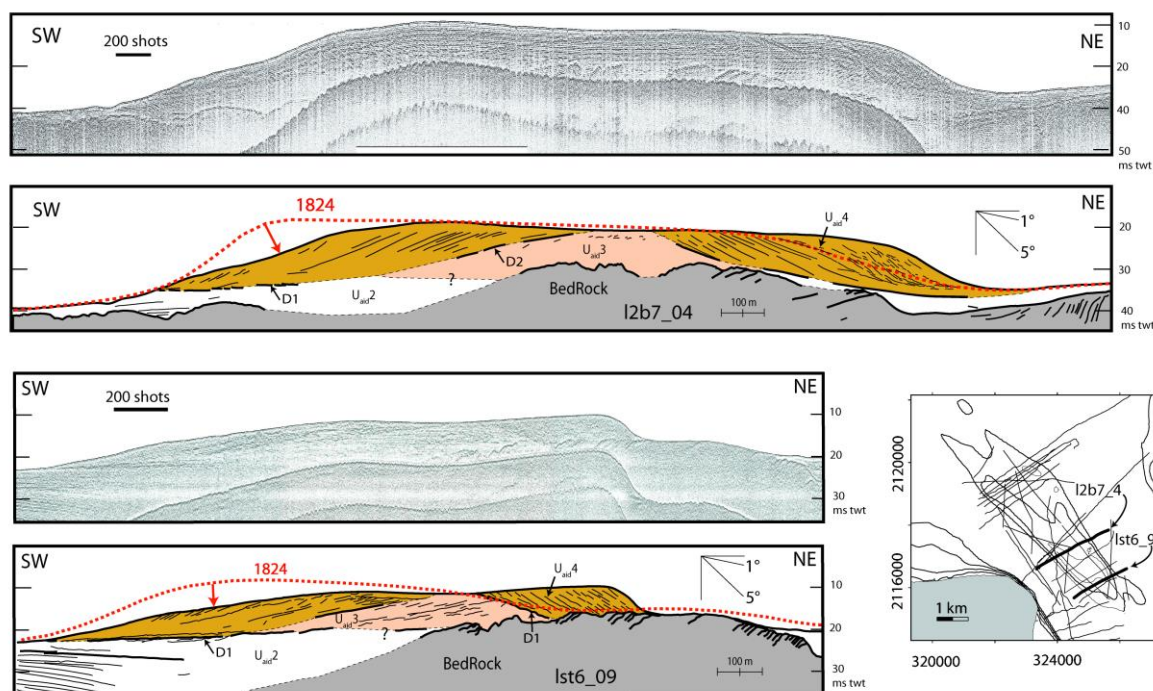


Figure 2. Extrait de profils sismiques illustrant deux coupes perpendiculaires au banc de sable de la Longe de Boyard, localisé au large de l'embouchure de la Charente, entre les îles d'Aix et d'Oléron (Chaumillon *et al.*, 2008 [1]). Ce banc de sable est localisé dans une embouchure et est constitué par deux unités sableuses. Ce banc est parfois une source de granulats pour le rechargement de plages.

Les granulats : la deuxième ressource naturelle la plus consommée dans le monde

Les granulats siliceux sont essentiellement utilisés pour la construction, le rechargement des plages et la protection des côtes, la poldérisation, les routes et voies ferrées, le drainage. Les usages des granulats siliceux dépendent de leur qualité. Ceux de haute qualité (bien triés et dépourvus de boues) sont utilisés pour les bétons et le revêtement des routes. Ceux de moins bonne qualité sont utilisés pour les fondations, le pavement des routes, des voies ferrées, pour les digues, etc.

Les granulats calcaires sont utilisés pour l'amendement des terres agricoles afin de limiter l'acidité des sols, pour le traitement de l'eau et même pour l'alimentation des poules pondeuses.

La consommation mondiale de granulats est croissante et atteint des valeurs colossales, environ 15 milliards de tonnes par an. Pour comparaison, les exportations sédimentaires de l'ensemble des fleuves de la planète vers la mer sont évaluées entre 15 et 18 milliards de tonnes par an (Syvitski *et al.*, 2005 [4]). Ainsi les granulats représentent la deuxième ressource naturelle la plus consommée (en masse), après l'eau, mais avant le pétrole et le gaz.

En ce qui concerne les granulats marins, les plus grands extracteurs sont, par ordre décroissant, le Japon, les Pays-Bas, Hong Kong, la Corée et le Royaume Uni (Garel *et al.*, 2009 [2]). Ces régions ont deux points communs : leurs ressources à terre sont limitées ou épuisées, il existe à la fois une pression environnementale forte sur les carrières et une forte consommation.



En France, la production de granulats a crû de 280 à 400 millions de tonnes/an en 30 ans. Elle est actuellement de 7 t/habitant/an. Ainsi pour faire 1 km d'autoroute, il faut de 20 000 à 30 000 t de granulats, et de 100 à 300 t pour une maison individuelle. Le Stade de France, par exemple a consommé 250 000 t de granulats.

En France, les origines des granulats sont, par ordre décroissant : (1) la fragmentation des roches massives (199 millions de tonnes/an), (2) les alluvions fluviales (100,6 millions de tonnes/an), (3) le recyclage (23,4 millions de tonnes/an), (4) les sables non alluvionnaires (19 millions de tonnes/an), (5) les granulats marins (7,5 millions de tonnes/an) (Chiffres UNPG 2014 [9]). NB : Les granulats marins sont interdits pour les remblais.

Plages et barrières sédimentaires : la meilleure protection contre la hausse du niveau marin et les submersions marines

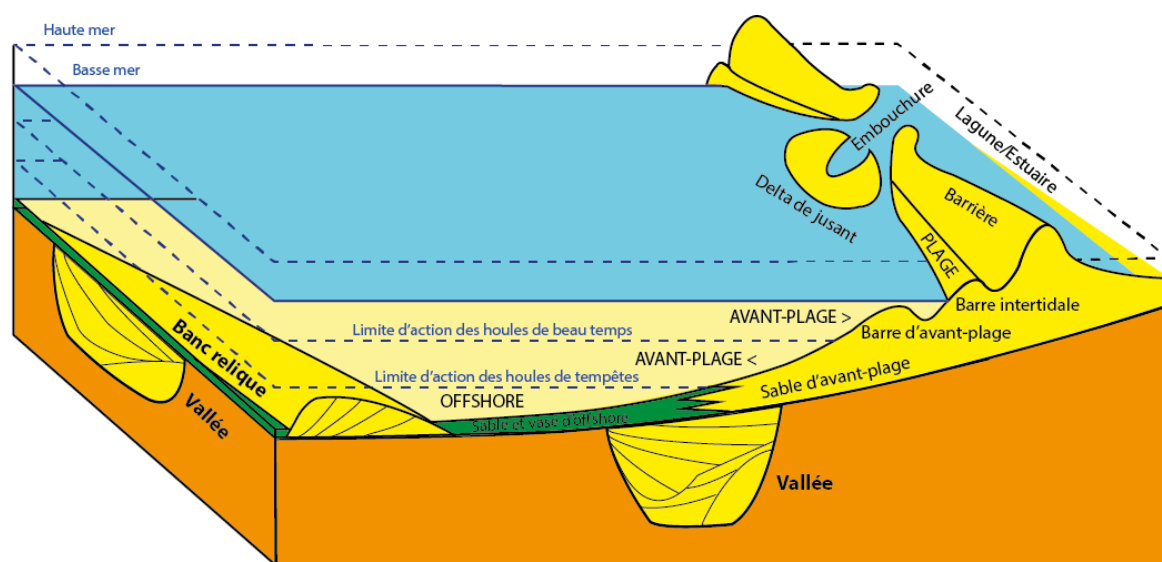


Figure 3. Bloc-diagramme schématique, illustrant les composantes morphologiques et stratigraphiques essentielles d'une côte sédimentaire. Les principaux réservoirs sableux sont représentés en jaune, avec une distinction entre les accumulations reliques (bancs reliques, vallées, base de sables d'avant-plage) et les accumulations actuelles (barres intertidales et d'avant-plage, barrière, delta de jasant, toit des sables d'avant-plage).

Les barrières sédimentaires sont des accumulations sédimentaires, constituées principalement de sables, de graviers et parfois de galets, qui forment des reliefs parallèles au rivage le long de côtes dominées par les vagues. Les plages sont des zones sédimentaires comprises entre la limite supérieure d'action des vagues et le niveau de plus basse mer. Les plages se prolongent le plus souvent vers le large par une avant-plage sableuse qui s'étend jusqu'à la limite d'action des vagues sur le fond marin. Le domaine plus profond que la limite d'action des vagues est qualifié de zone offshore. Les accumulations sédimentaires actuelles sont situées dans la zone d'avant-plage et les accumulations reliques sont situées dans la zone offshore. Il existe aussi des accumulations fossiles de granulats qui sont situées dans la zone d'avant-plage sous les dépôts actuels et qui n'entrent donc plus dans la dynamique sédimentaire actuelle. Mais la limite entre l'offshore et l'avant-plage n'est pas toujours aisée à identifier, car elle dépend de la longueur d'onde des vagues elle-même très variable. Les barrières et les plages sont majoritairement en érosion à l'échelle globale. Or ces

accumulations sédimentaires sont la meilleure protection contre le vent, les vagues, les tempêtes et la submersion. En outre elles constituent une part dominante des économies côtières depuis que le tourisme sur les côtes est considéré comme la plus grande activité avec une importance économique croissante lors des 50 dernières années (Miller, 1993 [3]).

Interactions des accumulations de sables et granulats avec le littoral

Les extractions de granulats marins sont réalisées le plus souvent dans le domaine d'avant-côte, en face des plages et barrières, ou en face des embouchures. Les plages, les barrières et les embouchures sont les environnements physiques parmi les plus changeants de la planète, avec une dynamique sédimentaire très rapide et importante. Une part majeure de cette dynamique se réalise perpendiculairement au rivage, entre l'avant-plage et la plage, sous l'effet des vagues. Quand les vagues sont modérées, elles transportent des sédiments vers la plage, au contraire, quand elles sont fortes, en particulier lors des tempêtes, elles transportent des sédiments vers l'avant-plage. Ainsi la zone d'avant-plage constitue un réservoir sédimentaire essentiel pour le rechargement naturel des plages et des barrières. L'extraction dans cette zone peut donc conduire à une diminution des stocks sédimentaires potentiellement mobilisables pour recharger les plages. Les dépressions liées aux dragages peuvent aussi constituer des pièges pour les sédiments qui transitent entre la plage et l'avant-plage. Si l'extraction est trop proche du rivage, cela peut entraîner un glissement de la plage vers le large. L'extraction sur des bancs au large peut également entraîner une diminution de leur hauteur et donc de la protection qu'ils offrent vis-à-vis des vagues. Parfois, les sillons liés à l'extraction peuvent réduire l'énergie des houles au rivage.

Chaque côte et avant-côte ayant ses propres caractéristiques hydrodynamiques, géomorphologiques et sédimentologiques, une analyse spécifique doit être conduite sur chaque site d'extraction potentiel, en prenant en compte la profondeur d'eau, la distance à la côte, la distribution des bancs de sable, l'exposition de la côte, le climat des vagues, les courants de marée et le marnage, la direction et l'amplitude des tempêtes, la réfraction et la réflexion des vagues, la nature sédimentaire des fonds marins (Garel *et al.*, 2009 [2]).

Les extractions de sables et granulats peuvent être utilisées pour le rechargement des plages et la protection des côtes. Cette méthode de protection côtière, qualifiée de douce, offre l'avantage de préserver, voire reconstituer la barrière sédimentaire, alors que les protections en dur (digues, épis, brise-lames) conduisent à une diminution ou une disparition de la plage.

Perspectives

Parmi les verrous qui limitent les avis des experts pour déterminer les impacts des extractions de granulats marins sur les côtes, le plus critique est probablement la connaissance encore limitée des échanges et des flux sédimentaires perpendiculaires au rivage. En particulier, le transport pendant les fortes tempêtes, bien que très important, n'est pas mesuré et pas, ou mal, pris en compte. En relation avec cette méconnaissance, la distinction entre les stocks sédimentaires fossiles et actuels est encore très difficile.

Références bibliographiques :

- [1] Chaumillon E., Bertin X., Falchetto H., Allard J., Weber N., Walker P., Pouvreau N. & Woppelmann G., 2008. Multi time Scale Evolution of a wide estuary linear sandbank, the Longe de Boyard, Atlantic coast of France. *Marine Geology*, 251, 209-223.
- [2] Garel E., Bonne W. & Collins M.B., 2009. Offshore sand and gravel mining. Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. In : *Encyclopedia of Ocean Sciences* (Second Edition). Edited by John H. Steele, Academic Press, Oxford, 182-190, <http://dx.doi.org/10.1016/B978-012374473-9.00758-X>.
- [3] Miller M.L., 1993. The rise of coastal and marine tourism. *Ocean and Coastal Management*, 20, 181-199.

- [4] Syvitski J.P., Vörösmarty C.J., Kettner A.J. & Green P., 2005. Impact of Humans on the Flux of Terrestrial Sediment to the Global Coastal Ocean. *Science*, 308 (5720), 376-80.
- [5] Weber N., Chaumillon E., Tesson M. & Garland T., 2004. Architecture and morphology of the outer segment of a mixed tide and wave-dominated incised valley, revealed by HR seismic reflection profiling : The paleo-Charente River, France. *Marine Geology*, 207, 17-38.

Pour en savoir plus :

- [6] Desprez M. & Lafite R., 2012. *Suivi des impacts de l'extraction de granulats marins : Synthèse des connaissances 2012 (GIS SIEGMA)*. Publications des Universités de Rouen et du Havre, 43 p.
- [7] Latteux B., 2008. *Exploitation de matériaux marins et stabilité du littoral*. Ed. Quae, Versailles, 162 p.
- [8] Union nationale des producteurs de granulats, UNPG, 2011. *Carrières et granulats à l'horizon 2030*. Livre Blanc, 65 p.
- [9] Union nationale des producteurs de granulats, UNPG, 2014 :
http://www.unpg.fr/dossiers/biblioth__que/granulats___les_chiffres_cles_2014