

# Les naturalistes belges

49-8  
octobre  
1968

Publication mensuelle  
publiée  
avec le concours  
du Ministère de  
l'Éducation nationale  
et de la Fondation  
universitaire



## LES NATURALISTES BELGES

Association sans but lucratif, 65, Av. J. Dubrucq, Bruxelles 2.

### Conseil d'administration :

*Président* : M. G. MARLIER, chef de travaux à l'Institut royal des Sciences naturelles.

*Vice-présidents* : M. H. BRUGE, professeur ; M. J. DUVIGNEAUD, professeur ; M. R. RASMONT, professeur à l'Université de Bruxelles.

*Secrétaire et organisateur des excursions* : M. L. DELVOSALLE, docteur en médecine, 25, avenue des Mûres, Bruxelles 18. C.C.P. n° 24 02 97.

*Trésorier* : M<sup>lle</sup> P. VAN DEN BREEDE, professeur.

*Bibliothécaire* : M<sup>lle</sup> M. DE RIDDER, inspectrice.

*Organisation des conférences* : M<sup>lle</sup> G. ROOSE, professeur.

*Administrateur* : M. F. STOCKMANS, chef de travaux à l'Institut royal des Sciences naturelles et professeur à l'Université libre de Bruxelles.

*Rédaction de la Revue* : M. C. VANDEN BERGHEN, Chargé de cours à l'Université de Louvain, 65, av. Jean Dubrucq, Bruxelles 2.

**Protection de la Nature** : M<sup>me</sup> L. et M. P. SIMON.

**Section des Jeunes** : M. A. QUINTART, Institut royal des Sciences naturelles, 31, rue Vautier, Bruxelles 4. Les membres de la Section sont des élèves des enseignements moyen, technique ou normal ou sont des jeunes gens âgés de 15 à 18 ans. Les Juniors (cotisation : 50 F) reçoivent un ou deux numéros de la Revue. Les Étudiants (cotisation : 125 F) reçoivent la série complète. Tous participent aux activités de la Section.

**Secrétariat et adresse pour la correspondance** : M. Pierre VAN GANSEN, 20, av. De Roovere, Bruxelles 8, Tél. 23.23.40.

**Local et bibliothèque**, 31, rue Vautier, Bruxelles 4. — La bibliothèque est ouverte les deuxième et quatrième mercredi du mois, de 14 à 16 h ; les membres sont priés d'être porteurs de leur carte de membre. — Bibliothécaires : M<sup>lle</sup> M. DE RIDDER et M<sup>me</sup> M. VAN GIJTE-DE REU.

**Cotisations des membres de l'Association pour 1969** (C.C.P. 2822.28 des Naturalistes Belges, 20, avenue De Roovere, Bruxelles 8) :

Avec le service de la Revue :

Belgique :

Adultes . . . . . 175 F

Étudiants (ens. supérieur, moyen et normal), non rétribués ni subventionnés, âgés au max. de 26 ans . . . . . 125 F

Allemagne fédérale, France, Italie, Luxembourg, Pays-Bas . . . . . 175 F

Autres pays . . . . . 200 F

Avec le service de 1 ou 2 numéros de la Revue : Juniors (enseignements moyen et normal) . . . . . 50 F

Sans le service de la Revue : tous pays : personnes appartenant à la famille d'un membre adulte recevant la Revue et domiciliées sous son toit . . . . . 25 F

*Notes.* — Les étudiants et les juniors sont priés de préciser l'établissement fréquenté, l'année d'études et leur âge.

Tout membre peut s'inscrire à notre section de mycologie ; il suffit de le mentionner sur le coupon de versement. S'il s'inscrit *pour la première fois*, il doit en aviser le secrétaire de la section, afin d'être informé des activités du *Cercle de mycologie*. Écrire à M<sup>me</sup> Y. GIRARD, 34, rue du Berceau, Bruxelles 4.

**Pour les versements** : C.C.P. n° 2822.28 Les Naturalistes belges  
20, av. De Roovere, Bruxelles 8.

# LES NATURALISTES BELGES

## SOMMAIRE

VAN GANSEN (P.). Génétique et différenciation . . . . .	401
MOMMAERTS (J. P.). L'accident du Torrey Canyon. Observations de la « Marine Biological Association (Plymouth) » sur les effets d'une pollution massive en Cornouailles . . . . .	414
<i>Bibliothèque</i> . . . . .	442

## Génétique et différenciation

par P. VAN GANSEN

Les protéines sont les molécules qui constituent l'architecture essentielle des êtres vivants et l'un des principaux apports de la biochimie moderne est d'avoir montré que toutes les propriétés de ces molécules découlent en fin de compte de la séquence des acides aminés qui les constituent. Les phénomènes de croissance peuvent donc être envisagés actuellement en termes de synthèses protéiniques. On sait maintenant, comme les conférenciers qui m'ont précédé l'ont brillamment exposé, que la séquence des acides aminés des protéines synthétisées dans une cellule dépend de la séquence des nucléotides de l'acide désoxyribonucléique (DNA) des gènes de structure chromosomiaux. Le mécanisme de la synthèse protéinique peut être résumé très schématiquement de la manière suivante, RNA signifiant acide ribonucléique :

DNA	→	RNA messagers	→	PROTÉINES
(gènes de structure nucléaires)		(migrant dans le cytoplasme)		(synthétisées au ni- veau des ribosomes)

Ceci rappelé, nous pouvons entrer dans le vif du sujet.

On appelle généralement « différenciation cellulaire » la transformation progressive d'un type cellulaire en un autre type cellulaire plus spécialisé. Lorsque ce phénomène se passe dans un organisme pluricellulaire, on observe que les différentes cellules se différencient de façon harmonieusement coordonnée. Le premier aspect — la transformation cellulaire — implique que la cellule opère des synthèses protéiniques différentes d'une époque à l'autre

de son existence. Le second aspect — la coordination intercellulaire — implique qu'il existe des agents de liaison entre les cellules qui composent une population cellulaire. C'est le premier aspect qui retiendra notre attention.

### Les interactions nucléo-cytoplasmiques

La différenciation cellulaire peut s'observer dans un organisme adulte normal qui remplace ses parties usées (néoformation constante des globules rouges de l'homme, par exemple). Ou encore, dans un organisme régénérant une partie de lui-même dont il a été accidentellement amputé (régénération d'un bras d'étoile de mer). Ou enfin, au cours du développement de tout organisme à partir d'un bourgeon ou d'un œuf. En effet, tout développement embryonnaire est la transformation progressive d'une cellule-œuf ou d'un bourgeon pluricellulaire en une population de cellules spécialisées fonctionnant de façon coordonnée. Nos références, au cours de cet exposé, seront d'ailleurs essentiellement embryologiques.

Mais, quel que soit le système en différenciation que l'on observe, une question se pose avec évidence : comment une cellule, habitée par un même noyau dépositaire de l'information génétique, peut-elle synthétiser des protéines différentes au cours du temps ? Comment une cellule-œuf peut-elle engendrer par divisions mitotiques successives, des cellules filles aussi différentes les unes des autres qu'une cellule d'os, de muscle, de nerf ? A première vue, les brillants développements de la génétique du premier tiers de ce siècle rendaient plus obscurs les mystères de l'embryologie.

Cependant, par une foule d'expériences faites sur les embryons les plus divers, les embryologistes sont convaincus depuis longtemps que le cytoplasme de l'œuf doit jouer un rôle considérable dans son développement ultérieur. Nous ne citerons que deux types d'expériences. Si, comme le fit HEGNER dès 1914, on détruit le cytoplasme qui se trouve à l'un des pôles d'un œuf d'insecte, en veillant soigneusement à ne pas léser le noyau, on obtient un insecte parfait mais dépourvu de cellules sexuelles et donc incapable de se reproduire. Si, par un artifice, on maintient vers le haut le pôle alourdi de vitellus d'un œuf de grenouille, le têtard qui en résultera sera un siamois à deux têtes (J. SCHULTZ, 1894).

L'ensemble des faits mis en évidence par les méthodes de la génétique et de l'embryologie expérimentale ont conduit un nombre de plus en plus grand de biologistes à penser que le développement

d'un embryon résultait d'une série d'interactions précises entre les différents territoires du cytoplasme de l'œuf et les noyaux qui les colonisaient au cours des divisions successives. Th. MORGAN, fondateur de la théorie chromosomiale de l'hérédité, mais aussi brillant embryologiste, a exprimé cette hypothèse de façon précise en 1934 : le noyau de l'œuf est situé dans un cytoplasme hétérogène (fig. 1a). Dans une première phase du développement, les noyaux se divisent et l'œuf se segmente. A ce stade, les noyaux sont équipotentiels mais situés dans des cytoplasmes différents d'un territoire à l'autre de l'embryon et ces cytoplasmes agissent sur les noyaux de façon différentielle (fig. 1b). Dans une seconde phase du développement, les noyaux, devenus différents sous l'action cytoplasmique, envoient des informations différentes vers les cytoplasmes qui les entourent et qui vont ainsi acquérir de nouvelles propriétés différentielles (fig. 1c).

Ce schéma de différenciation embryonnaire est aujourd'hui généralement accepté. Il implique l'existence de deux phénomènes complémentaires :

- 1) *Un même génôme s'exprime de façon différente suivant la nature de son milieu.* En langage génétique actuel nous dirons que le génôme dirige la synthèse de RNA messagers différents suivant le milieu où il opère.
- 2) *Le cytoplasme contient des agents capables d'agir de façon différentielle sur l'expression d'un génôme ;* en particulier, le cytoplasme de l'œuf est constitué de plasmés ayant des propriétés différentielles.

## **Variations de l'expression d'un génôme suivant son milieu**

Un grand nombre de faits expérimentaux étayent la première proposition. Nous ne choisirons que deux exemples d'étude, l'un portant sur l'activité des chromosomes géants des Diptères, l'autre sur l'effet de transferts nucléaires dans des cellules embryonnaires.

*Les chromosomes de certaines cellules de Diptères* (Chironomus, Sciara, Drosophile) se divisent un grand nombre de fois — jusques à quinze — sans que les chromatides-filles se séparent. Il en résulte des chromosomes géants présentant une série de bandes de configurations inégales que l'on peut aisément observer au microscope à lumière. Certaines de ces bandes présentent des boursoufflures (les « puffs ») dont les caractéristiques ont été soigneusement étudiées (fig. 2). L'emploi de précurseurs radioactifs a permis de montrer que ces boursoufflures correspondent à une intense synthèse de RNA

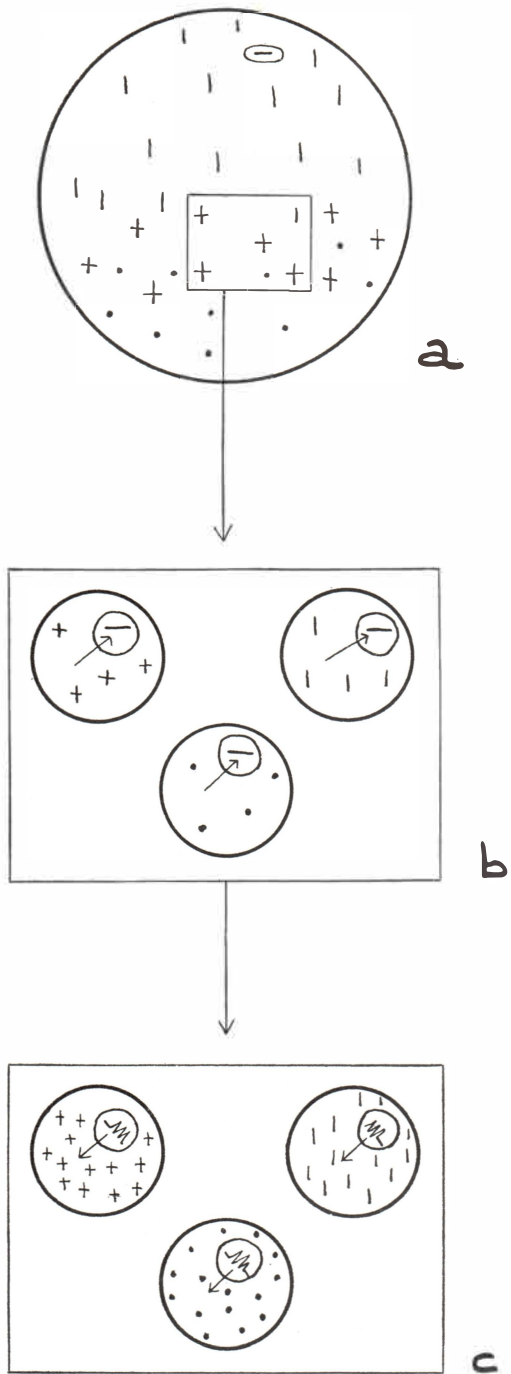


FIG. 1.

(A. FICQ, 1953). On a pu établir que la distribution des boursouffures d'un chromosome donné varie d'un tissu à l'autre dans un même animal et change dans un même tissu suivant l'âge de l'insecte. Enfin, en injectant l'hormone de métamorphose à une jeune larve, on obtient sa métamorphose précoce et, simultanément, le plan de boursouffures de ses chromosomes se modifie (W. BEERMAN et coll., depuis 1952).

Les expériences de *transferts nucléaires* vont apporter une réponse encore plus directe au problème de la variation d'expression du génôme. La technique fut mise au point par R. BRIGGS et T. S. KING, (1952), sur des œufs de Batraciens. A l'aide d'une pipette fine, on aspire le noyau d'un œuf fécondé. D'autre part, on prélève une cellule d'un jeune embryon à l'aide d'une pipette calibrée de telle sorte que la cellule qui y est aspirée s'y écrase, libérant le noyau. Ce noyau est alors injecté dans l'œuf préalablement énucléé. Cette technique fut appliquée avec virtuosité par différents chercheurs dont J. B. GURDON (depuis 1960), dont voici quelques résultats :

- 1) Si l'on injecte des noyaux de jeunes embryons, au stade blastula, à des œufs énucléés, on obtient des têtards normaux dans un pourcentage élevé de cas. Ce fait appuie fortement l'idée suivant laquelle, au stade blastula, les noyaux d'embryons de Batraciens sont équipotentiels.
- 2) Si l'on injecte à des œufs énucléés des noyaux d'intestins d'embryons plus âgés, donc déjà partiellement différenciés, on obtient un développement normal dans un petit pourcentage de cas. De plus, les noyaux d'intestins qui fabriquaient du RNA de ribosomes ne font plus cette synthèse dans le cytoplasme où ils sont injectés. Ils en referont plus tard, lorsque l'em-

---

*Legende de la Figure 1.*

Représentation schématique de l'hypothèse de Th. MORGAN sur la différenciation cellulaire au cours de l'embryogénèse.

a) L'œuf indivis. Le génôme du noyau est représenté par un trait horizontal. Le cytoplasme est hétérogène.

b) Un petit territoire de l'œuf en segmentation est représenté. Les génômes des différents noyaux sont équipotentiels. Les cytoplasmes différents agissent de manière différente sur les noyaux.

c) Un petit territoire d'un embryon en voie de différenciation cellulaire est représenté. Les génômes des différents noyaux sont diversement activés et envoient des produits de synthèse différents dans les cytoplasmes dont l'hétérogénéité va en se renforçant.



FIG. 2.—Chromosomes géants de la glande salivaire de *Rynchosciara Angelae* (Diptère).  
*En haut*, l'extrémité située le plus à gauche de la figure porte un « puff » à RNA caractéristique.

*En bas*, extrémités d'un même type de chromosome prélevé dans des larves de trois âges différents à qui l'on a injecté un précurseur radioactif du DNA. Les grains noirs résultent de la radioactivité de ce précurseur incorporé dans du DNA néosynthétisé (technique autoradiographique). On voit que la synthèse de DNA est différente pour les trois âges.

(Documents aimablement prêtés par Mme A. Ficq).



bryon aura atteint le stade où cette synthèse démarre normalement.

Tout se passe donc comme si les noyaux des « vieux » embryons, s'étant transformés, supportaient mal l'influence du « jeune » cytoplasme. Mais lorsque cette incompatibilité est surmontée, les synthèses qu'ils dirigent ne sont plus les mêmes que celles qu'ils effectuaient dans les embryons où ils avaient été prélevés.

- 3) Des noyaux de système nerveux d'animaux adultes ne font plus de synthèse de DNA. Si de tels noyaux sont injectés à un jeune embryon en segmentation, on peut montrer qu'ils recommencent à faire du DNA.

On voit donc que l'activité d'un même génôme, mise en évidence par les synthèses de DNA ou de RNA qu'il assure, dépend directement du milieu où il se trouve.

### **Existence de facteurs cytoplasmiques agissant sur l'expression du génôme**

La recherche de ces facteurs, notamment dans le cytoplasme de l'œuf, se heurte à de sérieuses difficultés liées d'une part à l'extrême hétérogénéité de ce cytoplasme et d'autre part au grand pouvoir de régénération de l'œuf. Il existe cependant des cas où l'expérimentation est plus aisée. Par exemple, le petit gastéropode américain *Ilyanassa obsoleta* partage avec de nombreux Mollusques la propriété suivante : au stade deux, l'un des blastomères émet un lobe cytoplasmique particulièrement gros et que l'on peut couper sans difficulté. (Cette hernie cytoplasmique est normalement réabsorbée par le blastomère peu après sa formation). Dès 1896, H. E. CRAMPTON a montré qu'un embryon amputé de son lobe polaire se développe en une larve viable mais anormale, dépourvue de cœur, d'intestin et de glande coquillère. En 1961, J. R. COLLIER découvre, qu'à poids égal, les embryons amputés de leur lobe font moins de synthèses protéiniques que les normaux ; E.H. DAVIDSON et A.E. MIRSKY montrent en 1965, que la synthèse de RNA par noyau est plus faible chez les opérés que chez les témoins.

Un autre exemple remarquable de facteurs cytoplasmiques influençant l'expression finale du génôme de l'embryon a été mis en évidence par A.C. CURTIS (1961) dans les œufs de grenouille. Si l'on gratte le cortex du territoire dorsal d'un œuf de Batracien, un pourcentage important d'œufs ainsi traités va donner des têtards

anormaux. Cependant, certains œufs grattés se développent normalement et donnent des adultes qui se reproduisent. Mais dans leur descendance, on pourra compter un grand nombre d'embryons présentant des anomalies caractéristiques !

### Pouvoir morphogénique du cytoplasme

Il semble alors logique de se demander quel est le pouvoir morphogénique, quels sont les pouvoirs de synthèse du cytoplasme en l'absence de noyau. Ce problème est à l'étude depuis quelques années dans différents laboratoires. C'est ainsi que A. CLÉMENT et A. TYLER viennent de montrer (1968) que le lobe polaire *isolé* d'*Ilyanassa obsoleta* est capable de synthétiser des protéines. Voici deux autres exemples de recherches de ce type, les unes sur les œufs d'oursins, les autres sur l'algue unicellulaire géante *Acetabularia*. On sait depuis E.B. HARVEY (1936), que les œufs d'oursins peuvent très aisément être fragmentés en deux parties de volumes égaux, l'une nucléée, l'autre anucléée, par centrifugation. Or, l'emploi de précurseurs radioactifs a permis à J. BRACHET et à ses collaborateurs de mettre en évidence (1963) que les fragments anucléés font autant de synthèses protéiniques que les nucléés. Les fragments se segmentent d'ailleurs en blastomères — évidemment tous dépourvus de noyau — mais le développement ne dépasse pas le stade blastula.

Les faits sont encore plus frappants chez *Acetabularia*. Cette algue unicellulaire peut atteindre 5 cm de longueur. Le noyau est situé à l'une des extrémités ; à l'autre extrémité se constitue un chapeau dont la forme est spécifique (fig. 3a). On peut aisément obtenir des fragments anucléés en coupant l'extrémité nucléée à l'aide de petits ciseaux. J. HÄMMERLING et son école a ainsi montré, par des expériences d'hétérogreffes entre deux espèces d'*Acetabularia*, que la forme du chapeau est spécifique du noyau greffé. Cependant, les fragments anucléés sont parfaitement capables de former un chapeau, donc en l'absence complète de noyau (fig. 3b) ! Ces expériences ont été reprises depuis 1955, environ, par J. BRACHET et ses collaborateurs qui ont pu montrer, notamment par l'emploi d'inhibiteurs spécifiques des différentes étapes de la synthèse protéinique, que l'*Acetabularia* énucléée contient des RNA messagers et synthétise différentes protéines (dont cinq enzymes) et que ces protéines sont indispensables à la morphogénèse du chapeau.

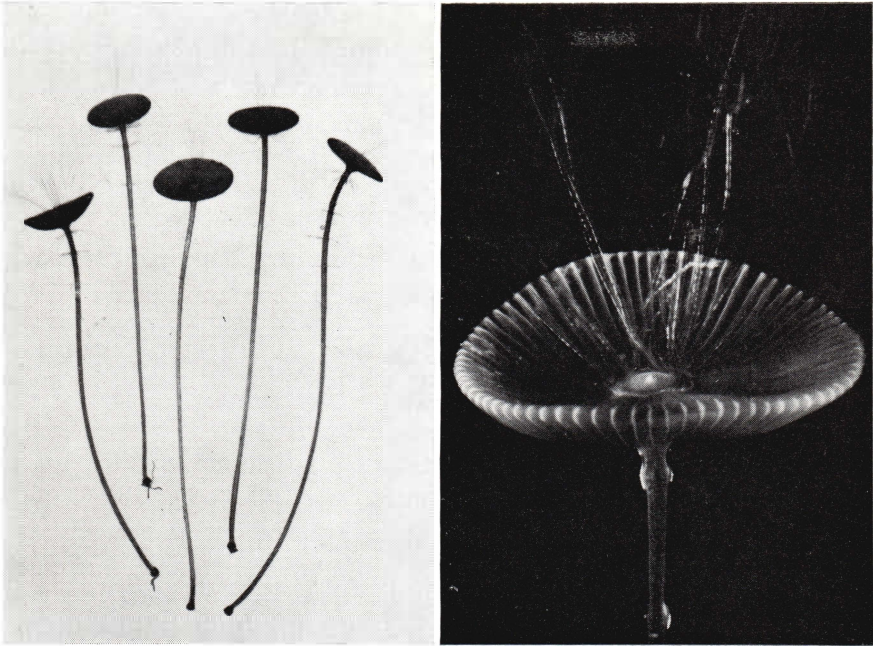


FIG. 3. — *Acetabularia mediterranea*.

*A gauche*, cinq exemplaires complets de l'algue. On distingue l'extrémité inférieure renflée contenant le noyau et le chapeau terminal où se formeront les cystes assurant la reproduction. *A droite*, chapeau formé au sommet d'une algue énucléée.

(Documents aimablement prêtés par Mr J. Brachet).

### Nature des facteurs cytoplasmiques agissant sur la différenciation cellulaire

Quelle est la nature des facteurs qui confèrent à certains cytoplasmes leur pouvoir morphogénétique particulier? Quelle est la nature des facteurs cytoplasmiques qui agissent sur le génôme? Les premiers et les seconds sont-ils identiques ou sinon, par quels mécanismes sont-ils liés? Il n'y a pas actuellement de réponse certaine à ces questions fondamentales.

Nous voudrions, cependant, vous présenter quelques faits connus et quelques « pistes » suivies qui paraissent pleines de promesses. Deux hypothèses de travail ont retenu l'attention des chercheurs ces dernières années. La première est que le cytoplasme pourrait contenir une population de RNA messagers stabilisés, rendus inactifs par une structure adéquate, diversement répartis dans le volume cytoplasmique. Dans le cas du développement embryon-

naire, la fécondation démasquerait ces RNA messagers qui pourraient aussitôt déterminer la synthèse de protéines qui confèreraient aux différents plasmés leurs propriétés particulières. Cette hypothèse s'appuie essentiellement sur les travaux effectués à l'aide d'œufs d'oursin, en Italie, aux États-Unis et en Belgique. Mais rien n'exclut qu'on ne puisse l'appliquer à d'autres espèces. On ne peut oublier, en effet, que tout œuf est issu d'une croissance cellulaire extraordinaire. Le volume d'un œuf de grenouille, par exemple, vaut un million de fois celui de la cellule germinale dont il est issu. Au cours de cette croissance, d'importantes quantités de protéines, de glycogène et de RNA ribosomiaux sont réparties dans le cytoplasme suivant des gradients définis. On peut imaginer — mais c'est encore pure hypothèse — que des RNA messagers soient eux aussi répartis de façon différentielle dans le cytoplasme en croissance. La seconde hypothèse, qui s'appuie, tant sur des travaux effectués sur des œufs de Batraciens que sur des œufs d'oursins, est que les cellules pourraient contenir du *DNA cytoplasmique* capable de diriger certaines synthèses protéiniques indépendamment du noyau. Cette hypothèse repose sur les trois ordres de faits suivants, découverts de 1962 à nos jours : 1) les *mitochondries*, dans toutes les cellules étudiées de ce point de vue, contiennent chacune une molécule de DNA capable de diriger la synthèse de certaines des protéines constitutives de ces organites ; 2) de même les *chloroplastes* étudiés dans diverses plantes contiennent du DNA capable de synthétiser des protéines chloroplastiques ; 3) le *cytoplasme des œufs* contient des quantités considérables de DNA cytoplasmique. Le cytoplasme des œufs de Batraciens, par exemple, contient environ 500 fois plus de DNA que n'en contient leur noyau et il semble clair, d'après les derniers résultats obtenus dans le laboratoire de J. BRACHET que ce DNA n'est pas uniquement mitochondrial. Disons, enfin, que nous ne pouvons exclure ni que ces deux modes de stockage de l'information — RNA messagers stables et DNA cytoplasmique — coexistent, ni qu'il existe d'autres modes de stockage (ribosomiaux ou protéiniques, par exemple), que l'expérience n'a pas encore révélé.

Poursuivant notre raisonnement, nous pouvons donc actuellement imaginer que les facteurs cytoplasmiques qui influencent le génôme :

- 1) sont synthétisés à partir du DNA cytoplasmique,
- 2) sont synthétisés à partir de RNA messagers stockés dans le cytoplasme.

Dans les deux cas, les produits de synthèses agissant sur le

génomique peuvent être, soit des protéines, soit d'autres molécules résultant de l'activité enzymatique de protéines néosynthétisées.

- 3) sont constitués par des molécules entrant dans le cytoplasme à un moment donné de la différenciation, des hormones par exemple. On connaît, à présent, plusieurs tissus ou organes où l'on a pu mettre en évidence une stimulation de la synthèse de RNA messagers ou de protéines sous une influence hormonale expérimentalement contrôlée.

### **Mode d'action des facteurs cytoplasmiques sur l'expression du génome**

Les brillants travaux de l'Institut Pasteur de Paris ont permis de comprendre des mécanismes de régulation de l'expression<sup>5</sup> du génome bactérien (1961). Ces travaux ont d'ailleurs valu à Lwoff, F. Jacob et J. Monod un récent prix Nobel. Ces chercheurs ont mis en évidence, dans le cytoplasme bactérien, l'existence de substances, les répresseurs, dont la synthèse est dirigée par les gènes dits de régulation. Ces *répresseurs* agissent sur l'expression des gènes de structures. Certains d'entre eux répriment l'activité des gènes de structures pour autant qu'ils soient combinés avec un métabolite (le tryptophane, par exemple) qui est précisément le produit final synthétisé par les enzymes dont la synthèse a été dirigée par les gènes de structure réprimés. D'autres répresseurs, au contraire, perdent leur propriété inhibitrice lorsqu'ils sont combinés à un métabolite (le lactose, par exemple) qui est précisément celui qui est susceptible d'être attaqué par les enzymes synthétisés par les gènes de structure déréprimés. On voit donc qu'il existe dans la bactérie des mécanismes de rétrocontrôles qui permettent à cette cellule de fonctionner avec un maximum d'économie et d'efficacité.

Ces mécanismes de régulation existent-ils dans les cellules eukariontes ? Nous l'ignorons encore totalement. Mais il faut souligner qu'il existe des différences considérables entre la forme du génome bactérien et celle du génome de l'eukarionte. Dans ce dernier, le DNA est inclus dans la structure extrêmement complexe qu'est le chromosome, très différent de la molécule circulaire de DNA qui constitue le génome bactérien. D'autre part, l'ensemble des chromosomes — « la chromatine » — baigne dans un suc séparé du cytoplasme par la barrière de la membrane nucléaire, alors que le génome bactérien est en contact direct avec le cytoplasme. Cer-

tains chercheurs ont alors tenté d'aborder le problème de la régulation chromosomiale des eukariontes en travaillant sur de la chromatine isolée, sortie du noyau. Voici quelques résultats issus des travaux de J. BONNER et de son école.

- 1) Les chromatines isolées à partir de 9 organismes différents (tissus animaux, végétaux, embryons) contiennent toutes du DNA, des histones, d'autres protéines et un RNA aux propriétés particulières, distinctes des autres catégories de RNA connus (et dont la réalité est contestée par d'autres auteurs). Les teneurs relatives de ces constituants, par rapport à la teneur en DNA, sont très variables d'un organisme à l'autre :

DNA	———	1
Histones	———	0,76 à 1,30
Autres protéines	———	0,10 à 1,04
RNA	———	0,007 à 0,26

De plus, on n'a trouvé qu'une demi-douzaine d'espèces d'histones différentes qui se retrouvent d'ailleurs dans les différents états d'activité cellulaire.

- 2) La nature des RNA messagers synthétisés *in vitro* par les chromatines isolées à partir de différents tissus d'un même organisme diffère d'une chromatine à l'autre.
- 3) Pour un même tissu, le nombre de RNA messagers synthétisés *in vitro* par de la chromatine isolée est plus petit que celui synthétisé par une préparation de cette chromatine dépourvue d'histones, qui est lui-même plus petit que le nombre de RNA messagers synthétisés par du DNA pur isolé de cette chromatine. Tout se passe donc comme si les *histones* agissaient comme des *répresseurs généraux* du DNA au sein du chromosome.
- 4) Si ce point de vue est admis, le problème devient alors de savoir quels sont les mécanismes qui lèvent la répression des histones en certains sites du DNA, différents dans chacun des types cellulaires qui constituent un organisme.

Deux hypothèses sont actuellement en présence. Pour J. PAUL, la dérégulation spécifique serait opérée par les protéines non-histones présentes dans le chromosome. Pour J. BONNER, cette fonction serait assurée par le RNA particulier lié aux chromosomes.

Quoiqu'il en soit, les facteurs cytoplasmiques pourraient donc agir sur l'activité du génôme en se combinant, suivant des modalités encore inconnues, au complexe RNA-protéines qui accompagne le DNA dans les chromosomes des eukariontes.

Nous avons conscience, au cours de cet exposé, d'avoir posé beaucoup plus de questions que nous n'avons fourni de réponses. C'est que le développement actuel de la génétique fait de l'embryologie la plus jeune des disciplines biologiques. Nous avons confiance, et ce sera là ma conclusion, que les réponses nous seront fournies par les chercheurs d'aujourd'hui et de demain.

---

## L'accident du Torrey Canyon

### Observations de la « Marine Biological Association (Plymouth) » sur les effets d'une pollution massive en Cornouailles

par J.-P. MOMMAERTS (1)

La pollution systématique de nos villes, de nos campagnes et, en général, de nos sources de nourriture et d'agrément, suscite des mises en garde de plus en plus nombreuses.

*Pollution de l'air* : les villes sont coiffées d'un dôme opaque et dangereux d'atmosphère chargée de tous les déchets de nos activités industrielles.

*Pollution du sol* : quand il n'est pas détruit par des pratiques inadéquates, il est exposé aux retombées toxiques et déchets de maintes industries et exploitations.

*Pollution des eaux* : rares sont les cours d'eau qui abritent encore la faune piscicole normalement présente. En fait, un expert apparentait récemment les fleuves à des égoûts à ciel ouvert, charriant vers la mer d'inconcevables quantités de produits nuisibles. A la mer vont également les résidus de l'industrie et de la recherche nucléaires.

Mais toujours les avertissements des spécialistes en butte aux problèmes posés par toutes ces substances, des sociologues, des hommes publics avertis, des écologistes, des Rachel Carson et autres Cassandres connaissent le sort réservé à tant d'autres appels urgents.

Il n'est jamais apparu jusqu'à récemment qu'une masse aussi énorme que celle des mers et océans pouvait être affectée en quoi que ce soit par l'activité humaine. Mais la mer n'est pas un réservoir inépuisable ou invulnérable. La menace que font peser sur la vie marine des pétroliers de plus en plus gigantesques n'a apparemment jamais conduit plus loin qu'à des conjectures quant à ce qu'il conviendrait de faire et ce qui résulterait en cas de catastrophe.

Le 18 mars 1967, le superpétrolier « Torrey Canyon », battant

(1) Assistant au Laboratoire de Botanique systématique et Écologie. Université Libre de Bruxelles. Boursier de l'U.N.E.S.C.O., stagiaire à la M.B.A., Plymouth.



pavillon libérien, en provenance du Golfe Persique et à destination de Milford Haven, se déchirait sur un récif à 24 km de Land's End, fournissant ainsi à propos l'exemple aigu de ce qu'une pollution massive peut nous réserver. Pendant dix jours, il vomit son chargement de 117 000 tonnes de mazout qui allaient bientôt polluer 225 km de côtes en Cornouailles, sans compter la Bretagne qui fut plus durement touchée encore (21 000 tonnes contre 13 000 en Cornouailles).

Les premières conséquences évidentes du désastre furent la dégradation particulièrement répugnante subie par des côtes à vocation touristique et l'hécatombe d'oiseaux marins. C'est sur ces aspects que se concentrèrent la quasi-totalité des énergies. Ainsi, la R.S.P.C.A. (1) recueillit près de 8 000 oiseaux, surtout des guillemots, dont 2 000 n'atteignirent pas les centres de nettoyage vivants. Mais deux mois plus tard, il n'en restait que 400 et leur nombre se réduisait de jour en jour, ce qui permit de constater que, même faiblement touché et immédiatement traité, un oiseau n'a que 20 % de chances de survivre. Le nombre total d'oiseaux tués s'élèverait à quelques 40 000 unités pour la côte britannique.

Mais ce n'est pas en cet aspect — par ailleurs navrant — que réside le principal danger encouru par la vie marine. L'effet de la pollution sur l'équilibre des communautés, des chaînes trophiques et, en définitive, sur la productivité piscicole pouvait être bien plus grave.

Bien que non préparée à une telle tâche, l'équipe du laboratoire de la Marine Biological Association of the United Kingdom (Plymouth) s'attela immédiatement à un programme d'observation et d'expérimentation particulièrement chargé. L'aboutissement de ces recherches fut la publication, le 18 mars 1968 — date anniversaire de la catastrophe — du rapport « *Torrey Canyon, Pollution and Marine life* », édité par J. E. SMITH, Directeur du laboratoire de Plymouth.

Bien que n'ayant pas participé directement à la rédaction du rapport, j'ai vécu sa gestation et partagé les discussions qui précédèrent l'établissement des textes et des diagrammes. Je pense qu'il est utile de diffuser ces résultats particulièrement précieux, et je remercie vivement MM. J. E. SMITH et D. P. WILSON qui ont bien voulu consentir à leur publication en langue française.

(1) Société protectrice des animaux britannique.

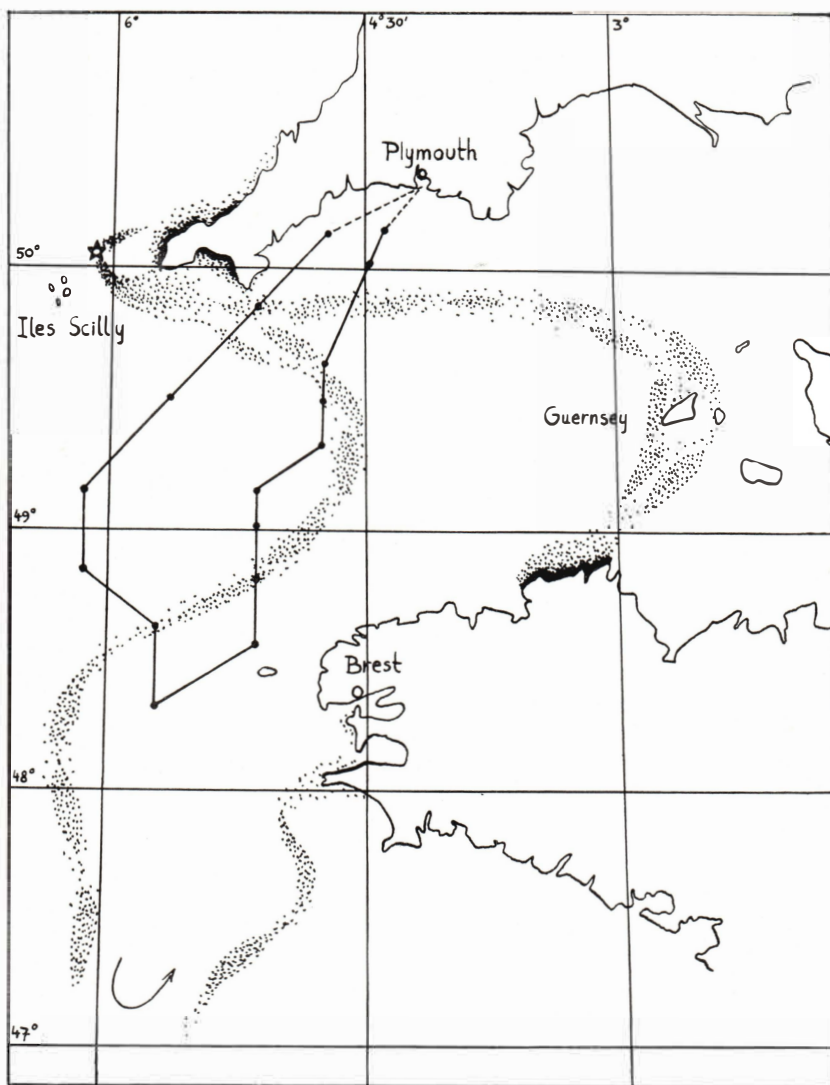


Fig. 1. — Déplacements du mazout libéré par le « Torrey Canyon ». Route habituelle du navire de recherches de la M.B.A. « Sarsia ». (modifié d'après cliché MBA)

## I. — Une brève chronologie des événements

*Première phase* : 18-20 mars

Le samedi 18 mars, à 9 heures du matin, le pétrolier « Torrey Canyon » (300 m de long) percute le Pollard Rock, faisant partie du Seven Stones Reef, à 24 km de la pointe extrême de Cornou-

ailles et à 11 km des îles Scilly (Sorlingues). Six des dix-huit réservoirs sont éventrés et les autres sont plus ou moins sévèrement endommagés. Immédiatement, une langue de mazout de 13 km de long s'étend vers le S-E, sous l'influence du vent du Nord. Le dimanche, 20 000 tonnes de mazout s'étaient déjà répandues et 24 h plus tard, 30 000. La masse principale avait quelques 30 km de long et se dirigeait vers le Sud.

*Deuxième phase* : 21-23 mars

Le vent se met soudainement à l'Est : le mazout s'engage dans la Manche sans atteindre les côtes. On attend les grandes marées pour dégager le pétrolier.

*Troisième phase* : 24-26 mars

Le vent se met au S-O. Le mazout est poussé en masse sur la côte de Cornouailles, tant au Sud qu'au Nord de la péninsule. Le 26, le vent d'Est souffle en tempête et la pollution se poursuit. Il y a alors 48 000 tonnes de mazout en mer et la plus grande partie du liquide répandu dans les premières heures fait route vers la Bretagne (qui sera atteinte le 11 avril). Le vent se remet au S-E et le pétrole continue à polluer les côtes.

*Quatrième phase* : 27-30 mars

Le 26, le « Torrey Canyon », battu par la mer, se brise, libérant ainsi 40 000 à 50 000 tonnes de mazout d'un coup. Cette masse immense est d'abord poussée vers les côtes anglaises par un vent S-O persistant. Juste à temps, le vent tourne au N-E et dès lors se maintient ainsi pendant un mois. On a ainsi échappé de justesse au pire, bien que les dégâts dépassaient déjà toutes les prévisions. Ce grand radeau de mazout atteignit le Golfe de Gascogne où il fut traité par de la craie de Champagne, ce qui eut pour résultat de le faire sombrer. Une très petite partie atteignit la Bretagne. Le Torrey Canyon fut bombardé les 28, 29 et 30 mars. Cependant, il ne disparut que vers la fin d'avril, après avoir encore libéré une certaine quantité de mazout.

## II. — Mazout et détergents

Dix millions de litres de détergents furent utilisés pour arroser quelques 14 000 tonnes de mazout. Que se passe-t-il quand le mazout n'est pas traité ? Le produit répandu en mer provenait de Koweït. L'analyse d'échantillons de même provenance en a ré-

vélé les principales caractéristiques : c'est un liquide brun foncé de densité 0,869, mixture complexe d'hydrocarbures contenant en outre d'appréciables quantités de sulfures et des traces de métaux (notamment nickel et vanadium). La fraction volatile (benzène) s'évapore très vite dans les premiers jours, de sorte qu'on peut penser que le volume total diminua de 25 % en très peu de temps. La dégradation par photo-oxydation et bactéries se poursuit simultanément. Après trois mois ou plus en mer, le résidu goudronneux ne représenterait théoriquement plus que 15 % du volume initial.

Le temps de dégradation dépend évidemment de facteurs de l'environnement dont le plus important est peut-être le pouvoir émulsifiant de l'eau de mer. L'émulsion d'eau dans le mazout — qui apparaît spontanément — contient 80% d'eau. On peut faire sombrer cette émulsion, dont la densité ne cesse d'augmenter à la suite de l'évaporation des éléments volatiles, en la saupoudrant de craie (technique française). En Angleterre, on a tenté de transformer l'émulsion d'eau dans le mazout en émulsion de mazout dans l'eau — et ce par utilisation massive de détergents — en espérant qu'elle se disperse alors dans la masse océanique. Mais cette nouvelle émulsion est instable et le mazout a tendance à se reséparer. Comme on le lira plus loin, le mazout flottant n'est pas un danger sérieux pour la vie marine, à l'exception bien sûr des oiseaux qui, englués, moururent par milliers. Le pétrole répandu sur la côte nuit, par contre, surtout à l'agrément du touriste et c'est ce qui décida les autorités britanniques à lutter au moyen de détergents.

Il existe deux grandes catégories de détergents : ioniques et non ioniques. Les détergents ioniques se dissocient dans l'eau et seule la partie négative est active. Les détergents utilisés furent du type non ionique (non moussant) caractérisés par une émulsion stable contrairement aux détergents ménagers.

Ces détergents comportent une substance tensioactive, un solvant organique et une substance stabilisatrice. Le tensioactif est l'émulsionnant primaire. Le solvant permet au tensioactif de se mélanger à l'huile pour former une émulsion. Des substances telles que la diéthanolamide d'huile de coco stabilisent cette émulsion. Tous les solvants contiennent des substances aromatiques et plus il y en a, plus l'efficacité, mais hélas aussi la toxicité, sont grandes. Le détergent BP 1002, qui compte parmi les plus efficaces des produits testés, fut employé plus que tout autre et les résultats expérimentaux se rapportent donc tous à ce produit.

A 17° C, la fraction solvante de ce détergent ( $d=0,874$ ) a une

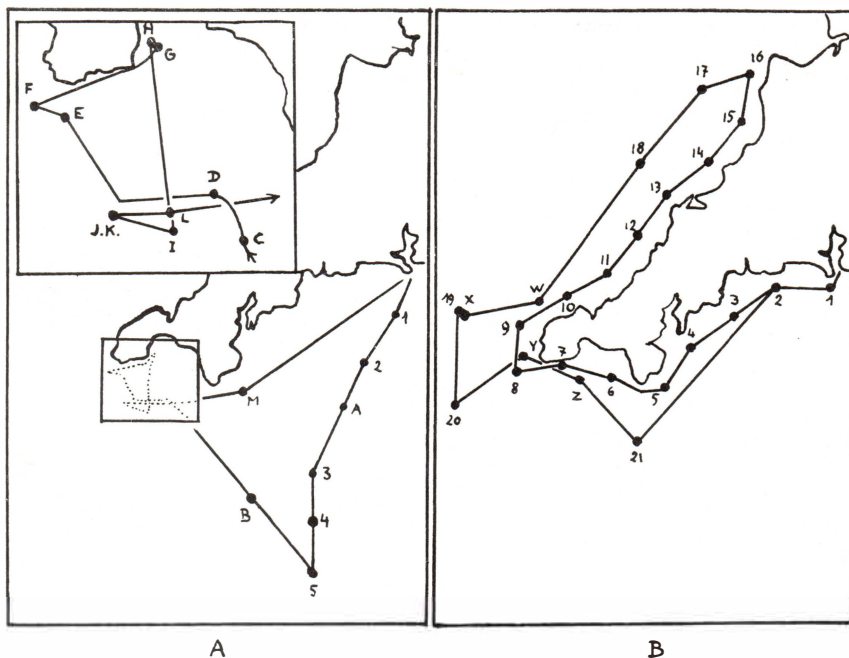


FIG. 2. — Position des stations lors des croisières du « Sarsia ».  
A : 28-30 mars, B : 3-6 avril. (d'après cliché MBA).

miscibilité de 100 à 150 ppm dans l'eau de mer. Après 95 heures, 9,5 ppm sur 10 sont volatilisés.

En conclusion, la formation d'émulsions persistantes en eau de mer n'est pas facile et les détergents furent souvent appliqués de manière inefficace en gaspillant beaucoup de peine et d'argent. Ceci est particulièrement vrai en ce qui concerne le traitement du mazout répandu sur la côte. Enfin, contrairement au pétrole, les détergents sont toxiques et c'est surtout de leurs effets qu'il sera question dans l'aperçu qui suit.

### III. — Effets de la pollution en haute mer

La Marine Biological Association envoie régulièrement son navire de recherches principal, le *Sarsia*, relever les conditions hydrographiques et prélever des échantillons d'eau et de plancton dans la Manche (fig. 1). A l'occasion des pollutions, l'itinéraire de la croisière prévue pour les 28, 29 et 30 mars fut modifié et il y eut d'autres croisières par la suite.

## CROISIÈRE N° 1 (fig. 2 A)

*État de la pollution* : stations A,B,C,D,G,H,I,L : fin film de mazout parsemé de plages plus épaisses.  
stations E et F : plages morcelées. Des détergents sont répandus à ces points.  
stations J et K : mazout en couche épaisse.

*Distribution du détergent* : Dans ces stations, des échantillons d'eau furent prélevés selon le programme habituel et furent envoyés aux laboratoires de la B. P. qui se chargèrent de doser le tensioactif. Partout, les résultats révélèrent une quantité de détergent minime (jamais plus d'1 ppm) ou nulle. La seule exception était la station E où la teneur en détergent variait de 1,2 à 6,0 ppm, à la profondeur de —1m. Donc, bien que pouvant s'accumuler localement, le détergent ne polluait pas de grandes étendues de mer, de façon alarmante.

### *L'examen du phytoplancton*

Des prélèvements au filet à plancton furent effectués en surface et aux profondeurs de 5 et 10 mètres. Les stations choisies pour ces prélèvements furent 2 et 4 (non contaminées) A,B,C,D,M, (fin film d'huile) et E (détergents). Tous les échantillons ainsi recueillis contenaient les populations habituellement trouvées à cette époque dans la Manche, et les diatomées et péridiniens apparaissaient en, bonne santé. Les cystes des prasinophycées (classe de Chlorophytes) furent observés avec soin, parce qu'appartenant au neuston (plancton de surface). Ils étaient en bonne condition sauf quelques uns à la station M, qui présentaient une contraction anormale du contenu cellulaire. Ainsi, le plancton paraissait normal, mais pour contrôler d'éventuels effets à long terme, il fut cultivé en laboratoire. Lors de ces cultures, il apparut que beaucoup de cystes parvenaient à libérer des cellules viables mais que les autres étaient stériles, ce qui ne se produisait pas habituellement.

Quatre autres séries de cultures furent aussi mises en route :

*série 1* : échantillons provenant des stations A,B,C,D,E et M. Milieu de culture composé du mélange à parts égales de l'eau de l'échantillon et d'un milieu habituellement utilisé dans les algothèques (« Erdschreiber »). Dans trois de ces six cultures, la plupart des diatomées devinrent anormales ou moururent endéans 7 jours. Les prasinophycées ne restèrent en bonne santé

que dans une seule culture. Les petits zooflagellates prospèrent partout.

*série 2* : échantillons provenant des stations A,B,C,D,E,M et 2. Milieu de culture composé, cette fois, d'un volume d'eau de l'échantillon et de 9 volumes de milieu. Cette fois, les résultats furent nettement meilleurs : sauf dans deux cas où quelques diatomées anormales furent remarquées, les organismes étaient tous en bonne condition.

*série 3* : échantillons provenant des stations J (mazout en couche épaisse) et D (mazout traité par détergents). Les échantillons furent enrichis en sels minéraux et partout, des organismes sains se développèrent endéans 7 jours.

*série 4* : L'eau des stations J et D fut filtrée pour la débarasser du plancton et à cette eau fut ajoutée du milieu de culture inoculé d'algues habituellement cultivées à Plymouth. Ce milieu fut fatal à toutes les prasinophycées mais, en général, toutes les autres formes prospérèrent aussi bien que dans les cultures de contrôle.

Conclusions de cette analyse du phytoplancton

1. Les plus petits flagellates du groupe des prasinophycées souffrirent de la pollution dans les aires contaminées. Ces organismes sont donc de bons détecteurs de substances toxiques quand elles sont en quantités trop faibles pour être décelées par l'analyse chimique.

2. D'autres algues phytoplanctoniques (diatomées et péridiniens) furent exposées à des doses léthales dans certaines stations. Cultivées en dilution 1/10, ces algues survécurent. Ceci montre que la concentration des matières toxiques dans l'eau de mer n'était pas beaucoup supérieure au niveau léthal pour les organismes les plus délicats.

3. La plupart des zooflagellates ne furent pas affectés ou prospérèrent.

*L'examen du zooplancton*

Des prélèvements au filet à plancton furent faits aux stations D et L (couche mince de mazout) et révélèrent des populations (principalement de copépodes) apparemment normales.

*Les organismes benthiques*

Le chalut ramena des poissons en parfaite condition, sans la moindre trace d'huile et parfaitement comestibles.

### *Investigations ultérieures*

Des expériences en laboratoire montrèrent que plusieurs espèces d'organismes du zooplancton peuvent être empoisonnées à des degrés divers par les détergents, en fonction du type, de la concentration et de la durée d'exposition. Comme il était possible qu'il y ait des effets à long terme, d'autres croisières furent décidées.

#### CROISIÈRE N° 2 (fig. 2 B)

Cette croisière consacrée à l'examen des eaux au large de la côte de Cornouailles occidentales se déroula du 3 au 6 avril. Vingt et une stations furent l'objet de prélèvements réalisés au moyen d'un « High Speed Plankton Sampler ». La pollution était restreinte à de petites aires, principalement sous forme de films irisés. L'analyse des détergents donna des résultats négatifs. L'examen du phytoplancton montra une fois encore que seules les populations de surface peuvent être affectées par la pollution. Des échantillons quantitatifs de faune planctonique furent recueillis les 4 et 5 avril, un ou deux jours après la cessation du traitement par détergents : l'examen des jeunes poissons, des œufs de poissons et des espèces indicatrices (organismes zooplanctoniques plus grands) montre qu'aux stations 7 et 8, 90 % des œufs de sardine étaient morts, et 50 % dans les autres stations (fig. 3). Ceci s'explique par le fait que les œufs flottent normalement près de la surface. Les jeunes poissons qui ont également tendance à se rapprocher de la surface étaient également rares dans l'aire contaminée. Il n'y a pas de rapprochement à faire entre l'absence des alevins et le type de plancton observé à ce moment de l'année. L'action néfaste des détergents semble donc bien être la seule à pouvoir être mise en cause.

#### CROISIÈRE N° 3

Cette croisière se déroula du 11 au 14 avril dans la région de Mount's Bay et dans la Manche. Le navire de recherche se maintint aussi près que possible de la côte, pour pouvoir travailler en conjonction avec les plongeurs partis du rivage. A ce moment, la côte de Porthleven subissait un arrosage massif de détergents. Le travail des plongeurs révéla un taux de mortalité très élevé pour les organismes benthiques dans l'aire traitée (l'analyse chimique révéla des quantités de détergent de l'ordre de 30 ppm au fond). De plus, dans aucun des échantillons d'eau, on ne put mettre en évidence de micro-organisme bioréducteur d'hydrocarbures, alors qu'on en trouve normalement toujours en petites quantités. Ceci est peut-



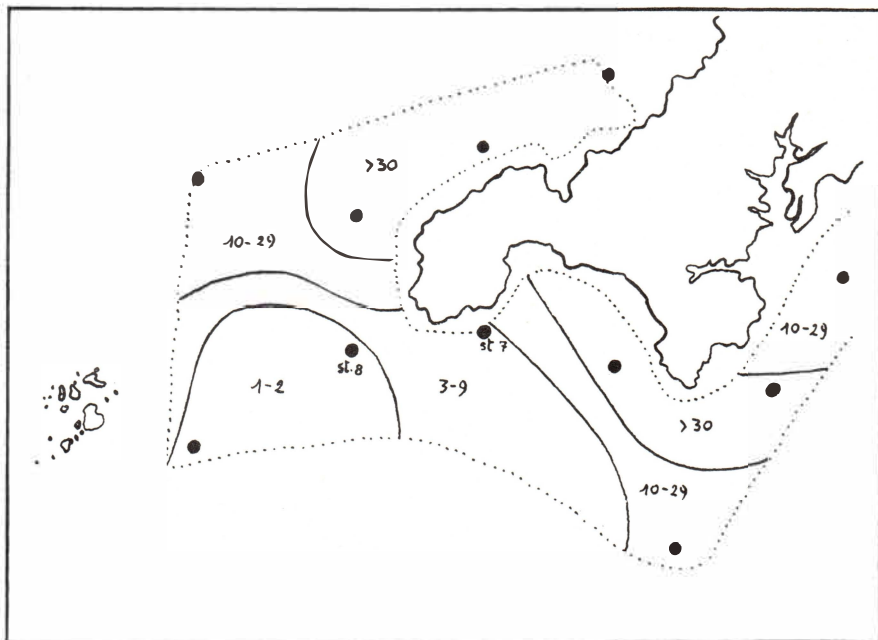


FIG. 3. — Distribution des alevins (3-20 mm de longueur) au large des Cornouailles, les 4 et 5 avril (résultats en nombre/échantillonnage ; l'échantillonneur est un « Gulf III high-speed sampler » modifié, avec filet à mailles de 600  $\mu\text{m}$  ; un échantillon =  $\pm 40 \text{ m}^3$  filtrés) (Modifié d'après cliché MBA).

être aussi à mettre à l'actif des détergents. Les prélèvements dans la Manche n'apportèrent pas de constatations nouvelles.

#### CROISIÈRES SUIVANTES

A partir du 28 avril, les croisières reprennent l'itinéraire habituel. Le mazout est trouvé en concentrations de plus en plus faibles (0,007-0,014 ppm en avril ; 0,004-0,009 ppm en mai) à la surface et nulles sous la surface. En juillet, le niveau 0,003 ppm, normal dans la Manche, pour la dernière décennie est atteint.

#### CONCLUSIONS DES RECHERCHES EN HAUTE MER

L'effet relativement mineur de la libération de grandes quantités de mazout et de détergents sur le plancton est assez surprenant. Cependant, les plus petits organismes peuvent être tués en quelques heures s'ils sont exposés à des concentrations de 1 à 10 ppm de détergents.

Le zooplancton semble échapper à la pollution en migrant vers de plus grandes profondeurs.

Quelques 2 millions de litres de détergents furent utilisées pendant une quinzaine de jours. Si tout ce détergent avait été répandu de manière uniforme à la concentration de 1-10 ppm dans la première couche de 5 mètres, une surface de 50 à 500 km<sup>2</sup> aurait été contaminée. Un dommage de cette envergure, grave mais loin d'être catastrophique fut d'abord présagé. En fait, cette hypothèse était peu vraisemblable parce qu'en mer, les détergents perdent rapidement leur toxicité et les zones à haute teneur (zones de traitement) ne se dispersent pas facilement. La toxicité est principalement due aux composés aromatiques dont on sait qu'ils s'évaporent en 5 jours au maximum. La solubilité maximum de ces hydrocarbures dans l'eau de mer est de 30 à 800 ppm, ce qui permet de dire que le plancton a pu être exposé localement à des systèmes hautement toxiques. Mais les vents, qui sont assez forts, la convection verticale, l'évaporation en surface éliminèrent rapidement ces composés. Cependant, d'autres substances persistent et leur effet possible ne sera décelable qu'à long terme.

#### IV. — Effets de la pollution sur les côtes rocheuses

La côte de Cornouailles comporte deux types principaux de biotope :

1. les rochers des bases de falaises, plate-formes, récifs ou boulders ;
2. les plages, généralement de sable propre ou parfois de galets.

Le premier type de biotope est essentiellement stable, alors que les sables se déplacent avec la marée, les changements saisonniers (les plages édifiées pendant la période relativement calme du printemps et de l'été, sont réduites par les tempêtes de l'automne et de l'hiver). Des types aussi différents de substrat demandent des moyens de nettoyage différents en fonction de la persistance des agents chimiques utilisés. On verra que ce problème ne fut guère pris en considération. Par contre, des mesures spéciales furent prises en ce qui concerne les estuaires.

Nulle part, la couche de mazout ne fut aussi épaisse que sur la côte de Bretagne. En Cornouailles, le recouvrement de « mousse au chocolat » (mélange de mazout, d'eau de mer et de détergent) atteignit cependant couramment l'épaisseur de 2 cm. Il y eut toujours des bandes de littoral et des surfaces localisées qui échappèrent complètement à la pollution, constituant ainsi des réserves

d'organismes pour la recolonisation future. La M.B.A. visita 65 sites, dont beaucoup de manière suivie.

#### L'EXEMPLE DE LA RÉGION DE MARAZION (fig. 4)

Cette zone intertidale présente une topographie variée, à faune et flore semblables à celles qu'on trouve partout dans cette région de Cornouailles. La distribution du mazout fut plutôt morcelée ; le traitement aux détergents fut restreint à ces aires particulières. On constata que la mortalité des populations allait en décroissant vers les régions périphériques de la zone traitée, ce qui fournissait des gradients intéressants pour l'étude des effets de la pollution.

##### *Aire A*

Comme partout le long de la côte, le dommage ne fut pas tant la conséquence du recouvrement des biotopes par le mazout, que de l'application massive des détergents, effectuée à la mi-avril.

*Effet sur les algues :* Les algues filamenteuses vertes furent rapidement blanchies ainsi que les algues rouges incrustantes, particulièrement à la bordure des vasques où le détergent s'accumula en une couche hautement toxique. Le mazout tendait à s'attacher aux fines frondes de l'algue rouge *Porphyra* qui, après quelques semaines, devinrent cassantes et furent lavées par la marée. Les Fuca-cées montrèrent des extrémités de frondes décolorées qui, plus tard, se détachèrent en ne laissant que le stipe qui, parfois lui-même, se détacha du roc. D'autres survécurent et recommencèrent à croître plus tard. Des plaques entières d'algues disparurent ainsi, mais il n'y eut pas de dévastation complète. Il y eut survie dans les parties profondes des vasques. A partir du 23 avril, les *Corallina* des vasques reprenaient leur teinte normale ; *Porphyra* et d'autres algues rouges des genres *Chondrus* et *Dumontia* notamment, se régénéraient. La recolonisation par jeunes filaments d'algues vertes (*Enteromorpha* et *Cladophora*) se manifesta aussi dès la fin d'avril, bien que freinée par le broutage du gastéropode *Monodonta lineata*.

##### *Effet sur la faune*

Presque toutes les patelles furent tuées ainsi que beaucoup de bigorneaux et de *Monodonta*. Des moules furent tuées alors que d'autres survécurent. L'anémone de mer *Actinia equina* montra une perte de réactivité après le passage des détergents mais survécut souvent sous les surplombs. Toutes les balanes (*Elminius modestus*) ne furent pas tuées mais tous les crabes et poissons littoraux furent

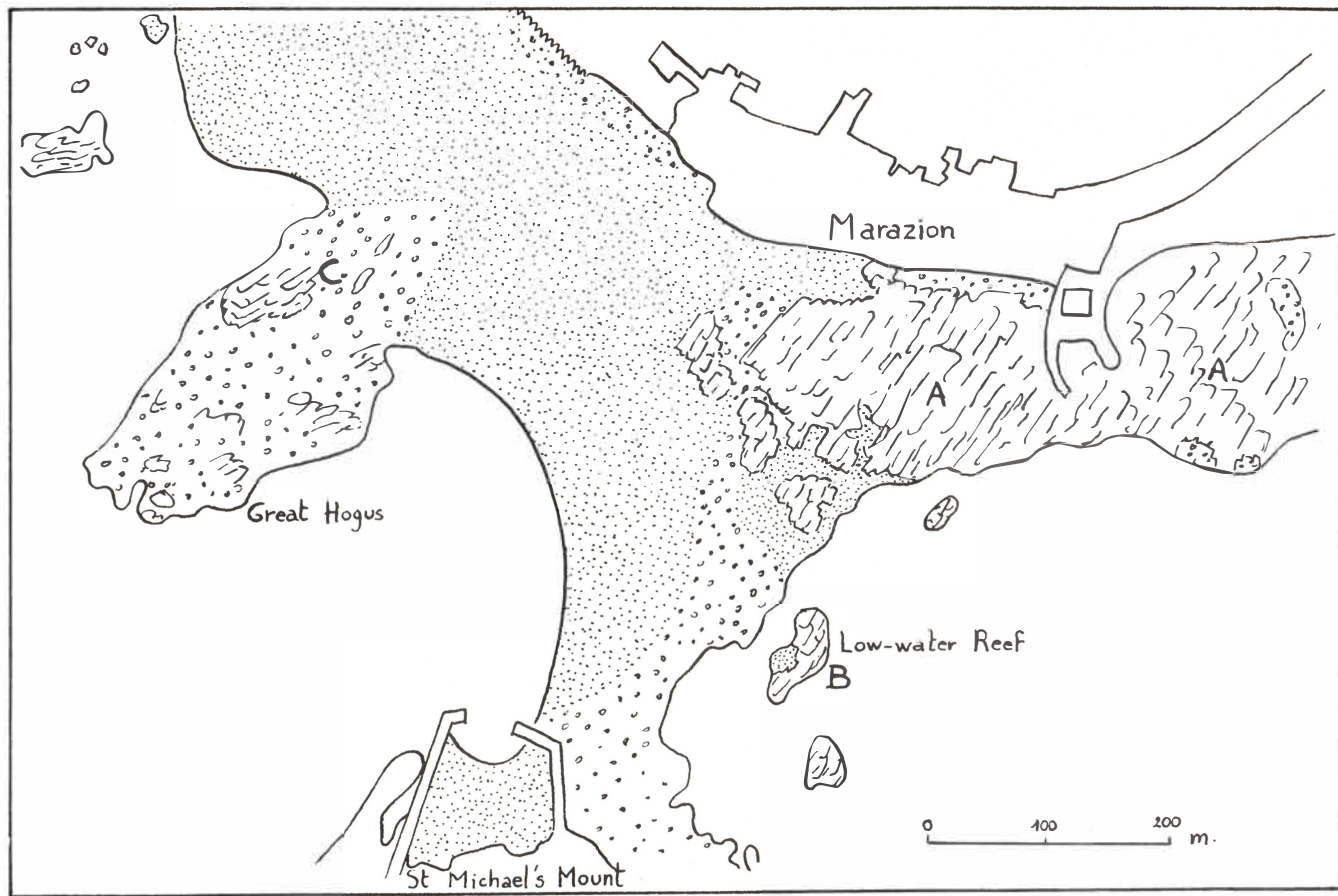


FIG. 4. — Marazion et les diverses aires de pollution (voir texte) (d'après cliché MBA).

trouvés à l'état de cadavres. Des petits isopodes qui vivent dans les fissures ou sous les pierres échappèrent à la première application des détergents.

#### *Aire B*

Les effets du détergent se répandirent sur l'entièreté de la côte, bien au-delà des zones atteintes par le pétrole. Le « Low-water Reef » n'est accessible qu'aux grandes basses mers. Cette zone avait été examinée par des chercheurs de la M.B.A. le 28 février, qui y avaient noté une faune abondante. Le 28 mars, elle échappa à la « marée noire ». Le 28 avril, après la période de traitement aux détergents, plus haut, on nota un changement considérable : il restait très peu de l'abondante population d'*Anemonia sulcata*, et celles-ci étaient en mauvaise condition. L'habitat, connu pour sa richesse en *Lucernaria* (coelentérés délicats vivant attachés aux algues), n'en montrait plus aucun. Plusieurs algues, dont les laminaires, présentaient de grandes taches nécrosées. Les algues rouges *Chondrus crispus* et *Calliblepharis jubata* étaient inhabituellement décolorées. On trouva un Bernard-l'Hermitte mort dans sa coquille, ce qui ne se produit jamais. Ainsi, il n'y eut jamais d'application directe de détergent ou de pollution directe par le mazout mais les ravages dûs à de l'eau polluée étaient évidents.

#### *Aire C*

La pollution du Hogus Reef par le mazout a été modérée (plaques de 1/2 cm d'épaisseur). Cette zone ne fut jamais traitée ou exposée aux détergents. On nota immédiatement l'absence de cadavres végétaux ou animaux et ce, en contraste frappant avec l'aire A. Le 28 mars, la faune et la flore semblaient très peu affectées. Les patelles qui disparaissaient sous une fine couche de pétrole étaient bien vivantes et réagissaient normalement au toucher. Des chemins de broutage dus aux *Monodonta* furent observés dans les plaques de mazout. Quelques patelles pouvaient être détachées plus facilement que d'habitude et beaucoup de *Monodonta* s'étaient recroquevillées dans leurs coquilles et gisaient inertes au fond des vasques. Cinq jours plus tard, toute la population de mollusques était entièrement normale. Les taches de mazout étaient plus minces et plus foncées. Les patelles avaient dégagé une petite aire autour d'elles et leurs excréments contenaient du mazout. Des observations similaires furent faites sur les *Monodonta*. La proportion du mazout dans ce régime d'un genre nouveau variait de 20 à 30 % chez les patelles et de 5 à 50 % chez *Monodonta*.

Le 19 juillet, la population de patelles et de *Monodonta* était aussi abondante qu'avant la pollution. Pratiquement, les seules traces de mazout (maintenant noires) encore visibles ne se trouvaient plus que sur les coquilles, seul endroit hors d'atteinte de ces très actifs nettoyeurs. Les rochers et les balanes étaient propres. Le mazout a pu être enlevé par l'action érosive des vagues mais il est très probable que le « grazing » a joué un rôle prépondérant dans son élimination. Quant aux excréments, ils constituaient un terrain bien plus favorable à l'oxydation bactérienne. Il faut cependant remarquer que l'élimination du mazout par les mollusques ne peut avoir lieu que dans la zone à laquelle ils sont inféodés par le cycle des marées (recouvrement pendant 1/3 du cycle).

#### L'EXEMPLE DE PORTHLEVEN REEF

Le mazout s'amassa au pied de la falaise et tout rocher fut recouvert d'un film glissant. Le traitement par détergent fut particulièrement intense (140 000 litres déversés). Le rapport de la M.B.A. donne une liste très détaillée des espèces d'algues affectées par cette pollution et tout au long du gradient que constituait la pente vers la mer. Retenons que les algues et particulièrement les nombreuses espèces de petites algues rouges souffrirent beaucoup du traitement par détergent. Seule, *Corallina* montra une réponse proportionnelle à la durée d'exposition aux agents toxiques. En ce qui concerne la faune, la visite du 30 mars montra des animaux apparemment non affectés, mais le 7 avril — soit trois jours après le début de l'application des détergents — la plupart des animaux étaient mourants ou morts.

Sur d'autres rivages, l'effet du mazout sans détergents et l'effet du traitement par détergents purent être comparés.

*Sans détergents* : le mazout peut asphyxier les animaux ou les priver de leur nourriture. Cependant, les patelles et *Monodonta* survécurent très bien à Marazion et les moules à Booby's Bay et ailleurs. Le principal dommage a été plus physique que chimique. Là où la couche avait été épaisse, des balanes avaient été étouffées mais plus de 90 % avaient réussi à se ménager une ouverture vers l'atmosphère. Celles-ci furent trouvées en bonne condition quand elles furent examinées au laboratoire. Leur tube digestif ne contenait pas de mazout.

*Avec détergents* : la mortalité est grande dans tous les groupes végétaux et animaux et la mixture mazout-eau-détergent peut persister longtemps.

## LE RETOUR À LA NORMALE

Dans la plupart des localités, l'existence de poches non contaminées permet d'espérer une recolonisation rapide. Les larves de beaucoup d'animaux littoraux ont une phase planctonique plus ou moins longue, ce qui a permis à beaucoup d'espèces d'échapper totalement à la pollution. En ce qui concerne les animaux littoraux mobiles (crabes, gastéropodes, poissons), les poches non contaminées ont pu constituer des refuges importants.

Le dépôt de mazout lui-même manifesta un changement progressif : l'épaisseur de la couche diminua en même temps qu'elle durcissait en surface. L'érosion par le sable, les vagues, peut-être l'évaporation, et certainement l'action des mollusques brouteurs, l'éliminèrent peu à peu.

*La flore* : la plupart des fucacées n'étaient pas complètement tuées et selon l'importance du nettoyage, réapparaissaient en quantité faible à normale en été. Là où la mortalité des animaux brouteurs a été grande, les spores ont trouvé un substrat convenable pour se développer en populations particulièrement denses (*Enteromorpha*). Le rétablissement de l'équilibre écologique pourra prendre quelques années. La recolonisation des vasques par les algues dépend fortement du degré de pollution. *Corallina* prendra plus de temps parce que sa croissance est très lente.

*La faune* : le 23 juin, quelques crabes nageurs (*Portunus puber*) et poissons littoraux (*Blennius pholis*) étaient revenus à Porthleven. Il en allait de même pour les gastéropodes les plus résistants (*Nuccella*, *Gibbula*, *Ocenebra*, *Monodonta* et *Littorina*). Les petits poissons et crustacés ne peuvent recoloniser le biotope que s'ils peuvent y trouver leur nourriture (prairies d'algues par ex.).

La recolonisation par une nouvelle génération dépend de la présence d'une surface suffisamment dépourvue de mazout et inoccupée. Il faut évidemment que les larves aient été présentées à la bonne période. Ainsi, on ne s'attend à trouver des patelles qu'en 1968. Une attention spéciale fut réservée à l'observation des balanes. En effet, leur abondance put être comparée avec ce qui était connu des années précédentes grâce aux travaux de A. J. SOUTHWARD. Il apparut que les larves ne souffrirent pas de la pollution en mer. Par ailleurs, elles avaient probablement été libérées avant la pollution et n'eurent donc pas à souffrir du traitement infligé à la faune littorale. En Cornouailles, la fixation se fait une fois par an (avril ou début mai). Cette année, la fixation des balanes se fit partout et de manière

abondante là où les rochers étaient débarrassés de leur pellicule de mazout (Mount's Bay notamment).

#### CONCLUSIONS DES RECHERCHES SUR LES CÔTES ROCHEUSES

Les effets léthaux d'un traitement sévère par détergents sont d'une gravité incontestable, tant sur la flore que sur la faune. De plus, on a vu que l'effet du détergent peut se répandre au-delà de l'aire de pollution initiale. Ainsi, ce deuxième polluant, délibérément appliqué par les autorités responsables, se révéla bien plus nocif que le premier. Le rétablissement et la recolonisation sont en progrès, mais il peut se passer des années avant que l'équilibre des populations et des relations trophiques soit pleinement reconstitué. Même si le traitement par détergents est bref, les résultats sont sérieux. Si la pollution par mazout des côtes — qui tend à devenir chronique — est systématiquement traitée par détergents dans l'avenir, la situation évoluera vers un dommage permanent et de plus en plus irréversible. Le contrôle de la M.B.A. montre que le mazout à lui seul a causé peu de dégâts à la vie littorale et que les gastéropodes brouteurs contribuent à l'éliminer sans effet nocif apparent pour eux-mêmes. Les agents naturels (abrasion, érosion par vagues, gastéropodes) ont éliminé toute trace d'une pollution « modérée » en trois à quatre mois. L'usage des détergents ne devrait être envisagé que sur les côtes de très haute importance récréative et seulement après qu'on eut tenté d'enlever le mazout par des moyens mécaniques. Ces détergents ne devraient être utilisés qu'en petites quantités et avec précaution. Ainsi, le moment de l'application doit être jugé en fonction de la marée et des vents. Le problème serait évidemment simplifié si l'on pouvait produire des détergents non toxiques et à utilisation universelle.

#### V. — Effets de la pollution sur les plages et les estuaires

Sur les plages sableuses, le mazout s'étala en couches de un à quelques cm d'épaisseur, (niveau de marée haute) souvent localisées d'un côté de la plage. Une partie pénétra dans le sable, produisant une galette à aspect de marc de café, aisée à enlever. Une partie de ce sable fut en effet transportée à l'intérieur des terres. La méthode la plus courante fut de repousser le mazout à la mer au moyen de bulldozers ou par aspersion. Des chenaux profonds furent creusés et le mélange mazout-détergent y fut repoussée vers la mer. Une autre technique consista à repousser le sable contaminé vers le



niveau de marée basse et là, à l'asperger au moyen de détergents. De la sorte, une partie du mazout fut emportée à la mer sous forme d'une émulsion sale mais de plus, du mazout non émulsionné et du détergent en dilutions variées se répandirent sur l'ensemble des plages qui n'étaient que partiellement contaminées et pénétrèrent à des profondeurs diverses, créant même localement des sables mouvants. D'autre part, le dépôt normal de sable propre amené par les marées qui suivirent, donna fréquemment une trompeuse apparence de propreté à des aires polluées.

Des expériences menées en laboratoire ont confirmé les observations sur le terrain en ce qui concerne les propriétés physiques de sables contenant du mazout, des détergents ou les deux. Une expérience de dépôt de pétrole seul, avec marée artificielle montre qu'après 40 cycles, le mazout avait pénétré de 3 cm, et ceci était un maximum que des marées supplémentaires ne modifièrent pas. Ceci montre très bien que le mazout ne se propage pas et que le meilleur moyen de s'en débarrasser est de l'enlever à la pelle. Par contre, avec addition de détergent, l'émulsion pénètre à très grande profondeur (toute la profondeur dans l'expérience de laboratoire) en très peu de temps. Avec du détergent seul, on a constaté que le taux d'évaporation est bien plus faible en présence de sable et ce, à cause des phénomènes d'adsorption. Donc, la toxicité d'une plage polluée par détergent se maintient longtemps. De plus, on a pu voir que le détergent ne se lessivait pas facilement, bien que d'autre part la mobilité d'un sable imprégné soit plus grande, de sorte qu'il est plus facilement enlevé par la marée.

#### *Dégradation biologique* (Dr GUNKEL, Heligoland)

Quand on découvrit des couches grises sur les plages, on soupçonna une dégradation due aux agents bactériens. Des échantillons récoltés en mai montrèrent en effet une très grande quantité de bactéries aérobiques décomposeuses d'huile : jusqu'à 400 millions par ml de sédiment humide (sauf là où la concentration en détergent était élevée). En laboratoire, certaines bactéries consommatrices d'huile survécurent à des concentrations de 100 ppm de détergent et se multiplièrent rapidement. Ceci a pu se produire sur les plages où la bioréduction put se développer sans limitation de sels nutritifs (comme cela aurait été le cas en mer). L'oxygène est vraisemblablement le facteur limitant : la présence de couches grises est révélatrice des conditions d'anaérobiose subséquentes aux activités des bactéries aérobiques : le labourage peut aider à la continuation de l'activité microbienne en aérobiose.

### *Dégradations subies par la faune*

Les plages sont des biotopes instables et pauvres en nourriture : la faune y est donc restreinte. L'habitant le plus fréquent est l'isopode *Eurydice pulchra*. Des tests de toxicité montrèrent que sa résistance aux détergents est au-dessus de celle de la moyenne des crustacés : tous sont tués à 10 ppm après 24 heures d'exposition mais les 4/5 survivent à une exposition de 24 h à 5 ppm. Le 23 avril, la concentration des détergents dans l'eau apportée par la marée était de 4 ppm. Il est à peu près certain donc que des individus ont été exposés à des concentrations léthales, mais en août, toute la baie était repeuplée d'*Eurydice*. En ce qui concerne les autres organismes, de nombreux lançons furent trouvés morts après l'utilisation des détergents. Les carapaces vides du petit crabe fouisseur *Pirimela denticulata* furent trouvées en quantité anormalement grande, ainsi que les tests vides de l'oursin *Echinocardium cordatum* et coquilles d'*Ensis silica* (coûteau) et de *Mactra*. Par contre, les petits oligochètes et nématodes résistèrent à des traitements massifs. En tamisant le sable, on recueille normalement des petits animaux de taille inférieure à un mm (principalement des petits crustacés et nématodes). On n'en trouva pas trace dans les endroits traités, ce qui permit de conclure à la destruction de la microfaune. D'autres études permirent de conclure à l'influence également néfaste du détergent sur la fixation des larves du polychète *Sabellaria* et leur recolonisation des sables.

### *Estuaires*

Les seuls estuaires pollués furent heureusement de petits estuaires : le Gannel à Newquay et l'Hayle. Dans l'Hayle, le mazout fut transporté vers l'intérieur à l'occasion d'une marée de vives eaux (28-29 mars) et fut déposé sous forme d'une bordure noire soulignant les rives et recouvrant (dans une certaine mesure) les prés salés. A la suite de demandes pressantes, les détergents ne furent pas utilisés. Quand elle fut examinée le 10 avril, la riche faune vermicole des bancs de sable semblait intacte. Ces vers représentent une importante source de nourriture pour les oiseaux (une branche de l'estuaire est réserve ornithologique). La ligne de mazout s'effaça peu à peu et son emplacement fut recolonisé par la faune et la flore habituelles. Le problème aurait été beaucoup plus grave si le mazout avait été apporté par une marée de mortes eaux ou si le détergent avait été utilisé sur les bancs de sable. Heureusement, deux ministères avaient déjà fait état du danger qui en aurait résulté pour l'ostréiculture. En effet, en dehors de l'action léthale directe

sur les huîtres, le dépôt d'un film d'huile émulsionnée sur la boue qui abrite la microfaune bouleverserait les chaînes trophiques pour une longue période.

#### *Conclusions des recherches sur les plages et estuaires*

Grâce à leur situation exposée, les plages de Cornouailles furent assez rapidement lessivées et aérées (ce qui favorisa l'action bactérienne). Si la pollution avait atteint des baies abritées et la même quantité de détergent utilisée, la situation aurait été très différente.

Il est vraisemblable que si les détergents avaient été utilisés dans les estuaires le dommage aurait été considérable et long à effacer.

Les observateurs sont unanimes pour estimer qu'il aurait fallu enlever le maximum de mazout avant de répandre les détergents.

## VI. — Extension de la pollution à l'étage infralittoral

En raison du déversement massif de détergents sur la côte, l'eau peut être contaminée jusqu'à près d'un km du rivage. A Porthleven, plus ou moins 400 000 litres de détergents furent utilisés, dont la plus grande partie à raison de quelques 15 000 litres par jour. Des plaques laiteuses et empoisonnées d'émulsion se répandirent en mer, se déplaçant au caprice des vents. Dans le cas précis de Porthleven, les vents soufflant parallèlement au littoral, ces émulsion vinrent polluer la côte sur des distances considérables. De plus, comme l'émulsion est instable, le mazout se sépara du détergent et fut poussé par le vent en divers endroits de la côte.

#### *Effet biologique de ces plaques*

Quoique les laminariacées (*Alaria esculenta*, *Laminaria hyperborea*) n'aient pas souffert de manière apparente, toutes leurs algues rouges épiphytes étaient très sévèrement touchées. Plus bas, les plantes n'étaient plus affectées, sauf l'algue rouge *Delesseria sanguinea*. Par contre, en ce qui concerne les animaux, les effets du traitement à Porthleven furent ressentis sur le fond sableux au moins aussi loin que 2 km au S-E du port et 1 km du rivage. La mortalité fut considérable chez les crustacés décapodes (*Galathea strigosa*, *Portunus puber*, *Cancer pagurus*). Ce n'est qu'à partir de 4,5 m de profondeur qu'on trouva des crabes apparemment indemnes.

En ce qui concerne les mollusques bivalves, *Ensis siliqua* et *Mactra corallina* furent sérieusement affectés jusqu'à 14,5 m de profondeur. De plus, des petites étoiles de mer de l'espèce *Asterias rubens* contribuèrent à la complète mortalité d'*Ensis* et de *Mactra* en s'attaquant

aux individus malades. La mortalité chez les échinodermes fut également assez grande (mise à part la résistance surprenante de *Asterias rubens*). On trouva beaucoup d'étoiles de mer glaciaires (*Marthasterias glacialis*) moribondes entre 2 et 7 mètres. L'oursin fouisseur *Echinocardium cordatum* apparaissait fréquemment hors du sable et la mortalité était élevée. Enfin, les plongeurs trouvèrent plusieurs tests de l'oursin *Echinus esculentus* entre 5,5 et 14,5 m, ainsi que des individus moribonds.

## VII. — Expériences de toxicité

Toutes ces observations concluant à l'action néfaste des détergents amenèrent les chercheurs à s'interroger sur la possibilité d'effets à long terme. Ils testèrent donc l'action des détergents sur un certain nombre d'organismes. De ces expériences résultèrent notamment des techniques de bio-essai qui permettront dans l'avenir d'apporter plus de précision dans le dosage des détergents et de mieux connaître leur propagation.

### *Études sur le zooplancton*

L'effet des détergents fut testé sur les larves de balane *Elminius modestus* (fig. 5), les crustacés copépodes *Calanus finmarchicus* et *Acartia clausi*, les larves d'huîtres des espèces *Ostrea edulis* et *Crassostrea gigas*, sur les larves des gastéropodes *Lacuna vincta* et *Nassarius reticulatus* et enfin sur des alevins. Ces expériences montrèrent l'extrême toxicité des détergents sur le zooplancton et particulièrement ses membres les plus petits. Or ce micro-zooplancton est considéré comme une part extrêmement importante de la biomasse totale des organismes dont dépend toute la faune piscicole. Les expériences conclurent également à la non-toxicité du mazout.

### *Effets à long terme sur le zooplancton*

Les expériences portèrent sur les larves de *Sabellaria*, les larves d'*Elminius modestus* et les larves d'*Echinus esculentus* (tabl. 1). Toutes montrèrent des retards plus ou moins importants dans le développement des larves ainsi que des anomalies ou des mortalités excessives.

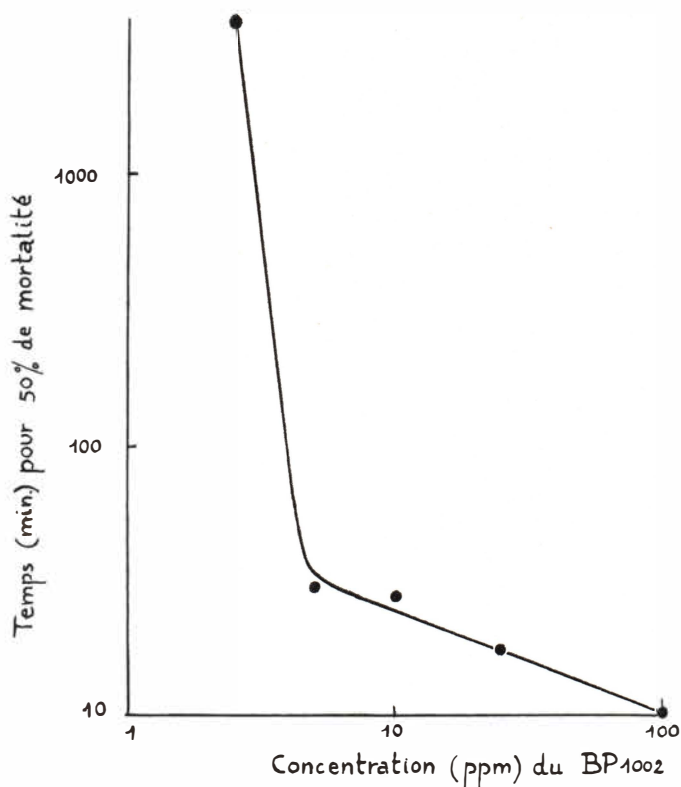


FIG. 5. — Effet des concentrations différentes de BP 1002 sur l'activité des larves cypris d'*Elminius modestus* à 20° C. (d'après cliché MBA).

TABLE 1. — Développement de *Echinus esculentus* dans diverses concentrations de BP 1002.

Date	Récipient 1 (contrôle : 0 ppm)	Récipient 2 (1 ppm)	Récipient 3 (0,5 ppm)	Récipient 4 (0,1 ppm)
5 avril 67	Œufs répartis entre tous les récipients 1/2 h après fécondation			
6 avril 67	Blastulae norm.	Blastulae norm.	Blastulae norm.	Blastulae norm.
7 avril 67	Gastrulae norm.	Gastrulae norm.	Gastrulae norm.	Gastrulae norm.
10 avril 67	Plutei normaux	Plutei normaux	Plutei normaux	Plutei normaux
11 avril 67	en majorité normaux, quelques-uns avec bras atrophiés	tous avec bras très atrophiés	majorité avec bras partiellement atrophiés	en majorité normaux, quelques-uns avec bras atrophiés
12 avril 67	en majorité normaux et croissant	tous médiocres, avec bras réduits	majorité avec bras courts, certains normaux	en majorité normaux et croissant

### Études sur le phytoplancton

Le tableau 2 rend compte des effets de diverses concentrations de détergent sur six espèces phytoplanctoniques. On constate que les algues vertes *Dunaliella* et *Chlorella* qui font partie du plancton des eaux saumâtres sont les moins affectées. Chez *Chlorella*, la phase de latence est multipliée par 3 à la plus haute concentration, ce qui indique un freinage du métabolisme. La dinophycée *Gymnodinium* est la plus vulnérable avec un taux de croissance réduit de moitié à  $1,2 \cdot 10^{-2}$  ppm. Chez *Coccolithus*, on constate un effet promoteur de croissance, bien que les cellules soient particulièrement fragiles. Les tensio-actifs non ioniques peuvent s'adsorber sur les membranes par interaction de leur partie hydrophobe avec les constituants lipidiques des membranes. Ceci augmente la perméabilité de la membrane cellulaire, ce qui est fatal aux espèces qui ne sont pas bien adaptées au contrôle du passage des ions. La résistance d'organisme euryioniques comme *Dunaliella* et *Chlorella* confirme cette hypothèse.

TABLE. 2. — Longueur de la phase de latence (en jours) à diverses concentrations de tensio-actif, chez des espèces du phytoplancton.

N° Culture	Phytoplancton	0 ppm	$1,2 \cdot 10^{-3}$	$1,2 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$	1,2 ppm
64	<i>Phaeocystis pouchetii</i>	—	1,4	0,4	0,4	tué
81	<i>Dunaliella primolecta</i>	2,2	1,2	2,0	2,0	2,5
85	<i>Chlorella stigmatophora</i>	0,8	0,9	0,9	0,9	2,5
92	<i>Coccolithus huxlei</i>	0,25	0,35	0,35	0,35	tué
205	<i>Halosphaera minor</i>	0,2	0,3	0,5	0,3	tué
207	<i>Gymnodinium sp.</i>	1,2	2,6	1,7	0,9	tué

### Effets constatés sur les organismes des zones médio- et infralittorales

En général, les algues sont bien plus tolérantes aux détergents que ne le sont les animaux de la même zone. Ceci est en contradiction avec ce qui a été observé sur les rivages où *Porphyra* et d'autres algues rouges apparaissaient blanchies. On suppose que ceci est dû à l'utilisation d'eau douce pour la dilution des détergents.

On observa une très grande différence de sensibilité entre les gamètes et les réceptacles de la fucacée *Ascophyllum nodosum* : alors que les oosphères et anthérozoïdes étaient tués par une courte exposition à une solution de 0,01 %, les réceptacles toléraient six heures d'exposition à une solution à 12 %, L'algue verte *Cladophora rupestris* était la plus sensible des espèces testées, avec dommage irréver-

sible résultant d'une immersion de six heures à une concentration de 1 ‰. Les expériences menées sur les animaux médiolittoraux et infralittoraux montrèrent une plus grande sensibilité chez les organismes de la zone infralittorale (tabl. 3).

TABL. 3. — Toxicité à 12° C du BP 1002 pour des espèces de la zone médiolittorale et de la zone infralittorale.

Zone médiolittorale		Zone infralittorale	
Espèce	Conc. (ppm) nécessaire pour tuer la majorité en 24 h	Espèce	Conc. (ppm) nécessaire pour tuer la majorité en 24 h
Coelentérés		Coelentérés	
<i>Actinia equina</i>	25	<i>Calliactis parasitica</i>	25
<i>Anemonia sulcata</i>	50		
Annélides			
<i>Nereis diversicolor</i>	25		
Crustacés		Crustacés	
<i>Eurydice pulchra</i>	10	<i>Corystes cassivelaunus</i>	10
<i>Carcinus maenas</i>	25	<i>Portunus holsatus</i>	5
<i>Cancer pagurus</i>	10	<i>Diogenes pugilator</i>	25
<i>Palaemon serratus</i>	5		
<i>Crangon vulgaris</i>	2		
Mollusques		Mollusques	
<i>Nucella lapillus</i>	100	<i>Nassarius reticulatus</i>	2,5
<i>Monodonta lineata</i>	100	<i>Chlamys opercularis</i>	1
<i>Littorina littorea</i>	100	<i>Laevicardium crassum</i>	1
<i>Calliostoma zizyphinum</i>	10	<i>Spisula subtruncata</i>	2
<i>Aplysia punctata</i>	50	<i>Ensis siliqua</i>	0,5
<i>Patella vulgata</i>	5		
		Echinodermes	
		<i>Asterias rubens</i>	25
		<i>Ophiocomina nigra</i>	5

### Bio-essai

On utilisa *Elminius modestus* et *Crangon vulgaris* (crevette) pour mesurer la concentration du détergent dans l'eau. En effet, l'analyse chimique ne peut donner des résultats que pour la fraction tensio-active, ce qui ne donne pas d'idée suffisante quant à la concentration du solvant toxique. La figure. 5 montre dans quelles limites la méthode est utilisable.

### Toxicité et stabilité des différents composants du détergent

Le bio-essai montre que le solvant a une toxicité très comparable à celle du détergent entier. Par comparaison, le stabilisateur est

notablement moins toxique et le tensio-actif encore beaucoup moins.

Au point de vue de la stabilité, on a pu observer que le solvant qui tue 50 % des individus d'une population en 8 minutes quand il ne représente que 10 ppm de la solution, ne possède plus aucune toxicité notable après 2 heures d'aération. D'autres expériences furent faites sur *Sabellaria* et démontrèrent que, comme dans les expériences menées sur *Elminius*, le solvant disparaît rapidement dans l'eau de mer bien aérée. Mais il y a évidence d'empoisonnement chronique résultant d'une exposition très courte. Ces expériences diffèrent aussi en ce que l'effet du détergent tout entier est bien plus sévère que celui du solvant seul.

### VIII. — Mouvements du mazout en mer

Une fois qu'une grande plaque de mazout a été identifiée en mer, sa position peut être prédite avec une bonne précision. En effet, il revient aux chercheurs de la M.B.A. d'avoir pu mettre en évidence que les plaques de pétrole se déplacent dans la direction du vent avec environ 3,3 % de sa vitesse. Cette découverte permet de restreindre les opérations de surveillance aérienne dans une grande mesure.

De plus, ces plaques restent cohérentes pour de longues périodes. Il n'est donc pas vrai que le mazout se disperse très rapidement en mer comme d'aucuns l'ont affirmé.

Même par vent modéré, la position d'une plaque de mazout peut changer très fort en peu de temps. La surveillance aérienne ne devrait donc pas se confiner aux côtes mais s'étendre périodiquement à ces masses mouvantes.

L'utilisation de barrières flottantes pour protéger les côtes est très valable car si le mazout peut être retenu, même pour une période de courte durée, cela peut être suffisant pour que le vent change de direction. Si l'on envisage un quelconque procédé (bombardement d'un pétrolier échoué, par exemple) susceptible de libérer du mazout en mer, il faut le faire en fonction des prévisions météorologiques. Si le « Torrey Canyon » avait été bombardé le 24 mars au lieu du 28, sept fois plus de mazout auraient envahi la côte anglaise.



## IX. — Conclusions

Les investigations de la M.B.A. ont procuré des informations nouvelles sur le mouvement du mazout en mer, les propriétés des détergents et leur dispersion en mer, et les effets de deux agents polluants majeurs sur les organismes qui furent exposés à leur action. Comment ces informations peuvent-elles servir dans l'avenir ? Les points importants, traités dans les parties qui précèdent, comportent les réponses à ces questions.

En ce qui concerne le mazout lui-même, la formation d'émulsions de composition variable avec l'eau de mer rend difficile la prédiction de la vitesse de disparition du pétrole par évaporation. En rapport avec la dérive du pétrole en mer, une formule simple a été calculée, qui permet de prédire les mouvements du polluant. La pollution du « Torrey Canyon » a eu peu d'effets biologiques en dehors de la destruction tragique des oiseaux de mer. Par contre, le détergent utilisé pour traiter le mazout en mer fut nocif à la vie marine confinée aux couches superficielles : œufs de poissons et phytoplancton neustonique. Le traitement appliqué sur la côte provoqua la mort d'un grand nombre d'organismes y compris ceux de la zone infralittorale. Sur les rivages non traités, on a prouvé que la faune et les agents naturels éliminaient le mazout. En plus, sur les plages, la dégradation microbiologique a pu prendre place, non freinée par le traitement par détergent. Des études en laboratoire montrèrent que, en plus des effets immédiats, des effets à long terme peuvent être attendus. On découvrit que la toxicité immédiate du détergent réside dans la fraction solvante qui, heureusement, est rapidement éliminée par évaporation, bien que pouvant subsister plus longtemps si elle est adsorbée dans le sable. En général, le traitement a été le plus réussi sur les rochers et le moins sur les plages. Il a cependant provoqué une pollution secondaire due à l'instabilité de l'émulsion huile-détergent. Des méthodes d'analyse biologique ont été mises au point pour mesurer la teneur du détergent en mer et furent utilisées pour suivre la dispersion du détergent au large, après traitement des rivages. Les résultats montrent que cette dispersion dépend largement des conditions météorologiques locales.

### *Les leçons apprises*

Une pollution peut être définie comme un événement ou une circonstance permanente par lesquels sont introduites dans un environnement, des substances qui peuvent affecter en mal l'équilibre de la nature et du bien-être des hommes. Dans une société

moderne, les problèmes de pollution s'appliquent avec une force particulière. Ils se compliquent du fait que certaines formes de pollution sont admises pour l'intérêt de certains au détriment d'autres. La catastrophe du « Torrey Canyon » présenta ces aspects et problèmes du phénomène de pollution, provoquant deux réactions immédiates et significatives : le mouvement généralisé du public exigeant la mise en application immédiate d'une politique conçue à l'échelon national et le fait qu'il fallut créer à la hâte et *de novo* les arrangements administratifs, les techniques et les programmes d'action.

La détermination des pouvoirs à disposer du mazout à n'importe quel prix et l'attitude prudente des biologistes étaient en contradiction de sorte qu'aucun programme coordonné englobant les forces militaires, les ministères impliqués, les institutions compétentes comme le N.I.O. (National Institute of Oceanography) ou la M.B.A., les autres gouvernements, ne put être mis en œuvre.

Sur la base de l'expérience de quelques années, acquise dans le nettoyage des petites pollutions inévitables dans les ports, les autorités ont dépensé quelques 400 000 £ dans les opérations en mer. Le traitement par craie n'aurait représenté qu'une faible partie de cette somme, avec probablement un effet plus heureux. Quant à l'utilisation des détergents sur les côtes, rappelons qu'au mieux, le détergent disperse et ne détruit jamais le mazout. Le traitement peut être très efficace s'il est mené en fonction des conditions de vent et de marée et seulement dans les endroits fréquentés après ramassage du maximum de mazout par moyens mécaniques. Il faut en outre s'abstenir d'utiliser les détergents là où l'intérêt économique, notamment celui des pêcheries, prime d'autres considérations. Il est enfin urgent de prévoir et de mettre en place une organisation efficace pouvant parer rapidement aux futures pollutions.

Le désastre du « Torrey Canyon » montra avec une exceptionnelle clarté le désagrément qui résulte de la libération dans l'environnement humain des produits essentiels à sa société industrielle. La libération de polluants dangereux ou désagréables résultant d'erreurs ou d'accidents inévitables fait partie des risques qui doivent être acceptés et aux conséquences desquels il nous faut pouvoir réagir le mieux possible quand l'occasion se présente. D'autres formes de pollution sont intentionnelles et sont estimées nécessaires. Si nous nous interrogeons sur les raisons de leur nécessité, il ne peut y avoir qu'une seule réponse : il est admis que le moyen le plus commode et le moins cher de se débarrasser de matériaux non désirés est de les

jeter. Si les matériaux sont dangereux et persistants, des moyens acceptables d'en disposer doivent être trouvés à tout prix.

Nous sommes en train de transformer la nature en dépotoir et pourrons bientôt découvrir que nous jouissons des bienfaits de la science et de l'industrie à un prix qu'aucune société civilisée ne devrait tolérer.

#### BIBLIOGRAPHIE

- BEYNON, L.R., 1968. Cleaning up. *Hydrospace*, vol. 1, 2, pp. 17-27.
- COOPER, L. H. N., 1968. Scientific consequences of the wreck of the « Torrey Canyon ». *Helgoländer wiss. Meeresunters.*, 17, pp. 340-355.
- HOLME, N.A., 1967. Pollution par le mazout des côtes de Cornouailles anglaises à la suite du naufrage du « Torrey Canyon ». *Penn ar Bed*, vol. 6, 50, pp. 88-94.
- SMITH, J.E. (Ed.), 1968. « Torrey Canyon », Pollution and Marine Life, a Report by the Plymouth Laboratory of the Marine Biological Association of the United Kingdom. Cambridge Univ. Press, 196 pp.
-

## Bibliothèque

Nous avons reçu :

*Revue roumaine de Biologie — Série de zoologie*, T. 12.

- n° 1 : Investigations in the energy balance of Silkworm — L'altération de la respiration tissulaire à l'état de choc — Aspects métaboliques du phénomène de l'accoutumance...
- n° 2 : Energieumsatz des Schwimmvögelembryos — Seasonal variations of ascorbic acid content in some organs of the white rat — On the function of the lateral red muscle of teleost-fishes...
- n° 3 : Influence de l'insuline sur la galactosémie provoquée chez la carpe — Contributions to the study of the energetic metabolism of Mollusca — Influence du rapport K/Ca sur l'excitabilité des intérocepteurs intestinaux...

*Id. — Série de Botanique*, T. 12.

- n° 1 : Quelques phytoflagellés rares ou nouveaux — Contribution to the algal flora of the Mohos peat bog — The effect of saccharose and maltose on the rotation streaming...
- n° 2-3 : Recherches palynologiques dans le massif du Paring — Continental drift and the origin of the arctic-alpine flora — Taxonomische und ökologische Betrachtungen über die in Rumänien vertretenen Fraxinus-Arten...
- n° 4 : Systematische und anatomische Betrachtungen über *Silene larchenfeldia* BAUMG. — Absorption and accumulation of P<sup>32</sup> in the *Epigaea cotyledons* — Les tumeurs cancéreuses primaires chez différents cépages...
- n° 5 : Die subalpinen Holzgewächse des Faragaser Gebirges — Contributions à la connaissance des algues rouges de la Mer Noire — Pollen analysis of the alpine soils from the Tracu and Nedeia Mountains...
- n° 6 : On the phylogenetic relationship between the species of *Ustilago* on barley, wheat and rye — Forschungen zur Absorption der Vitalfarbstoffe durch die Samentegumente — Quelques-unes des caractéristiques physico-chimiques du *Bacillus tumefaciens* et de la tumeur provoquée par ce microorganisme chez les plantes...

*Riviera scientifique*, 1<sup>er</sup> trimestre 1967.

Activités de l'association — Les pins exotiques, dignes d'intérêt dans le midi méditerranéen français — Observations sur la formation de la chrysalide et sur l'éclosion d'*Eryhydrys aurinia* ROTT.

*R.I.V.O.N.* : Overzicht over 10 jaren Rivon.

*Schakel*, n° 3, 1967.

Nogmaals voor de vossen — Hondsdolheid en vossenbestrijding — Trekvlindersverslag...

*Schweizer Naturschutz*, vol. XXXIII, n° 4, 1967.

Zwei wichtige Naturschutzanlagen — Naturschutz im Kanton Bern —

Un important lieu d'étape pour les Oiseaux migrants : les étangs du creux de Serre, à Chaunvray...

*Acta musei macedonici scientiarum naturalium*, T. XI :

n° 1 (91) : Ueber die Verbreitung einiger Eulen-Arten in Südost-Europa

n° 2 (92) : Ueber die Arten der Unterfamilie Cassidinae (Chrys., Col.) in Bulgarien

*Id.*, T. X, n° 7 (90) : Die Borkenkäfer Mazedoniens.

*Ami de la Nature* (1<sup>er</sup>), déc. 1967.

Le congrès du groupe « France » — Un rendez-vous à Godinne — Haute-route du Stubai...

*Amoeba*, n° 6, déc. 1967.

Over het ontstaan en de samenstelling van een brakwatergemeenschap — Bijeneters op Terschelling — De G. A. en Oxford...

*Aquariumwereld*, n° 9/20, déc. 1967.

Het brakwateraquarium — *Spathiphyllum willisii* regal — *Apogous* of kardinaalvissen...

*Bulletin n° 10 de l'Université de Laval* : M. M. GRANDTNER : Les ressources végétales des îles-de la-Madeleine...

*Bulletin de la Société botanique du Nord de la France*, T. 20, n° 3, 1967.

Les associations végétales du pays de Montreuil...

*Bulletin de la Société scientifique de Bretagne*, T. XLI, fasc. 3-4, 1966.

Nouvelle synthèse des amino-4-quinoléines — Sur la levée de dormance des graines de *Honkenya peploides* (L) — Éléments d'une faune arachnologique de Vendée...

*Bulletin de la Société royale de Botanique de Belgique*, T. 100, n° 2, 1967.

Phénomènes d'organogénèse dans des cultures in vitro de tissus de carotte — Quelques procédés de macération des bois tropicaux — Recherches sur l'écosystème forêt...

*Bulletin mensuel de la société linnéenne de Lyon*, déc. 1967.

La larve primaire d'*Aplinus displosor* (DUFOUR), coléoptère carabique — Récolte à Lyon même d'un Agroclype rare — L'abri de St. Blaise à Virignin.

*Bulletin de la société d'histoire naturelle du pays de Montbéliard*, 1964-65.

Maladie cryptogamique des saules pleureurs — La protection des Rapaces — Les champignons destructeurs du bois...

*Bulletin mensuel de la section de malacologie*, n° 13, déc. 1967.

Publications — Les mollusques ...

*Bulletin UICN*, Vol. 2, n° 3, avril/juin 1967.

Deuxième mission UICN au Congo — Augmentation du nombre de parcs nationaux en Tazmanie — Le contrôle de la pollution des eaux de mer — Un aperçu...

*Bulletin de l'Institut des sciences naturelles de Belgique*, vol. 43.

n° 1 : JANSSENS, E. : Une espèce nouvelle d'*Hydraena* du Tyrol

n° 2 : QUINET, G. E. & X. MISONNE : Les marsupiaux de Hoogbutsel et de Hoeleden

n° 3 : DESSILLY, E. : Les Bryozoaires dévoniens de Belgique. La présence du jeune « *Phylloporina* » dans le dévonien de la Belgique

n° 4 : FAIN, A. : Leshypopes parasites des tissus cellulaires des Oiseaux.

- n° 5 : GABOUNIA, L. : Sur un lophiodontide de Hoogbutsel et Hoeleden.  
 n° 6 : VERBEKE, J. : Contribution à l'étude des Diptères malacophages, IV.  
 n° 7 : KNUTSON, L. V. & C. O. BERG. : Biology and immature stages of malacophagous Diptera of the genus *Knutsonia* VERBEKE.  
 n° 8 : DAMOISEAU, R. : Liste du matériel typique... I. Famille des Lampyridae.  
 n° 9 : FAGEL, G. : Contribution à la connaissance des Staphilinidae, n° 47.  
 n° 10 : DAMOISEAU, R. : Résultats scientifique de l'expédition pédo-zoologique hongroise au Congo-Brazzaville.  
 n° 11 : JANSSENS, E. : Sur quelques hydraenidae de la faune australe.  
 n° 12 : FAIN, A. & T. H. G. AITKEN : Les acariens parasites nasicoles des oiseaux de Trinidad (Indes Occid.), I.
- Cahiers des Naturalistes*, T. 93, fasc. 2., 1967.  
 Morphologie et biologie d'un Coléoptère des plages sableuses — Clefs de détermination des petites espèces de Gastéropodes de l'Eocène du Bassin parisien, I. — Revue analytique...
- Chromny przyrode ojczyzna*, n° 5, 1967.
- Conseil de l'Europe, Direction de l'Information*, 4<sup>e</sup> année, n° 5, 1967.  
 Droits de l'homme — Conférence des Ministres de l'Éducation — Dix ans de communauté...
- Eesti Loodos*, n° 10, 1967.
- Forces hydro-Québec*, n° 2, printemps-été 1967.  
 La voie maritime du St. Laurent — Au secours de notre forêt — La facture moderne de l'orgue à tuyaux...
- Fragmenta balcanica*, T. 5.  
 n° 6 : Notizen zur Flechtenflora Mazedoniens.  
 n° 6 : Die Mikroflora in den Thermalquellen von Vranjska Banja.  
 n° 7 : Eine sehr interessante Landasselart für die Fauna Mazedoniens.  
 n° 8 : Beitrag zur Kenntnis der Niphargus — Arten aus Crna Gora (Montenegro).
- Gloria Maris*, n° 1, 1978.  
 E volutre — *Lambis chiragra chiragra* L. — Fotowedstrijd...
- Lacerta*, nov. 1967.  
*Calotes versicolor* — Het leven der reptielen in de Kara-Korum-woestijn, I — *Lachesis gramineus*...
- Id.*, déc. 1967.  
 Import service — *Cuora amboinensis* — Kara-Korum-woestijn, II...
- Lejeunia*, n° 44, nov. 1967.  
 D'ANSEBOURG V., Ph. DE SUTTERE, A. LOUETTE, G. MATAGNE & G. PARENT : Quelques plantes vasculaires intéressantes de l'Ardenne méridionale et du district jurassique...
- Levende Natuur* (de), nov. 1967.  
 De korhanen in de « Grote Peel » — Het Amstelmeer, een reservaat met talrijke kwaliteiten — Talrijkheid van vogelsoorten in verschillende landschappen...
- Natura*, nov. 1967.  
 Nog eens de bremraap — Winterwaarnemingen van de tiftjaf op Walcheren — Johannesbroodbomen...

*Natural History*, nov. 1967.

The African adventure — King Bushmen — Grand Canyon...

*Id.*, déc. 1967.

Pleistocene overkill — The anthropology of armed conflict and aggression — When will we change the weather?..

*Natuurhistorisch maandblad*, n° 11, 1967.

Kreutzer-nummer

*Parcs nationaux*, fasc. 3, 1967.

Hommage à notre président R. MAYNÉ — Les Araignées de la Calamine — La forêt dans les « Commentaires sur la guerre des Gaules »...

*Pêcheur belge (le)*, n° 12, 1967.

Que ferons-nous cet hiver ? La pétition nationale contre la pollution des eaux — La pollution de l'Our...

*Praxis der Naturwissenschaften (die)*, n° 12, 1967.

Ein Masz für die Abhängigkeit zweier Merkmale : tabellarische und graphische Bestimmung — Echsen als Beobachtungs- und Pflegetiere — Grundlagenuntersuchung für Naturschutz und Landschaftspflege...

*Revue trimestrielle de la Ligue des Amis de la Forêt de Soignes*, n° 4, 1967.

Entente nationale pour la protection de la nature — La forêt d'Anlier-Wiesenbach...

*Schweizer Naturschutz — Protection de la nature*, n° 6, 1967.

Katastrophales Fischsterben im Lago di Muzzano — Augenschein in Nationalparks im Kongo — Propos sur la conservation de la nature...

*Schweizer Revue für Pilzkunde — Revue suisse de mycologie*, n° 12, 1967.

Zur Stellung von *Oudemansiella platyphylla* — Lateinische Namen...

*Terre et la Vie (la)*, n° 4, 1967.

RICHARD, P. B. : Le déterminisme de la construction des barrages chez le Castor du Rhône...

\* \* \*

VAN CAMPENHOUD (J.), VALLIN (J.) et HANOT (E.) : *Biologie, 3: plantkunde, dierkunde, biochemie, fysiologie*. Un volume relié de 228 pages édité par la firme van In, à Lierre. Prix : 200 F.

L'ouvrage, conçu pour les élèves des classe de 4<sup>e</sup> de l'enseignement officiel du régime linguistique néerlandais, est réellement un remarquable instrument de travail. Le livre est d'abord un album avec de magnifiques photographies, la plupart en couleurs, et d'excellents schémas. Le texte lui-même est sobre mais correct du point de vue scientifique. Rédigé dans une langue simple et claire, il peut être lu sans difficultés par des jeunes gens de 15 ans. La lettre et l'esprit du programme sont respectés de façon fidèle. Des résumés, des synthèses présentées sous forme de planches, et un index alphabétique rendront de grands services.

Les adultes, en comparant ce beau livre scolaire à ceux en usage dans les écoles il y a seulement une vingtaine d'années, ne pourront qu'envier les jeunes d'aujourd'hui.

Une édition française de l'ouvrage est diffusée par la firme ASEDI, à Bruxelles.  
C. VANDEN BERGHEN.

LAMOTTE (M.) et BOURLIÈRE (F.) (sous la direction de) : *Problèmes de Productivité biologique*. Ouvrage publié sous les auspices du Comité français du programme biologique international. Un volume de 246 pages. Éditeur : Masson et Cie, Paris, 1967. Prix : 65 NF.

L'ouvrage réunit une série de mises au point, rédigées par des spécialistes, se rapportant à l'étude scientifique des biocénoses. Au sommaire :

Les fondements physiologiques et démographiques des notions de production et de rendements bio-énergétiques par F. Bourlière et M. Lamotte. — La productivité primaire des écosystèmes terrestres par P. Duvigneaud avec la collaboration de P. Ambroes et J. Tahon (définitions et excellente initiation aux techniques de l'écologie végétale quantitative). — Intérêt de l'étude de la production primaire en écologie prairiale par L. Hédin et E. Duval. — Remarques sur les transferts d'énergie dans les eaux continentales par B.—H. Dussart. — Rythmes des facteurs physico-chimiques du milieu saumâtre et leur emploi comme indice de production par C.-F. Sacchi. — La productivité des micromammifères consommateurs primaires par F. Spitz. — Développement et productivité des larves d'Aeschnidae (Odonata) par P. Aguesse et P. Testard. — Impact des arthropodes déprédateurs sur la production des végétaux cultivés par J.-R. Le Berre. — Le rôle des entomophages dans la productivité d'une agrobiocénose par P. Jourdheuil.

Ce travail collectif de grande valeur rendra service aux étudiants en écologie.  
C. VANDEN BERGHEN.

EYRE, S. R. : *Vegetations and Soils. A world picture*. Un volume relié de 328 pages avec 32 planches de photographies et 30 figures dans le texte. Éditeur : E. Arnold, Londres : 2<sup>e</sup> édition, 1968 : Prix : 45 sh.

En une langue simple mais avec une grande rigueur scientifique, l'auteur décrit les principales formations végétales notées dans les Îles Britanniques, en Europe continentale et dans les autres parties du monde. De plus, les différents types de sols sont mis en relation avec les grandes unités reconnues dans le tapis végétal. En annexe, sont insérés des cartes à petite échelle de la végétation des différents continents, un glossaire des termes techniques, une bibliographie copieuse et un index.

L'ouvrage de M. EYRE est remarquable et il n'est pas étonnant que la première édition, sortie de presse en 1963, ait connu trois tirages supplémentaires (1963, 1964, 1966).

Le livre intéressera particulièrement les étudiants en écologie et en phytogéographie. Nous le recommandons bien vivement aux botanistes d'autres disciplines et aux amateurs éclairés qui désirent étendre leurs connaissances dans le domaine de la pédologie écologique et dans celui de l'étude de la végétation.

L'ouvrage est mis en vente à la Librairie Iris, 277, av. d'Auderghem, Bruxelles 4.  
C. VANDEN BERGHEN.



*Ochrona przyrody* (La Protection de la Nature). Annuaire n° 12 publié par l'Académie polonaise des Sciences (Centre pour la Protection de la Nature). Un volume relié de 380 pages.

Ensemble d'études se rapportant à la géologie et à la botanique, la plupart effectuées dans les parcs nationaux polonais. Les articles sont rédigés en polonais mais sont toujours suivis d'un long résumé en une langue de l'Europe occidentale.

LOCQUIN, M., *Mycotaxia 1967, II B, Agaricales, Genera europaei*, 57 fiches bilingues (français-anglais) dans une pochette en plastique. — Chez l'auteur, 10, rue Talma, Paris 16<sup>e</sup>. Prix : 55 FF.

Il s'agit d'un système de cartes perforées destinées à la détermination des genres d'Agaricales européennes. Une première carte porte la liste des 63 genres retenus, chacun d'eux accompagné d'une perforation rectangulaire. Les autres cartes, au nombre de 55, sont consacrées aux caractères utilisables pour la détermination : un caractère par carte, celle-ci étant perforée aux endroits qui correspondent aux genres qui présentent ce caractère. Pour effectuer une détermination, il suffit de choisir les cartes donnant les caractères du champignon à déterminer, de les superposer exactement et de les placer ensuite sous la première fiche (celle qui porte les noms des genres). Dans le cas le plus favorable, une seule perforation est commune à toutes les cartes et il suffit de lire le nom du genre. Si plusieurs perforations sont visibles, il faut en principe ajouter des cartes portant de nouveaux caractères ; si, au contraire, aucune perforation n'apparaît, il faut retirer les fiches correspondant aux caractères les moins sûrs ; de plus, en plaçant les fiches sélectionnées à une forte lumière, les trous partiellement obturés indiquent les genres voisins.

Le principe est excellent et certainement destiné à connaître un certain engouement. Encore faut-il que ces fiches soient établies avec un soin tout particulier car un procédé automatique n'est bon que si on peut s'y fier aveuglément. Hélas, ce n'est pas le cas : quelques essais nous ont en effet montré de nombreuses erreurs rendant le système très aléatoire sinon inutilisable. Par exemple, le g. *Cortinarius* — contenant plusieurs centaines d'espèces — est indéterminable car les fiches 18 (une cortine sur le pied et / ou à la marge du chapeau) et 43 (sporée fauve, rouille, ocre brun, brun ou ferrugineux), c'est à-dire deux des caractères les plus essentiels du genre, ne sont pas perforées en face de *Cortinarius*. De même *Bolbitius* ne « sort » pas par les cartes 22 (champignon éphémère) et 46 (spore jaune paille ou ocrée). Mais il n'y a pas que des erreurs par omission. La même carte 18 qui refuse la cortine à *Cortinarius*, à *Leucocortinarius* et à *Tricholoma* (cf *T. terreum*), l'attribue à *Pluteus* !

Ajoutons que nous regrettons qu'aucune référence ne soit donnée permettant de savoir dans quel sens sont pris les différents genres et que le prix nous semble fort élevé pour un instrument aussi imparfait. P. H.

*Bordas-Encyclopédie* n° 1, La vie animale, format 32 × 25 cm, 175 pp. 200 figures en couleurs.

La maison d'édition Bordas met sur le marché une encyclopédie en 20 volumes, embrassant des sujets qui peuvent intéresser tout honnête homme.

La documentation rassemblée traite de tous les domaines de l'activité humaine, mais évite les détails réservés aux spécialistes. Le tout se trouve sous la responsabilité de Roger CARATINI, philosophe, psychologue et mathématicien bien connu.

Nous avons devant nous le premier volume paru : la vie animale et nous n'hésitons pas d'avouer notre surprise mêlée d'admiration. Cette synthèse du règne animal va bien au-delà de ce qui pourrait intéresser un lecteur supposé « laïc ». Nous ne nous tromperons pas en disant que les étudiants en candidatures et même en licence de zoologie, y puiseront des renseignements des plus utiles et y trouveront un aide-mémoire précieux, et plus agréable à consulter que les ouvrages dont ils disposent généralement. Cela implique que le style en est sobre, simple et par là nullement lassant. L'illustration peut être caractérisée par un seul mot : splendide. Voyons plus en détail la description d'un groupe : les batraciens (pp. 70-74). Le chapitre commence par le titre très juste : « au commencement était la grenouille »... (car les amphibiens précédèrent dans l'histoire de la vie les groupes reptiles bien qu'ils n'en aient pas été les ancêtres). Il y a une définition, avec les « nouveautés biologiques » par rapport aux poissons ; la structure est exposée en détail et illustrée par 5 schémas en couleur, plus un squelette. L'appareil digestif, circulation, uro-génital, le système nerveux, les organes des sens sont présentés d'une manière simple mais précise. Nous apprenons ensuite que le crapaud vulgaire vit 36 ans, tandis que la rainette n'arrive qu'à 22. La vie sexuelle des batraciens est racontée en détail, après quoi nous suivons l'évolution des têtards, tous les 5 stades étant décrits et figurés. Enfin, l'influence des hormones sur les métamorphoses est expliquée avec tous les détails utiles. Neuf photographies en couleur, représentant les principaux types des batraciens complètent l'exposé. Et le même traitement est réservé aux autres groupes d'animaux, depuis les protozoaires jusqu'aux mammifères, chaque fois avec des tableaux schématiques explicatifs très ingénieux, d'emploi facile.

Le magnifique volume en question est donc plein de surprises, dont la non moins agréable est son prix extraordinairement bas : fr. b. 250. — Il ne s'agit d'ailleurs que d'un prix de lancement. Qu'on se le dise et qu'on n'hésite pas !

Pour la Belgique, l'ouvrage est distribué par la maison Asedi, 102 Chaussée de Charleroi, Bruxelles 6.  
D. R.

# LES NATURALISTES BELGES A.S.B.L.

---

**But de l'Association :** Assurer, en dehors de toute intrusion politique ou d'intérêts privés, l'étude, la diffusion et la vulgarisation des sciences naturelles, dans tous leurs domaines.

**Avantages réservés à nos membres :** Participation gratuite ou à prix réduit à nos diverses activités et accès à notre bibliothèque.

---

## Programme

**Lundi 4 novembre**, à 20 h 30, à la Faculté de Médecine (auditoire d'histologie I, 97, rue aux Laines, Bruxelles 1). Conférence par M. R. SOUCHEZ, chargé de cours à l'Université libre de Bruxelles : *Les régions polaires et leur intérêt dans le cadre des sciences de la terre*. Projection de diapositives en couleurs.

**Mercredi 13 novembre**, à 20 h, au Jardin botanique national, 236, rue Royale, Bruxelles 3 : Causerie par M. J. DE LANGHE, ingénieur civil : Fleurs de Sardaigne. Projection de diapositives.

**Mercredi 27 novembre**, à 20 h, au Jardin botanique national, 236, rue Royale, Bruxelles 3 : Projections de diapositives en couleurs prises au cours du voyage dans le Massif Central de France.

**Lundi 2 décembre**, à 20 h 30, à la Faculté de Médecine (auditoire d'histologie I, 97, rue aux Laines, Bruxelles 1). Conférence par M. C. VANDEN BERGHEN, chargé de cours à l'Université de Louvain : *Les régions périglaciaires, arctiques et subarctiques*. Projection de diapositives en couleurs.

---

## Section des Jeunes

**23 octobre :** Groupe du cycle supérieur : dissection d'un oiseau.

**13 novembre :** Groupe du cycle inférieur : dissection d'un oiseau.

Pour tous renseignements s'adresser à M. A. QUINTART, Institut royal des Sciences naturelles, 31, rue Vantier, Bruxelles 4.

## Cercle de Mycologie de Bruxelles

*Secrétariat*: M<sup>me</sup> Y. GIRARD, 34, rue du Berceau, Bruxelles 4.

Les membres s'intéressant aux champignons peuvent s'inscrire au Cercle de Mycologie de Bruxelles. Il leur suffit d'indiquer, sur le coupon de versement de leur cotisation aux Naturalistes Belges, la mention « Cercle de Mycologie » et d'aviser la Secrétaire afin d'être tenu au courant des activités du Cercle.

*Office de détermination*. Tous les lundis, à partir du 2<sup>e</sup> lundi d'octobre et jusqu'aux gelées, un office de détermination de champignons fonctionne au Jardin Botanique National de Belgique, 236, rue Royale, de 20 à 22 h. Il est ouvert gratuitement à tous. Pendant sa période de fonctionnement, une petite exposition permanente des apports les plus intéressants est installée dans le hall d'entrée du Jardin Botanique.

---

## Les éditions des Naturalistes Belges

VANDEN BERGHE (C.) : Initiation à l'étude de la végétation . . . . . 130 F  
CHARDEZ (D.) : Histoire naturelle des Protozoaires Thécamoebiens . . . . . 70 F  
LUCAS (M.) : Les Cirripèdes de l'Europe . . . . . 50 F

Pour se procurer ces livres, nos membres doivent en virer le prix au C.C.P. n° 1173.73 de la S.P.R.L. Universa, Hoenderstraat, 24, à WETTEREN. Ne pas oublier de coller au dos du coupon une étiquette « En règle de cotisation pour 1968 ».

---

### Notre couverture

Un beau ver : la couronne orange de ce spirographe, *Spirographis spallanzanii* (VIVIANI) a un diamètre de 15 cm. Ce polychète sédentaire d'origine méditerranéenne est photographié à l'aquarium de la Société Royale Zoologique d'Anvers.

(Photo Hendrik VAN DEN BERGH).