

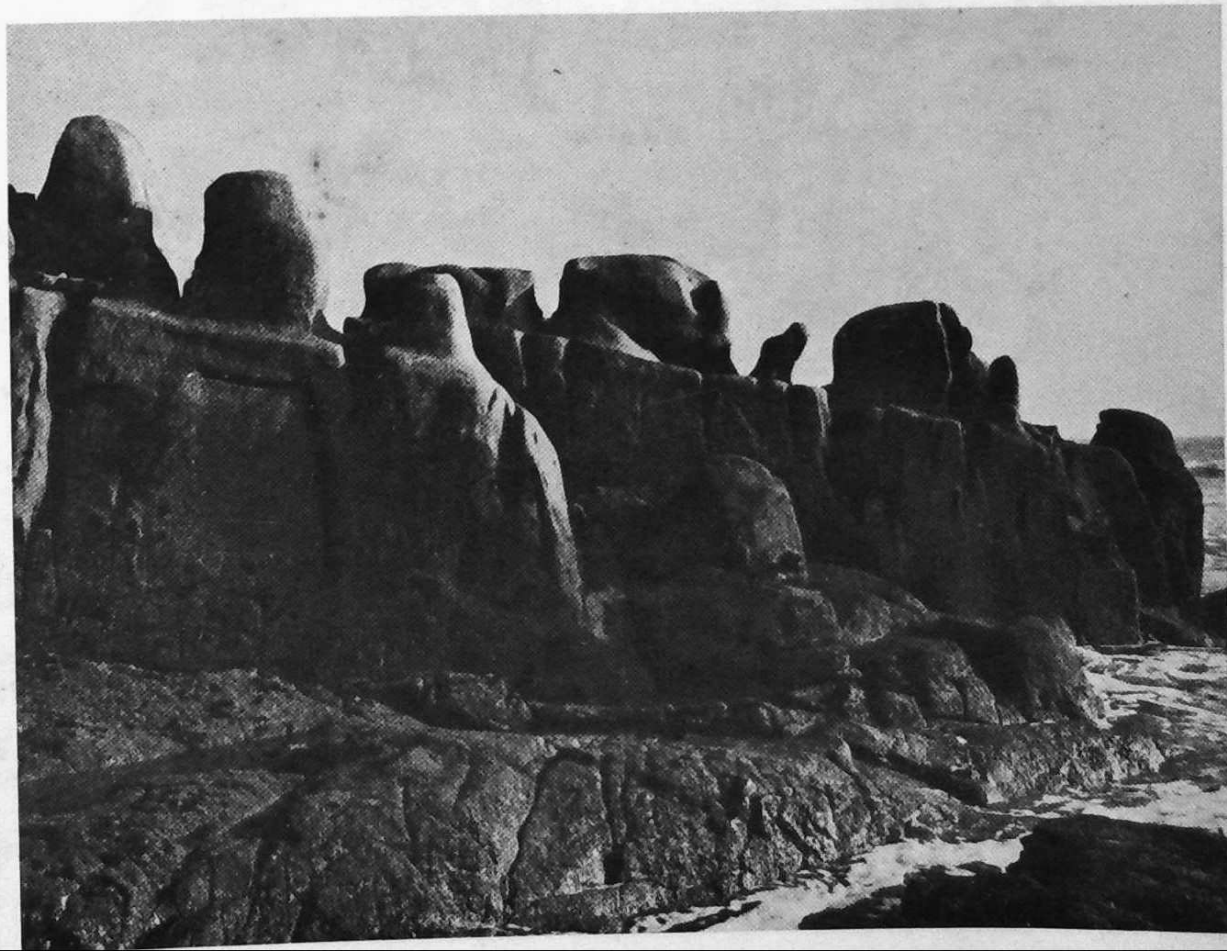
PENN AR BED

Au Sommaire :

Le microrelief naturel et anthropique
dans le granite du pays bigouden

La plantation de dunes de Cléder

La culture familiale des
champignons



PENN AR BED

Revue régionale de Géographie, Sciences Naturelles, Protection de la Nature

NOUVELLE SÉRIE
VOLUME 8
N° 67

PUBLICATION TRIMESTRIELLE

18^e ANNÉE
FASCICULE 4
DÉCEMBRE 1971

SOMMAIRE

H. SCHULKE : LE MICRORELIEF NATUREL ET ANTHROPIQUE DANS LE GRANITE DU PAYS BIGOUDEN	125
J. DENIEL : UN EXEMPLE D'UTILISATION DE L'ÉCOLOGIE ET DE LA BIOMETRIE SUR UN BOISEMENT DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT : LA PLANTATION DE DUNES DE CLEDER (FINISTÈRE)	147
C. MOREAU : QUE SAIT-ON DE LA CULTURE FAMILIALE DES CHAMPIGNONS ?	160

Notes — Protection de la Nature — Bibliographie.

ANNÉE 1971

Cotisation-abonnement ordinaire	20 F
Cotisation-abonnement de soutien	25 F
Abonnement pour Bibliothèques et Collectivités	25 F

(Prix réduit pour Scolaires, Étudiants et cas spéciaux : 15 F)

A verser à notre compte chèque postal :

S.E.P.N.B. - Penn ar Bed, Faculté des Sciences, Brest — C.C.P. Rennes 1361-60

NOTA. — Les abonnements (et cotisations-abonnements) sont tacitement reconduits, sauf ordre de suppression (ou démission). Ils partent du 1^{er} janvier de l'année en cours.

Rédaction-Administration de « Penn ar Bed » :

S.E.P.N.B., Faculté des Sciences, 29 N - Brest

NOTRE COUVERTURE : Dents granitiques sur l'aire pédogénique de Karreg Kreiz ; Lesconil.

(Photo H. Schülke)

Le microrelief naturel et anthropique dans le granite du pays Bigouden

par Horst SCHÜLKE

I. — INTRODUCTION

Sans le granite et, naturellement, sans la mer, le Pays Bigouden n'aurait jamais eu ce charme qui lui attire de plus en plus de touristes, car en somme il s'agit ici d'une région de faible énergie de relief où, de plus, le bocage barre souvent la vue. C'est au granite, travaillé par la nature ou taillé par l'homme, que le Pays Bigouden doit la plupart de ses attractions : d'une part les rochers de Saint-Guénolé et de Lesconil, les écueils des Étocs et de l'île Nonna, les blanches dunes et vastes plages de sable granitique, d'autre part ses menhirs et dolmens, ses croix et calvaires, ses églises et chapelles, ses fermes et moulins à vent, ses manoirs et châteaux, ses môles, digues et puits.

La presque totalité des innombrables monuments culturels et bâtiments profanes ayant été construits en granite autochtone, on peut s'attendre à d'importantes traces d'activités d'extraction de pierre locale. En effet, en fouillant les bois ou en suivant les traînées de fumée nauséabonde menant aux décharges municipales, on trouve des carrières abandonnées dans le voisinage de presque toutes les agglomérations. Sur la côte, où la roche est déjà à nu de façon naturelle, on ne distingue qu'à peine les anciennes carrières car, étant donné le faible relief et les marées, on n'a pas pu creuser trop profondément ; de plus, le perpétuel lavage de la roche par l'eau salée et chargée de sable a vite émoussé les angles. De telles carrières côtières où l'on cherchait de simples pierres de construction se trouvent par exemple au Guilvinec entre le port et Men Meur.

En dehors des carrières proprement dites qui font déjà partie du macrorelief et qui souvent dévalorisent un site ⁽¹⁾ (notamment dès qu'une route carrossable y mène) il y a encore tout un microrelief anthropique qui ne laisse pas de nous étonner, autant par les différences qu'il présente avec les carrières normales que par les ressemblances avec des phénomènes naturels.

II. — LE MICRORELIEF GRANITIQUE DE FORMATION NATURELLE

Sans vouloir entrer dans les détails de leur genèse, les microformes typiques de formation naturelle (à traiter dans un

(1) Parmi les rares exceptions il faut citer les belles carrières abandonnées dans la forêt de pins maritimes à l'extrémité de la presqu'île en face de Rosqueruo (Ria de Pont-l'Abbé) où nichent des hérons.

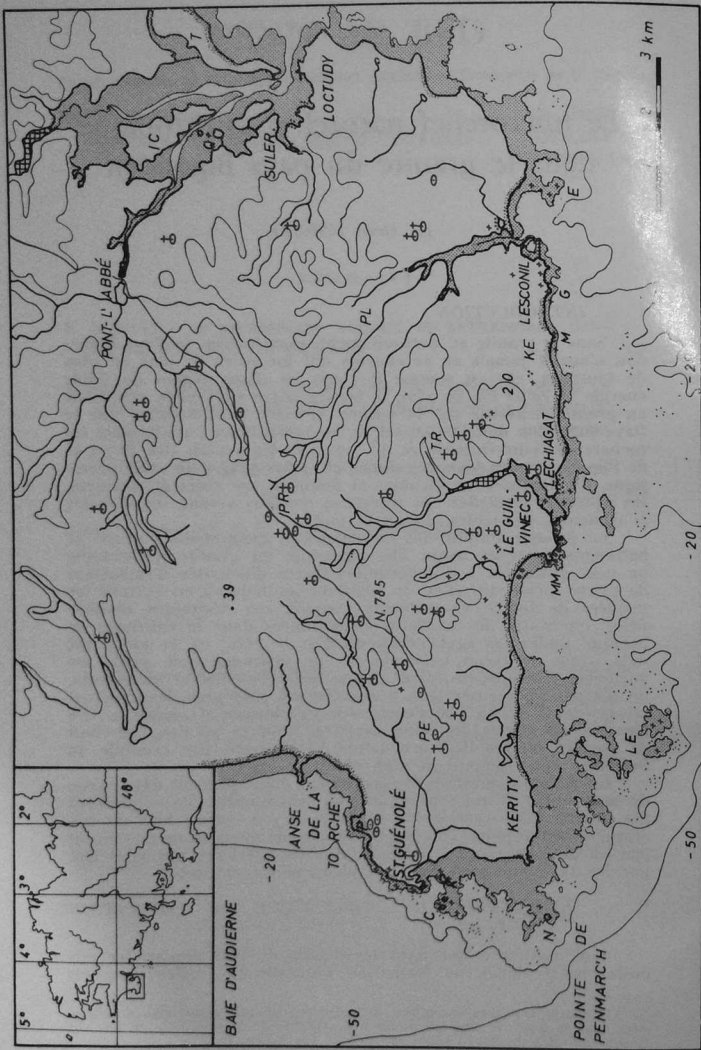


Fig. 1. — L'apport anthropique dans le microrelief granitique du Pays Bigouden.

Marges côtières pointillées = dunes actuelles.
 Surfaces quadrillées = parties de rias monofluviales fossilisées depuis le maximum de la transgression flandrienne.
 Surfaces grises = roche, sables et vasières découvrant à marée basse (à Kérity, la hauteur moyenne des marées de vive eau est de 4,8 m ; les isobathes indiquent la profondeur en dessous du niveau des plus basses mers).
 Points isolés = écueils découvrant à marée basse.
 Petite croix = grand écueil actuel ou fossile.
 Grande croix sur cercle = croix à disque.
 Cercle avec point au milieu = socle discoïde hors de fonction.
 Petit point = 1 vasque à disque ou 1 anneau ou 1 cercle ou 1 disque non détaché.
 Grand point = 10 vasques à disque.
 C = Ile Cong ; E = Rocher Enizan ; G = Rocher Goudoul ; IC = Ile Chevalier ; K = Krugen ; KE = Kersauz ; LE = Les Etoes ; M = Men guen an aot ; MM = Men Meur ; N = Ile Nona ; P = Portz Carn ; PE = Penmarch ; PL = Plobannalec ; PR = Plomeur ; Q = Ile Queffen ; T = Ile Tudy.

Registre des croix à disque et des disques hors de fonction marqués dans fig. 1

I. Croix

1. Plonivel (près de la chapelle)
2. Plonivel (200 m au SE de la chapelle ; reculé avant travaux routiers)
3. Kerhervé (au bord de la route Pont-l'Abbé-Quémeur)
4. Pont-l'Abbé (à gauche de la route pour Loctudy en sortant de la ville)
5. Treffiat (100 m à l'PO de l'église)
6. Treffiat (400 m au S de l'église)
7. Treffiat (Kergroez)
8. Léchiat (quartier du Pouldu ; n'existe plus qu'en photo)
9. Le Guilvinec (au bourg, en rentrant après le pont à gauche)
10. Le Guilvinec (Kerfriant)
11. Plomeur (Kervenec, dans un jardin de villa)
12. Leslaë en Treffiat (à droite de la route vers Plobannalec)
13. Poulguen (au bord du chemin menant à Kermathiano)
14. Poulguen (au bord du chemin menant à Kermathiano)
15. Penmarch (Kergroas, au S du bourg)
16. Penmarch (Kergroas, au S du bourg)
17. Penmarch (près du terrain de camping)
18. La Madeleine (près de la chapelle)
19. Kerscaven (dans la montée de la N. 785, à gauche)
20. Lestrigulou (au bord de la N. 785)
21. Lan men du (près du dolmen, au bord de la N. 785)
22. Plomeur (sortie O, à droite sur la N. 785)
23. Plomeur (à l'PO de Kerbulic, enfouie dans les ronces)
24. Plomeur (dans la bifurcation de la D. 57, 600 m au S du centre)
25. La Tréminou (auprès de l'autel extérieur)
26. La Tréminou (sur la chaire extérieure)
27. Pont-l'Abbé (dans le fossé de la N. 785 ; 2 km au SO de la ville)
28. Saint-Jean-Trolimon (au bord de la route vers Plonéour ; 1 km au N du bourg)
29. Saint-Jean-Trolimon (au bord de la route vers Tronoën ; 1,5 km à l'PO du bourg)
30. Saint-Jean-Trolimon (Kerfélest)
31. Saint-Guénolé (près de l'ancienne église)
32. Languivoa (à l'entrée O du village ; ne figure plus sur la carte)

II. Disques

1. Kerscaven (dans le jardin de la ferme)
2. Plomeur (sortie O, à gauche sur la N. 785)
3. Plomeur (au bourg, transformé en table à laver)
4. Langeriguen (table dans un jardin de villa au bord de la N. 785)
5. Kerinvach (Larvor, dans le fumier d'une ferme)
6. Penmarch (sortie O, dans le jardin d'une villa au bord de la N. 785)
7. Portz Carn (à côté du Musée Préhistorique)
8. Portz Carn (à côté du Musée Préhistorique)
9. Portz Carn (incorporé dans une tombe gallo-romaine à l'intérieur du musée)

article ultérieur) doivent être expliquées, à titre de comparaison. Les conditions nécessaires au développement d'un tel relief ne sont réalisées qu'aux endroits où la roche est directement exposée, depuis assez longtemps, aux influences atmosphériques, surtout à la pluie et en particulier à la pluie des embruns. Le menhir de Kerscaven, à l'est de Penmarc'h, nous donne une preuve convaincante qu'une période de 4 000 à 5 500 ans suffit largement pour qu'un microrelief marqué puisse naître, car ce mégalithe énorme, haut de 6 m, est raviné d'une série de lapiaz à rigoles absolument verticales (fig. 2) donc très probablement formées après l'érection du menhir. Si les lapiaz y avaient déjà été avant l'extraction du monolithe, on devrait s'attendre aux alentours de ces parois naturelles de granite, ce qui n'est nullement le cas : les grands rochers les plus proches se trouvent à 4 km ; il serait de plus, fort curieux que des lapiaz préexistants se soient retrouvés exactement dans leur position verticale naturelle. Le fait que les lapiaz du menhir de Kerscaven ne se sont développés que sur le côté exposé directement aux vents d'ouest charriant la pluie et la poussière de sel me semble également prouver qu'il s'agit ici d'une genèse postmégolithique. Le dolmen se trouvant à l'ouest de Kerlut (Lesconil) présente, sur sa pierre supérieure, des lapiaz analogues, avec cette seule différence que les rigoles méandrent légèrement à cause de la pente beaucoup moins raide (1). Ces deux exemples suffisent déjà à montrer dans quelle mesure les modelés naturel et anthropique peuvent s'entremêler dans le granite bigouden. Les pierres taillées de granite local dont on a érigé, au 16^e siècle, les chapelles de Notre-Dame de la Joie et de Saint-Pierre sont tellement rongées par l'air marin que, sur les façades tournées vers l'océan, le mortier dépasse déjà de 2 à 8 cm les pierres devenues creuses ce qui démontre encore mieux la rapidité inattendue de la désagrégation du granite côtier.

A part quelques rares boules granitiques affleurant surtout dans les sections inférieures des vallées, c'est-à-dire là où les coulées périglaciaires ont pu entraîner les gros blocs de la roche disloquée auparavant par les transgressions monastiriennes, la presque totalité des rochers naturels du Pays Bigouden peut être considérée comme étant des écueils marins qui accompagnent la côte actuelle ou qui jalonnent les anciens rivages monastiriens comme par exemple les rochers de Kerfriant en Guilvinec, de Kergroez en Treffiagat ou de Kersauz. Les écueils ne correspondent pas à des parties de roche relativement plus dure, mais ils ont pu se former là où les mailles du réseau des diaclases sont nettement plus larges qu'aux alentours. La mise en saillie des parties rocheuses moins fracturées s'est effectuée sous l'action conjuguée d'agents très différents et sous des influences climatiques extrêmement variées : tout d'abord elle a dû être facilitée par l'altération profonde ayant élargi les diaclases sous le climat chaud et humide du Tertiaire (une boule granitique entourée de sphères d'altération dans l'arène, visible dans la falaise au N.-E. de l'île Chevalier, témoigne de ce climat tropical). Normalement le maté-

(1) A la question de savoir pourquoi certains mégalithes portent des lapiaz tandis que d'autres n'en portent pas, on ne peut répondre définitivement ; les différences pétrographiques d'exposition et d'âge y jouent certainement un rôle. Il y a d'ailleurs beaucoup de rochers naturels qui, eux aussi, ne sont pas cannelés. Les lapiaz à rigoles ne doivent pas être confondus avec les rainures burinées des lec'h (Loctudy, Plonéour, Tréogat) qui ne sont peut-être pas autre chose qu'une imitation « perfectionnée » des menhirs à lapiaz, beaucoup plus anciens.

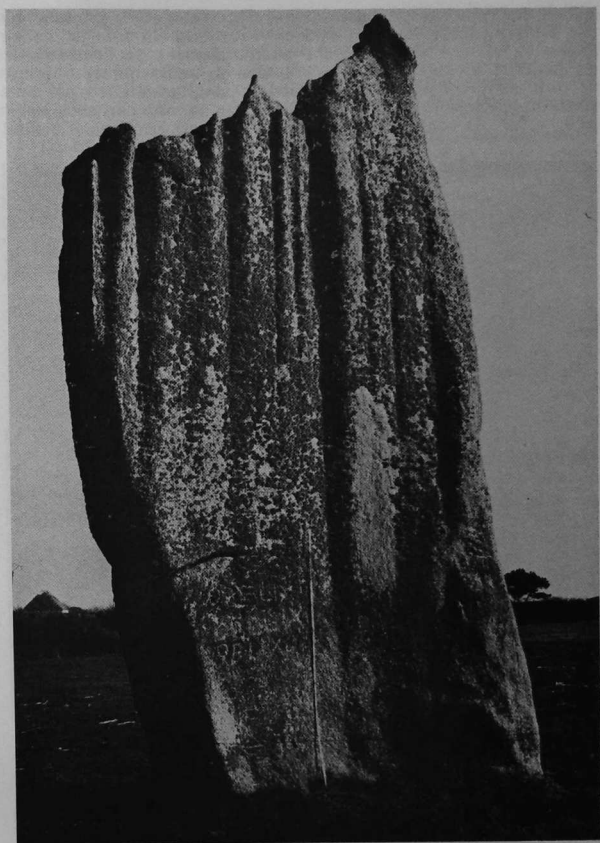


Fig. 2. — Menhir de Kerscaven, raviné de lapiaz à rigoles probablement d'âge postmégolithique (hauteur 6 m).

(Photo H. Schülke)

riel meuble résultant de la « maladie tertiaire » (Y. MILON, 1936) a été déplacé de sorte qu'il est souvent difficile de prouver la participation d'un climat tropical à la formation des écueils. Au cours des périodes périglaciaires, la décomposition mécanique prédominait agissant sur le granite avant tout par microgélivation, ce à quoi il se prête fort bien étant donné sa structure particulièrement macrogenue. Pendant les transgressions intergla-

ciaires, les embruns produisirent un effet analogue de granulation par l'intermédiaire des sels marins. Plus tard, la solifluction et l'abrasion marine se chargèrent alternativement de l'enlèvement du matériel meuble. Les contours bien arrondis qui résultèrent de tous ces procédés (tout au moins là où le granite n'a pas une structure nettement gneissoïde telle qu'on la voit par exemple à Krugen, fig. 4) continuent à se régulariser par écaillage : l'écail-

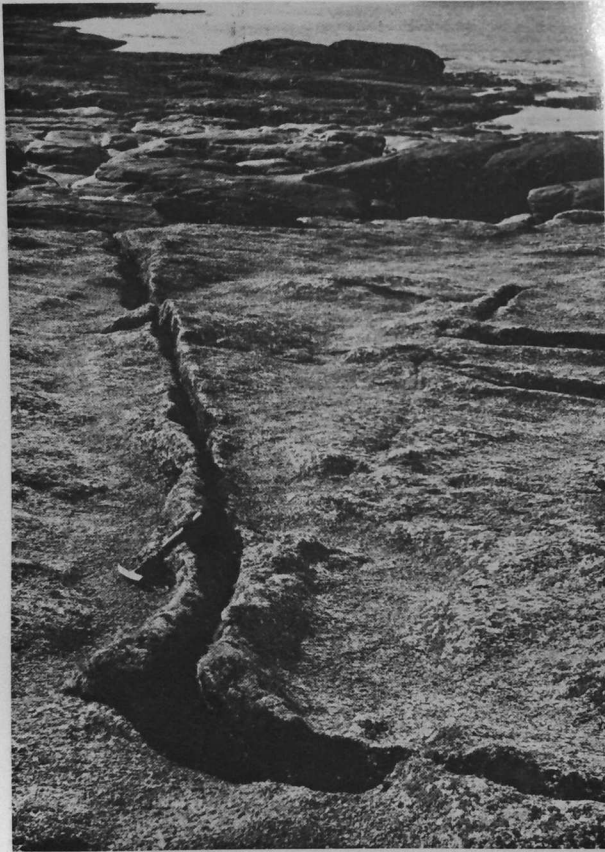


Fig. 3. — Bourrelets de diagenèse ; pointe de Men Meur.
(Photo H. Schülke)

solution, les sels marins et surtout un véritable tapis d'algues vertes sous la superficie des rochers provoquent souvent le détachement d'écailles granitiques épaisses de 0,5 à 1,5 cm (par exemple sur le rocher champignon au port de Lesconil). Rares sont les écueils dont la rondeur résulte manifestement de diagenèses sphéroïdales (par exemple à l'ouest de Men guen an aot, Lesconil).

La mise en saillie de la plupart des écueils a été accentuée par un sol dont l'humidité permanente, les acides humiques ainsi que la teneur en sels marins, emportés par le vent de mer vers l'intérieur des terres sur des kilomètres, attaquaient exclusivement la base des rochers, le reste étant à nu. Les encoches pédogéniques visibles autour de tant d'écueils du Pays Bigouden après que le vent et la mer eurent enlevé l'ancien sol sont le résultat le plus spectaculaire de cette attaque essentiellement corrosive ; dans ce

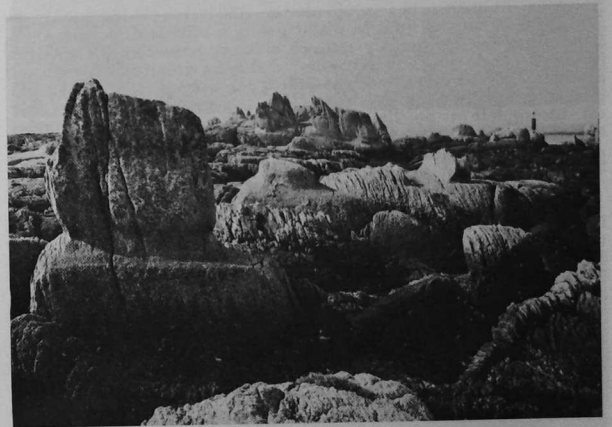


Fig. 4. — Encoches pédogéniques dans le granite gneissoïde de Krugen. Au fond, encoche double. L'encoche supérieure du piton gauche est moins fraîche que l'encoche inférieure, plus récente.
(Photo H. Schülke)

cas-là les encoches auraient été formées pendant les périodes de transgression. On ne peut pas exclure tout à fait la probabilité d'une formation périglaciaire, l'attaque intense de la base des rochers s'opérant alors par microglivation dans la zone de contact avec la couche solifluée marquée par une alternance optimale de gel et de dégel (cf. A. RONDEAU, 1958). L'idée d'une formation marine de ces encoches (A. GUILCHER, 1948) peut être écartée pour le Pays Bigouden car :

1. Les mêmes formes existent aussi bien loin de la mer comme par exemple près du menhir de Lespurit en Peuméril à 55 m NGF (la rareté des encoches à l'intérieur des terres s'explique tout simplement par la rareté des rochers isolés et par le fait que le sol, masquant ces formes, n'a pas été enlevé comme sur la côte).

2. Les encoches sont justement mieux conservées ou tout simplement mieux développées du côté terre que du côté mer.
3. Elles ont des bords extrêmement nets, parfois même tranchants, et très peu écartés (fig. 4) ; le déferlement attaque une marge beaucoup plus large et moins bien délimitée.
4. On rencontre les encoches dans n'importe quel niveau de la côte et avec des angles et directions d'inclinaison très variables (elles tombent parfois vers l'intérieur des terres).
5. En renversant des rochers champignons, la mer détruit des encoches ; de tels cas, prouvés par la position inverse des Opferkessel, existent sur Enizan, près de Rocher Goudoul, à Men guen an aot, sur l'île Nonna et à Saint-Guérolé.
6. Il y a des encoches superposées, parallèles et pourtant bien conservées malgré une distance de seulement 1 m entre elles (fig. 4).

Bien des encoches coupant les diaclases et les plans de schistosité montrent qu'il ne s'agit pas non plus là de formes dues à l'érosion différentielle ; celle-ci n'est responsable que de très rares encoches que l'on reconnaît d'ailleurs immédiatement (par exemple près de Kerfédé et de Men guen an aot). Dans bien des cas, en particulier lorsque les rochers isolés sont petits, l'encoche est incomplète : au lieu de rochers champignons, de simples bosses, dents ou pitons rocheux s'élèvent abruptement au-dessus de socles très réguliers, horizontaux ou inclinés, (fig. de couverture), qui peuvent prendre l'allure de véritables aires granitiques (entre Portz-Carn et Saint-Guérolé ou sur l'île Nonna.).

Les Opferkessel sont, après les diaclases élargies, la micro-forme la plus répandue sur le granite bigouden ; il y en a certainement plus d'un millier. Ils se forment sur les parties hautes

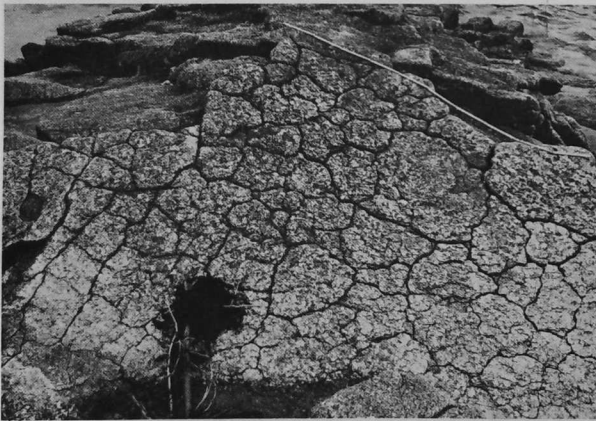


Fig. 5. — Diaclases polygonales ; pointe de Langoz, Loctudy (mètre pliant = 2 m).

(Photo H. Schülke)



Fig. 6. — Troux énigmatiques sur un écuil fossile à Kersauz (mètre pliant = 2 m).

(Photo H. Schülke)

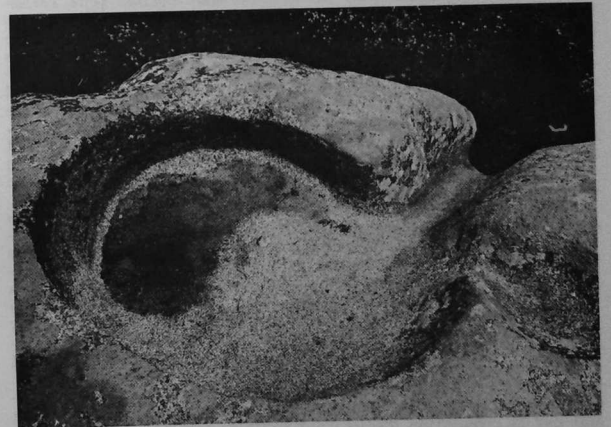


Fig. 7. — Opferkessel géant faiblement surcreusé (diam. max. de la cuvette principale 1,7 m ; profondeur max. 0,48 m) avec Opferkessel latéral et canal d'écoulement (lapiaz à rigole) ; grande dune du Guilvinec.

(Photo H. Schülke)

et relativement plates des écueils, dans la zone des embruns, mais déjà hors de l'atteinte des vagues ; leur diamètre variant normalement entre 0,5 et 0,3 m peut exceptionnellement monter à plus de 2 m (fig. 7), leur profondeur moyenne varie entre 0,1 et 0,3 m, mais elle peut atteindre 1,55 m (grand rocher dans la dune du Guilvinec). Leur contour régulier est le plus souvent ovale, parfois rond ; normalement leur fond est hémisphérique, dès qu'il y a un léger surcreusement il est à peu près plat (fig. 7). Des bords surplombants ne sont pas exceptionnels. Etant presque toujours groupés les Opferkessel s'entrecoupent facilement, parfois même en formant de petits ponts naturels (Men guen an aot). Le sel n'est pas absolument nécessaire à la formation des Opferkessel, ce qui est prouvé par des formes continentales analogues (Hue-goat), mais les embruns accélèrent considérablement leur élaboration, autrement leur singulière abondance sur la côte ne s'expliquerait point. Naturellement l'humidification plus fréquente et la quantité d'eau plus grande dues aux embruns, contribuent à la prolifération des Opferkessel sur la côte. En été, on trouve dans bien des Opferkessel surcreusés des croûtes et de gros cristaux de sel, de même qu'en hiver le pH de l'eau retenue dans ces cuvettes est souvent intensément modifié par le goémon pourrissant qui y a été projeté avec les embruns, ce qui de plus renforce la désagrégation du granite. Les Opferkessel, isolés ou groupés, ont presque toujours un canal d'écoulement (fig. 7) qui, lui, doit son existence non seulement à la granulation mécanique et chimique, mais aussi à l'érosion de l'eau ruisselante.

Ces lapiaz à rigoles peuvent naître aussi sans qu'il y ait une cuvette collectrice des eaux à leur tête. Plus les écueils sont hauts et baignés par les embruns, plus ils sont développés. La dissolution, accélérée par la forte teneur en sels marins, joue certainement un grand rôle dans leur formation car il existe des séries de lapiaz à rigoles qui atteignent leur profondeur maximale déjà tout en haut des écueils comme par exemple sur un pinacle très exposé aux embruns près de Rocher Goudoul où les rigoles s'entrecoupent en arêtes aiguës au sommet, tandis que les arêtes sont arrondies au milieu et estompées en bas du pinacle. Ce phénomène qu'on peut observer même sur le menhir de Kerscaven où la section la plus profonde des lapiaz se trouve également en haut (fig. 2) s'explique par le fait que l'agressivité de l'eau, optimale au sommet du rocher, diminue dans la mesure où l'eau se charge de matières solubles pendant qu'elle ruisselle vers le bas.

Des bourrelets de diaclases, espèces de proéminences rocheuses étirées, doubles ou simples, accompagnant des diaclases, notamment dans les roches volcaniques, beaucoup moins souvent dans l'éolianite et le granite, ont pu être localisés sur la partie supérieure de la plate-forme d'abrasion de Krugen, Men guen an aot de l'île Nonna et surtout à Men Meur où ils atteignent jusqu'à 12 cm de hauteur tout en n'ayant, par endroits, qu'une épaisseur de 4 à 6 cm (fig. 3). Ce phénomène est manifestement dû à l'érosion différentielle bien que les différences pétrographiques soient si minimes qu'elles n'ont pu être relevées dans des lames minces. La résistance des parois des diaclases a été postérieurement augmentée par induration superficielle ; celle-ci a pu être causée soit par la circulation d'eaux continentales soit par des gaz venus des profondeurs.

Les diaclases polygonales, qui ressemblent aux motifs de la carapace des tortues, sont très répandues (Pointe de Langoz, Pointe de Saint-Oual) ; elles ne sont que peu profondes (2 à 6 cm)

et accompagnent les diaclases principales inclinées qu'elles craquent à condition qu'un afflux d'eaux ou de gaz chauds déposant de fins filons de quartz ait légèrement métamorphisé les parois. C'est ici que, sous l'action de l'eau salée, s'ouvre le réseau irrégulier des petites diaclases secondaires, dès que l'une des deux parois a été enlevée par les vagues (fig. 5). Les diaclases polygonales ne se développent pas lorsque l'épaisseur du filon dépasse 4 à 5 cm car dans ce cas-là le quartz protège le granite.

Les véritables taffoni (Conq), les pierres branlantes (Lesconil) ou les marmites de déferlement (Men guen an aot) sont trop rares dans le granite bigouden pour y être considérés comme typiques.

III. — LES FORMES ENIGMATIQUES

Sur les parties supérieures et légèrement inclinées d'un écueil fossile près du menhir de Kersauz on trouve des dizaines de petits trous de forme très régulière mais groupés sans ordre apparent (fig. 6). Leur profondeur varie entre 1 et 3 cm, le diamètre des trous ronds est normalement de 5 cm. Parmi ces trous ronds et d'une concavité parfaite il y a aussi des trous étirés qui atteignent une longueur de 20 à 25 cm tout en gardant à peu près la largeur de 5 cm et la profondeur de 2 à 3 cm ; ils peuvent être rectilignes, rectangulaires ou courbés. La plupart des trous a des bords surélevés mais tombant vers l'extérieur avec un angle très faible. La cause de cette induration sélective, mise en relief par l'érosion différentielle, est aussi peu connue que l'origine des trous eux-mêmes. S'agit-il de la mise en saillie d'une structure particulière du granite, sont-ce des traces de racines ou a-t-on affaire à des traces de burinage, soit voulues (à des fins culturelles) soit non voulues (provenant par exemple de l'aiguillage d'outils) ? Mais le voisinage immédiat du menhir et de vasques à disque avec leurs formes associées ainsi que la régularité et la taille peu commune des trous (1) indiquent plutôt une origine anthropique. A ce propos le fait que l'on retrouve des trous de forme analogue (seulement groupés en cercle) sur le socle discoïde des croix archaïques de Lan men (fig. 13) et de la Tréminou ne me semble pas être un simple hasard. Mais, même si ces formes énigmatiques dérivent d'activités humaines on peut dire que la nature a contribué à les façonner et qu'elles sont déjà fort anciennes car les bords surélevés qui sont certainement d'origine naturelle exigent beaucoup de temps pour leur formation (des bourrelets circulaires analogues autour des Opferkessel sont extrêmement rares dans le granite bigouden ; je n'en connais que deux, à Portz Yagat, Lesconil).

IV. — LES FORMES ANTHROPIQUES

1. Répartition et forme des « vasques à disque ».

Il existe tout un complexe de formes typiques dont la genèse anthropique ne peut pas être contestée, en particulier les vasques à disque. Par endroits elles sont si nombreuses qu'elles l'emportent sur toute autre forme mineure dans le granite. Norma-

(1) A Saint-Guénolé, sur le rocher couronné d'une maisonnette (en face de la Basse-Poulbriat), il y a des dizaines de trous de taille analogue mais moins réguliers qui très visiblement sont de formation naturelle et constituent probablement le stade initial des Opferkessel.



Fig. 8. — Vasque à disque remplie d'eau (diam. 2 m) ; pointe de Men Meur. (Photo H. Schülke)

lement elles apparaissent groupées, de préférence sur les vastes aires rocheuses peu inclinées de la partie supérieure de la plate-forme d'abrasion où le vent et les embruns empêchent la formation d'un sol et où l'effet destructeur des vagues ne se fait presque plus sentir. C'est ainsi que sont groupés les quatre grands ensembles du plus important domaine de vasques à disque, celui du Guilvinec où j'ai pu relever sur un secteur long de 1,5 km, 94 des 136 vasques qui me sont connues au Pays Bigouden (sur le même secteur de la côte j'ai dénombré une grande partie des formes associées, c'est-à-dire 4 des 11 disques non détachés, 8 des 10 anneaux excavés et un des 5 cercles esquissés au burin). Très rares sont les vasques à disque dans l'intérieur des terres (je n'en ai trouvé que 7) et encore se trouvent-elles le plus souvent près d'anciens écueils jalonnant la côte monastirienne (Kersauz, Kergroez en Treffiagat, Kerfriant en Guilvinec).

Toutes les vasques à disque sont nettement circulaires (fig. 8) ; la moyenne du diamètre maximal de 92 vasques entièrement intactes ou ayant tout au moins encore une demi-circonférence est de 1,96 m (diamètre minimal 1,4 m ; diamètre maximal 2,5 m). 73 % de ces vasques ont un diamètre maximal entre 1,8 et 2,1 m ; 34 % ont un diamètre maximal entre 1,9 et 2 m. Le fond des vasques dont la profondeur varie entre 0,2 et 0,3 m, tout en pouvant atteindre plus d'un demi-mètre, peut être plat ou présenter des bosses anguleuses qui ne dépassent jamais le bord de la vasque (fig. 11) et qui manquent absolument aux Opferkessel ; normalement le fond est à peu près horizontal, même lorsqu'il est bosselé. Les parois ne surplombent jamais, mais le plus souvent elles sont étagées en gradins concentriques ; ceux-ci peuvent être commandés par la structure gneissoïde du granite, mais dans la plupart des cas ils marquent les étapes du burinage (fig. 12). Une grande partie des vasques a perdu son caractère de dépres-



Fig. 9. — Cercle ébauché, anneau excavé et vasques à disque dont 2 remplies d'eau ; 120 m à l'E de Men Meur. (Photo H. Schülke)

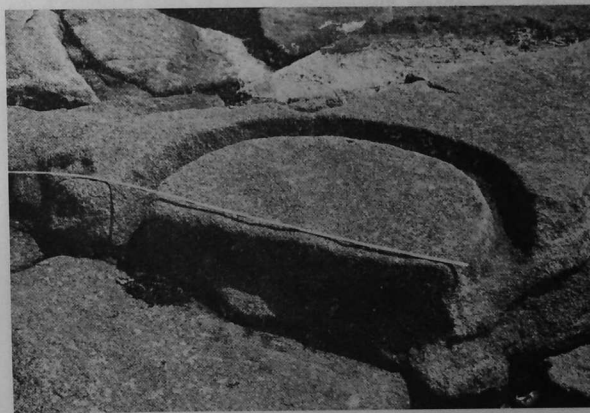


Fig. 10. — Anneau buriné avec disque cassé et abandonné, diaclases horizontales en dessous ; 750 m à l'O du môle de Kérity. (Photo H. Schülke)

sion fermée car souvent elles s'entrecroisent ou parce que les vagues en ont entamé les bords (fig. 12). Les vasques intactes relient l'eau et forment ainsi des bassins d'une régularité étonnante (fig. 11) ; quelques-unes ont été remplies par un sol et

envahies par la végétation (par exemple au bord du bras occidental du Steir de Lesconil). Le nombre des vasques récemment détruites par l'homme augmente ; ou bien on les casse en y jetant des blocs (Etang du Suler) ou bien on les mure (Men Meur) ou encore on les pollue en y jetant toutes sortes de débris et d'immondices (Le Guilvinec, à l'est de Men Meur). Cette pollution n'est que trop souvent le début de la disparition définitive d'une vasque ; elle est moins l'expression d'un manque de respect que d'un manque total de connaissance en ce qui concerne ce trait typique sinon particulier du paysage bigouden, patrimoine digne d'être sauvegardé.

2. *Origine des vasques à disque.*

Malgré l'allure naturelle que les vasques ont prise au cours des siècles sous l'action conjuguée de l'eau, du sel, du gel et des lichens, elles sont l'œuvre de l'homme, ce qui est prouvé par les différentes traces d'un burinage systématique qui va de la simple ébauche d'un cercle (fig. 9) en passant par l'anneau excavé dans le granite (fig. 9 et 10) jusqu'au disque fini ne tenant plus à la roche que par le fond. Le diamètre moyen de 5 cercles ébauchés est de 1,45 m, celui de 10 anneaux excavés est de 1,44 m, celui de 11 disques presque dégagés est de 1,36 m. Des formes rectangulaires analogues qui se trouvent parfois dans le voisinage immédiat (par exemple devant la dune du Guilvinec) soulignent l'origine purement anthropique des vasques. A l'est de Men Meur on trouve rassemblées toutes les traces de burinage qui correspondent aux phases successives de l'élaboration des vasques : d'abord on esquisse au burin, sur un rocher plat et le plus souvent exempt de diaclases verticales, un cercle profond et large de 2 à 3 cm ; puis, on excave autour de ce cercle un anneau



Fig. 11. — Aire à vasques au pied de Men Meur. Comparer le fond bosselé des vasques au fond lisse des *Opferkessel* (voir fig. 7). (Photo H. Schülke)

large de 20 à 40 cm qu'on rétrécissait tout en l'approfondissant par étapes ce qui donnait les bords étagés. Après avoir détaché le disque, soit avec des leviers, soit à l'aide des gelées, soit encore en employant des coins de bois qu'on laissait se gonfler d'eau, on l'emportait, certainement en le roulant, et à sa place restait une vasque. Les diaclases horizontales qui abondent justement dans les aires à vasques ont facilité le détachement des disques, de quelque façon qu'il se fit. Les disques, cassés par des diaclases verticales cachées qui ne s'ouvraient qu'après un long martelage de la pierre, ont été abandonnés sur place. Les disques qui n'ont pas été terminés, bien qu'il ne se soient pas cassés, démontrent que l'homme s'est subitement désintéressé de leur fabrication. Les raisons de cet arrêt abrupt nous sont inconnues.

3. *L'emploi des disques.*

A première vue, les disques semblent avoir servi de meules, d'autant plus que les moulins foisonnent dans les environs ; M. GAUTIER (1969, p. 74) indique pour le seul Pays Bigouden 17 moulins à vent. Mais les meules des petits moulins en fonction, ainsi que celles des moulins à vent en ruine ne sont pas en granite, mais en meulière, cette roche étant trop friable et granuleuse. Les meules paysannes en granite, telles qu'on les voit au Musée Préhistorique de Portz Carn ou au Musée Départemental Breton à Quimper sont beaucoup plus petites que les disques provenant des vasques.

Les disques étaient utilisés à des fins cultuelles (ce qui n'a rien d'étonnant dans le Pays Bigouden qui est une des régions bretonnes les plus riches en mégalithes) ; ils devaient servir de socle à des croix archaïques qui dans bien des cas ne sont que des menhirs christianisés. J. STANY-GAUTHIER (1950, p. 12) écrit



Fig. 12. — Ruines de vasques à disque complexes avec gradins dus au burinage et avec diaclases horizontales très proches ; pointe de Léchiat. (Photo H. Schülke)



Fig. 13. — Croix à disque (diam. 1,3 m) avec 7 trous réguliers d'origine anthropique ; Lan men du.

(Photo H. Schülke)

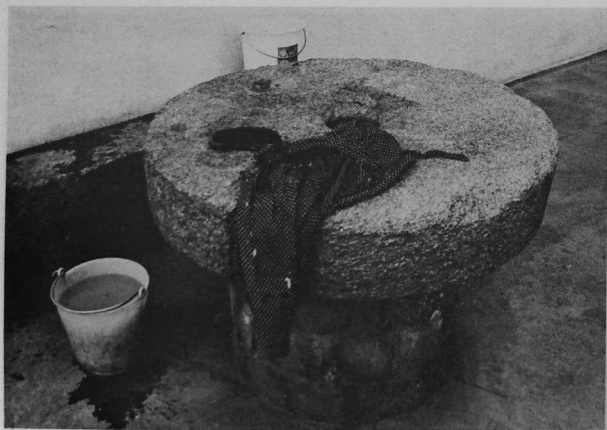


Fig. 14. — Ancien disque de croix transformé en table à laver ; Plomeur.

(Photo H. Schülke)

qu'elles pourraient appartenir tout au plus à la période romane, malgré la vétusté de la pierre et malgré leur manque d'ornement.

Au Pays Bigouden, j'ai pu localiser 32 croix à disque ; leurs socles discoïdes ont une épaisseur moyenne de 25 cm (épaisseur minimale 5 cm ; épaisseur maximale 45 cm) et un diamètre moyen de 113 cm (diamètre minimal 1 m ; diamètre maximal 1,4 m). En plus, 9 disques hors de fonction ont pu être repérés (fig. 1). Ces socles sont presque toujours parfaitement ronds, lisses en dessus et sur les bords, rugueux et anguleux en dessous. Les disques les plus récents supportant déjà un calvaire rudimentaire (par exemple Saint-Guéno) ou une croix modestement ornée, sont aussi le mieux travaillés c'est-à-dire les plus réguliers. Normalement on a inséré dans les disques des croix frustes, irrégulières à fût élancé et à bras courts et souvent pattés ; les petites croix sont, dans la plupart des cas, les restes remontés de croix cassées ayant eu auparavant la hauteur habituelle de plus de deux mètres qui est la cause principale de la fragilité de ces monolithes (à Languivoa un disque épais de 10 à 15 cm et large de 1,4 m soutient une croix haute de 4,16 m).

Sans pouvoir donner les raisons exactes de la prolifération de ces croix archaïques à disque dans le Pays Bigouden, on peut quand même, à cause de la similitude frappante, supposer qu'une même idée a été à l'origine d'un élan commun qu'on a vu déjà à l'époque mégalithique et qu'on retrouvera plus tard dans la vague de construction de croix à disque, voulant substituer ainsi, par des moyens adéquats, aux pratiques superstitieuses qui s'attachaient aux mégalithes l'idée du christianisme. La croix sur le cercle, symbole druidique, ne représenterait-elle pas la victoire de l'Église sur le culte celtique ? H. WAQUET (1960, p. 130) cite Rolland de NEUFVILLE, évêque de Léon (1562-1613), qui se vante d'avoir fait ériger, dans son diocèse, 5 000 croix ; ce chiffre, certainement exagéré, est néanmoins très révélateur dans notre contexte. Au Pays Bigouden, on constate qu'une grande partie des croix à disque a été plantée le long des principales routes de l'époque, par exemple le long de l'actuelle N. 785, entre Pont-L'Abbé et Penmarc'h.

Même si l'on prend en considération un certain nombre de croix à disque qui, sans aucun doute, m'ont échappé dans le labyrinthe du bocage (d'ailleurs comme bien des vasques aussi (1)) on est frappé par la disproportion manifeste entre le nombre des vasques (136) et celui des socles discoïdes (41). Comme le démontrent des croix raccourcies, cassées ou écroulées ainsi que des disques ébréchés, couverts de pierres ramassées dans les champs, enfouis sous le sol des talus, leurs destruction et disparition naturelles ou quasi naturelles n'y sont pas pour rien ce qui n'étonne pas si l'on tient compte de leurs ancienneté et fragilité (le disque granitique de Kergroez en Treffiat, large de 129 cm, a seulement une épaisseur de 5 à 8 cm). Pourtant la plus grande

(1) Quelques disques granitiques d'origine douteuse n'ont pas été pris en considération bien que leur extraction ait pu donner naissance à des vasques : un disque de 0,5 m de diamètre intégré dans le mur d'une ferme à Kerflous en Plomeur ; le bord supérieur — en 2 pièces — de 2 vieux puits à Larvor et à Penmarc'h ; le disque conique à la base de deux modestes calvaires au bourg de Saint-Guéno ; un disque incorporé au groupement mégalithique de Kerlay en Plobannalec et un disque en forme de cuvette avec des gravures énigmatiques, dans le parc de Moor Braz à Loctudy.

(1) Après l'envoi du manuscrit, j'ai trouvé une 137^e vasque, parfaitement ronde (diam. 2,1 m), située sur le rivage oriental de la Palud de Kerfrian en Guilvinec.

partie des croix à disque a très probablement été détruite consciemment au cours de la Révolution.

Il reste à expliquer le fait curieux de la concentration des vasques à disque sur la côte. L'extraction du monolithe près de l'endroit de son emplacement définitif où la roche n'a jamais manqué aurait évité un transport pénible malgré la possibilité de rouler ces pierres. Certes, le nombre des vasques à l'intérieur des terres est plus important que les rares trouvailles ne le révèlent, mais la côte offrait l'éminent avantage que la roche y était mise à nue par la mer et le vent, que les diaclases élargies par l'eau salée étaient bien visibles et qu'on pouvait directement choisir l'endroit avec la distance optimale des diaclases horizontales permettant un détachement facile, et sans risque, du disque.

V. — CONCLUSION

Le microrelief granitique du Pays Bigouden excelle par sa variété étonnante de formes parmi lesquelles les vasques à disque avec leurs formes associées sont certainement les plus originales. Leur intérêt morphologique réside dans le fait qu'elles constituent, à cause de leur quantité considérable et de leur uniformité, un élément typique du paysage côtier de cette région et qu'elles ont été créées par l'homme malgré la trompeuse allure naturelle qu'elles ont prise, exposées aux embruns, au gel, au soleil et au lichens au cours d'un millénaire, et malgré leur ressemblance avec d'autres dépressions fermées dans la roche de la zone littorale et supra-littorale. Ces résultats imprévus, « déchets » négligés de l'activité architectonique de l'homme sont des vestiges encore méconnus de l'histoire du Pays Bigouden qui contribuent à son originalité autrement tant recherchée et qui mériteraient par conséquent un peu plus d'attention, surtout par les Bigoudens eux-mêmes.

BIBLIOGRAPHIE

- GAUTIER M. (1969) - Un type d'habitation rurale à fonction « industrielle ». Les moulins de Bretagne et de Vendée. *Norois*, 63, pp. 73-100.
- GUILCHER A. (1948) - Le relief de la Bretagne méridionale de la baie de Douarnenez à la Vilaine. La Roche-sur-Yon, 682 p.
- MILON Y. (1936) - Quelques problèmes de morphologie armoricaine. *C. R. des séances Soc. géol. et min. de Bretagne*, II, 2, pp. 14-26.
- RONDEAU A. (1958) - Corse et Bretagne : à propos du modelé granitique de la région de Trégastel (Côtes-du-Nord). *Norois*, 20, pp. 451-457.
- SCHÜLKE H. (1968) - Quelques types de dépressions fermées littorales et supra-littorales liées à l'action destructive de la mer (Bretagne, Corse, Asturies). *Norois*, 57, pp. 23-42.
- SCHÜLKE H. (1970) - Les « vasques à disque », un trait typique du microrelief granitique de la côte bigoudenne (Finistère). *Rev. Géogr. phys. Géol. dyn.* (2), XII, pp. 361-368.
- STANY-GAUCHIER J. (1950) - Les calvaires bretons. Paris et Grenoble, 88 p.
- WAQUET H. (1960) - Art breton. Edit. entièrement renouvelée. Paris, 190 p.

Un exemple d'utilisation de l'écologie et de la biométrie sur un boisement de protection de l'environnement : La plantation de dunes de Cléder (Finistère)

par J. DÉNIEL *

INTRODUCTION

Les agressions de l'homme vis-à-vis de formations végétales indispensables à la conservation des sols et, par suite, à la protection des lieux habités sont de plus en plus fréquentes et graves de conséquences : le piétinement de la végétation herbacée, qui stabilise les dunes côtières par ailleurs soumises aux assauts des vents et de la mer, en fournit un exemple. La préservation de ces dunes est d'importance capitale pour beaucoup de communes côtières du Finistère. A la demande de plusieurs municipalités, le Service du Génie Rural, des Eaux et des Forêts, y a procédé à des boisements de protection qui, outre leur utilité pratique pour fixation de la dune et leur rôle esthétique, permettent des observations écologiques d'un grand intérêt scientifique et technique sur la résistance des arbres aux vents et aux embruns salés.

Le présent article reproduit, de façon condensée — c'est-à-dire sans donner ni le détail des observations faites ni celui des traitements statistiques effectués (1) — les premiers enseignements tirés d'une expérience de boisement littoral faite, en accord et avec l'appui de la municipalité de Cléder, sur la dune communale, au lieu-dit « Roguennic ».

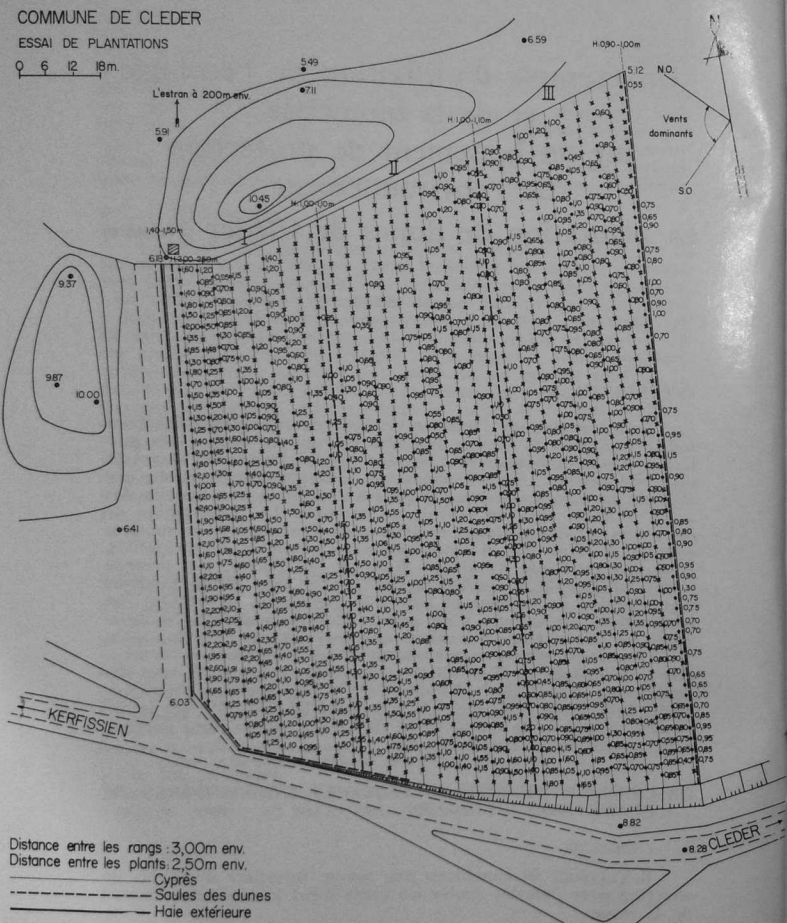
DESCRIPTION DU SITE — ESSENCES ET METHODES DE PLANTATION UTILISEES

1. — OBJECTIF

Il s'agissait de constituer une masse forestière d'un côté du camping pour l'abriter contre les vents d'Est et améliorer l'aspect de la dune.

(*) Ingénieur en Chef du Génie Rural, des Eaux et des Forêts du Finistère.

(1) En bas de pages, nous signalerons cependant, à l'intention des lecteurs intéressés, les méthodes utilisées.



2. — CONDITIONS ÉCOLOGIQUES

Climat

Températures sans gros écarts ; gelées rares et faibles. Pluviosité réduite sur la côte, de l'ordre de 650 mm/an. Vents dominants de Nord-Ouest avec plus de 20 jours à pointes supérieures à 90 km/h, transportant de fortes quantités de sable accroché à la base de la dune, donc très agressifs pour toute végétation arbustive.

Pédologie

Sables faiblement coquilliers, donnant des sols peu acides mais pauvres et très filtrants, à pouvoir d'échange cationique très faible. La nitrification est superficielle et les produits en sont entraînés en profondeur. Au Sud-Ouest, des apports anciens de terre ont permis la formation d'un sol de meilleure qualité.

La placette plantée a été nivelée, mais, au Centre-Nord, subsiste une zone plus basse où, l'hiver 1968-69, assez humide, s'était formée une mortalité importante de plants.

Ce phénomène ne s'est pas reproduit — du moins longtemps — durant les hivers suivants, ce qui a permis le remplacement des manquants.

De plus, la présence d'embruns et le dépôt de sel qui en résulte entraînent par vent violent, sur l'épiderme des plantes, la déshydratation des téguments, des écailles et des jeunes rameaux.

Exposition

La plantation est partiellement protégée par une haie complexe, plantée, côté ouest, en 1965. Au Nord, la dune est plus élevée et devrait servir d'abri ; mais, on constate que les vents venant du large se rabattent avec violence, notamment en empruntant un couloir orienté Nord-Ouest/Sud-Est et passant dans la partie nord de la plantation où ils déforment en drapeau les plants introduits et en ralentissent la croissance.

3. — DATE ET MODALITÉS DE LA PLANTATION

La plantation de 1515 plants a été effectuée durant l'hiver 1966-1967 à l'aide de plants de Cypres de Lambert (*Cupressus macrocarpa*, HARTWEG) âgés de 3 ans et élevés en bord de mer pour assurer leur acclimatation. L'écartement des rangs est de 3 m et l'espacement des plants de 2,50 m.

La mise en place des plants avait été précédée d'un épannage de terre végétale provenant de travaux de voirie et suivie :

- d'un labour superficiel du sol et constitution d'ados pour réduire le danger hivernal de submersion, mais il n'avait pas été apporté de fumure chimique dont la fixation eût été insignifiante dans un tel sol ;
- de la pose d'une clôture, pour éviter déprédations et même piétinement par les touristes, qui ont — il faut le souligner — pratiquement détruit tout ce qui a été planté à l'extérieur des clôtures.

Sur les 1515 plants introduits, 642 sont morts le premier hiver. Plusieurs plants d'autres espèces forestières avaient été

plantés à titre expérimental parmi les cyprès de Lambert, mais ont complètement disparu.

Le plan annexe illustre le dispositif général de plantation et donne, d'une part, les hauteurs des plants vivants (1), d'autre part, la localisation des arbres morts. Ce sont ces deux variables, a priori susceptibles de dépendre des facteurs d'environnement, qui vont être étudiées dans les deuxième, troisième et quatrième parties du présent article, par application des méthodes classiques de statistique mathématique dont l'usage se répand actuellement en écologie. Elles viennent, en effet, de faire l'objet d'un traité dont l'auteur est Mrs PIÉLOU, Professeur à l'Université d'Ontario, publié en 1970 en langue anglaise sous le titre « Mathematical Ecology » (éditeur : WILEY and SONS - New-York).

Dans la deuxième partie, la comparaison des moyennes des hauteurs, mesurées durant l'hiver, des arbres vivants dans trois blocs différant principalement par leurs distances à la haie brise-vent et une analyse de variance à un facteur seront obtenues en utilisant les résultats de calculs effectués sur le calculateur Olivetti « Programma 101 » de la Direction Départementale de l'Agriculture du Finistère.

Dans la troisième partie, une analyse de variance à deux facteurs — l'effet étant ici non plus la hauteur mais la mortalité constatée — est menée à bien sur la base de calculs effectués sur calculateur « Electronique Marcel Dassault » du CERAFER — Division Calcul — à Antony.

Dans la quatrième partie, une analyse de variance à deux facteurs, plus fine, et une analyse de régression polynomiale poussée jusqu'au second degré ont été obtenues grâce à l'emploi de l'ordinateur IBM du Centre National de la Recherche Forestière à Nancy.

Ainsi apparaît combien les investigations écologiques peuvent progresser par le recours à des moyens de calcul automatique de plus en plus perfectionnés qui, bien entendu, ne dispensent nullement les chercheurs, qui doivent avoir une large culture biologique, physico-chimique et mathématique, de mener leurs investigations avec rigueur et avec finesse.

INFLUENCE SUR LA CROISSANCE DES ARBRES DE CERTAINS FACTEURS D'ENVIRONNEMENT

Le caractère étudié est la hauteur d'un plant de cyprès, mesurée en mètres et centimètres.

(précision de la mesure : $\pm 2,5$ cm)

La hauteur est une variable aléatoire dont on fait l'hypothèse que la loi dépend de la position du plant dans la parcelle étudiée.

La parcelle est divisée en 3 zones notées, sur le plan et dans les calculs ci-après, I - II et III, caractérisées chacune par son éloignement par rapport à la haie de protection contre les vents dominants d'Ouest.

1. — La question suivante peut être posée :

Les hauteurs moyennes des zones I, II et III sont-elles différentes de manière significative, c'est-à-dire peut-on écrire :

$$h_I \neq h_{II} \neq h_{III} \quad ?$$

(1) Mesurés durant l'hiver 1969-70.

Nous faisons l'hypothèse qu'à l'intérieur de chaque zone « h » est distribuée normalement (ceci pourra être testé), c'est-à-dire respecte la loi de LAPLACE-GAUSS.

Nous supposons également que les valeurs h_I , h_{II} et h_{III} sont indépendantes, ce qui n'est pas rigoureusement exact car les plants exercent un effet de protection mutuelle.

Calculs à effectuer :

- par zone : — nombre d'arbres
- moyenne des hauteurs ou espérance mathématique
- écart-type sur la hauteur
- pour l'ensemble de la population : les mêmes

Résultats :

I	II	III
$n_I = 268$ plants	$n_{II} = 256$ plants	$n_{III} = 349$ plants
$\bar{x}_I = 1,38$	$\bar{x}_{II} = 0,99$	$\bar{x}_{III} = 0,91$
$\sigma_I = 0,38$	$\sigma_{II} = 0,25$	$\sigma_{III} = 0,21$

ensemble : 873 plants $\bar{x} = 1,08$
 $\sigma = 0,35$

Peut-on dire que l'on a, statistiquement :

$$\bar{x}_I > \bar{x}_{II} > \bar{x}_{III} \quad ?$$

a) Opposons l'hypothèse $\bar{x}_I = \bar{x}_{II}$ à l'hypothèse $\bar{x}_I > \bar{x}_{II}$

— Formons la différence des moyennes :

$$\Delta = \bar{x}_I - \bar{x}_{II} = 1,38 - 0,99 = 0,39 \quad (0,384)$$

— Calculons l'écart-type de cette différence :

$$\sigma_{\Delta} = \sqrt{\frac{\sigma_I^2}{n_I} + \frac{\sigma_{II}^2}{n_{II}}} = 0,03 \quad (0,0277)$$

— Formons le rapport : $\frac{\Delta}{\sigma_{\Delta}} = \frac{0,384}{0,0277} = 13,86$

— test simple (*) : comme $\Delta > 2,58 \sigma_{\Delta}$ on admet que la différence est significative au seuil de probabilité de 1 %,

c'est-à-dire que $\bar{x}_I > \bar{x}_{II}$ avec une probabilité supérieure à 0,99

b) Opposons l'hypothèse $\bar{x}_{II} = \bar{x}_{III}$ à $\bar{x}_{II} > \bar{x}_{III}$

$$\begin{array}{l} \Delta = 0,082 \\ \sigma_{\Delta} = 0,0190 \end{array} \quad \left| \quad \frac{\Delta}{\sigma_{\Delta}} = 4,32 \right.$$

ce qui implique que $\bar{x}_{II} > \bar{x}_{III}$ avec une probabilité supérieure à 0,99

2. — A l'intérieur de la 1^{re} zone, la distribution de la hauteur des plants suit-elle une loi normale, c'est-à-dire respecte-t-elle bien la relation ci-après :

m = fréquence de la classe x

$$m = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot \exp. \frac{-(x - n)^2}{2\sigma^2}$$

$$m = \frac{1}{0,21\sqrt{2\pi}} \cdot \exp. \frac{-(x - 0,91)^2}{2 \times 0,21^2}$$

Cette vérification de la normalité de la distribution, au moins approximative, est indispensable à l'utilisation pratique du test de STUDENT.

Effectuons d'abord un regroupement des arbres en classes de 0,20 m d'intervalles de hauteur :

N° de classe	Limites	Effectif observé	Centre de classe
1	0,40 à 0,59	1	0,50
2	0,60 à 0,79	9	0,70
3	0,80 à 0,99	34	0,90
4	1,00 à 1,19	64	1,10
5	1,20 à 1,39	61	1,30
6	1,40 à 1,59	41	1,50
7	1,60 à 1,79	26	1,70
8	1,80 à 1,99	22	1,90
9	2,00 à 2,19	7	2,10
10	2,20 à 2,39	3	2,30
	Total.....	268	

(*) Ce test est le test de STUDENT, justifié dans de nombreux traités, par exemple G. LEFORT : Mathématiques pour les sciences agronomiques et biologiques. Armand COLIN, Paris 1967 (cf. pp. 595 à 604).



La palissade brise-vent doublée par la haie en saule des dunes



Vue orientée N.S. ; à droite, la haie brise-vent

Calcul de la moyenne et de l'écart-type :

$$\bar{x} = 1,329 \quad (1,38)$$

$$\sigma = 0,350 \quad (0,38)$$

Un test, parmi d'autres, de normalité comporte l'estimation des coefficients de PEARSON β_1 et β_2 respectivement liés aux moments centrés d'ordre trois et d'ordre quatre. Leurs valeurs théoriques pour une distribution normale sont 0 et 3. Tous calculs intermédiaires faits, on trouve, dans le cas particulier, $\beta_1 = 0,21$ et $\beta_2 = 2,78$, valeurs assez proches des valeurs théoriques, compte tenu de l'assez grand nombre d'individus de la population (268), pour que l'hypothèse de normalité soit admise.

3. — Les plants situés sur un même rang ont-ils leur hauteur distribuée normalement ?

On peut le vérifier sur quelques rangs à l'aide d'un test χ^2

Choisissons par exemple les rangs nos 2, 11 et 24.

N° de classe	Limites	rang n° 2			rang n° 11			rang n° 24		
		Effect. obs.	Fréquence théorique	Effect. théor.	Effect. obs.	Fréq. théorique	Effect. théor.	Effect. obs.	Fréq. théorique	Effect. théor.
0	0,20 à 0,39	—			1	0,0019	—			
1	0,40 à 0,59	—	0,0059	—	—	0,0098	—	—	—	—
2	0,60 à 0,79	1	0,0185	1	3	0,1057	3	7	0,1287	6
3	0,80 à 0,99	3	0,0534	2	5	0,1958	6	14	0,3325	14
4	1,00 à 1,19	2	0,1144	4	10	0,2467	7	13	0,3424	14
5	1,20 à 1,39	8	0,1823	7	5	0,2119	6	7	0,1462	6
6	1,40 à 1,59	6	0,2165	8	2	0,1239	4	1	0,0255	1
7	1,60 à 1,79	8	0,1913	7	3	0,0496	2	—	0,0216	—
8	1,80 à 1,99	4	0,1259	4	—	0,0159	—	—	—	—
9	2,00 à 2,19	4	0,0617	2	—	—	—	—	—	—
			0,0301	1						
Totaux		36	1,0000	36	29	1,0000	29	42	1,0000	42
Moyenne		1,517		1,120		1,009		0,204		
Ecart-type		0,363		0,317						

Le test nécessite un regroupement des classes de faible effectif

Limites	rang n° 2		rang n° 11		rang n° 24	
	Effect. obs.	Effect. théor.	Effect. obs.	Effect. théor.	Effect. obs.	Effect. théor.
— de 1,20	6	7	— de 1,00	9	10	
1,20 à 1,39	8	7	1,00 à 1,19	10	7	— de 1,00
1,40 à 1,59	6	8	1,20 et +	10	12	1,00 et +
1,60 à 1,79	8	7				
1,80 et +	8	7				
Total	36	36		29	29	
Nombre de classes n	5		3		2	
Nombre de degrés de liberté (n - 3)	2		0		—	
χ^2	1,071		1,719		—	
χ^2_0 (5 %)	5,991		3,841 (pour 1 degré de liberté)		—	

Pour la définition du χ^2 et l'utilisation de la méthode correspondante, le lecteur pourra se reporter au traité précité de G. LEFORT (cf. pp. 645 à 652).

Pour les rangs 11 et 24, le nombre de degrés de liberté étant très faible, il y a lieu d'interpréter avec prudence les résultats.

Par contre, pour le rang n° 2, il apparaît clairement que l'hypothèse de distribution normale est justifiée par le fait que :

$$\chi^2_0 > \chi^2$$

Cette conclusion peut être étendue aux rangs 11 et 24.

4. — Y a-t-il une corrélation significative entre la hauteur d'un plant (h) et sa distance à la haie brise-vent (d) ?

$$h = f(d) ?$$

Pour répondre à cette question, il convient de calculer les coefficients de corrélation (1) entre la variable dépendante (h) et la variable indépendante (d) sur quelques profils d'arbres, par exemple trois.

(1) Pour la définition des coefficients de corrélation et de régression, le lecteur pourra se reporter au traité précité de G. LEFORT (cf. pp. 537 à 539).

Test pour 3 profils :

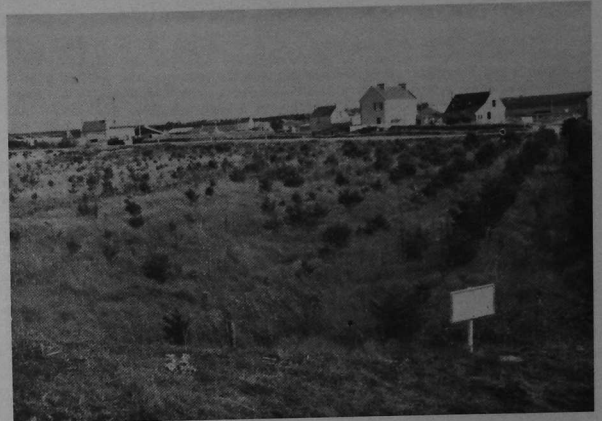
d	A	B	C
3,00	1,90	2,40	1,50
6,00	1,79	1,90	1,25
9	* 1,65	1,25	0,65
12	1,40	* 1,45	1,20
15	* 1,15	* 1,50	1,05
18	1,05	* 1,45	* 1,05
21	* 1,50	1,60	* 1,00
24	1,55	* 1,55	—
27	* 1,20	* 1,50	* 0,85
30	1,35	* 1,25	—
33	* 1,50	* 1,00	—
36	* 1,20	* 1,30	* 0,90
39	* 0,90	* 0,95	—
42	* 0,65	* 0,75	* 0,90
45	* 0,80	* 1,00	—
48	1,00	* 1,05	* 0,85
51	0,90	* 0,85	* 0,80
54	0,80	* 1,10	* 0,85
57	0,75	0,90	* 0,80
60	* 0,85	* 0,85	1,00
63	* 0,95	* 0,90	* 0,80
66	0,70	0,80	* 0,90
69	* 0,95	* 0,95	* 0,85
72	* 1,00	* 1,05	* 0,80
75	0,90	* 0,85	* 0,95
78	* 1,05	* 0,85	* 0,85
81	0,85	* 1,10	* 0,60
84	1,15	* 0,95	* 0,80
87	0,75	* 0,90	* 0,85
$r =$	— 0,730	— 0,767	— 0,613
	Hautement significatif	Hautement significatif	Hautement significatif
$r_o =$	(1,30 %) = — 0,449	— 0,449	(1,24 %) = — 0,512

On peut aussi déduire de ce qui précède les équations des droites de régression :

- Profil A : $h = 1,55 - 0,0097 d$
- Profil B : $h = 1,68 - 0,0113 d$
- Profil C : $h = 1,12 - 0,0043 d$

En schématisant, on peut dégager de cette première investigation que la distance de chaque arbre à la haie brise-vent a eu une influence notable, les statisticiens la qualifient de « significative », sur la croissance en hauteur des plants.

* = interpolation entre 2 plants.



Vue orientée N.O.-S.E.

ANALYSE DE REGRESSION A TROIS VARIABLES

Pour pousser plus loin l'analyse des observations faites et la recherche des facteurs explicatifs, il a été tenté avec l'aide de M. LABYE et de M^{me} OBERLIN, de la Division « Calcul » du CERAFER — Echelon d'Antony — une analyse de régression multiple entre le pourcentage des arbres morts sur des parcelles d'environ 700 m² (variables dépendantes), d'une part, et la distance à la mer et la distance à la haie brise-vent du centre de gravité de chaque parcelle, d'autre part. Les calculs ont été effectués sur calculatrice « Electronique Marcel Dassault ». Voici les conclusions qui s'en dégagent :

Le coefficient de corrélation totale (0,821) entre les variables : pourcentage de plants morts et distance de la mer, est significatif à un seuil de moins de 1 % (le seuil de 1 % correspond à $r = 0,5487$ pour le test de Student).

Par contre, le coefficient de corrélation totale (0,183) entre les variables : pourcentage de plants morts et distance du brise-vent, est non significatif, même à un seuil médiocre (à 10 %, $r = 0,37$).

Dans la régression multiple, la distance à la mer est donc le facteur explicatif le plus important.

L'équation de régression à deux facteurs explicatifs pourrait, sous la réserve précédente de la signification du terme de liaison avec la distance à la haie brise-vent, être :

$$x = 136,6 - 0,346 m + 0,087 d$$

$x =$ % des plants morts,
 $m =$ distance à la mer,
 $d =$ distance à la haie brise-vent.

Pour être plus rigoureux, il faudrait tenir compte des variations d'effets dans les parcelles étudiées.

De cette seconde investigation il apparaît que la distance à la mer de chaque plant, plus ou moins grande suivant sa position dans le massif, est un facteur explicatif de la mortalité des jeunes arbres à prendre en considération, ce à quoi on devait s'attendre « a priori » mais devait néanmoins être statistiquement vérifié.

ANALYSE DE REGRESSION A CINQ VARIABLES

Pour tenir compte des remarques et conseils que M. le Professeur G. LEFORT, titulaire de la Chaire de Mathématiques de l'Institut National Agronomique, avait formulés après lecture des calculs résumés aux parties 2 et 3 précédentes, nous avons prié le C.N.R.F. — Station de Biométrie — à Champenoux, d'effectuer une analyse de régression à cinq variables explicatives des hauteurs moyennes des plants calculées sur des parcelles d'environ 1200 m², à savoir :

- m = distance à la mer,
- d = distance à la haie brise-vent,
- m²
- d²
- m.d

En utilisant un programme de régression de la bibliothèque I.B.M.-E.I.P. et en introduisant tour à tour les variables qui expliquent le mieux la variable dépendante (h), le C.N.R.F. est parvenu à l'équation ci-après :

$$h = 1,119 + 0,00183 m - 0,019105 d + 0,0001204 d^2$$

L'ajustement est excellent puisque le coefficient de corrélation multiple atteint r = 0,895.

Une équation encore meilleure (r = 0,914) pour l'explication des phénomènes observés a été obtenue en introduisant la variable $\frac{m}{d}$:

$$h = 0,7707 + 0,036593 \frac{m}{d}$$

Mais M. MILLIER, responsable de l'Atelier de calcul du C.N.R.F., fait remarquer que les variations de d expliquent déjà (0,773)² × 100 % des variations des hauteurs des arbres.

Grâce aux efforts conjoints de divers spécialistes, il a pu être dégagé une relation relativement simple entre la hauteur des arbres et les deux facteurs d'environnement que sont la distance à la mer de chaque plant et sa distance



Vue orientée N.E.-S.O.

à la haie brise-vent. Il sera intéressant de suivre l'influence respective de ces deux facteurs dans les prochaines années et notamment de vérifier si l'avance obtenue par les arbres les mieux abrités se conserve dans le temps.

CONCLUSION

De la réalisation, sans doute d'envergure limitée mais néanmoins audacieuse pour une commune rurale ayant de nombreuses autres charges d'équipement comme Cléder, on peut tirer deux sortes de conclusions :

D'abord, des conclusions d'ordre pratique qui confirment l'efficacité, pour la protection des jeunes plants, de la haie brise-vent exécutée et qui recourent les observations faites sur des parcelles agricoles, protégées ou non par des brise-vent, par MM. HALLAIRE, BOUCHET, DE PARCEVAUX et ARNOUX — Station centrale de Bioclimatologie et Service de Biométrie — CNRA Versailles (cf. « L'Eau et la Production Végétale » — INRA — 1964). L'effet de protection s'étend horizontalement sur 15 fois la hauteur de la haie.

Au plan méthodologique, cette expérience confirme l'intérêt qu'il y a à soumettre l'influence de certains facteurs d'environnement sur les êtres vivants à des analyses statistiques, ce qui, ensuite, permet de prendre des décisions avec le maximum d'objectivité et de sécurité. Les interventions de la Puissance publique (Etat, Collectivités locales, Etablissements publics) seraient mieux guidées et les ressources financières disponibles utilisées avec le maximum de garantie possible si de telles analyses étaient généralisées.

L'investigation précédente illustre l'opportunité, de plus en plus généralement admise, de compléter la formation des futurs spécialistes de l'écologie par une initiation assez poussée à la statistique mathématique et au calcul des probabilités.

Enfin, elle démontre l'intérêt d'un travail d'équipe (D.D.A. — Service de l'Aménagement Foncier et Forestier et Bureau d'Etudes — CERAFER ; INRA ou Université) appuyé sur des moyens de calcul appropriés.

Nous rappelons, à toutes fins utiles, les définitions des expressions ci-après utilisées à plusieurs reprises dans l'étude précédente :

- Analyse de variance : technique visant à isoler les composants particuliers d'une variation à comparer avec la variance de l'erreur ;
- Analyse de régression : technique visant à estimer le degré de dépendance d'une variable appelée dépendante par rapport à une ou plusieurs autres qualifiées d'indépendantes.

Nous remercions M. le Professeur LEFORT, titulaire de la Chaire de Mathématiques de l'Institut National Agronomique, de ses conseils, ainsi que M. LABYE et M^{me} OBERLIN, de la Division « Calcul » du CERAFER, et M. MILLIER, responsable de l'Atelier de calcul du C.N.R.F., de l'assistance qu'ils nous ont aimablement accordée pour la rédaction de cet article à laquelle ont également contribué M. MAZERAND, I.G.R.F., et M. GUILLOU, Ingénieur topographe.

Que sait-on de la culture familiale des champignons ?

par Claude MOREAU

Des annonces prometteuses allèchent régulièrement les amateurs, les sollicitant de tenter de cultiver des champignons au même titre que les petits pois, les haricots ou les pommes de terre, avec espoir d'en tirer un profit appréciable.

Il nous a paru intéressant de demander à M. Claude Moreau, Maître de Recherches au CNRS, dont la spécialité scientifique est la Mycologie, de faire le point de l'état actuel de nos connaissances en matière de culture de champignons. Libre à chacun, ensuite, de tenter des expériences... ou de suivre ses conseils de sagesse.

LA PIERRE-CHAMPIGNON

L'idée de cultiver les Champignons est fort ancienne. Dès l'antiquité, les Romains vendaient sur les marchés un champignon dont l'aspect rappelait une pierre : on l'appelait « lapis fungifer » (*pietra fungaia*). Il suffisait de la planter en terre, de l'arroser régulièrement pour obtenir, quelques semaines plus tard, une belle fructification — hélas ! médiocre comestible. On sait maintenant que cette « pierre » n'est autre qu'un amas de mycélium (on dit un « sclérote ») appartenant à l'espèce *Polyporus tuberaster*.

D'autres champignons formant de tels sclérotés ont été de même expérimentalement cultivés : le *Pachyma cocos*, que les Américains appellent le « pain indien » et le *Mylitta australis* ou « pain noir » d'Australie. Mais leur faible intérêt culinaire n'a jamais permis à ces cultures de prendre une grande extension.

LES FLEURS DU TONNERRE

Il y a peu de temps encore, on considérait toutes les espèces de Volvaires comme toxiques. Or, actuellement, dans les régions tropicales, commence à se répandre la culture du *Volvaria volvacea*, qui est un excellent champignon.

Il suffit, paraît-il, de constituer des tas de paille de riz, bagasses de canne à sucre, feuilles de bananiers, déchets divers. Après avoirensemencé ces tas avec le champignon (à moins qu'on laisse ce soin à la nature), on se contente d'arroser périodiquement, souvent avec de l'eau de lavage du riz ou du jus de rebut de canne à sucre.



Le Champignon de couche. Ses lames rayonnent autour du pied, sous le chapeau et portent des milliards de spores.

(Photo C. Moreau)

Comme les Champignons apparaissent fréquemment sur ce compost après une pluie d'orage, les indigènes des Philippines les appellent des « fleurs du tonnerre ».

LES CŒURS PARFUMES

Depuis fort longtemps, par des procédés empiriques, on a cultivé, avec plus ou moins de succès, la pholiote du peuplier (*Pholiota aegerita*) sur des sections de troncs de peuplier partiellement enfouies dans la terre. On frotte la surface du bois avec des lames de pholiotés fraîches, on recouvre d'une mince couche de terreau et on arrose de temps en temps.

C'est un procédé analogue qu'emploient les montagnards de Chine méridionale quand, en bordure des rizières, ils tentent d'obtenir des Champignons qu'ils nomment « héong-sain », ce qui veut dire : cœur parfumé. Les troncs d'arbres des plantations défrichées sont déposés sur le sol ; tant qu'ils ne sont pas totalement pourris, ils sont aptes à fournir des Champignons.

Le célèbre « shiitake » des Japonais croît, de même, sur des bûches d'un chêne, régulièrement humidifiées par arrosage ou immersion dans de grands réservoirs d'eau.

LE CHAMPIGNON DE COUCHE

Dans nos régions tempérées, seul le Champignon de couche, parfois nommé Champignon de Paris, fait l'objet d'une culture industrielle. Dans de vastes carrières, à une température douce et constante, il est possible de cultiver rationnellement le Cham-



Les girolles, aux belles couleurs jaune orangé, sont parmi les meilleurs champignons comestibles que l'on récolte en abondance dans les bois à l'automne.
(Photo C. Moreau)

pignon de couche sur du fumier convenablement préparé. Soit en meules, soit maintenant le plus fréquemment dans des caisses, ce fumier est « lardé » de « blanc » de champignon, c'est-à-dire qu'on introduit à intervalles réguliers à quelques centimètres de profondeur un fragment de culture pure du mycélium. De la terre appropriée est déposée en surface, c'est le « gobetage ». De fréquents arrosages maintiennent une humidité convenable. Dans ces conditions, on peut, quelques semaines plus tard, faire une abondante récolte de champignons.

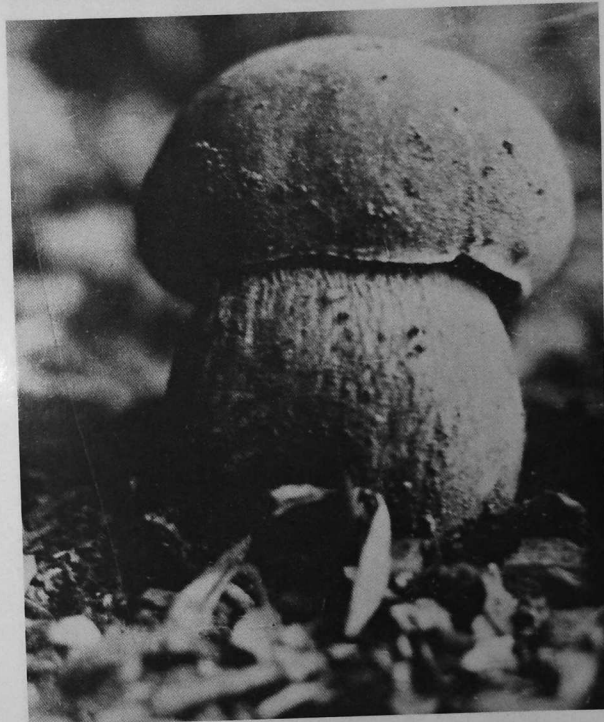
Comme le souligne le Professeur Roger HEIM, la profession de champignoniste peut être rémunératrice, mais elle est souvent ruineuse. Elle exige en effet de grandes compétences en raison des difficultés multiples qui sont rencontrées.

Des amateurs peuvent tenter de cultiver le champignon de couche. J'ai connu un étudiant qui, pour améliorer ses fins de mois, avait rempli de fumier les vastes tiroirs d'une vieille commode et, chaque matin, au grand scandale de sa logeuse, les arrosait copieusement.

LE PIED BLEU

Parmi les champignons sauvages ayant fait l'objet d'essais, celui que l'on nomme « pied bleu » (*Rhodopaxillus nudus*) a fourni de bons résultats aux Professeurs COSTANTIN et MATRUCHOT ; ils en ont réalisé la culture à la fin du siècle dernier. Sur un compost formé de feuilles de hêtre, ils ont pu présenter de beaux spécimens à une exposition de la Société d'horticulture de France, au jardin des Tuileries.

Le rendement est cependant bien inférieur à celui du champignon de couche. La durée d'incubation est généralement de 10



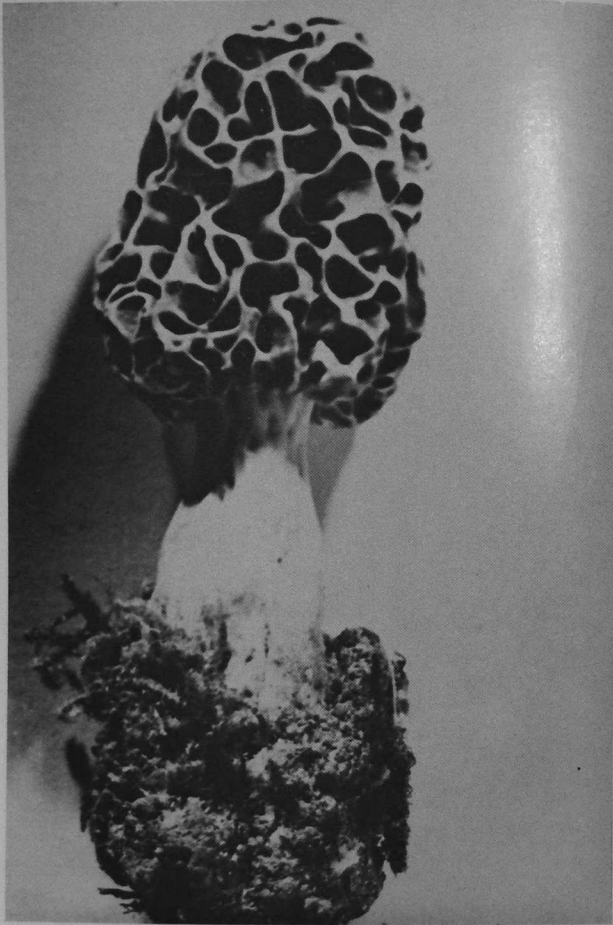
Jeune cèpe en « bouchon de champagne ». C'est à ce stade qu'il est particulièrement délicat. On ne sait malheureusement pas en réaliser la culture.
(Photo C. Moreau)

à 12 mois ! Enfin la couleur violacée et l'aspect peu engageant de ce champignon risquent d'en détourner le public, ce qui rend bien aléatoire une culture industrielle.

LA MORILLE

La morille est certainement le champignon printanier le plus apprécié.

C'est au baron d'YVOIRE qu'on doit d'avoir su réussir le premier une culture de morilles. L'idée lui en vint, paraît-il, après



Un beau spécimen de morille, un champignon printanier très apprécié

(Photo C. Moreau)

une réception donnée dans son parc en l'honneur des pompiers du village ; les pompiers étaient restés en rang et avaient jeté devant eux les débris des pommes qu'ils avaient consommées. Au printemps suivant, un régiment de morilles, disposées en un rang

fort régulier, avait marqué la place exacte que les pompiers avaient occupée l'automne précédent.

Des études ultérieures du baron d'YVOIRE, il ressort que le meilleur terrain est celui qui a servi à une culture d'artichauts. La terre doit être meuble, plutôt humide. En mai, on jette sur ce terrain des fragments de morilles fraîches (8 chapeaux, ce qui représente quelques milliards de spores, pour une surface de 40 m²). Pendant l'été, il est conseillé d'arroser quatre ou cinq fois avec de l'eau contenant du salpêtre. A l'automne, sur un centimètre d'épaisseur, on recouvre le terrain de marc de pommes non fermenté, puis, deux semaines plus tard, on répand une couche de feuilles sèches que l'on maintient en place à l'aide de brindilles de bois. Au début du mois d'avril suivant, à l'aide d'un râteau, on retire délicatement les feuilles superficielles. Si l'humidité est convenable, la levée des morilles a lieu peu après.

Le Professeur MOLLIARD a, de son côté, obtenu de bons résultats sur un compost formé de marc de pommes et de vieux papiers. Il avait en effet constaté que des morilles se développaient chaque année sur un tas de vieilles affiches déposées dans la cour d'une mairie.

D'autres essais réalisés plus récemment confirment que ce Champignon peut être cultivé par des amateurs qui peuvent espérer obtenir au printemps pendant 3 à 4 semaines, de quoi faire quelques savoureuses omelettes. Mais de là à faire fortune... !

LA TRUFFE

S'il est un champignon dont le cours s'aligne sur celui de l'or c'est bien la truffe. Il est donc normal qu'on ait essayé d'en faire la culture.

Malgré tous les efforts déployés, les résultats de culture directe ont toujours été illusoire. Et l'on explique fort bien ces échecs quand on sait que la truffe, comme d'ailleurs un très grand nombre de champignons, ne peut se développer qu'à la faveur d'une association particulière contractée avec les racines de certains arbres, ici des chênes. On peut alors tenter de reproduire des conditions proches de celles où l'on récolte le plus de truffes : sur un terrain maigre, de nature calcaire (ceux du Vaucluse ou du Périgord conviennent le mieux) on peut réaliser une culture de chênes. Mais attention ! certains escrocs n'hésitent pas à vendre, sous la dénomination de chênes truffiers, des glands dont la seule différence avec des glands ordinaires réside dans le prix et le nom !

Les chênes ne doivent être ni trop espacés, ni trop serrés. Chaque année, la terre subit un léger labour destiné à aérer le sol. Une dizaine d'années plus tard on a des chances, si toutes les conditions ont été propices, de recueillir des truffes. La production peut alors se poursuivre plusieurs décennies.

Récemment, des essais satisfaisants ont été réalisés en Périgord pour remplacer le chêne truffier par des noisetiers, d'une culture plus rapide et plus facile.

PERSPECTIVES D'AVENIR

On voit donc combien est faible le nombre de champignons dont on peut réaliser une culture économiquement rentable. Sans doute un assez grand nombre d'entre eux ont-ils pu être obtenus

— en culture pure — au laboratoire dans des conditions délicates et rigoureuses d'asepsie ; on réalise ainsi des « mycothèques » où sont entretenues et étudiées plusieurs centaines d'espèces. On peut par ce procédé définir avec précision les meilleures conditions de croissance et de fructification de chacune d'entre elles. Peut-être la transposition de celles-ci dans la nature laisserait-elle entrevoir des possibilités de culture industrielle ?

Cependant, l'obstacle majeur à la culture — même au laboratoire — de beaucoup d'espèces de champignons de forêt réside dans le fait que, comme la truffe, ils ne peuvent se développer qu'en association avec les racines de certains arbres. Les amateurs de champignons savent bien qu'en forêt, les espèces qu'on récolte sous les pins sont différentes de celles des chênes ou des hêtres. On n'est donc pas près de savoir réaliser des cultures d'espèces telles que les cèpes et les giroles.

Il est relativement facile de récolter des spores de ces champignons. Il suffit de déposer le chapeau d'une de ces espèces sur une feuille de papier et, 24 heures plus tard, on recueille sur le papier plusieurs milliards de spores. Ces spores ont un bon pouvoir germinatif, certaines sont aptes à germer 10 ans après leur récolte !

Sur le plan strict de la législation des semences, ceux qui vendent des spores de champignons sont donc généralement inattaquables lorsqu'ils garantissent l'espèce, le nombre minimal de spores et un bon pourcentage de germination. Mais quand on voit les difficultés déjà rencontrées par les professionnels dans les cultures industrielles du Champignon de couche, bien des déboires attendent les amateurs. Qu'ils se contentent donc de courir les forêts en récoltant les champignons dont la nature nous gratifie... ou qu'ils achètent au marché des Champignons de couche avec lesquels les cuisiniers savent préparer des mets délicieux. C'est là un conseil de sagesse.

NOTES

LES PALMIERS DE DINARD (ILLE-ET-VILAINE)

La famille des Palmiers comporte, répartis sur les 5 continents, 254 genres aux formes très diverses. Ainsi, le « Doum » d'Afrique du Nord (*Chamaerops humilis* L.) se présente en touffes ; *Phoenix acaulis* Roxb. se caractérise par un tronc très court et à forme bulbeuse tandis que *Phoenix canariensis* H. est remarquable par un tronc élevé ; les *Calamus* enfin, qui fournissent le rotin ou rotang, ont l'aspect de lianes qui peuvent atteindre une longueur de 300 mètres.

Nombreux sont les palmiers qui ornent les abords de la Méditerranée et une vingtaine de genres se sont acclimatés sur la Côte d'Azur française et sur la Riviera italienne.

En ce qui concerne l'ouest de la France, il faut signaler la parfaite acclimatation de *Trachycarpus excelsus* Wendl. (*Chamaerops excelsa* Thunb. ou *chinensis* Hort.). Originnaire, avec cinq autres espèces, de l'Himalaya et d'Asie orientale, ce palmier résiste à de grands froids grâce aux fibres, formant bourre, provenant des gaines des feuilles disparues. Au cours de l'hiver 1916-1917, à l'Ecole Nationale Supérieure d'Horticulture de Versailles, nous avons pu constater qu'il supportait une température de -18° .

On peut voir plusieurs centaines de *Trachycarpus* sur la Côte d'Emeraude, aux abords de la Rance jusqu'à Dinard et ses environs et surtout à Dinard où les jardins publics s'ornent d'une cinquantaine de ces arbres. Nombreux sont ceux qui atteignent 7 à 10 mètres, fleurissent et portent des fruits dont certains germent au pied des femelles.



Chamaerops humilis var. *argentea* (3 troncs de 2,10 m de hauteur ; âgés de 90 ans environ). En arrière : *Trachycarpus excelsus* (Dinard, 1971).
(Photo Winter)

Créée par nos soins en 1931-1932, prise sur la mer et longeant sur 2,5 km la promenade du Clair de Lune, la Palmeraie de Dinard était constituée par une quarantaine d'arbres provenant de l'Exposition coloniale de Paris. La plantation comptait :

- une quinzaine de grands *Trachycarpus* ;
- une vingtaine de *Phoenix canariensis* Hort. dont certains par la suite portèrent de grands régimes de fleurs puis des fruits jaunâtres qui ne parvinrent pas à germer. Une douzaine d'entre eux pesaient de



La palmeraie de Dinard en 1939 : *Phoenix canariensis* Hort. (création L. Winter, 1931-32).
(Photo La Cigogne)

5 à 7,5 tonnes, leurs troncs mesurant de 5 à 7 mètres. Ces *Phoenix* qui devinrent majestueux firent couler beaucoup d'encre et sur la Côte d'Azur on nous accusa de commettre une hérésie indigne d'un professionnel ;

- un *Arecastrum Romanzoffianum* Becc. (*Cocos Romanzoffiana* Cham. ou *plumosa* Hook.), lequel pesait 7 tonnes pour un tronc de 6 mètres ;
- un *Arecastrum australe* (*Cocos australis* Mart. ou *flexuosa* Hort.) appartenant à la même variété que le précédent et pesant 4 tonnes pour un tronc de 1,20 mètre ;
- un *Washingtonia filifera* Wendl. (*Pritchardia filifera* Lind. ou *Brahea filamentosa* Hort.) de 6 mètres de longueur de tronc et qui pesait 7 tonnes ;
- un *Jubea spectabilis* H.B. et K., le palmier le plus rustique après le *Trachycarpus*, dont le poids était de 7 tonnes et dont le tronc mesurait 7 mètres ;
- un magnifique *Trithrinax campestris* Dr. et Griseb. enfin qui pesait 4 tonnes pour un tronc de 2 mètres.

Tous ces palmiers se développèrent parfaitement ; hélas ! certains d'entre eux, gênant la visibilité d'un fortin, furent rasés par les Allemands en 1940. Heureusement, hors la proximité de ce fortin, la palmeraie s'est conservée et elle est aujourd'hui remarquable par sa belle végétation.

Outre les *Trachycarpus* de 7 à 10 mètres, on peut admirer quelques grosses touffes de *Chamaerops humilis* que l'on se gardera de confondre avec le *Chamaerops* de nos jardins *Trachycarpus excelsus*. Certains de ces palmiers possèdent des troncs de 2 mètres et sont entourés de nombreux dragons que l'on peut diviser et multiplier à l'instar des dattiers (*Phoenix*

dactylifera). L'un d'entre eux appartenant à la variété *argentea* possède trois troncs de 2,10 mètres entourés d'innombrables dragons. Il avait une cinquantaine d'années lors de sa plantation en 1931. Précisons que *Chamaerops humilis* qui couvre d'immenses superficies en Afrique du Nord est improprement appelé « Doum » ; ce nom désignant plus exactement l'espèce égyptienne *Hyphaene thebaïca*.

Pour terminer nous signalerons que la promenade du Clair de Lune s'orne de nombreux mimosas d'hiver et d'été, de grands Eucalyptus, d'un olivier et d'un grenadier à gros fruits (ces deux derniers arbres — qui mesurent 6 mètres de hauteur — furent plantés en 1931), d'un *Agave americana* enfin dont la hampe florale atteint une hauteur de 8 mètres.

Louis WINTER, Ingénieur horticole,
Ancien Directeur des Jardins publics de Dinard et de Rennes.

L'ARAUCARIA (*ARAUCARIA ARAUCANA* (Molina) K. Koch, *A. IMBRICATA* Pav.) DANS LE FINISTÈRE

L'aspect inhabituel de cet arbre, sa parfaite adaptation au climat de la Basse-Bretagne, l'ont fait semer ou planter fréquemment dans la région.

Originaires de l'Argentine occidentale et de la chaîne côtière de la province d'Arauco au Chili où les indigènes se nourrissent de ses graines et utilisent sa résine en thérapeutique, l'*Araucaria araucana* appartient à un genre répandu de l'Amérique du Sud à la Nouvelle-Guinée, à l'Australie et à la Nouvelle-Zélande.



Les Araucarias de Penandreff

H. DES ABBAYES (1966) le définit en ces termes : « (il) se reconnaît facilement à ses rameaux verticillés, couverts de feuilles coriaces, vulnérantes, imbriquées les unes sur les autres ». Ces feuilles sont suffisamment piquantes pour que son nom anglais soit « Monkey puzzle », circuler parmi ses branches constituant une énigme pour un singe.

L'espèce est dioïque, les pieds mâles portent des cônes bruns, oblongs de 10 à 15 cm ; les cônes femelles sont brun foncé, globuleux et atteignent 20 cm de diamètre. Dans la région ils fructifient en donnant des graines rougeâtres de 50 × 12 mm, cunéiformes, biconvexes, de section losangique, terminées par un filet ou mucron (Brest, Quimper, Plougonven, Ile Trébéron, Daoulas, etc.).

Les semis naturels donnent naissance à des pieds grêles dont les rameaux arqués vers le sommet de la plante ont un aspect de sujets mal venus.

L'introduction de cette espèce remonte au début du XIX^e siècle ; il semble bien que les plants que l'on rencontre dans le Finistère aient pour origine l'introduction en 1825, par un officier de marine, M. DE KERSAUZON, de graines provenant du Chili, au manoir de Penandreff en Plourin-Ploudalmézeau.

Les semis qui avaient été faits à cette époque ont permis l'établissement d'un peuplement d'une vingtaine d'individus de belle allure, des semis naturels se développaient sous le couvert. Malheureusement, avec le temps, ces arbres se sont clairsemés ; en 1908 il n'existait plus que six individus, et en 1970 l'un des quatre derniers fut abattu par la tempête ; les trois exemplaires actuellement en place ont une hauteur de 30 m environ et un diamètre à la base de 80 cm.

Le Jardin botanique de la Marine à Brest possédait un exemplaire planté en 1830 ; à Portz-an-Trez, en Saint-Martin-des-Champs, près de Morlaix, il en avait été planté une allée de même provenance en 1847.

Le jardin de la Marine pouvait également montrer jusqu'en 1945 l'*Araucaria Bidwelli* Hook. qui est monoïque, en pot, l'*A. excelsa* R. Br., endémique de l'île Norfolk (entre la Nouvelle-Calédonie et la Nouvelle-Zélande), l'*A. Cookii* R. Br. (en serre froide) et l'*A. Brasiliensis* A. Rich.

C'est vraisemblablement à l'époque de l'introduction de l'*Araucaria araucana* qu'il faut rapporter celle des Véroniques en arbre (dont le *Veronica decussata* Soland. d'Ouessant) et de l'*Escalonia micrantha* Hook., originaire de l'île de Chiloe au Chili, et dont les haies sont répandues en particulier dans le Nord du département, aux environs de Saint-Pol-de-Léon.

Martine MAZEAS.

BIBLIOGRAPHIE

ABBAYES (H. DES) - Les Conifères introduites en Bretagne. *Penn ar Bed*, 1966, 46, 272.
 PARDÉ (L.) - Excursion dendrologique en Bretagne. *Bull. Soc. Dendrologique de France*, 1908, 11-26.

REACTIONS PHYSIOLOGIQUES DES POISSONS D'EAU DOUCE AUX AGRESIONS THERMIQUES

Dans une conférence donnée le 10 novembre 1971 à la Faculté des Sciences de Brest, le Professeur SERRATY de l'Université de Toulouse vient d'attirer notre attention sur le problème de l'élévation anormale de température des eaux douces qui résulte du fonctionnement des centrales thermiques classiques ou nucléaires.

Comme bien d'autres, ce problème s'est d'abord posé aux U.S.A. où en 1970 l'industrie a utilisé 270 milliards de m³ d'eau, en déterminant des élévations de température pouvant aller jusqu'à 15°. Il se pose aussi en Europe et précisément dans notre pays où l'E.D.F. se préoccupe des conséquences qu'auront pour la faune aquatique les nombreuses centrales qu'elle va installer prochainement en vue du doublement de sa production. Un laboratoire d'hydrobiologie a été installé dans cet esprit à la Centrale de Montereau sur la Seine pour étudier les répercussions des modifications thermiques sur la physiologie du Poisson.

On considère habituellement qu'il n'y a pas de vie aquatique possible en dehors de l'intervalle de 0 à 55° et, si l'on se cantonne aux espèces de poissons de notre pays on peut même réduire cet intervalle aux limites 0 et 30°. L'élévation de température agit d'abord en modifiant la teneur de l'eau en

oxygène. Normalement, en eau douce, la teneur en oxygène diminue quand la température augmente. Les besoins en oxygène des poissons augmentant avec la température, il arrive donc fréquemment que leur vie ne soit plus possible dans les eaux échauffées.

A Montereau, par exemple, où 28 m³/sec. sont empruntés à la Seine et réchauffés de 7 à 8° lorsque l'usine fonctionne à plein, les poissons ne peuvent vivre dans le canal de sortie de l'usine, à l'exception du poisson-chat qui résiste à cet échauffement.

Ailleurs, en particulier sur l'estuaire de la Trent en Grande-Bretagne, les espèces résistent mieux car les effets nocifs de l'échauffement sont compensés par un important brassage de l'eau qui lui confère, en dépit de sa température, une teneur en oxygène plus acceptable.

Pour répondre aux questions des industriels, les physiologistes étudient actuellement la résistance des poissons aux variations de température. On sait que les poissons sont des poikilothermes, c'est-à-dire que leur température interne varie avec la température du milieu. Placés dans des eaux dont la température varie continuellement les poissons d'eau douce sont plus résistants aux variations de température que les poissons marins. Néanmoins, les variations de température les plus fortes déterminent chez eux des troubles importants. Quand la température de l'eau baisse au-dessous d'une certaine valeur, dite température critique (10° chez la carpe, 3° chez la truite), l'activité du poisson s'arrête et il entre dans un état semi-léthargique. L'activité baisse également quand la température augmente au-delà de certaines limites, et si l'échauffement se poursuit le poisson meurt quand la température létale est atteinte.

Des tests physiologiques précis (TL 50 : temps nécessaire pour que 50 % des individus soient morts à une température donnée, et LD 50 : pourcentage de mortalité en 24 heures à une température donnée) servent à apprécier la résistance des différentes espèces. La température létale varie quelque peu avec la température à laquelle était acclimaté le poisson. Un poisson habitué à une eau relativement chaude, mourra à une température plus élevée qu'un poisson de même espèce habitué à une eau plus fraîche. Néanmoins, on peut donner à titre indicatif pour les températures létales les valeurs suivantes :

- 36° pour le poisson-chat
- 34° pour le gardon
- 26° 5 pour la truite arc-en-ciel
- 23° 9 pour le saumon de fontaine

On voit que les salmonidés résistent moins bien que les cyprinidés ou « poissons blancs » aux élévations de température. Les centrales thermiques risquent donc de contribuer à leur disparition, comme le fait d'ailleurs la pollution chimique à laquelle ils sont particulièrement sensibles.

Or ces mêmes salmonidés ont une importance essentielle en deux domaines, la pisciculture à des fins alimentaires et la pêche dite sportive. Les consommateurs français, dans l'ensemble, apprécient beaucoup plus la truite que les poissons blancs comme en témoignent les prix de vente respectifs des deux catégories. Les pêcheurs de même, pour d'autres raisons qui tiennent surtout à la qualité du sport, préfèrent pêcher la truite plutôt que le gardon ou la carpe.

Selon les statistiques du Conseil Supérieur de la Pêche, 250 000 pêcheurs français vont chaque année à l'étranger pratiquer leur sport, et ce sont pour la majorité des pêcheurs de salmonidés qui vont chercher ces poissons en Irlande, Norvège, Autriche ou Espagne, parce qu'ils ne les trouvent plus chez nous. Il ne nous est pas possible de dire quelle est l'importance de la perte de devises que cela entraîne pour notre pays mais on admettra en tout cas que la « pollution thermique » risque non seulement de défigurer nos rivières, mais encore de coûter cher à l'économie nationale.

J. D.

A PROPOS DE LA SURPECHE : LE CAS DU SAUMON DE L'ATLANTIQUE

Dans le numéro 63 de « Penn ar Bed » a paru un article de M.-J. GARREAU concernant la surpêche ; des exemples ont été présentés montrant, en particulier, que pour un certain nombre d'espèces d'importance économique la situation est très inquiétante. Il nous paraît intéressant de signaler aux lecteurs de cette revue le cas du saumon de l'Atlantique, *Salmo salar*, L.

NOUVELLES DE LA PROTECTION DE LA NATURE

INDUSTRIE PETROLIERE ET ENVIRONNEMENT

L'Union des chambres syndicales de l'industrie du pétrole vient de publier (novembre 1971) une brochure de 52 pages sous jaquette couleurs, dont l'illustration représente une raffinerie pimpante installée dans une campagne d'un vert pur. Ce type de présentation dénote l'attitude choisie par la Chambre syndicale de l'industrie du pétrole : être résolument optimiste quant à la pollution d'origine pétrolière. Il montre aussi que les « pétroliers » consentent à aborder le problème dans toute son ampleur. En effet dans ce fascicule tous les aspects de l'industrie pétrolière sont méthodiquement abordés, comme nous le montre le sommaire :

« Première partie : Nuisances aux différents stades de l'exploitation pétrolière.

- A. — Production
 - 1. Forages terrestres ou en mer.
 - 2. Sécurité et prévention contre les éruptions.
- B. — Transport par mer
 - 1. Pollution par rejets en cours d'opérations.
 - 2. Pollution accidentelle : Mesures préventives ; mesures curatives ; réparation des dommages.
- C. — Raffinage
 - 1. Eau.
 - 2. Atmosphère.
 - 3. Bruits.
- D. — Stockage et transports intérieurs

Deuxième partie : Nuisances au stade de l'utilisation.

- A. — Gaz de combustion des cheminées
Moyens de lutte en cours de développement ou à l'étude
 - 1. Réduction des émissions de soufre : Diversification des sources de pétrole brut. Désulfuration des produits. Désulfuration des gaz des cheminées.
 - 2. Réduction des fumées et des imbrûlés.
 - a) Amélioration des techniques de combustion
 - b) Service des installations.
- B. — Gaz d'échappement des véhicules
 - 1. Exposé du problème : Qualités requises des carburants. Polluants des gaz d'échappement.
 - 2. Moyens de lutte et mesures réglementaires : Etats-Unis, Europe.
 - 3. Perspectives à long terme en Europe et en France : Etat actuel des techniques de postcombustion et d'admission. Qualités requises des essences ».

La lecture de chaque paragraphe est extrêmement instructive. Par exemple, dans celui consacré au raffinage, on peut retenir :

« Les Sociétés pétrolières n'ont pas attendu qu'une attention notable soit

portée aux problèmes de prévention des pollutions de l'air et de l'eau pour s'en préoccuper dans leurs installations de raffinage.

Dès 1920, l'Institut américain du pétrole publiait un important document décrivant en détail tous les moyens technologiques alors connus, tant au stade de la conception que de l'exploitation des raffineries, pour limiter les nuisances causées par leur activité.

Depuis lors, les progrès (innovations ou perfectionnements) se sont multipliés non seulement aux Etats-Unis, mais aussi en Europe où une active coopération internationale entre raffineurs s'est notamment instaurée au sein d'un organisme commun, la Stichting Concawe (Conservation of Clean Air and Water in Western Europe), créée à la suite du IV^e Congrès mondial du pétrole tenu à Francfort en 1963 et qui a son siège à La Haye.

Il y a peu de ressemblance entre une raffinerie ancienne et une raffinerie moderne. Les vieux procédés dévoreurs d'eau et salisseurs d'espace ont été abandonnés.

1. — Eau.

La consommation spécifique nette d'eau par tonne de pétrole brut traitée nécessaire soit aux procédés, soit au refroidissement avec un seul passage pouvait atteindre autrefois 30 m³. On a pu abaisser ce chiffre à moins de 1 m³ grâce au recyclage de l'eau et à l'augmentation de l'efficacité des traitements. Les aérorefrigérants ont permis de réaliser un nouveau progrès et d'atteindre le niveau de 0,3 m³, soit 1 % des besoins anciens. Il est toutefois douteux que l'on puisse aller au-delà, l'eau restant indispensable à certaines opérations, notamment à des refroidissements de finitions où un niveau précis de température doit être obtenu.

L'élévation de température causée en aval des rivières par le rejet de cette eau, considérée comme une nuisance (pollution « thermique »), est ainsi minimisée.

Les eaux résiduaires sont généralement restituées plus propres qu'avant l'utilisation grâce à un traitement dans une station d'épuration, partie intégrante de toute raffinerie moderne, qui met en œuvre les techniques les plus récentes de purification par voie physique ou biologique.

Dans la construction d'une raffinerie moderne 4 à 6 % de l'investissement total sont couramment consacrés aux divers équipements de prévention de la pollution des eaux.

2. — Atmosphère.

Les opérations de raffinage du pétrole exigent une grande dépense d'énergie sous forme de chaleur, sorte de dime prélevée sur les fractions de la distillation dont la valeur marchande est la moindre et dont le stockage serait coûteux : essentiellement les gaz et les résidus lourds. Ce prélèvement peut représenter en tonnage jusqu'à 7 % du pétrole brut traité.

Lors de l'étude et de la réalisation d'une raffinerie, beaucoup peut être fait pour prévenir au maximum les effets de pollution de l'environnement par les gaz de combustion de ces produits.

— Le choix du site est important, initialement, pour s'assurer de conditions de dispersion favorables des effluents gazeux.

— Le choix des procédés intervient en second lieu. Les traitements traditionnels tels que lavage à la soude ou certains traitements chimiques qui donnaient des déchets souvent difficiles à épurer, tendent à être remplacés par des traitements à l'hydrogène bien qu'ils soient plus onéreux, un des domaines les plus récents de leur application étant la fabrication des huiles de graissage.

— Un petit nombre de très hautes cheminées (couramment 90 mètres), collectant les gaz de combustion des fours, assurent leur diffusion à bien plus grande altitude, au-delà des couches de l'atmosphère où des phénomènes d'inversion de température risquent le plus de se produire.

— L'utilisation sélective de combustibles à basse teneur en soufre permet de réduire les émissions d'anhydride sulfureux.

Les gaz de raffinerie riches en hydrogène sulfuré toxique sont d'abord débarrassés de leur soufre qui est récupéré (30 000 t/an environ pour l'ensemble des raffineries françaises), séparés ensuite du butane et du propane. Ils subissent enfin, si cela est nécessaire, des traitements de finition dont le plus courant est le lavage aux amines. Les gaz résiduaires ainsi épurés sont dirigés vers les fours de raffinerie de préférence aux résidus lourds.

Précisons que la pollution atmosphérique des raffineries fait l'objet d'une surveillance permanente grâce à des mesures journalières portant en particulier sur les teneurs en poussières et en anhydride sulfureux de l'air ambiant au niveau du sol, à des distances et dans des directions tenant compte des caractéristiques du site, notamment des vents dominants, du relief et de l'habitat environnant.

Ces mesures sont effectuées avec des appareils S.F. (soufre-fumées) dont 65 sont en service sur l'ensemble des sites des raffineries françaises, ces appareils étant parfois gérés par des organismes extérieurs comme les bureaux d'hygiène.

Il ressort des mesures effectuées en 1970, que la concentration de S02 exprimée en milligrammes par m3, le plus mauvais jour de l'année dans la direction la plus défavorable, varie selon les sites :

- en Basse-Seine : de 0,3 à 0,6 et 0,8 dans un cas exceptionnel ;
- dans les autres régions (littoral méditerranéen et intérieur) : de 0,1 à 0,25 et 0,4 dans un cas exceptionnel.

En fait, dans le premier groupe de raffineries, la teneur S02 reste inférieure, plus de 90 % du temps, à 0,2 qui est la teneur moyenne observée dans la région parisienne au cours des mois les plus chargés d'hiver, tandis que pour la moitié des raffineries du deuxième groupe cette même teneur reste inférieure à 0,05, c'est-à-dire 50 microgrammes, plus de 90 % du temps. Encore convient-il d'observer que ces résultats sont influencés, principalement en Basse-Seine, par le voisinage d'autres installations industrielles.

Les odeurs sont sans doute la forme de pollution la plus déplaisante, mais sûrement pas la plus nocive. La difficulté de leur élimination réside souvent dans l'extrême ténuité des concentrations perceptibles par l'odorat (certains mercaptans sont par exemple décelables à la dose d'une partie pour un milliard, sans rapport avec un seuil quelconque de toxicité).

Si en cours d'exploitation, l'ensemble des précautions prises se révèle très efficace, il faut bien reconnaître qu'on ne sait pas toujours éviter certaines émissions malodorantes au cours des périodes, brèves d'ailleurs, d'arrêt des installations pour entretien où il faut vidanger, avant toute intervention, réservoirs et tuyauteries pour éviter tout risque d'explosion. Il est de pratique dans certaines raffineries d'en prévenir les autorités locales. Le public se montre presque toujours tolérant dans de semblables circonstances.

3. — **Bruits.**

Cette forme de nuisance, si gênante et envahissante de la civilisation technique, fait l'objet depuis quelques années de soins particulièrement attentifs de la part des sociétés pétrolières de raffinage. »

Ainsi des techniques modernes permettent d'éliminer une grande partie des nuisances de l'industrie de raffinage des hydrocarbures. Mais dans tous les cas leur application coûte cher. Il n'est pas certain que les industriels acceptent de tels sacrifices, et que les responsables locaux aient les moyens et la volonté d'exiger la protection de l'environnement. Car dans un monde où le seul critère économique est le rendement financier immédiat, les « usagers » devront sans doute beaucoup souffrir avant qu'ils n'arrivent à imposer l'assainissement du milieu de vie en zone industrielle.

A. L.

BIBLIOGRAPHIE

LA COTE D'AZUR ASSASSINEE, par R. RICHARD et C. BARTOLI, à paraître en fin d'année.

Cet ouvrage important est à la fois un bilan et un réquisitoire. L'un des auteurs, M. René RICHARD, est le directeur de la jeune revue « S.O.S. Vie Nature Environnement » et le président de l'Union régional Provence-Côte d'Azur-Méditerranée pour la sauvegarde de la vie, de la nature et de l'environnement (U.R.V.N.). Siège Social : Le Moulin des Serres 83 - Le Muy.

A. L.

Note du Trésorier. — Le présent numéro de « Penn ar Bed » est le dernier pour l'année 1971. Nous demandons à tous nos lecteurs de bien vouloir régler, dans les meilleurs délais, leur cotisation pour 1972 afin de faciliter notre trésorerie. Merci à tous.

J. G.

Vente des numéros de « PENN AR BED »

Tous les numéros sont actuellement disponibles, soit sous forme originale en typographie, soit sous la forme offset (pour les numéros épuisés, réédités) au prix de 6 F, sauf le n° 41, devenu rare, qui est vendu au prix de 10 F.

Année complète (offset ou typographie)	22 F
Collection complète (comportant certains numéros en offset) du n° 1 au n° 67	340 F

Brochures :

- Le Saumon en Bretagne 6 F
- Les Dunes du Massif Armoricaïn 6 F
- Le Parc d'Armorique (Les Monts d'Arrée) 6 F
- La Réserve du Cap-Sizun 3 F
- La Réserve du Cap-Fréhel 3 F

Le sommaire des numéros anciens est fourni sur simple demande, accompagnée d'une enveloppe timbrée pour réponse.

NOTA. — Pour toute commande passée directement au secrétariat, ajouter 10 % au prix de la commande, pour les frais postaux.

Le présent numéro a été tiré à 6 500 exemplaires

