

possible les effets de la lune, et finit par les réduire d'un tiers.

Ce désaccord produit la *morte eau*. Avec la faiblesse des marées croît l'influence relative du vent. C'était là son but.

Mais, bientôt, frappé de la faiblesse des résultats de ses efforts isolés le soleil tente un rapprochement. A la quadrature succède la conjonction des deux astres. Le résultat ne se fait pas attendre : Leurs efforts combinés ramènent la période de *vive eau*.

La conjonction dure peu, le désaccord ramène la quadrature, et les périodes de marées de *morte eau* succèdent alternativement et indéfiniment à celles de *vive eau*, suivant que le soleil et la lune sont en *quadrature*, ou en *conjonction* ou en *opposition* (1).

Pendant ce temps, que fait le vent ?

Avec sa légèreté et sa mobilité proverbiales, il s'abandonne à ses fantaisies et à ses caprices.

Passant brusquement du calme le plus plat, à l'agitation la plus violente, il souffle tantôt de terre pour s'opposer à la marée montante, tantôt de la haute mer pour l'aider à envahir les continents. Il déconcerte ainsi les calculs les plus savants des astronomes.

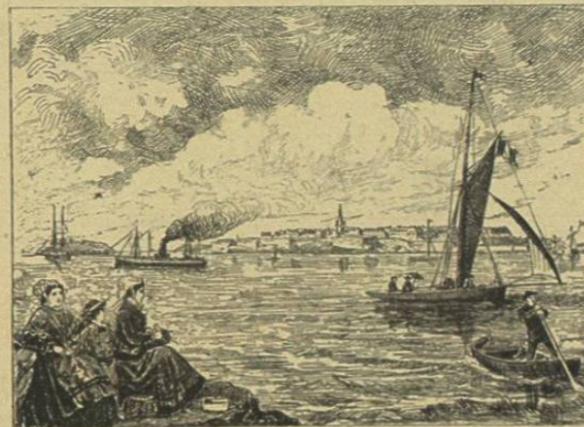
— Mais, pendant que nous causons de la mer et du vent, reprend le père Mathurin, la mer a monté, le vent fraîchit, je vais *larguer les amarres*, et il se dirige vers son embarcation, sans vous en dire davantage.

Pour compléter la narration du vieux matelot sur les marées, j'emprunterai au *Voyage d'une fillette au pays des étoiles* de M. P. Gouzy, les lignes suivantes :

« Je me souviens qu'il y a quelques années, l'observatoire avait annoncé qu'à un certain jour Saint-Malo verrait la *plus*

(1) Les ouvrages spéciaux de cosmographie donnent la théorie scientifique du phénomène des marées, ce que le cadre de cet ouvrage ne nous permet pas de faire.

*grande marée du siècle*. Une foule de Parisiens accoururent au spectacle, faisant des vœux pour que le vent d'ouest jetât pour leur plaisir, la mer en fureur sur la pauvre ville, qui, de son côté, invoquait le vent d'est avec ferveur ; car si le vent d'est devait priver les Parisiens d'un spectacle, il sauverait ses maisons menacées.



Saint-Malo vu de Dinard.

« — Le vent souffla de l'est et la *plus belle marée du siècle* se trouva être une marée d'équinoxe ordinaire.

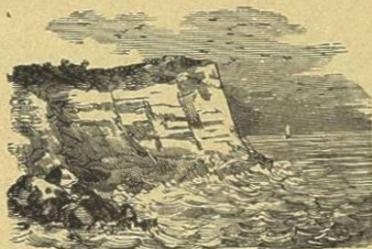
« — Les Parisiens pestaient contre les astronomes, comme s'ils avaient disposé de l'outre d'Éole. Quant aux Malouins ils se frottaient les mains, car ils avaient sauvé leurs maisons, et empêché l'argent des curieux Parisiens. »

#### ÉROSION DES COTES PAR LA MER

Si les habitants de Saint-Malo, les Malouins, ne sont pas rassurés quand le vent souffle en tempête par les marées d'équinoxe, c'est que, comme tous les gens de mer, ils sont instruits

par l'expérience, et qu'ils savent que c'est par les tempêtes et les marées surtout, que la mer attaque et démolit les roches tendres et dures qui constituent les côtes qui l'enserrent.

Car c'est une grande démolisseuse que la mer et une ouvrière laborieuse. Comme la nature elle-même dont elle fait partie, elle ne prend de repos ni jour ni nuit. Toujours à la tâche, elle démolit sans relâche d'un côté, pour reconstruire d'un autre, semblable en cela aux fleuves qui dans leurs crûes démolissent certaines parties de leurs rives pour en transporter les maté-



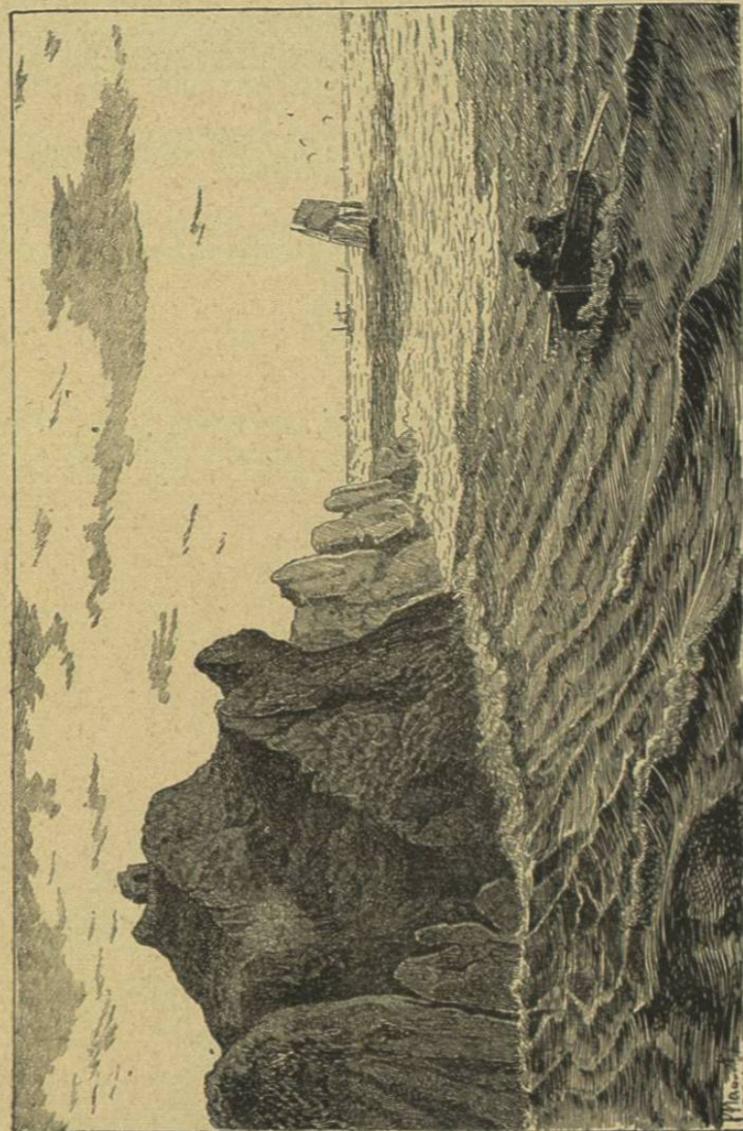
Falaises crétacées du pays de Caux.

riaux et les déposer ensuite sous forme d'attérissements sur d'autres points de leur lit.

« Pour avoir une idée (1) de la force destructive exercée par les flots de l'océan, il suffit de les contempler, par un jour de tempête, du haut des falaises crayeuses de Dieppe ou du Havre. A ses pieds, on voit l'armée des vagues blanchissantes se ruer à l'assaut des rochers. Poussées à la fois par le vent du large, la marée et le courant latéral, elles bondissent par-dessus les écueils et les talus du bord et viennent frapper obliquement la base des falaises.

« Leur choc fait trembler les énormes murailles jusqu'à la cime, et leur fracas se répercute dans toutes les anfractuosités. Projetée dans les fentes du roc avec une terrible force d'impul-

(1) Elisée Reclus.



Erosion des rochers par les flots de la mer. — Le cap Gros-Nez à Jersey.

sion, l'eau délaye toutes les matières argileuses ou calcaires, déchausse peu à peu les blocs ou les assises plus solides, les arrache d'un coup, puis les roule sur la grève ou les brise en galets qu'elle promène avec un bruit formidable.

« A travers le tourbillon d'écume bouillonnante qui assiège le rivage, on ne fait qu'entrevoir l'œuvre de démolition ; mais les



Falaises de Houlgate.

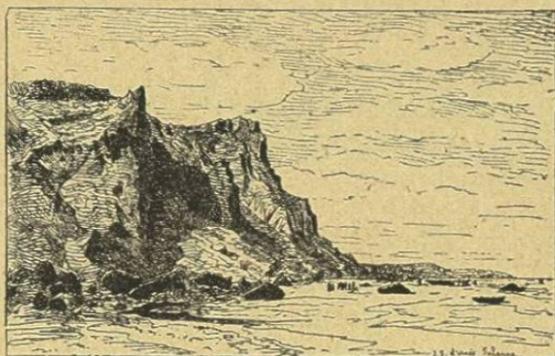
vagues sont tellement chargées de débris, qu'elles offrent jusqu'à l'horizon une couleur noirâtre et terreuse.

« Quand la tourmente a cessé, on peut mesurer les empiètements de la mer et calculer les milliers de mètres cubes de pierre engloutis et transformés en galets et en sable.

« Vers la fin de l'année 1862, pendant l'une des plus terribles tempêtes du siècle, M. Leunier a vu la mer abattre les rochers de la Hève sur une épaisseur de 15 mètres. Depuis l'année 1100, les eaux de la Manche, aidées par les pluies, les gelées et les autres intempéries qui agissent fortement sur les assises supé-

rieures, ont entraîné cette falaise de plus de 1400 mètres, soit de 2 mètres par an. L'endroit où se trouvait jadis le village de Sainte-Adresse reculant toujours devant le flot, est remplacé maintenant par le banc de l'Éclat.

« M. Bonniceau, l'un des savants, qui ont le mieux étudié les phénomènes de l'érosion des rivages, évalue à un quart de mètre au moins la fraction de falaise qui est enlevée en moyenne par la mer aux côtes du Calvados, tandis que sur le littoral de la



Falaises de Houlgate, aux Vaches-Noires.

Seine-Inférieure, on ne peut considérer l'érosion annuelle comme moindre de 30 centimètres. »

La nature des matériaux qui constituent les roches que la mer bat continuellement en brèche permet de les classer en trois éléments essentiels : Le calcaire, l'argile, et la silice.

L'argile et le calcaire sont déposés sous forme de vase, et constituent ce que sur les rives de la Manche on appelle des *gains de flot*. La silice contribue à la formation des plages de sable, très appréciées et très recherchées par les amateurs de bains de mer.

La silice est souvent associée au calcaire. Dans les contrées siliceuses, c'est-à-dire qui manquent de calcaire, les dépôts marins de sables calcaires très coquilliers sont de véritables

richesses minérales exploitées par l'agriculture. Certaines graminées en effet, notamment le blé, et un grand nombre de légumineuses comme la luzerne et le trèfle, ne peuvent pas prospérer dans un sol qui ne contient pas de calcaire ou de chaux, en quantité suffisante.

En Basse Bretagne, il est fort intéressant de voir sur les routes, les paysans de l'intérieur se diriger en longues files de charrettes vers les plages de la côte, où ils vont charger la *traëz* ou le *tréz*. C'est ainsi qu'ils nomment en bas breton le sable calcaire que leur fournit la mer, et dont ils se servent pour amender leurs terres. Charmant les ennuis de leur long voyage, et rythmant leurs chants sur la lente cadence de leurs attelages, ils psalmodient en mélodies traînantes les ballades légendaires de leurs anciens bardes, qu'ils se transmettent depuis des siècles, de génération en génération.

En Normandie on appelle *maërl* ou *merl* le sable coquillier calcaire et *tangue* la vase calcaire de mer. Outre les débris de coquillages de toute sorte, ce sable contient des fragments de madrépores analogues aux coraux qui constituent les récifs madréporiques ou *atolls* de l'Océanie.

Malgré son activité incessante, la mer mettrait beaucoup de temps à réédifier des terrains nouveaux avec les débris des anciens, si les deux maîtres de la goutte d'eau que nous avons déjà présentés à nos lecteurs, le soleil et le vent, ne venaient apporter à la mer leur aide et leur concours :

A marée basse, la mer quitte nos côtes pour aller activer la démolition d'autres parages sous d'autres latitudes. Profitant de son absence, le soleil dessèche le sable, le vent le retourne pour aider à la dessiccation ; puis, soufflant du large il en roule les grains les uns sur les autres en les poussant jusqu'au rivage. Là au-dessus du niveau des hautes marées, le sable est à l'abri de la mer, et le vent a beau jeu pour compléter son œuvre et l'accumuler en dépôts allongés qu'on appelle des dunes.

## DUNES.

Le nom de dunes vient du celtique (en bas breton le mot *tún* signifie colline ou coteau escarpé). De là le nom de Dunois donné à une partie de l'Orléannais, dont Chateaudun (castello dunum) faisait partie. D'autres villes telles que Dun-le-Palleteau, la Celle Dunoise, Saint-Sulpice-le-Dunois, Bussière-Dunoise, faisaient partie du Dunois de la Creuse. Nous citerons encore, comme ayant la même étymologie les noms de Dun-le-Roi, Dun-sur-Meuse, Issoudun, Loudun, Verdun, Saverdun, Dunkerque (en flammand : Duin-Kerken, église des dunes), Yverdun (en Suisse).

Les ouvriers puisatiers ont l'habitude d'accumuler les matériaux provenant de leurs travaux souterrains en amas d'une forme toute spéciale : ils roulent ces déblais à la brouette et les accumulent les uns sur les autres en les éloignant de l'orifice du puits. La rampe s'élève peu à peu, mais en pente très douce du côté du puits pour éviter de trop grands efforts de roulage. Il importe d'autre part de ne pas trop s'éloigner du puits, et c'est pour cela que les déblais doivent gagner en hauteur à mesure qu'ils avancent. A l'extrémité supérieure de la rampe, les ouvriers renversent leurs brouettes et les déblais roulent dans le vide en formant un talus dont l'inclinaison, beaucoup plus accentuée, varie avec la consistance de ces déblais.

Le travail du vent pour la construction des dunes est analogue à celui des puisatiers.

Du côté de la plage, le vent du large roule les grains de sable les uns sur les autres, de manière à les élever graduellement suivant une pente assez douce pour que la pesanteur ne les fasse pas retomber en sens inverse. Au moindre obstacle le sable apporté par le vent s'arrête, mais de nouveaux apports de

sable s'élèvent par dessus l'obstacle et vont retomber par derrière en formant un talus beaucoup plus rapide.

En résumé une dune est une masse de sables mouvants apportés par la mer, et que le vent pousse vers l'intérieur des terres jusqu'à ce qu'elle rencontre des obstacles capables de l'arrêter, ou bien qu'elle soit fixée par une robuste végétation arborescente.

Les dunes de sable s'élèvent sur le littoral presque partout où les rochers et les falaises ne s'opposent pas à leur avancement dans les terres. En France, les dunes les plus importantes se trouvent au sud de l'embouchure de la Gironde, dans le département des Landes.

« Sur le littoral des landes de Gascogne, dit Elisée Reclus, où les vagues de la mer apportent, chaque année, six millions de mètres cubes de sable, un très grand nombre de dunes dépassent une élévation de 75 mètres; il en existe même une, celle de Lascours, dont la longue croupe, parallèle au rivage de la mer atteint en plusieurs endroits 80 mètres, et dresse son dôme culminant à une altitude de 89 mètres.

« Il est vrai que cette hauteur semble marquer en France l'extrême limite ascensionnelle des sables, car les rangées de dunes situées à l'est de la dune de Lascours sont beaucoup moins élevées ».

En suivant la côte vers le nord, on trouve des dunes nombreuses dans le département de la Vendée aux environs de la ville des Sables d'Olonne, qui tire évidemment son nom de la proximité de ces dunes.

Dans la Manche on rencontre encore des dunes assez importantes à l'embouchure de la Somme.

A l'étranger, les côtes de la Hollande sont défendues contre l'envahissement des fortes marées par des dunes qui jouent le rôle de digues naturelles. Les flaques d'eau salée ainsi séparées de la mer ont formé des lacs intérieurs qu'on a desséchés. Ce

sont aujourd'hui des polders. Nous en parlerons dans le chapitre suivant.

Ce n'est pas seulement en Hollande que les dunes enferment dans les terres des étangs et des lacs salés. L'étang de Cazau et de Sanguinet, dans les landes de Gascogne, n'a pas d'autre origine. Il en est de même pour l'étang de Berre dans les Bouches-du-Rhône et les chotts du golfe de Gabès, en Tunisie.

« Nombreux sont les désastres (1) occasionnés par l'envahissement des dunes ou des étangs pendant l'ère historique :

« Les villages situés à la base orientale des dunes de Gascogne, sur le bord des étangs, devaient se déplacer de temps en temps vers l'est, sous peine d'être engloutis par les sables ou par les eaux. A l'approche du danger, les habitants essayaient quelquefois une vaine résistance. Dès qu'aux vents réguliers de l'ouest succédait pour quelque temps un vent d'est, pâtres et cultivateurs, armés de pelles et de pioches, se rendaient en toute hâte au sommet des dunes et, pleins d'une ardeur impuissante, ils démolissaient la crête des sables pour la livrer au souffle de l'air. Mais bientôt les vents réguliers reportaient le sable vers l'intérieur ; les dunes recommençaient à marcher et mettaient l'armée des paysans en déroute. Sous peine d'être engloutis, ils devaient détruire leurs cabanes, pour en emporter les matériaux et se bâtir de nouvelles demeures à une certaine distance dans l'intérieur de la lande.

« Les années, les siècles s'écoulaient ; mais les dunes et les étangs marchaient toujours, et de nouveau les habitants étaient condamnés à transférer leurs villages au milieu des bruyères. C'étaient là des malheurs prévus, et la chronique garde le silence sur ces émigrations successives ; elle se borne à mentionner les noms de quelques églises qu'on a dû abandonner aux sables pour les reconstruire au loin sur le plateau des landes.

« Ainsi, nous savons que l'église de Lège a été rebâtie en 1480

(1) Élisée Reclus.

et en 1650, la première fois à 4 kilomètres, la seconde à 3 kilomètres plus avant dans l'intérieur des terres ; mais les étapes des autres localités de la même zone ne sont pas connues d'une manière précise.

« Quant aux bourgs aujourd'hui disparus de Lislan, de Lélou, et de plusieurs autres encore, on ignore jusqu'à leur ancien emplacement. Après avoir perdu son port et ses hameaux, le bourg de Mimizan, jadis très important, allait être englouti tout entier, lorsque, au moment suprême, on réussit enfin à fixer les dunes par des palissades et des plantations. Le demi-cercle des collines envahissantes, pareil à la gueule ébréchée d'un cratère, semble être encore sur le point de dévorer les maisons ».

#### FIXATION DES DUNES

Le vent étant la principale cause de l'avancement des dunes, il était naturel de chercher à détruire l'effet en détruisant la cause. C'est par des plantations de pin maritime qu'on a formé des abris suffisants pour fixer les dunes de la manière la plus efficace et la plus pratique.

De timides et pénibles essais de fixation de dunes avaient été faits, comme nous venons de le voir, avant 1787. Mais c'est à l'illustre Brémontier que revient l'honneur d'avoir définitivement arrêté les dunes de Gascogne. Par les travaux nombreux et consciencieux auxquels il s'est livré, cet ingénieur est arrivé à indiquer les procédés les plus certains et les plus pratiques pour vaincre les nombreuses difficultés que présente le boisement des dunes. Ses méthodes de plantation de pin maritime ou pin de Bordeaux contenues dans les *mémoires sur les dunes* qu'il a publiés en l'an V de la République, sont encore suivies aujourd'hui à quelques modifications près par les planteurs landais.

Grâce aux instructions contenues dans ce mémoire, grâce à la culture du pin maritime qui s'est développée dans toute la

région, depuis un siècle, grâce à la résine que produit cet arbre *résineux*, grâce enfin à l'abri qu'il fournit contre les vents régnants de l'ouest, les dunes de Gascogne sont devenues aujourd'hui une source de richesses pour le pays, puisqu'on estime à six cents francs la valeur d'un hectare de dunes boisées.

En outre les racines des arbres pénétrant à une grande profondeur dans les sables viennent pour ainsi dire pomper, aspirer, continuellement les eaux des lacs salés qu'ils évaporent au soleil à l'aide de leurs longues aiguilles couplées deux à deux ; de sorte que les anciennes fondrières, les *blouses*, comme on les appelle dans le pays, ont à peu près complètement disparu.

Il faut donc bien se garder de déboiser les sables mouvants, partout où il en existe. C'est pourtant une lourde faute qu'ont commise les Prussiens si prudents et si circonspects, d'ordinaire. Ils ont, dans les circonstances suivantes été les premières victimes de la rapacité de leur propre roi Frédéric-Guillaume I<sup>er</sup> qui a laissé dans l'histoire une réputation d'avare fieffé (1713-1740).

« Encore au siècle dernier, dit Reclus, le roi de Prusse Frédéric-Guillaume I<sup>er</sup>, fit abattre la forêt de pins qui s'étendait sans interruption sur les dunes de la Frische Nehrung, de Dantzig, à Pillau. L'opération lui rapporta la somme de 200 mille écus ; mais les sables montants envahirent la grande baie intérieure, détruisirent les pêcheries, obstruèrent le chenal de navigation, ensevelirent les forteresses de défenses et modifièrent de la manière la plus fâcheuse l'économie hydraulique de tous ces parages. »

Ce triste roi avait tué la poule aux œufs d'or :

S'étant lui-même ôté le plus beau de son bien.  
Belle leçon, pour les gens chiches !  
Pendant ces derniers temps, combien en a-t-on vus  
Qui du soir au matin sont pauvres devenus  
Pour vouloir trop tôt être riches !

LA FONTAINE.

Par ce qui précède, il est facile de comprendre que les dunes

ne se forment pas exclusivement sur les bords de la mer.

Sur les rivages sablonneux des lacs intérieurs, dans les déserts nombreux répartis à la surface du globe, partout enfin où il se trouve de grandes masses de sable fin et des vents réguliers violents, il se forme des dunes qui se déplacent en s'avancant régulièrement dans la direction opposée à celle des vents régnants jusqu'à ce qu'ils rencontrent un obstacle capable de les arrêter.

Nous avons des exemples de dunes dans le Sahara algérien. La présence de notre faible goutte d'eau suffit pour les arrêter, car nous avons vu précédemment que sans elle, la végétation des palmiers est impossible. Le palmier dans le désert joue le rôle du pin de Bordeaux dans les Landes, il arrête les sables mouvants, et par l'ombrage et l'abri qu'il fournit, il contribue puissamment à la création des centres de végétation et de verdure qu'on appelle au désert des Oasis.

#### BARRES ET MASCARETS

Comme les grains de sable des dunes, nous nous sommes laissé entraîner nous-même fort loin de la mer dans les déserts arides et secs. Il nous faut maintenant revenir sur nos pas, et retourner aux lieux où notre goutte d'eau règne en souveraine, à l'Océan, à ses marées et à l'embouchure des fleuves.

A ces embouchures, la marée montante ne rencontre pas de côtes, mais elle a à lutter contre le courant et la masse des eaux douces qui s'écoulent vers l'Océan. Cette lutte donne lieu à un remous rectiligne que les marins appellent *barre*.

Les dimensions de la barre, et l'énergie de la lutte croissent évidemment avec l'importance du fleuve et la hauteur de la marée. C'est donc à l'embouchure des grands fleuves et à l'époque des grandes marées équinoxiales que les barres offrent l'aspect le plus imposant.