

La marée noire sur la côte Nord du Finistère *

I. — ZONE ETUDIEE : CHOIX DE LA PLAGE DE BEG AN FRY.

A la suite du parcours, à marée basse, de l'ensemble des zones polluées situées entre l'est de la pointe de Primel et la pointe de Locquirec, c'est la grève de Beg an Fry qui a été choisie pour l'observation continue des mouvements du dépôt pétrolier, de l'évolution des revêtements sur la roche et les sédiments et des conséquences biologiques à court terme, puis éventuellement à longue échéance, de la pollution.

La grève de Beg an Fry rassemble dans une localisation géographique restreinte les principaux faciès observables tout le long de la côte visitée :

- roches en place sous forme de pointes parallèles avancées dans la mer, raccordées à la base aux falaises du système continu qui surplombe la côte depuis Saint-Jean-du-Doigt jusqu'au Moulin de la Rive (est de Locquirec) ;

- champs de blocs et éboulis issus de ces roches ;

- ceinture de galets sur tous les hauts de plages avec des extensions variables vers les niveaux plus profonds ;

- plage de sable fin et homogène, trié (125 microns), sous les zones de galets et entre les roches, élargie au niveau des basses mers et prolongée en fond sableux continu dans l'angle ouest de ce secteur au contact de la pointe de Beg an Fry.

D'autre part, l'accès de la grève est difficile, éloigné des grandes routes et des agglomérations et probablement peu propice à un nettoyage de grande envergure.

II. — DYNAMIQUE EVOLUTIVE DES DEPOTS.

A — MODIFICATION DES DÉPÔTS DE MAZOUT SUR LE SECTEUR ÉTUDIÉ

La description de l'évolution des dépôts gras est basée sur une série de visites échelonnées entre l'arrivée de la nappe polluante (marée du 11 avril 1967) et le début du mois de juin 1967 :

- marée du 14 avril : 3 jours après les premiers apports ;

- marée du 27 avril : une semaine après la fin des arrivées massives dues au passage de la nappe principale ;

- survol aérien de toute la côte le 7 mai ;

- marée du 11 mai avec les étudiants du 3^e cycle d'océanographie biologique ;

* Extrait d'un rapport collectif rédigé en juin 1967 par M^{lle} S. CHAMROUX, MM. Cl. CHASSÉ, G. DEROUX, J.-R. GRALL, J. LE FÈVRE, J.-P. L'HARDY, M^{me} M.-Th. L'HARDY-HALOS, M^{lle} Y. PERROT et M. J. VASSEROT.

— marées des 27 et 28 mai.

— marée du 4 juin.

Les dépôts épais et discontinus constatés le 14 avril se sont répartis et homogénéisés en même temps que des fragments résiduels de la nappe originelle continuaient à atterrir en petite quantité à chaque marée. Le 27 avril, après la grande vive eau du 24, le revêtement était continu sur toutes les parties rocheuses formant un vernis d'épaisseur variable entre le millimètre et le centimètre dans tout l'horizon des hautes mers et particulièrement au niveau des *Fucus spiralis*, des *Pelvetia canaliculata* et jusqu'aux lichens supra littoraux. Le revêtement descendait jusqu'aux *Fucus serratus* découverts et engluait entièrement les *Chthamalus stellatus* et la moulière. Les sables étaient encore tachés en surface par des arceaux de grosses granulations et entièrement luisants de film gras.

Des granulations d'émulsion brune truffaient l'intérieur du sable jusqu'à la limite des profondeurs atteintes en creusant. Ces masses d'émulsions agglutinées aux grains dans le volume du sédiment avaient alors des diamètres de quelques millimètres à plus d'un centimètre.

L'étude du 11 mai a révélé, en l'absence de nouveaux apports importants, l'ampleur du remaniement des dépôts par la mer en 3 semaines après la pollution massive et sous l'action des deux vives eaux du 24 avril et du 9 mai.

Les couches d'enduits rocheux sont alors fortement incrustées de sable, d'autant plus complètement qu'elles sont plus proches des bas niveaux de la marée ; on trouve, aux horizons inférieurs (*Fucus vesiculosus* var. *evanescentus* et *Fucus serratus*) des zones de roches en place entièrement décapées.

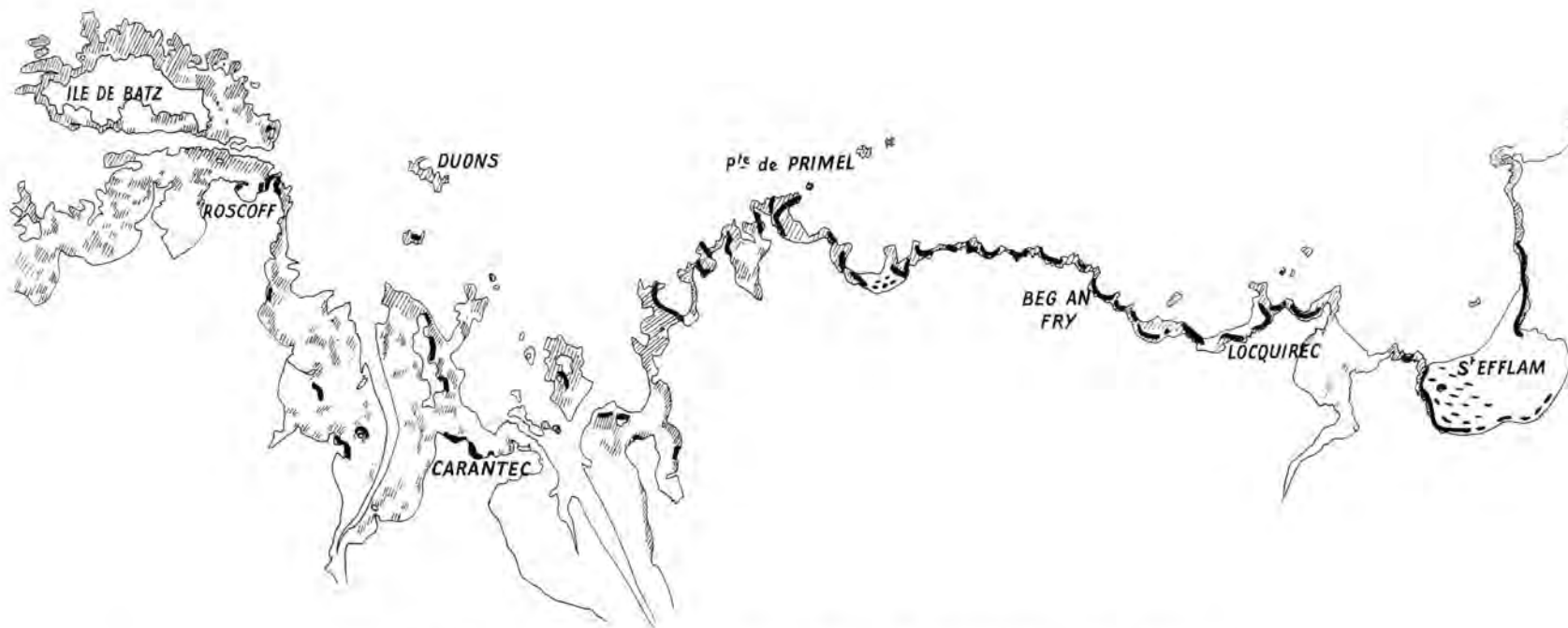
L'enduit des galets, sans incrustation sableuse aussi marquée, semble stabilisé sur la majeure partie de la grève, mais des zones totalement propres apparaissent par places : si l'on enlève ces galets propres, on s'aperçoit qu'ils recouvraient des galets enduits, il s'agit donc d'un enfouissement hydraulique dans les zones de grande turbulence et non de décapage superficiel.

La surface du sable semble propre à part quelques ourlets bruns déposés à l'extrémité de chaque vague au cours du jusan. Ces traces brunes disparaissent rapidement dès que la mer ne remonte plus jusqu'au niveau où elle les déposait. Cependant, chaque rigole d'écoulement, du niveau des sources à la limite de la basse mer, transporte une couche superficielle irisée qu'elle dépose à l'endroit où elle se perd dans le sable des niveaux inférieurs, ou qu'elle apporte à la mer libre.

Dans l'épaisseur des sédiments, l'émulsion grasse n'est plus visible à l'œil nu, mais le sable tache ce qui entre à son contact et l'eau phréatique des cavités creusées rapidement à la bêche se couvre de taches brunes.

Il semble que la libération de corps gras flottant en couche mince à partir de l'émulsion brune soit plus abondante dans les endroits où l'eau d'écoulement contient un apport d'eau douce plus important (ruisseau de l'ouest de la plage, par exemple).

Les 27 et 28 mai, le banc de galets situé à l'ouest du chemin d'arrivée a été nettoyé au bulldozer dont les traces se remarquent encore tout en haut de la plage. Le banc a été étalé vers le bas sur environ 3 à 5 m. Les galets les plus souillés ont été soit enlevés, soit enfouis à la limite de la plage de sable ; quoiqu'il en soit, ce secteur de la plage présente actuellement un aspect



Localisation de la pollution sur le littoral du Nord-Finistère. Le niveau des hautes mers et celui des basses mers ont été indiqués. Les hachures correspondent aux zones rocheuses. En noir, les dépôts de mazout.

Cette carte a été dressée à la suite du survol de la région, par C. CHASSÉ et J. VASSEROT, le 7 mai 1967.

artificiel avec une zone supérieure de galets à profil concave surplombant de 50 à 80 cm la zone de sable fin qu'elle recouvre partiellement.

Les zones de sables sont à peu près propres, mais il persiste à marée descendante des traînées de mazout et un film irisé sur toutes les surfaces humides. Le film et les flocons de mazout semblent absorbés par le sable lorsque celui-ci s'essore.

Des dépôts de mazout pouvant atteindre une surface de l'ordre du mètre carré ont encore eu lieu récemment sur les faces O. et S.O. des rochers de la zone étudiée ainsi que dans la zone des blocs à un niveau très élevé (entre les *Pelvetia* et le *Xanthoria*). La zone de galets est légèrement souillée par place.

B — MÉCANISMES

La grève de Beg an Fry, comme tout le reste de la côte polluée de Locquirec à Primel, se trouve en mode plus ou moins fortement battu sur presque toute sa surface. Les faces supérieures et les flancs nord et nord-est des roches de l'horizon à *Fucus vesiculosus* sont presque partout couvertes de la variété « *evesiculosus* », la forme typique ne se retrouve que dans les couloirs entre roches et sur la base sud et sud-ouest des gros blocs à la limite des *Fucus serratus*.

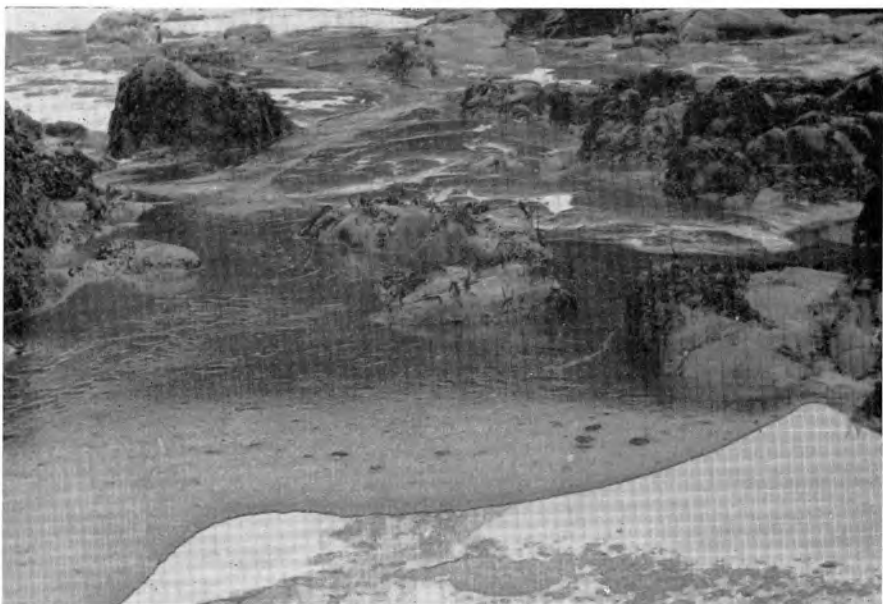
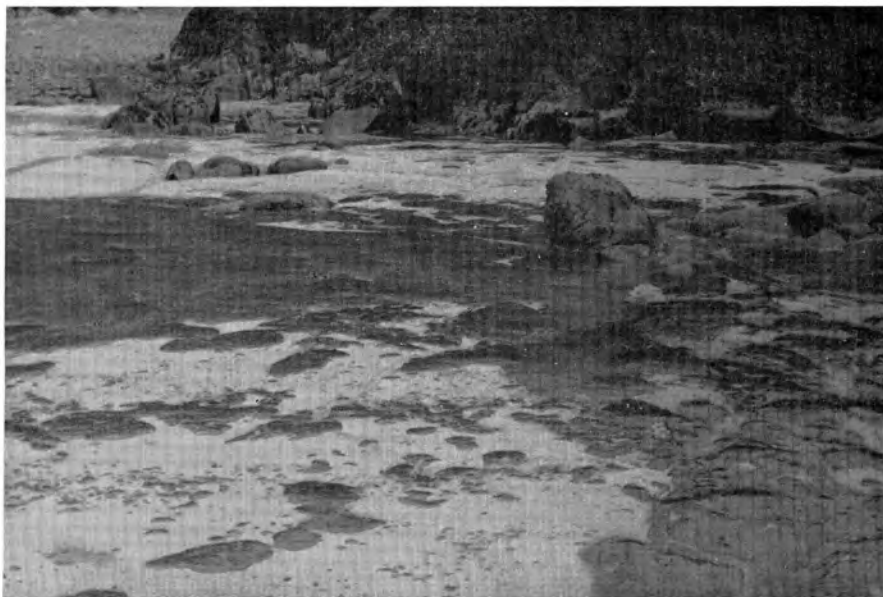
Dans ces conditions, le phénomène d'usure mécanique de la couche enduite sur les roches et le rôle des sédiments dans le cycle évolutif des émulsions grasses déposées sont assez faciles à mettre en évidence.

La zone rocheuse est découpée en deux temps sous l'action des mouvements du flot et du jusant. L'incrustation de sable d'abord, dans l'émulsion, transforme la viscosité de l'enduit et permet l'arrachage, par la suite, de ce nouvel amalgame par la turbulence du front de mer à chaque flot. Les dernières visites (27 et 28 mai, 4 juin) montraient bien la disparité entre l'avenir des enduits dans les hauts niveaux, stabilisés, noircissants et qui n'ont plus été atteints par la mer jusqu'aux marées d'équinoxe et le dégagement important des horizons pollués sous la ceinture des *Pelvetia*. Avant l'incrustation sableuse et dans les zones intermédiaires entre le noircissement par dessiccation prolongée et le décapage intensif, l'enduit gras découvert entre le jusant et le flot subit un écoulement visqueux très lent et finit par s'accumuler à la base des roches, dans les fissures et, le plus souvent, il rejoint le sédiment, là aussi, de cette manière.

Par coulée ou par décapage violent les produits d'usure des dépôts sur roches aboutissent tôt ou tard dans les sédiments.

Les galets pollués enfouis sous les galets propres sont visiblement décapés par frottement abandonnant eux aussi les produits gras au sédiment sous-jacent. Les galets enduits restés en surface prennent le même aspect que les hauts niveaux noircis.

L'observation directe avait montré l'absorption, en trois semaines, des éléments de nappes épaisses alternativement posés sur le sable et repris par le flot et qui subissent à chaque dépôt une imbibition partielle dans le sédiment sous leur surface inférieure. Par absorption fractionnée et enfouissement des portions imbibées il se formait d'abord ces glomérules visibles dans tout le volume observable le 27 avril (jusqu'à 35 cm ou 40 cm de profondeur au moins).



Deux aspects de la plage de Beg an Fry le 14 avril 1967

(Photos J.-P. L'Hardy)

Puis l'émulsion s'est répartie en petites fractions millimétriques, uniformément du haut en bas et sur toute la largeur des plages (état trouvé le 11 mai).

A tous les stades l'écoulement continu en direction du front de mer de la nappe irisée s'est poursuivi et demeure important deux mois après le début des dépôts.

En provoquant un abaissement progressif du niveau de l'eau libre par rapport à un petit volume du même sable disposé obliquement dans un récipient sous la loupe binoculaire, on met très nettement en évidence le rôle de la tension superficielle dans la production du film irisé.

Les glomérules accolés aux grains de sable sont stables tant qu'ils sont immergés complètement, ils sont stables aussi dans du sable humide sans mouvement de l'eau.

C'est au moment où la surface de contact de l'eau et de l'air approche de la périphérie de chaque glomérule que l'éclatement en deux fractions très nettes se produit :

1. des glomérules d'émulsions, plus petits s'écartent du centre d'éclatement et vont aussitôt s'accoler à des grains situés autour d'eux.

2. un film irisé tend aussitôt à couvrir toute la surface offerte en eau libre suivant le diamètre du récipient.

Le film superficiel suit l'écoulement de l'eau tandis que les glomérules fractionnaires se trouvent à nouveau répartis dans le volume au-dessus de la surface d'écoulement.

Sur place, le même phénomène semble se produire à chaque marée, sur toute la surface de la plage mais il est probable qu'il se prolonge beaucoup plus à cause de l'écoulement capillaire des eaux phréatiques depuis les niveaux supérieurs à travers l'épaisseur des sables inférieurs pendant une bonne partie de la durée de l'exondation.

C'est apparemment la principale source de production de la nappe irisée quittant les côtes polluées à chaque marée, au moins à partir des zones battues.

C — COMPORTEMENT DU MAZOUT VIS-A-VIS DES COUVERTURES BIOLOGIQUES

Les surfaces rugueuses sont plus mazoutées que les surfaces lisses ; les Chtamales, les Moules, les Hermelles, en créant un substrat irrégulier retiennent davantage le mazout que le rocher nu. L'accumulation du mazout suit un gradient croissant depuis le niveau des basses mers jusqu'au niveau des hautes mers.

Ce sont les végétaux qui jouent le rôle principal dans la rétention du mazout :

Le *Lichina pygmaea* le retient entre ses ramifications et en est littéralement imbibé. Le *Pelvetia canaliculata* s'enveloppe de mazout à la manière d'un pinceau. Les autres Fucales, *Fucus vesiculosus*, *Ascophyllum nodosum*, *F. serratus*, aux frondes plus allongées et moins ramifiées, retiennent plus faiblement le mazout. Dans la sous-strate du *Fucus serratus*, le *Rhododymenia palmata* et le *Laurentia pinnatifida* sont mazoutés.

Notons que, d'une façon générale, les algues des bas niveaux sont à la fois moins polluées et plus rapidement nettoyées.

Le *Porphyra umbilicalis* var. *laciniata*, très abondant sur les rochers du littoral, est totalement recouvert de mazout en couche

épaisse. Les thalles du *Porphyra* épongent même le mazout du sable, là où ils sont en contact avec lui. En revanche, sur les Ulves et les Entéromorphes du même niveau, seule se maintient une pellicule huileuse mince et adhérente. Il se peut que ces différences de comportement s'expliquent par la nature différente des parois cellulaires.

III. — COMPORTEMENT DE LA FLORE ET DE LA FAUNE EN CONTACT AVEC LE MAZOUT.

A — LA FLORE BENTHIQUE

Le *Lichina pygmaea*, malgré son odeur nauséabonde, présente un aspect parfaitement normal. Sur coupe anatomique, les cellules de l'algue symbiote paraissent vivantes. Les *Pelvetia canaliculata* et les *Fucus vesiculosus* sont en mauvais état dans les zones calmes où le mazout s'est fortement accumulé. L'*Enteromorpha intestinalis* et les *Ulothrix* (*U. flacca* et *U. pseudoflacca*) fixés sur les blocs et galets le long de l'écoulement d'eau douce, résistent à la pollution et fructifient normalement malgré la fine pellicule huileuse qui les recouvre.

Le 28 mai, nous n'avons décelé aucune mortalité brutale ou massive, et les observations mettent en évidence une possibilité de survie des tissus végétaux.

Les modifications du peuplement correspondent aux fluctuations saisonnières normales : disparition du *Monostroma grevillei*, développement de *Dumontia incrassata*, apparition de *Lola implexa*.



Plage de Beg an Fry, 14 avril 1967. Algues enrobées de pétrole.

(Photo J.-P. L'Hardy)

Les échantillons récoltés et ramenés au laboratoire sont fragiles et résistent mal au transport ; ceci a déjà été observé pour des algues prélevées en eaux vaseuses, riches en matières organiques. Le développement bactérien important en est-il la seule cause ?

B — LA FAUNE BENTHIQUE

Les peuplements des sédiments de Beg an Fry sont identiques à ceux des zones semblables toujours très pauvres en espèces. Pour se faire une idée de l'action du mazout sur des peuplements riches déjà très bien connus par des études quantitatives, deux séries de prélèvements ont été effectuées sur la grève de Saint-Efflam. D'une part, 60 stations étudiées immédiatement après le mazoutage, d'ailleurs peu intense sur cette plage, n'ont révélé aucune mortalité anormale. D'autre part, 100 stations effectuées deux mois plus tard ont donné des résultats comparables, sauf dans les zones très élevées où le sable s'essore à basse mer et où l'on a noté la disparition des Amphipodes du genre *Bathyporeia* et de l'Annélide Polychète *Nerine cirratulus* dans les emplacements exposés aux vents dominants de N.-E. qui correspondent aux zones de dépôt du mazout.

Les peuplements à Hermelles (*Sabellaria alveolata*) bien que mazoutés en profondeur, ne présentent pas de mortalité apparente.

Les arrivées de naissain de Cirripèdes sont identiques sinon supérieures à celles des années précédentes mais la fixation à la roche imprégnée de mazout est moins solide. Les peuplements de Cirripèdes âgés et de moules sont bien vivants, sauf quand le mazout est trop épais.

Il faut remarquer cependant que le mazout ne semble pas identique à lui-même en tous les points de la côte : à Saint-Efflam sur la Roche Rouge, un faible mazoutage a amené localement une mortalité de la moulière de près de 40 % alors qu'à Beg an Fry, un mazoutage plus intense n'a pas amené de mortalité appréciable. La même remarque s'applique pour les Chtamales qui ont une forte mortalité dans les rares taches de mazout des rochers de l'Île de Sieck.

Les prédateurs de la moulière : Pourpre (*Purpura lapillus*) *Eulalia viridis*, sont aussi nombreux que d'habitude et en bon état.

Les Gastropodes herbivores semblent un peu plus touchés dans les zones fortement mazoutées.

— les Patelles tiennent mal sur la roche ; dans les premières semaines, elles semblaient ne plus entreprendre leur déplacement nourricier ; puis elles se sont aventurées sur les surfaces mazoutées, et les emplacements « nids » sont souvent beaucoup plus nombreux que les patelles des mêmes zones ; il semble donc qu'elles aient dévissé.

— les Littorines sont souvent plus abondantes sur les surfaces mazoutées mais par contre plus rares dans leurs refuges habituels de basse mer, fissures et dessous de blocs qu'elles semblent moins regagner (animaux affaiblis par le jeûne, dessiccation moindre des surfaces mazoutées ?). On rencontre de nombreux cadavres de Littorines engluées dans les coulées de mazout.

En résumé ; jusqu'au 28 mai, des peuplements normaux, une mortalité restreinte, très localisée dans l'espace et dans les groupes systématiques.