



LES NATURALISTES BELGES
association sans but lucratif

L'association LES NATURALISTES BELGES, fondée en 1916, invite à se regrouper tous les Belges intéressés par l'étude et la protection de la nature.

Le but statutaire de l'association est d'assurer, en dehors de toute intrusion politique ou d'intérêts privés, l'étude, la diffusion et la vulgarisation des sciences de la nature, dans tous leurs domaines. L'association a également pour but la défense de la nature et prend les mesures utiles en la matière.

Il suffit de s'intéresser à la nature pour se joindre à l'association : les membres les plus qualifiés s'efforcent toujours de communiquer leurs connaissances en termes simples aux néophytes.

Les membres reçoivent la revue *Les Naturalistes belges* qui comprend des articles les plus variés écrits par des membres : l'étude des milieux naturels de nos régions et leur protection y sont privilégiées. Les quatre fascicules publiés chaque année fournissent de nombreux renseignements. Au fil des ans, les membres se constituent ainsi une documentation précieuse, indispensable à tous les protecteurs de la nature. Les articles traitant d'un même thème sont regroupés en une publication vendue aux membres à des conditions intéressantes.

Une feuille de contact trimestrielle présente les activités de l'association : excursions, conférences, causeries, séances de détermination, heures d'accès à la bibliothèque, etc. Ces activités sont réservées aux membres et à leurs invités susceptibles d'adhérer à l'association ou leur sont accessibles à un prix de faveur.

Les membres intéressés plus particulièrement par l'étude des Champignons ou des Orchidées peuvent présenter leur candidature à des sections spécialisées.

Le secrétariat et la bibliothèque sont hébergés au Service éducatif de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, rue Vautier 29 à B-1040 Bruxelles. Ils sont accessibles tous les jours ouvrables ainsi qu'avant les activités de l'association. On peut s'y procurer les anciennes publications.

La bibliothèque constitue un véritable centre d'information sur les sciences de la nature où les membres sont reçus et conseillés s'ils le désirent.

Sommaire

LAMOTTE Guy. Quelques aspects de la pollution sur la Côte belge	173
Corrigenda	204
Table des matières du volume 74 : 1993	204

VLIZ (vzw)
VLAAMS INSTITUUT VOOR DIER- EN
PLAANTENKUNDE
Oostende - Belgium

LES NATURALISTES BELGES

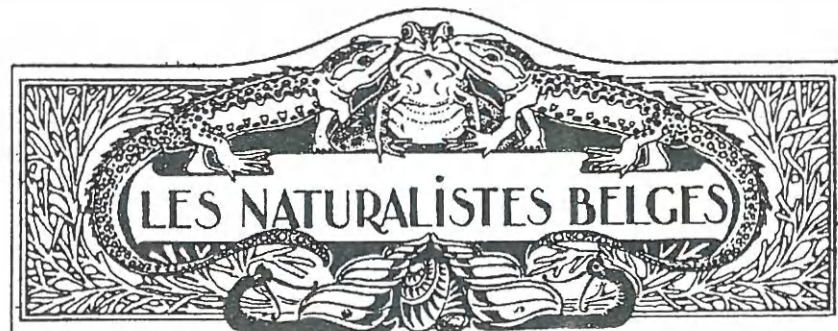
ETUDE ET PROTECTION DE LA NATURE DE NOS REGION!

62787

74, 4

OCTOBRE-DÉCEMBRE 1993

Bureau de dépôt. 5030 Gx L.



3e ANNÉE - N° 2
Le numéro: 2 Francs

FÉVRIER 1922

ET

LE JARDIN D'AGRÈMENT

Pour le 77^{ème} anniversaire
de notre association
créée le 15 janvier 1916





LES NATURALISTES BELGES

association sans but lucratif
Rue Vautier 29 à B-1040 Bruxelles

Conseil d'administration :

Président d'honneur : C. VANDEN BERGHEM, professeur à l'Université Catholique de Louvain.

Président : M. A. QUINTART, chef du Département Education et Nature de l'I.R.Sc.N.B. ; tél. (02) 627 42 11.

Vice-Présidents : M^{me} J. SAINTENOY-SIMON, MM. P. DESSART, chef de la Section Insectes et Arachnomorphes à l'I.R.Sc.N.B., et J. DUVIGNEAUD, professeur.

Organisation des excursions : responsable : M^{me} Lucienne GLASSÉ, av. Léo Errera, 30, bte 3, 1180 Bruxelles, tél. (02) 347 28 97 ; C.C.P. 000-0117185-09, LES NATURALISTES BELGES asbl - Excursions, 't Voorstraat, 6, 1850 Grimbergen.

Treasorier : M^{lle} A.-M. LEROY, Danislaan 80 à 1650 Beersel.

Rédaction de la Revue : M. P. DESSART ; tél. (02) 627 43 05.

Le Comité de lecture est formé des membres du Conseil et de personnes invitées par celui-ci. Les articles publiés dans la revue n'engagent que la responsabilité de leurs auteurs.

Protection de la nature : M. J. DUVIGNEAUD, professeur, et M. J. MARGOT, chef de travaux aux Facultés Universitaires Notre-Dame de la Paix à Namur.

Membres : MM. G. COBUT, D. GEERINCK et L. WOUÉ.

Bibliothécaire : M^{lle} M. DE RIDDER, inspectrice honoraire.

Secrétariat, adresse pour la correspondance et rédaction de la revue : LES NATURALISTES BELGES asbl, Rue Vautier 29 à B-1040 Bruxelles. Tél. (02) 627 42 39. C.C.P. : 000-0282228-55.

TAUX DE COTISATIONS POUR 1993

Avec le service de la revue :

Belgique et Grand-Duché de Luxembourg :

Adultes	500 F
Étudiants (âgés au maximum de 26 ans)	350 F
Institutions (écoles, etc.)	600 F
Autres pays	550 F

Abonnement à la revue par l'intermédiaire d'un libraire :

Belgique	700 F
Autres pays	900 F

Sans le service de la revue :

Personnes appartenant à la famille d'un membre adulte recevant la revue et domiciliées sous son toit	50 F
--	------

Notes : Les étudiants sont priés de préciser l'établissement fréquenté, l'année d'études et leur âge. La cotisation se rapporte à l'année civile, donc du 1^{er} janvier au 31 décembre. Les personnes qui deviennent membres de l'association durant le cours de l'année reçoivent les revues parues depuis janvier. A partir du 1^{er} octobre, les nouveaux membres reçoivent gratuitement la dernière revue de l'année en cours.

Tout membre peut s'inscrire à notre section de mycologie : il suffit de virer ou verser la somme de 360 F au compte B.C.B. 651-1030583-61 du *Cercle de Mycologie de Bruxelles*, Avenue de l'Exposition 386 Bte 23 à 1090 Bruxelles (M. CL. PIQUEUR, Tél. : (02) 479 02 96).

Pour les virements et les versements : C.C.P. 000-0282228-55

Quelques aspects de la pollution sur la Côte belge

par Guy LAMOTTE (1)

1. Géographie de la mer du Nord.

Si elle peut paraître immense au promeneur déambulant sur nos plages, la mer du Nord n'est en réalité qu'un grand étang peu profond, comparé à l'immensité des océans ; sa superficie de 575.000 km² correspond seulement à 0,16 % de la surface totale des mers du globe.

La figure 1 précise ses limites : le nord des îles Shetland, l'ouest des îles Orkney (archipel des Orcades), la partie occidentale de la Manche, et à l'est le Skagerrak entre la Norvège et le Danemark.

1.1. Géographie de la mer du Nord belge.

D'un point de vue juridique, il faut distinguer 2 parties (fig. 2) :

a) les eaux territoriales (zone A) : elles s'étendent jusqu'à 12 milles nautiques (un peu plus de 22 km) à partir de la laisse de basse mer de vives eaux ; la position du point C (toujours contestée) correspond à 51°33' de latitude N et 3°04' de longitude E ; celle du point D à 51°16' de latitude N et 2°23' de longitude E (2). Dans cette zone, la Belgique exerce une pleine souveraineté sur le sous-sol, le fond, les eaux et l'espace aérien correspondant.

b) le plateau continental (zones A + B) : limité par les plateaux continentaux de la Grande-Bretagne, de la France et des Pays-Bas ; sa superficie de 3.600 km² ne représente qu'un peu plus de 0,5 % de la surface de la mer du Nord. Dans la zone B, la Belgique n'exerce sa souveraineté que sur le fond de la mer et son sous-sol ; toutefois, comme le laisse espérer la déclaration commune des ministres de l'environnement des pays riverains de la mer du Nord (Paris 21/9/1992), les pouvoirs de la Belgique dans la zone B pourraient s'étendre à la gestion et à l'exploitation des eaux de cette zone.

(1) Résidence Cadiz, Digue de mer, 182, B-8670 Saint-Idesbald (Coxyde), Belgique.

(2) Données fournies par le service technique de l'Administration des affaires maritimes à Ostende.

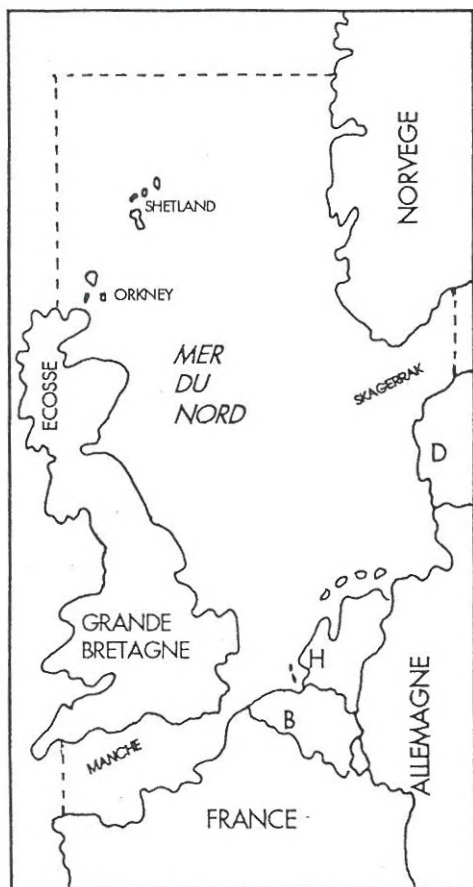


FIG. 1. — Limites de la mer du Nord (côtes et pointillé).

1.2. Bathymétrie du plateau continental belge.

Cette zone est peu profonde : 20 mètres en moyenne, 35 au maximum ; un système complexe de bancs de sable quasi parallèles à la côte (certains parfois découverts à marée très basse) délimite des chenaux assez étroits permettant d'accéder à l'estuaire de l'Escaut occidental.

1.3. Hydrodynamique du plateau continental belge.

Sur notre côte, il y a 2 marées hautes et 2 marées basses par jour, plus exactement par période de 24 heures 50 minutes, ce qui explique le décalage journalier. L'amplitude de la marée (marnage) peut atteindre 4 mètres et plus aux marées d'équinoxe (21-22 mars et 22-23 septembre), ce qui est peu comparativement à ce qui se passe dans le golfe normando-breton (jusqu'à 16 mètres).

À chaque marée haute (flot), des masses d'eau en provenance de l'Atlantique et de la Manche s'engouffrent dans le Pas-de-Calais en direction de nos côtes et parallèlement à celles-ci ; la vitesse du courant peut atteindre 1 mètre par seconde et même plus ; sa direction est N.E. À marée basse (jusant), en un laps de temps relativement bref, le courant s'inverse totalement, direction S.O., et les eaux refluent vers la Manche et l'Atlantique, donc toujours parallèlement à la côte. Le flot étant plus intense que le jusant, il en résulte un courant résiduel dirigé vers le N.E., dont la vitesse est de quelques centimètres par seconde. Ce courant résiduel a une importance biologique considérable ; grâce à lui, de l'eau propre de l'Atlantique vient continuellement « rafraîchir » la mer du Nord, diluant sa charge polluante pour la pousser vers la Norvège et rejoindre l'océan ; c'est grâce à ce courant que la mer du Nord reste un biotope viable, ses eaux étant renouvelées toutes les 2 à

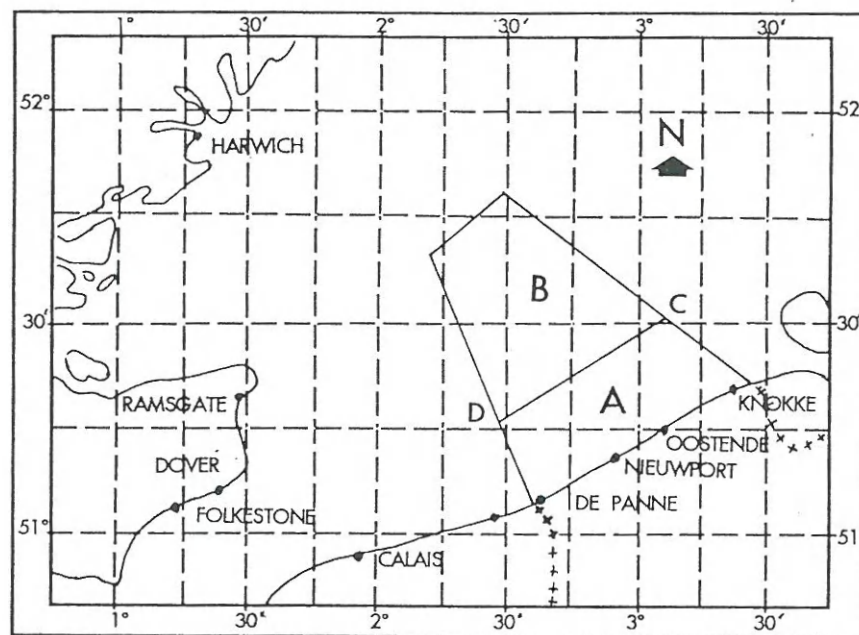


FIG. 2. — Nos eaux territoriales (A) ne représentent qu'une partie du plateau continental belge (A+B).

3 ans (alors qu'il faut près de 90 ans pour la Méditerranée !). Le débit de ce courant résiduel peut atteindre 150.000 m³ par seconde (ce qui est énorme par rapport au débit moyen de l'Escaut : un peu plus de 100 m³ par seconde).

1.4. Influence de la côte sur le courant résiduel.

Ce qui vient d'être dit doit être quelque peu corrigé par le fait qu'à l'embouchure de l'Yser à Nieuport, mais plus encore dans la partie est de notre côte (au niveau du port de Zeebruges, de l'embouchure de l'Escaut et du saillant de la presqu'île de Walcheren), le courant résiduel est progressivement dévié, ce qui favorise son ralentissement, d'où une sédimentation plus importante (l'envasement du Zwin en est une conséquence). Il en résulte que la partie occidentale de la côte belge (La Panne-Ostende) profite le plus de l'eau « fraîche » amenée de l'Atlantique par la Manche. Une zone côtière de plus en plus large vers le N.E. échappe à ce courant (fig. 3), et voit ses eaux moins souvent renouvelées : large de quelques kilomètres à la Panne-Nieuport, elle s'élargit vers Ostende et atteint 30 km et plus entre Zeebruges et la presqu'île de Walcheren (soit plus que la largeur de nos eaux territoriales). Il en résulte :

- une sédimentation plus intense sur la côte est (d'où risques plus grands de pollution)
- une faible dilution de la pollution apportée par l'Escaut

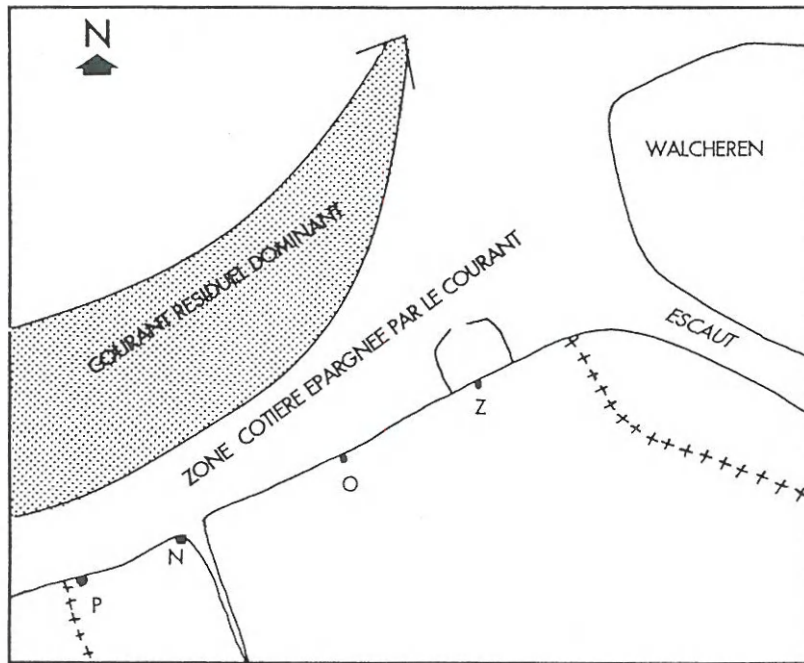


FIG. 3. — Représentation schématique du courant résiduel ; on voit que la partie orientale de notre côte est moins soumise à son action que la partie occidentale.

– une prédominance de sable à gros grains au large de la côte ouest, et de sable plus fin et de vase sur la côte est.

De toute manière, suite à l'intensité des courants sur notre côte, et grâce à l'action des vagues dont l'influence se fait sentir jusqu'au fond peu profond, les sédiments ont tendance à rester en suspension, ce qui provoque une forte turbidité (d'où la couleur gris-verdâtre caractéristique de nos eaux côtières).

2. Écosystème marin de la côte belge.

2.1. Notre portion de mer du Nord est biologiquement très productive pour les raisons suivantes :

- faible profondeur, d'où :
 - pénétration facile jusqu'au fond de l'énergie solaire (base de la photosynthèse)
 - mélange constant de toute la colonne d'eau
 - réchauffement facile par le soleil
- apport de chaleur par le courant originaire du Gulf-Stream, venant de l'Atlantique par le Pas-de-Calais
- apport important, par l'Escaut et l'Yser, de substances nutritives constituant la base du réseau alimentaire marin (fig. 4).

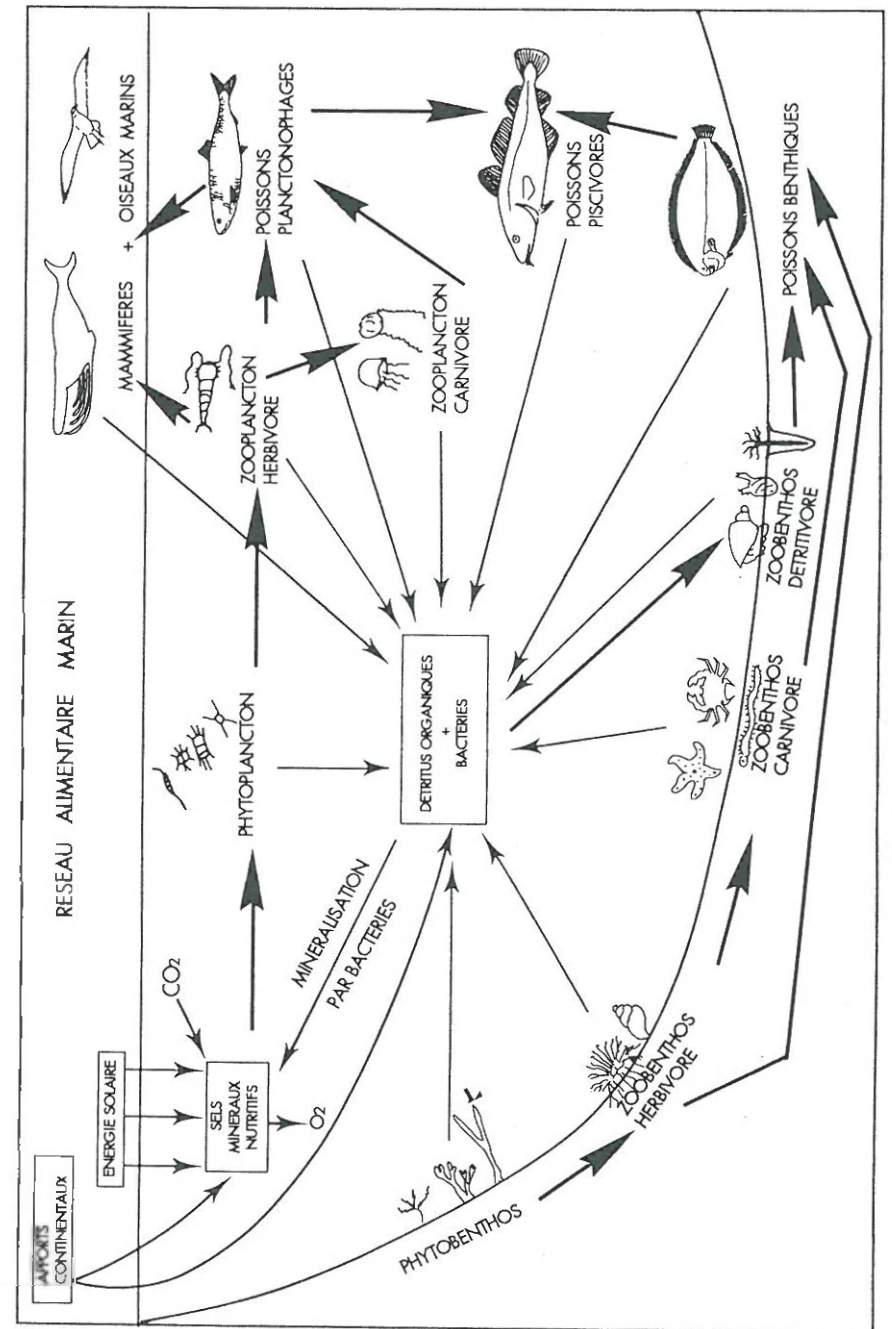


FIG. 4. — Réseau alimentaire marin.

Vivant en surface, le phytoplancton, grâce à la photosynthèse, utilise les substances nutritives (nitrates, phosphates, silicates) ⁽³⁾ et les transforme en matières organiques vivantes ; c'est l'élément **producteur**.

Ce phytoplancton constitue la nourriture du zooplancton ; à côté du zooplancton permanent (représenté surtout par les crustacés copépodes) vit le zooplancton temporaire : larves d'animaux divers (étoiles de mer, crabes, poissons) qui, au terme de leur état larvaire, quittent la surface, se rapprochent du fond et changent généralement d'alimentation (à part certaines espèces, comme les inéduces et le hareng par exemple, qui restent planctonophages à l'âge adulte). À partir du zooplancton se poursuit la chaîne alimentaire de divers **consommateurs** : poissons planctonophages (comme le hareng) à leur tour mangés par des poissons piscivores (tels le cabillaud et le maquereau).

Le cycle est bouclé quand intervient une troisième catégorie d'organismes : les **décomposeurs** ; ce sont les bactéries, qui utilisent les déchets organiques (sécrétions, excréments, cadavres) des végétaux et des animaux et les recyclent en substances minérales. Ces bactéries jouent donc un rôle essentiel dans le milieu marin en minéralisant les déchets organiques ; les substances minérales ainsi formées, essentielles au métabolisme autotrophe du phytoplancton, proviennent dans une faible mesure des eaux continentales ; mais la plus grande partie est normalement fournie par l'activité des bactéries hétérotrophes. Si toutefois l'apport fluvial d'éléments minéraux devient excessif, on parle d'eutrophisation ; le phytoplancton prolifère de façon anarchique, ce qui peut provoquer des bouleversements dans le cycle biologique (voir plus loin).

2.2. Au sommet de la pyramide alimentaire (autre l'homme) se trouvent les oiseaux et les mammifères marins.

Trois espèces de mammifères marins appartiennent à la faune belge, deux cétacés à dents (odontocètes) et un pinnipède : le marsouin (*Phocoena phocoena*), le grand dauphin ou souffleur (*Tursiops truncatus*) et le phoque veau-marin (*Phoca vitulina*) ; assez communs près de nos côtes au début du siècle et jusqu'aux années 60, ils sont devenus actuellement très rares pour diverses raisons : la pollution (voir plus loin), le manque de nourriture suite à la surpêche ⁽⁴⁾, ⁽⁵⁾, l'accroissement des nuisances dues à la navigation et au tourisme côtier (à cela vient s'ajouter, pour le phoque, l'épidémie virale qui emporta en 1988 près de 75 % de la population totale des phoques de la mer du Nord, épidémie peut-être favorisée par une baisse d'immunité due à la pollution). D'autres espèces de mammifères marins s'échouent exceptionnellement sur notre littoral (par exemple un cachalot de 17 mètres à Coxyde en 1989). Quant au

(3) Le silicium entre dans la composition du squelette des Diatomées, algues planctoniques les premières à apparaître au printemps dans nos eaux côtières, toujours avant les Flagellales dont les exigences sont plus grandes en lumière et en température.

(4) Alors qu'elle ne représente que 0,16 % de la surface totale des océans, la mer du Nord intervient à raison de 5 % du total de la pêche mondiale.

(5) Au lieu de *surpêche*, on rencontrera souvent le terme anglais *overfishing*.

phoque gris (*Halichoerus grypus*), inféodé aux côtes rocheuses absentes chez nous, il est encore plus rare dans nos eaux que le phoque veau-marin.

2.3. Comme les mammifères marins, les oiseaux sont de précieux indicateurs de la valeur du biotope marin, en raison de leur situation au sommet de la pyramide alimentaire, qui les rend particulièrement sensibles aux modifications de l'environnement. Certains sont relativement sédentaires, comme la mouette rieuse (*Larus ridibundus*) et nos 5 espèces de goélands : marin (*Larus marinus*), argenté (*L. argentatus*), leucophée (*L. cachinnans*), cendré (*L. canus*) et brun (*L. fuscus*) (ce dernier capable, toutefois, d'effectuer de grandes migrations).

En raison de la situation particulière de notre littoral situé à la pointe de l'entonnoir que constitue la Manche, les oiseaux marins migrateurs y sont abondants. Certains nous visitent en été, comme les sternes : pierregarin (*Sterna hirundo*), caugek (*S. sandvicensis*), arctique (*S. paradisaea*) et naine (*S. albifrons*) ; d'autres en hiver, comme l'eider à duvet (*Somateria mollissima*) souvent observable sur les brise-lames, et surtout la macreuse noire (*Melanitta nigra*).

2.4. Cette dernière mérite une mention spéciale, en raison de son abondance sur les bancs de sable en partie découverts à marée très basse au large de la région La Panne-Nieupoort, cette zone étant nettement plus riche en faune benthique ⁽⁶⁾ que la côte est ⁽⁷⁾ (et notamment en mollusques bivalves dont les macreuses se nourrissent) ; la présence de plus de 1 % de la population mondiale de cette espèce dans nos eaux côtières en hiver a valu à cette portion de notre côte d'être désignée comme étant d'intérêt international, dans le cadre de la Convention de Ramsar (Iran, 1971) sur la protection des zones humides ; le critère principal étant la « norme 1 % » : si plus de 1 % de la population mondiale d'une espèce donnée fréquente régulièrement une région, celle-ci est retenue ; pour la macreuse noire, on recensa par avion près de 12.000 individus en janvier 1989, alors que la population mondiale est estimée à environ 800.000 oiseaux [1] ⁽⁸⁾.

2.5. En cas de tempête du N.O., poussés vers la côte, on peut observer en dehors de la période de reproduction des oiseaux typiquement marins comme le fou de Bassan (*Sula bassana*) et la mouette tridactyle (*Rissa tridactyla*).

Ces derniers temps, on a pu constater une nette augmentation de cette der-

(6) Rappelons que le *benthos* désigne l'ensemble des organismes, fixés ou libres, vivant sur le fond marin ou dans celui-ci, par opposition aux organismes pélagiques, qui nagent librement dans la masse aquatique.

(7) Pour le promeneur un peu observateur, il suffira de comparer l'abondance et la diversité des laissees de mer sur la plage, surtout après les tempêtes, sur les côtes est et ouest : celles de la côte ouest sont beaucoup plus riches en espèces benthiques.

(8) Les nombres ordinaires entre crochets (non en exposants) envoient à la bibliographie en fin d'article.

nière espèce, tout comme du pétrel fulmar (*Fulmarus glacialis*) ; cette observation s'ajoute à celle, déjà plus ancienne, de la prolifération des mouettes rieuses et des goélands argentés, espèces particulièrement opportunistes ; l'accroissement des populations de ces oiseaux nécrophages est présumée être la conséquence directe de la surpêche, qui conduit à rejeter à la mer de grandes quantités de poissons impropres à la consommation et de déchets de poissons vidés à bord des bateaux. Afin de corriger ce déséquilibre au sein des populations d'oiseaux marins, il serait judicieux de mettre un frein à la surpêche et de diminuer le déversement en mer de poissons et de déchets, de manière progressive, car un changement trop radical pourrait inciter les grands oiseaux nécrophages à utiliser les oiseaux plus petits comme proies de substitution [28].

Enfin deux alcidés ont un rapport étroit avec les problèmes de pollution : le petit pingouin (*Alca torda*) (9) et le guillemot de Troïl (*Uria aalge*) ; oiseaux de mer typiques que l'on rencontre à distance de notre côte aussi bien en migration qu'en hiver, ils sont difficilement repérables par avion dont l'approche les fait disparaître en plongée ; c'est hélas quand ils sont victimes des hydrocarbures qu'on peut observer en abondance leurs cadavres sur nos plages... (voir plus loin).

3. Sources de pollution du plateau continental belge.

La légende de la figure 5 énumère les sources de pollution, que nous allons reprendre en détail.

3.1. Pollution fluviale : son origine est triple :

- ménagère : ce sont les eaux usées, contenant des déchets organiques, des détergents, des bactéries ;
- industrielle : matières organiques, métaux lourds, déchets chimiques, hydrocarbures et produits radio-actifs ;
- agricole (cultures, élevage) : pesticides, insecticides, phosphates et nitrates, déjections animales.

En Belgique, plusieurs rivières et canaux débouchent en mer ; à savoir, d'est en ouest :

- l'Escaut occidental (qui, en fait, se jette dans les eaux néerlandaises) ;
- à Zeebrugge : le canal Léopold, le canal de Schipdonk (canal de dérivation de la I.y.s) et le canal Baudouin ;
- à Blankenberge : le canal de Blankenberge ;
- à Ostende : le canal Gand-Bruges-Ostende ;

(9) Rappelons que les pingouins, oiseaux ailés, ne doivent pas être confondus avec les manchots qu'on désigne souvent, à tort, sous ce nom.

- à Nieuport : l'Yser et le canal Dunkerque-Nieuport.

Seules trois de ces voies d'eau jouent, par leur débit, un rôle majeur dans l'apport des contaminants en mer [2] :

- l'Escaut occidental : au débit annuel moyen de 104 m³/seconde
- le canal de Schipdonk : au débit annuel moyen de 15 m³/seconde, et
- l'Yser : au débit annuel moyen de 6 m³/seconde.

La plus importante est de toute évidence l'Escaut occidental. À titre indicatif, voici le détail des charges annuelles (en tonnes) de nutriments, métaux lourds et quelques matières organiques déversées en mer du Nord par ces 3 cours d'eau [3] ; ces charges ont été calculées en faisant le produit du débit annuel moyen et des concentrations moyennes des contaminants mesurées ces dernières années ; comme on multiplie de faibles concentrations par d'importants débits, de légères variations de concentration peuvent entraîner des variations très importantes des charges calculées. Pour l'Escaut, les mesures ont été faites à Doel, à la frontière belgo-néerlandaise (donc à 57 km du km 0 : l'embouchure à Vlissingen) ; ceci ne représente donc pas l'apport net en mer du Nord, mais l'apport dans l'estuaire :

	Escaut	Can. Schipdonk	Yser
Débit (m ³ /sec) :	104,-	15,-	6,-
Nutriments :			
azote (×10 ³) :	28,-	3,1	1,6
phosphore (×10 ³) :	3,6	1,4	0,17
Métaux lourds :			
cadmium :	3,2-7,1	0,24	0,06-0,11
chrome :	52-101	0,95	0,49
cuivre :	35-88	3,5	0,76-1,4
mercure :	0,16-1,-	0,05	0,03-0,07
nickel :	54-70	4,5	1,5
plomb :	24-72	1,9	0,95
zinc :	246-390	21,-	7,-
Matières organiques :			
lindane (×10 ⁻³) :	58-170	2,8	2,3
hydrocarb. (×10 ⁻³) :	39-448		
PCB (×10 ⁻³) :	8-32		

Certains auteurs ont tenté d'évaluer l'apport net **dans la mer** des métaux lourds (en solution et associés aux particules en suspension) [4] :

cadmium :	1,46 tonnes/année
cuivre :	11,9
mercure :	0,6
plomb :	12,2
zinc :	60,-

La différence entre ces valeurs et celles mentionnées plus haut donne une idée de ce qui est retenu ou transformé dans toute la longueur de l'estuaire, sans être déversé en mer.

En ce qui concerne l'apport de substances radioactives dans l'estuaire de l'Escaut, provenant essentiellement de la centrale nucléaire de Doel, les valeurs ci-dessous proviennent à nouveau de mesures faites à la frontière belgo-néerlandaise (il ne s'agit donc pas de l'apport net en mer, une partie étant retenue ou transformée dans l'estuaire) [5] (note : 1 TBq = 27,02 curies) :

activité alpha :	0,555 TBq/année
activité beta :	10,804
activité gamma :	1,702
radium 226 :	0,155
tritium (hydrog. radioactif) :	36,704
strontium 90 :	0,059

3.2. Rejets directs par sorties d'égouts :

Au début de 1992, ils étaient au nombre de quatre :

- une sortie d'égout à La Panne, directement à la mer
- une seconde entre Coxyde et Oostduinkerke
- un déversoir d'égouts dans le port de Nieuport
- un second dans le port d'Ostende.

Les deux premiers étaient d'importance secondaire ; bien que collectant partiellement des eaux usées (en raison de la séparation inefficace entre anciens collecteurs d'eaux usées et d'eaux de pluie), ils n'intervenaient vraiment qu'en cas de pluies abondantes en rejetant à la mer l'eau de pluie excédentaire ; l'émonctoire de La Panne fut fermé en mars 1992 ; celui de Coxyde-Oostduinkerke fut rattaché à la station d'épuration de Wulpen-Coxyde, en 1992 également.

Il n'en est malheureusement pas de même pour les deux déversements dans les ports de Nieuport et d'Ostende ; leur présence explique parfaitement pourquoi, sur la côte occidentale, les eaux de baignade ne répondent pas toujours aux exigences bactériologiques (voir plus loin) ; dans un avenir proche, des stations d'épuration amèneront une normalisation sur la côte ouest.

Les valeurs suivantes donnent les indications les plus récentes sur les apports fluviaux et directs à la mer du Nord (en tonnes/année), en ce qui concerne la Belgique [6] :

Azote	Phosphore	Cadmium	Mercur	Cuivre	Plomb	Zinc	Lindane	PCB
57.400	8.200	4,1	1,8	55	62	495	0,1	0,05

3.3. Pollution atmosphérique :

Ce n'est que récemment que ce type de pollution a été pris en considération ; pour cette raison, la collecte d'informations relatives aux apports atmosphériques de métaux lourds et autres contaminants en est encore à ses débuts. Certains pensent déjà que cette source de pollution serait du même ordre de grandeur que celle d'origine fluviale ! La pollution atmosphérique est évidemment moins manifeste que celle des déversements de déchets en mer ou par les égouts côtiers ; à quoi vient s'ajouter le problème des transports transfrontaliers sur de longues distances de ce type de pollution. Les recherches faites, d'une part à partir du bateau-phare Westhinder ancré au large de nos côtes, d'autre part à bord de notre navire océanographique *Belgica*, révèlent que l'apport en mer se fait principalement par retombées humides (les contaminants étant associés aux gouttes de pluie). Les valeurs ci-dessous [7] se rapportent à la surface entière de notre plateau continental (estimée à 3.600 km²) ; on s'étonnera sans doute des différences notables entre les valeurs minimales et maximales ; elles sont à mettre sur le compte des diverses méthodes de calcul et de mesures, et à l'absence d'une méthodologie reconnue, ces recherches étant, nous l'avons dit, encore à leur début ; bien que ne pouvant être prises « à la lettre », ces valeurs donnent quand même une idée de l'importance de ce type de pollution (valeur exprimées en tonnes/année) :

Cadmium	chrome	cuivre	fer	manganèse	nickel	plomb	zinc
6	7	9-96	180-649	12-23	4	32-52	43-560

D'après des évaluations récentes [2], l'atmosphère serait responsable de 30 à 70 % de l'apport de cadmium, de 20 à 40 % de l'apport de mercure et de 40 à 60 % de l'apport de plomb.

3.4. Dragages des ports.

C'est tout récemment (1991) que fut commencée la recherche écologique sur les lieux de dragage en mer ; car, auparavant, on considérait que ces pratiques n'apportaient pas de pollution supplémentaire, puisqu'il y avait simplement déplacement des déblais d'un lieu à un autre. Il n'en est rien, car :

- les lieux de stockage (fig. 6) cessent d'être des biotopes valables, altérés par des apports réguliers de vases polluées (surtout celles provenant de l'intérieur des ports) pauvres en oxygène ;
- au moment du dragage des vases, des métaux lourds et des produits toxiques sont libérés et remis en circulation ;
- la mobilisation de ces vases (lors du dragage d'abord, de l'immersion ensuite) remet en suspension de fines particules qui augmentent la turbidité de l'eau et, de ce fait, diminuent la photosynthèse du phytoplancton, premier élément de tout le réseau alimentaire marin (fig. 4) ;

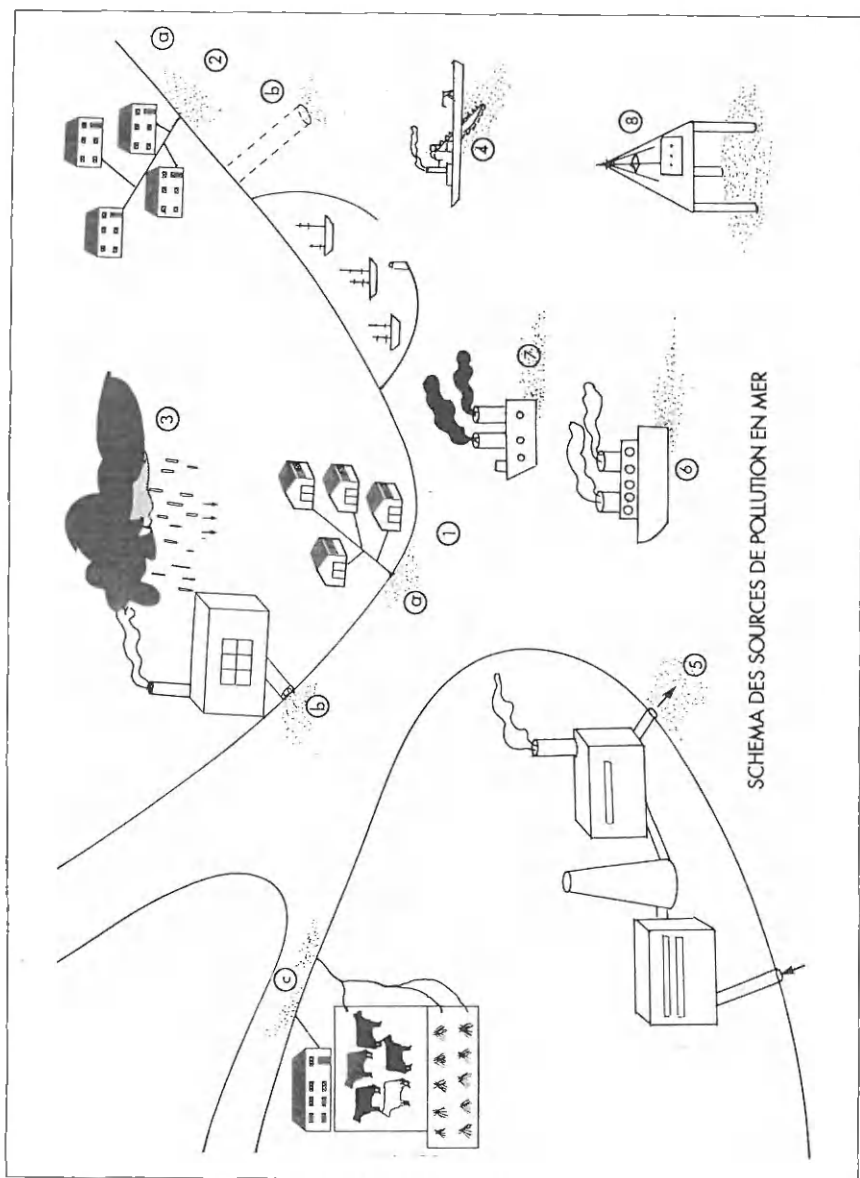


FIG. 5. — Schéma des sources de pollution en mer : 1) Pollutions fluviales : a) ménagères ; b) industrielles ; c) agricoles (cultures, élevages). — 2) Égouts en mer : a) rejet direct à la côte belge ; b) rejet au large. — 3) Pollution atmosphérique. — 4) Boue de dragage des ports et extraction industrielle (de sable et de gravier). — 5) Pollution thermique (centrales nucléaires). — 6) Rejets des navires (déchets, hydrocarbures, nettoyage des réservoirs, accidents,...). — 7) Incinération en mer et rejets industriels. — 8) Plates-formes pétrolières et gazières (déchets, fuites,...).

— les zones de stockage sont perdues pour la pêche, d'autant plus que le matériel utilisé par les pêcheurs peut être endommagé s'il se coince dans la vase.

Contrairement à d'autres pays, la Belgique n'effectue pas d'immersion des produits de dragage en mer dans ses eaux intérieures ; ce qui est dragué en mer reste en mer, mais les quantités sont importantes, de 25 à 50 millions de tonnes par an, selon les travaux effectués. Ainsi, en 1988, 76 % des vases draguées provenaient des chenaux d'accès à l'Escaut occidental, 23,2 % des ports de Zeebruges, Ostende, Nieuport et Blankenberge, et 0,8 % des chenaux d'accès à ces 4 ports [7].

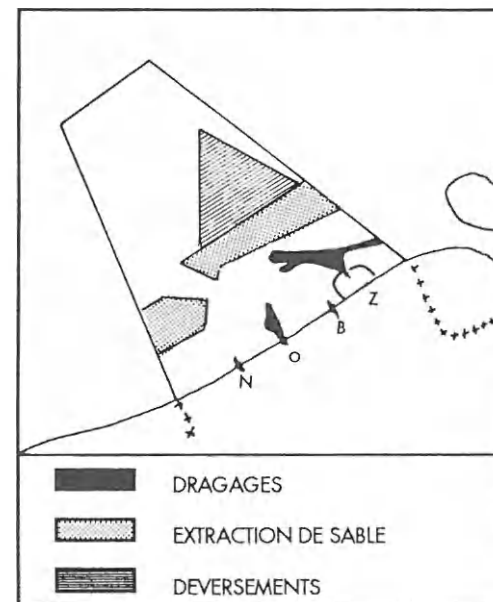


FIG. 6. — Exploitation de nos fonds marins.

Comme nous l'avons vu, une large bande côtière échappant à l'action du courant résiduel sur le littoral oriental (fig. 3), d'énormes quantités d'alluvions en provenance de l'Escaut se déposent au large de son embouchure, mais aussi dans le port de Zeebruges, situé en plein champ alluvial ; un chenal artificiel de près de 15 mètres de profondeur doit être maintenu en permanence à l'entrée du port de Zeebruges, là où la profondeur naturelle sans dragage n'excède pas 5 mètres ; c'est surtout après les tempêtes et les marées d'équinoxe que ces dragages s'avèrent indispensables ⁽¹⁰⁾.

(10) Peut-être eut-il été préférable de créer un vaste port de mer à Nieuport plutôt qu'à Zeebruges ; car à Nieuport, il y a beaucoup moins d'alluvions, lesquelles sont emportées par le courant résiduel du Gulf-Stream qui, comme nous l'avons vu (fig. 3), passe à faible distance de notre littoral ouest.

3.5. Extraction industrielle de sable et de gravier.

Comme le montre la figure 6, deux grandes zones d'extraction de sable et de gravier existent sur notre plateau continental (avec la pêche, c'est d'ailleurs l'activité économique la plus importante résultant de son existence). Rien que pour l'année 1991, plus d'un million de m³ de sable et de gravier ont été retirés, principalement pour l'industrie de la construction et pour les routes, secondairement pour l'amélioration de certaines plages particulièrement érodées [8]. En 1986, ce chiffre a même atteint 5 millions [9] !. Comme pour les dragages en mer, de telles pratiques, à première vue innocentes, ne sont pas sans danger pour le biotope marin :

- de toute évidence, là où sable et gravier sont extraits, toute la vie benthique animale et végétale est détruite ;
- les éléments qui ne sont pas exploitables (comme les vases et les pierres) sont rejetés à la mer, ce qui a pour effet de recouvrir une superficie nettement supérieure à celle de la zone exploitée ; avec deux conséquences :
 - augmentation de la turbidité de l'eau, amenant une diminution de la photosynthèse (tant du phytoplancton que de la flore algale benthique)
 - fortes modifications du biotope benthique : des espèces fouisseuses comme les vers arénicoles (dont se nourrissent les poissons benthiques !) se voient remplacées par des espèces vivant de particules en suspension, comme les anémones de mer.
- aggravation de l'érosion des plages, par perturbation de l'équilibre naturel mer-plage-dunes (déjà fort perturbé par la multiplicité des digues de mer tout le long de notre littoral) (11).

3.6. Pollution thermique (centrales nucléaires).

Les centrales nucléaires ont un grand besoin d'eau de refroidissement, raison pour laquelle plusieurs de ces centrales ont été construites en bordure de mer (ainsi, celles de Gravelines et du cap de la Hague en France, celle de Borssele aux Pays-Bas) ; le réchauffement des eaux rejetées est toujours de 6 à 7°C au minimum et peut dépasser 10°C. Cette augmentation de température stimule le métabolisme des organismes vivants et accroît donc leurs besoins en oxygène (alors que des eaux chaudes contiennent précisément moins d'oxygène dissous) ; l'augmentation de température, en diminuant la densité de l'eau rejetée, rend moins facile son mélange avec l'eau de mer normale ; elle

(11) Selon certains géologues, les digues de mer, contrairement aux brise-lames bénéfiques, accélèrent l'érosion des plages : alors que sur une plage prolongée par des dunes la surface inclinée et perméable de la plage dissipe l'énergie des vagues, les digues de mer augmentent au contraire leur effet de réflexion et leur violence ; de plus, elles s'opposent aux échanges naturels de sable entre les plages et les dunes. Aux États-Unis, la construction de murs de « protection » est interdite, cette pratique illusoire accélérant au contraire la disparition des plages.

pourrait également augmenter la nocivité de certains polluants chimiques. Outre le fait que les eaux rejetées par l'usine peuvent s'être chargées en produits polluants divers, la forme la plus nocive de l'utilisation de l'eau de mer comme fluide de refroidissement réside dans la destruction des organismes planctoniques au cours de leur transit dans les canalisations de l'usine [10].

La Belgique ne possède aucune centrale nucléaire installée sur la côte, celle de Doel à la frontière belgo-néerlandaise déversant ses eaux de refroidissement dans l'Escaut. Ceci provoque en aval une sensible augmentation de la température de l'eau, malgré les marées et la dilution de l'Escaut occidental. L'allongement de la période de reproduction des moules constatée ces dernières années [11] en serait une conséquence directe ; ces mollusques résistant bien à l'accroissement de température (à l'opposé de leurs ennemis naturels comme l'étoile de mer *Asterias rubens*, le gastéropode carnivore *Thais lapillus* et le crabe vert *Carcinus maenas*), leur prolifération peut finir par obstruer plus ou moins les canalisations de rejets d'eau. On lutte contre cette nuisance par des injections de chlore ou par une augmentation passagère de température de 20 à 30° (ce qui augmente encore plus la pollution) [10].

3.7. Rejets par les navires.

Notre littoral voit passer un trafic maritime d'une exceptionnelle densité, depuis la Manche en direction de Hambourg, en passant par Dunkerque, Anvers et Rotterdam (premier port maritime mondial) ; on enregistre en moyenne 250.000 mouvements de bateaux par an entre le continent et la Grande-Bretagne, ce qui fait qu'à chaque instant, près de 5.000 navires de plus de 100 tonnes se trouvent en mer du Nord [2]... Notre mer devient ainsi l'une des plus fréquentées du monde, et tout particulièrement la partie nord de notre plateau continental, où passe la route maritime principale (et d'où part vers nos côtes une bretelle destinée aux ports d'Ostende, de Zeebruges et d'Anvers). Nos deux ports côtiers d'Ostende et de Zeebruges sont très actifs : rien que pour l'année 1990, ils totalisaient près de 16.000 entrées de navires, soit 43 % du trafic maritime belge total ; ils concentraient à eux deux la quasi-totalité du trafic des passagers, avec 3,5 millions de personnes embarquées ou débarquées [12]. Il s'ensuit que malgré des systèmes très élaborés de positionnement et de guidage par radio et par radar, des collisions restent possibles, avec les risques de pollution par marées noires qui en résulteraient.

Cependant, c'est par petites doses quotidiennes que s'exerce la plus grande partie de la pollution liée à la navigation : largage par-dessus bord de déchets ménagers, rejets de produits de nettoyage des cales et des réservoirs de fuel, perte involontaire en cas de tempête (voire volontaire) d'une cargaison toxique, « fuites » d'hydrocarbures, et même abandon de matériel devenu inutile (filets ou cordages), sources de dangers possibles pour les vertébrés (poissons, oiseaux, mammifères... y compris les plongeurs sportifs).

Selon le Rapport sur l'État Qualitatif de la mer du Nord (Londres, novem-

bre 1987) ⁽¹²⁾, la quantité annuelle d'hydrocarbures rejetés dans des conditions « licites » par des navires en mer du Nord était estimée de 1.000 à 1.500 tonnes [13] ; quant aux estimations de rejets illicites, elles variaient entre 1.100 et 60.000 tonnes [13] ! Aucun consensus ne s'était dégagé entre les États de la mer du Nord quant aux estimations des rejets accidentels d'hydrocarbures par les navires ; à noter que ceux-ci ne sont pas les seuls à l'origine de cette pollution par hydrocarbures, les plates-formes en mer étant également sources de marées noires (voir plus loin).

Pour des marins qui seraient peu motivés par les problèmes de pollution, la tentation est grande de se débarrasser impunément de tout déchet gênant. Or, d'après le règlement de l'Organisation Maritime Internationale, tout déversement est interdit à moins de 12 milles marins des côtes (soit un peu plus de 22 km, c'est-à-dire la limite de nos eaux territoriales) ; sans compter que de toute façon, tout déversement est également interdit dans des mers « fermées », comme la mer du Nord et la Méditerranée...

Un avion bimoteur équipé de détecteurs de précision [Belmec ⁽¹³⁾] effectue 250 heures de vol par an au-dessus de notre plateau continental, pour détecter les activités maritimes capables de polluer ⁽¹⁴⁾ ; par exemple, durant les 9 premiers mois de 1992, il a pu constater 2 pollutions accidentelles et 49 déversements volontaires, dont plusieurs ont été suivis d'actions judiciaires [8].

3.8. Incinération en mer de déchets industriels.

Cette pratique a pris fin définitivement en 1991. Pour mémoire, rappelons que :

- la Belgique fut, durant plusieurs années, la tête de liste des incinérations en mer de déchets industriels, puisque 80 à 90 % de tous les déchets européens destinés à l'incinération en mer étaient pris en charge à Anvers ;
- chaque année, on incinérât environ 100.000 tonnes de déchets, provenant surtout de l'Allemagne de l'Ouest (55 %), la part de la Belgique s'élevant à environ 15 % [2] ;
- ces incinérations n'étaient pas effectuées devant la côte belge, mais sur le plateau continental néerlandais, dans une zone d'incinération commune.

Malgré une efficacité de destruction se situant à près de 99,9 %, l'apport de polluant sous forme de métaux lourds n'était pas négligeable ; par exemple, pour l'année 1985 durant laquelle cette pratique a culminé, cet apport a pu être chiffré à 68 kg de mercure, 99 kg de chrome, 140 kg de cadmium, 2.100 kg de plomb, 3000 kg de nickel, 3.100 kg de cuivre et 12.000 kg de zinc [14] !

(12) Une actualisation de ce rapport est prévue pour 1993.

(13) Belgian Marine Environmental Control.

(14) Cet avion aide également notre navire océanographique *Belgica* dans ses missions scientifiques, comme, par exemple, le comptage des oiseaux marins en hivernage.

3.9. Déversement en mer de déchets industriels.

Cette pratique est arrivée à son terme à la fin de 1989. Rappelons également :

- qu'il s'agissait uniquement de déchets industriels, puisque le déversement en mer de boues provenant des stations d'épuration d'eaux usées n'a jamais été pratiqué en Belgique ;
- que chaque année, on déversait en mer environ 600.000 tonnes de déchets provenant pour plus de 90 % de dioxyde de titane ⁽¹⁵⁾ [7] ;
- que pour l'année 1988, les apports en mer de métaux lourds en provenance de cette pratique ont été chiffrés à 2,5 kg de mercure, 4,5 kg de cadmium, 130 kg de cuivre, 280 kg de nickel, 707 kg de plomb, 3,4 tonnes de zinc et 95 tonnes de chrome [7] ;
- que 3 zones de déversement se trouvaient au large de Zeebruges, à des distances de 25 à 30 km de la côte.

3.10. Pollution à partir des plates-formes pétrolières et gazières.

Jusqu'à présent, il n'y a pas d'extraction de pétrole ou de gaz sur notre plateau continental et rien ne semble actuellement prévu dans ce sens ⁽¹⁶⁾.

Il y a dans la mer du Nord près de 4.000 puits et 140 plates-formes de forage [1] ; l'extraction de pétrole se fait surtout entre la Norvège et l'Écosse, celle de gaz entre l'Angleterre et les Pays-Bas, à quelque 250 km de notre plateau continental. Rien que pour l'année 1988, 500 puits de prospection et d'exploitation ont été forés [6].

L'apport d'hydrocarbures par ces plates-formes représente une partie importante de la pollution par ces substances en mer du Nord, qui peut atteindre 30.000 tonnes par an [2], parfois suite à des accidents, mais essentiellement à des fuites « normales », à toutes les phases de l'exploitation ; ce sont surtout les déblais résultant des opérations de forage, déchargés dans la mer, qui représentent 60 à 85 % des apports d'hydrocarbures [6].

La recherche scientifique a démontré que ces rejets pollués par les hydrocarbures avaient des effets préjudiciables pour le milieu marin et tout spécialement sur les organismes benthiques au voisinage immédiat des plates-formes.

En cas de pollution massive par marée noire, le remède ne doit pas être pire que le mal ; ainsi, les détergents employés au moment de l'accident du Torrey Cañon en 1967 se sont avérés plus nocifs que le pétrole pour les organismes vivants ; quand on précipite ce pétrole au fond de la mer, on préserve peut-être les plages et les oiseaux marins, mais on risque de détruire toute la vie benthique !

(15) Dioxyde de titane (TiO₂) : pigment blanc largement utilisé dans les industries des peintures, plastiques, papier, produits pharmaceutiques, fibres synthétiques, etc.

(16) Signalons toutefois qu'un gazoduc va relier très prochainement Zeebruges au plateau continental norvégien ; sa mise en service est prévue pour 1993.

4. Effets des pollutions.

4.1. La pollution bactérienne des eaux de baignade.

De La Panne à Knokke, 39 zones de baignade s'échelonnent, où des contrôles bactériologiques sont réalisés chaque semaine du début d'avril à fin de septembre, et même deux fois par semaine en « haute saison » touristique (du début de juin à la mi-septembre). On y recherche les germes pathogènes que sont les coliformes, les streptocoques fécaux et les salmonelles ; les coliformes fécaux sont le meilleur indicateur de la pollution fécale des eaux de baignade, qui ne peuvent en contenir plus de 2000 individus/100 ml ; pour les salmonelles, par contre, la loi exige une absence totale [15].

Malgré une nette diminution de la pollution bactérienne constatée depuis le début des campagnes régulières de surveillance (1970), on relève encore une pollution sensible sur la partie occidentale de la côte belge, et notamment dans les zones d'Ostende et surtout de Nieuport-Oostduinkerke.

L'étude des teneurs moyennes en coliformes fécaux dans nos eaux de baignade depuis 1970 est instructive, car elle reflète fort bien, d'une part les origines de pollution bactérienne, d'autre part l'effet spectaculairement bénéfique de la création de stations d'épuration performantes. On peut distinguer trois périodes [20] :

- vers les années 1970 : les concentrations étaient très élevées dans les régions côtières de Blankenberge et d'Ostende surtout, moyennement dans la région de Nieuport [29] ;
- de 1970 à 1980 : très nette amélioration pour Blankenberge et Ostende, moins marquée pour Nieuport ;
- de 1980 à 1990 : la situation se normalise à Blankenberge, s'améliore à Ostende, mais reste préoccupante à Nieuport ; le déversement dans l'Yser des eaux usées d'origine agricole (élevages de porcs) n'est pas étranger à cette situation.

La différence actuelle entre les deux parties (est et ouest) de la côte belge s'explique aisément :

- sur la côte orientale (entre Bredene et la frontière néerlandaise), il n'y a pas de rejet direct d'égouts dans la mer ; les 3 stations d'épuration de Bruges, Knokke et Heist déversent leurs eaux traitées dans des canaux poldériens à des distances considérables de la mer (ces 3 stations fonctionnent respectivement depuis 1984, 1982 et 1981) ;
- sur la côte occidentale (entre Ostende et la frontière française), tandis que depuis 1991 (pour La Panne et Coxyde village) et 1992 (pour Coxyde plage et Oostduinkerke) les eaux usées de ces 4 agglomérations sont acheminées vers la station d'épuration de Wulpen-Coxyde (en fonction depuis 1987), celles des régions d'Ostende et de Nieuport sont encore déversées sans épuration suffisante dans les ports de ces 2 villes [16].

Bien que la plupart des germes microbiens provenant des rejets d'égouts soient assez vite détruits par l'eau de mer qui leur est hostile, cela ne se réalise pas immédiatement, car les eaux polluées se maintiennent en surface un certain temps, avant d'être mélangées à l'eau salée, plus dense, par l'action des vagues et des courants.

À marée basse, les bassins portuaires d'Ostende et Nieuport se déversent en suivant le sens du courant de jusant, c'est-à-dire vers le Sud Ouest, parallèlement à la plage, au niveau de laquelle ces eaux polluées flottent en surface avant de se mélanger à l'eau de mer. La géographie de notre littoral permet de comprendre facilement pourquoi les maxima de pollution bactérienne se localisent, d'une part à partir du port d'Ostende vers Mariakerke, d'autre part et surtout à partir de Nieuport vers Oostduinkerke, avec chaque fois une intensité décroissante vers le Sud Ouest.

D'autres facteurs viennent éventuellement renforcer cet effet polluant :

- vents forts de Sud Ouest qui poussent les eaux d'égouts vers les plages ;
- saisons sèches et chaudes : d'où grand afflux touristique, plus grande croissance bactérienne, faible débit d'eau dans les égouts avec une plus forte concentration de bactéries ;
- pluies intenses succédant à ces périodes sèches, causant le lessivage des égouts.

Précisons bien que cette pollution bactérienne se localise exclusivement le long des plages ; car au-delà de quelques kilomètres à partir de la plage (et ceci est surtout valable le long de la côte occidentale), l'eau est purifiée par les « eaux fraîches » du courant résiduel (fig. 3) venant de la Manche.

Ajoutons enfin que des crédits ayant été libérés par la Région flamande (17), les travaux nécessaires à l'assainissement de la côte occidentale vont permettre de normaliser la situation à bref délai, par l'augmentation de la capacité des stations d'épuration et le parachèvement du réseau des collecteurs d'égouts ; les prévisions donnaient fin 1992 pour Ostende, fin 1993 pour Nieuport [16].

4.2. L'eutrophisation.

L'écume brunâtre que l'on observe parfois au printemps sur nos plages ne provient pas de la pollution par les hydrocarbures ou par les détergents, mais bien d'une eutrophisation généralisée à toute la mer du Nord et à la mer Baltique. L'eutrophisation est une sorte de pollution due à un excès de nutriments, l'un des 3 éléments (lumière solaire, chaleur, sels minéraux nutritifs ou nutriments) absolument indispensables à la photosynthèse, c'est-à-dire, l'élaboration de matière organique vivante par les végétaux chlorophylliens. Suite aux rejets importants d'origine ménagère, industrielle et agricole (excès d'épandage d'engrais), nos eaux côtières se trouvent anormalement enrichies en com-

(17) 1,358 milliard de FB ; de 1956 à 1990, plus de 6 milliards avaient été investis [16].

posés organiques et minéraux (nitrates et phosphates), évidemment indispensables dans la chaîne alimentaire du milieu marin (fig. 4), mais nuisibles à trop fortes doses. Il se produit en quelque sorte une altération de la base énergétique de l'écosystème :

- dans un milieu marin indemne de pollution, l'essentiel de l'énergie disponible à l'échelon trophique le plus bas de l'écosystème provient de la lumière solaire ; le phytoplancton (producteur primaire) prolifère sans excès et est maintenu dans des proportions raisonnables par le « broutage » opéré par le zooplancton herbivore ; d'autant plus que les nutriments (nitrites, nitrates, ammoniacque, phosphates et silicates) se trouvent dans l'eau de mer en quantité relativement faible, ce qui constitue un frein à la photosynthèse ;
- en milieu pollué, la source majeure de l'énergie réside dans l'oxydation du matériel organique (c'est-à-dire son recyclage en substances minérales), ce qui amène une tendance anoxique ; de plus, l'excès de ces substances minérales ne favorise que des espèces phytoplanctoniques particulièrement « opportunistes », souvent incapables à être utilisées par l'échelon herbivore de la chaîne trophique ; d'où des répercussions sur le reste de cette chaîne.

Alors qu'on aurait pu penser que l'excès de nutriments favorise une augmentation du nombre des poissons par une action bénéfique sur le plancton, c'est tout le contraire qui se produit ; il y a bien sûr une augmentation du phytoplancton, mais dans des proportions telles qu'une bonne partie n'est pas consommée par le zooplancton et finit par mourir et sédimenter ; la minéralisation de ces déchets par les bactéries conduit à une anoxie (manque d'oxygène) du milieu benthique ; en définitive, ce sont les bactéries qui profitent de l'excès de nutriments, et non les pêcheries (poissons, coquillages, crustacés) (fig. 7).

Parmi ces espèces phytoplanctoniques opportunistes figure l'algue verte *Chrysochromulina polylepis* ; en 1988, on assista à une éclosion printanière explosive de cette espèce sur les côtes de Norvège, de Suède et du Danemark, véritable « marée verte », avec des conséquences graves pour la pêche et la mariculture. Heureusement pour nous, cette explosion phytoplanctonique n'eut pas de grandes conséquences dans nos eaux côtières moins profondes, où les mouvements plus violents des marées entraînent une réoxydation permanente des eaux.

Dans le sud de la mer du Nord et sur la côte belge, on peut observer à la fin du printemps les effets d'une autre espèce d'algue planctonique : *Phaeocystis globosa*, capable également de désavantager les autres représentants de la chaîne alimentaire et de déséquilibrer les écosystèmes ; les phénomènes suivants se produisent :

- utilisant au maximum les nutriments apportés par des eaux douces plus chaudes et moins denses restant en surface, cette algue concurrence fortement les autres espèces moins opportunistes du phytoplancton ;
- formant des colonies cimentées par une sorte de mucus, elle constitue de petits amas de 1 à 2 mm de diamètre, difficilement assimilables par le zooplancton herbivore ; d'où

- diminution de la production de zooplancton et donc des stocks de poissons ;
- augmentation de la charge organique et des sédiments sur notre côte ;
- à la fin de mai et au début de juin, une fois leur croissance terminée, ces algues se désagrègent, libérant :
- une masse de substances organiques dont l'oxydation par les bactéries provoque de l'anoxie préjudiciable à tout l'écosystème,
- du mucus qui se transforme en gros amas d'écume sous l'action des vagues.

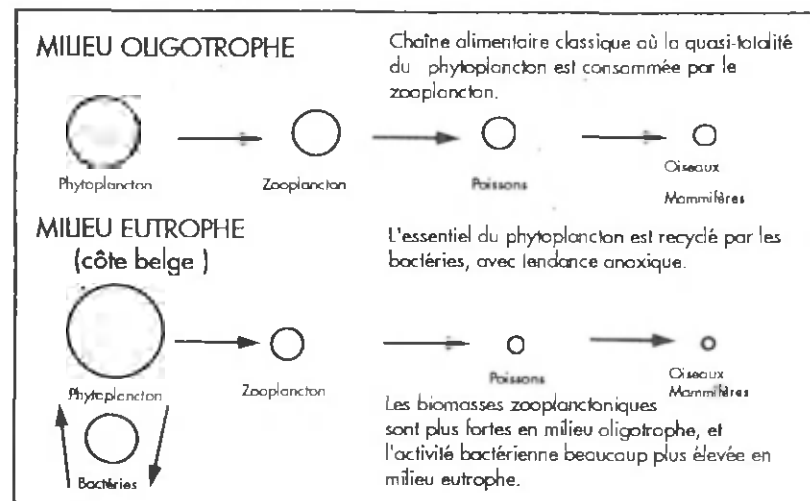


Fig. 7. — Comparaison des milieux oligotrophes et eutrophes.

La cause de cette nuisance est bien l'eutrophisation. Des études anciennes ont montré que *Phaeocystis* existait déjà dans la mer du Nord, mais l'apport en nutriments était à cette époque beaucoup moins important qu'aujourd'hui⁽¹⁸⁾. De plus, il semblerait que les saisons plus chaudes de ces dernières années aient joué un rôle favorisant, non négligeable sur cette photosynthèse explosive.

En définitive, comme l'indiquent les études les plus récentes [21], ces floraisons anarchiques de *Phaeocystis* exigent trois conditions pour pouvoir se réaliser :

- 1) un apport excessif de nutriments, où le rapport nitrates/ammoniacque est élevé ;
- 2) une température favorable de l'eau, avoisinant les 9° C ;
- 3) la présence d'une diatomée bien déterminée (*Chaetoceros*), sur laquelle *Phaeocystis*, organisme flagellé solitaire, s'accumule et prend une forme colo-

(18) Ensemble, l'Escaut occidental, l'Yser et la canal de Schipdonk à Zeebruges fournissent un apport en nitrates de quelque 40.000 tonnes par an, ce qui correspond à 8 grammes par an et par m² de notre zone littorale [2].

niale volumineuse, au point de devenir inconsommable par le zooplancton (essentiellement représenté par les crustacés copépodes).

Les conséquences néfastes de ces invasions phytoplanctoniques sont multiples :

- ces algues dégagent parfois des toxines nuisibles au zooplancton et aux poissons comme aux mollusques (moules et huîtres) qui s'en nourrissent (ce n'est heureusement pas le cas pour *Phaeocystis*, mais bien pour *Chrysochromulina*) ;
- leur abondance dans les eaux de surface peut constituer un écran qui empêche la lumière solaire de pénétrer et qui freine la photosynthèse des espèces phytoplanctoniques plus bénéfiques pour le zooplancton ;
- enfin, en mourant, ces algues provoquent un amoncellement de matières organiques inertes, qui exige et consomme pour se dégrader une telle quantité d'oxygène que sa teneur s'abaisse au point d'asphyxier les autres espèces vivantes, ce qui provoque une mortalité des poissons et des invertébrés benthiques.

C'est pourquoi certains auteurs n'hésitent pas à affirmer qu'aucune autre forme de pollution n'exerce un impact aussi important sur le phytoplancton, et donc sur tout le fonctionnement de l'écosystème marin dans son ensemble [2].

La progression de l'eutrophisation constitue le bouleversement écologique le plus important dans la mer littorale belge. C'est un des principaux problèmes auxquels nous serons confrontés dans un proche avenir. Paradoxalement, l'amélioration prévue de l'épuration des eaux usées telle qu'on la pratique habituellement (épuration « secondaire ») contribue à augmenter l'apport de nutriments minéraux dans nos eaux côtières ⁽¹⁹⁾, si on ne pratique pas une épuration supplémentaire (épuration « tertiaire »), amenant la disparition de l'azote et du phosphore ; toutes les stations d'épuration desservant la bande côtière (Bruges, Heist, Knokke, Nieuport, Ostende et Wulpen-Coxyde) pratiquent actuellement une épuration secondaire ; il est prévu que celle de Wulpen-Coxyde sera tertiaire en 1994 ; réuni à Hambourg en novembre 1992, le groupe de travail sur les nutriments et la prévention de la pollution marine a émis le souhait de voir toutes les stations d'épuration pratiquer un traitement tertiaire pour 1998 [16].

Il est assez étonnant d'apprendre que, contrairement à l'opinion la plus répandue suivant laquelle notre planète va s'échauffer (avec fonte des glaces polaires et élévation du niveau des eaux) à cause de l'« effet de serre » dû à l'accumulation du CO₂ atmosphérique résultant de l'utilisation massivement croissante des combustibles fossiles, certains auteurs pensent que l'effet

(19) L'épuration naturelle des eaux polluées anoxiques amène la transformation des nitrates en nitrites, puis en ammoniac et finalement en azote moléculaire (N₂) qui s'échappe dans l'atmosphère ; l'oxygénation dans les stations d'épuration s'oppose à ce phénomène naturel, d'où accumulation des nitrates.

inverse pourrait se produire : la pollution organique issue de l'explosion démographique mondiale va provoquer une eutrophisation généralisée de l'océan planétaire par apport de sels minéraux nutritifs, et par conséquent une activité accrue du phytoplancton qui déboucherait sur un accroissement de l'O₂ de l'air et donc sur un refroidissement de la planète ⁽²⁰⁾...

4.3. Effets de la pollution sur les organismes vivants.

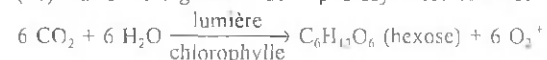
Alors qu'au début les recherches sur les polluants s'étaient faites sur l'eau de mer, elles s'étendirent ensuite aux sédiments et finalement aux organismes vivants. En effet, les représentants du sommet de la pyramide alimentaire, comme les mammifères et les oiseaux, peuvent renfermer des doses de polluants jusqu'à 100.000 fois supérieures à celles de l'eau de mer. On se souvient ici du phénomène de Minamata au Japon en 1965 : une cinquantaine de personnes périrent et plusieurs dizaines d'autres restèrent paralysées à la suite d'une intoxication alimentaire causée par du poisson contaminé par du mercure en quantité presque indosable dans l'eau de mer ; mais les concentrations progressives tout au long de la chaîne alimentaire avaient provoqué l'accumulation, chez les poissons, de quantités de mercure mortelles pour l'homme.

En milieu pollué, on observe une grande monotonie par suite de l'élimination d'un nombre élevé d'espèces et du développement parfois exubérant de celles qui subsistent ; quand sévit une pollution chronique subsistent des espèces ayant de grandes tolérances, et par conséquent plus ou moins ubiquistes et cosmopolites, d'où une relative uniformité des zones polluées ; on pourrait dès lors définir à l'échelle mondiale un certain nombre d'espèces, ou d'assemblages d'espèces, indicatrices de pollution (par exemple, pour la côte belge, l'algue verte nitrophile *Ulva lactuca* — « la laitue de mer » —, si abondante près des émonctoires de rejets pollués).

En mer du Nord, 4 espèces ont été choisies comme organismes typiques de notre mer côtière, en vue d'assurer une surveillance continue de la qualité de notre patrimoine marin vivant :

- 2 poissons :
 - 1 poisson « rond » pélagique : le cabillaud (*Gadus morhua*)
 - 1 poisson « plat » benthique : le flet (*Platichthys flesus*) un des rares poissons que l'on pêche sur les fonds de vase de notre littoral, et qui peut remonter assez loin dans les estuaires car il supporte bien la dessalure ;
- 1 crustacé : la crevette grise (*Crangon vulgaris*), espèce recherchant les fonds sableux et vaseux de l'étage infralittoral à proximité des plages ;
- 1 mollusque bivalve prélevé à l'état sauvage (sur les estacades de Blanken-

(20) La formule générale de la photosynthèse est la suivante :



berge, Ostende et Nieuport) : la moule (*Mytilus edulis*), qui affectionne les eaux riches en matières organiques en suspension et qui se nourrit par filtration à raison d'un litre d'eau de mer environ par heure.

Ces études ont commencé en 1971 ; les résultats obtenus sont évalués par référence à des valeurs indicatives (Conventions d'Oslo 1972 et de Paris 1974) : plus encore que les chiffres, ce sont les tendances qui sont les plus intéressantes ; car la rigueur veut que l'on se garde de généraliser des observations faites à un endroit donné, et de quantifier de façon définitive des mesures qui restent toujours ponctuelles ; d'autant plus que suite au raffinement des techniques d'analyses, on ne peut pas toujours comparer les données anciennes aux plus récentes (surtout en ce qui concerne les zones peu contaminées).

4.3.1.1. Les métaux lourds.

En gros, les crustacés et les mollusques ont tendance à accumuler plus que les poissons, le flet excepté [7] ; si celui-ci révèle une propension plus marquée à l'accumulation de métaux lourds, il faut préciser qu'il s'agit beaucoup moins du tissu musculaire que du foie (cet organe ayant la propriété de pouvoir accumuler beaucoup d'agents contaminants, notamment le mercure, le cadmium et le plomb [17]).

En ce qui concerne le mercure, les premiers niveaux de la chaîne alimentaire montrent une accumulation faible ou nulle, l'enrichissement étant plus important lors du passage du niveau du zooplancton et des poissons à celui des oiseaux de mer [2] ; toutefois, chez 2 espèces de poissons ichtyophages, la petite roussette (*Scyliorhinus canicula*) et le requin aiguillat (*Squalus acanthias*)⁽²¹⁾, les concentrations en mercure sont supérieures à celles des autres poissons [18].

Des études faites ces dernières années sur les 4 espèces précitées (cabillaud, flet, crevette et moule), il ne ressort pas de tendance évolutive spectaculaire ; il est clair qu'il n'y a pas d'aggravation de la contamination ; au contraire, pour le mercure et le cadmium (les 2 plus dangereux), il y aurait même diminution ; on a observé une augmentation pour le plomb (d'ailleurs difficilement explicable au vu des émissions connues), ce qui ne s'est plus vérifié dans les toutes dernières années⁽²²⁾ ; en gros, les teneurs sont faibles à moyennes pour le mercure, faibles pour le cadmium [7, 17].

La teneur en mercure des plumes de guillemots de Troil (*Uria aalge*) conservés dans des musées depuis 1845 a été étudiée sur 88 spécimens ; on observe d'abord une période de contamination croissante atteignant des

valeurs maximales de 1920 à 1970, ensuite une période de contamination dégressive [19]⁽²³⁾.

En ce qui concerne plus spécialement les moules sauvages, on constate une diminution de la concentration en métaux lourds (surtout en mercure) ces 10 dernières années [2].

Dès lors, « les teneurs en métaux lourds notées dans les organismes marins représentatifs examinés venant de la partie méridionale de la mer du Nord s'avèrent ne donner aucun motif d'inquiétude pour la santé publique ; ceci est surtout d'une grande importance pour les 2 métaux les plus toxiques, le mercure et le cadmium » [17].

4.3.1.2. Les PCB (qui représentent 75 à 90 % du total des organochlorés)⁽²⁴⁾.

On constate de nettes différences de concentration suivant les espèces : ces concentrations sont plus élevées chez le flet et la moule que chez le cabillaud et la crevette ; de façon générale, les concentrations qualifiées de moyennes à élevées jusqu'en 1987 [2] sont estimées moyennes à basses en 1990 [17]. En raison d'une bio-accumulation, les oiseaux de mer sont fortement contaminés [2].

4.3.1.3. Les hydrocarbures.

Ce sont les poissons planctonophages (comme le hareng, le maquereau et l'esprot) qui présentent les plus fortes concentrations [2].

4.3.1.4. Les substances radioactives.

Des contrôles annuels sont effectués sur des organismes capturés au large de la côte belge (crevettes, étoiles de mer, limandes, merlans et cabillauds) ; on ne constate de tendance ni à la hausse ni à la baisse ; de toute façon, les concentrations sont très basses : à titre de comparaison, 1/10 de celles dans la mer d'Irlande (centrale nucléaire de Windscale !) ; il en résulte que la contamination résultant d'une consommation quotidienne de produits marins peut être considérée comme insignifiante [5].

(23) Contrairement aux mammifères marins, les oiseaux sont incapables de détoxifier le mercure organique en mercure inorganique moins toxique (voir plus loin) ; mais la mue constitue pour eux un excellent moyen d'éliminer les métaux lourds et notamment le plus toxique : le mercure organique.

(24) Les organochlorés sont les polluants organiques les plus stables ; plus ils contiennent d'atomes de chlore, plus ils sont toxiques et moins ils sont biodégradables. Appartiennent à ce groupe : le DDT, le lindane, la dieldrine, les dioxynes, le chlorofluorocarbure (CFC).

(21) Couramment vendu par les poissonniers, habituellement écorché, sous le nom d'« anguille de mer ».

(22) Il semble que si l'on cesse d'utiliser le plomb dans les carburants pour véhicules, la plus importante partie de la pollution du milieu marin par le plomb sera éliminée.

4.3.2. Faune épibenthique.

Il s'agit d'invertébrés se déplaçant sur le fond de la mer et que l'on peut prélever par chalutage ; ont ainsi fait l'objet d'études : l'étoile de mer (*Asterias rubens*), le Bernard-l'ermite (*Eupagurus bernhardus*), le crabe nageur (*Macropipus holsatus*), l'ophiure (*Ophiura albida*) et le buccin (*Buccinum undatum*) ; aucune tendance significative dans le temps ne peut être dégagée ; on observe seulement des différences régionales [2] :

- les zones d'extraction de sable et de gravier sont plus pauvres
- notre littoral est plus pauvre que la haute mer
- la côte orientale est plus pauvre que la côte occidentale (la preuve est la plus grande diversité des organismes observés dans les laisses de mer sur la plage de la côte ouest, surtout après les tempêtes).

4.3.3. Maladies des poissons.

Certains chercheurs pensent que la pollution est responsable des lésions observées : ulcérations épidermiques, tumeurs internes, pourriture des nageoires, infections, malformations squelettiques ; d'autres sont plus réservés. Ce phénomène est difficilement contrôlable, en raison du manque de statistiques fiables sur la situation dans le passé. Car ces maladies ne sont pas nouvelles : les premières publications à ce sujet remontent à 1884 [22] ! ; vers les années 1920, des anomalies de ce genre furent attribuées au déversement en mer du Nord de mines et d'obus non utilisés durant la première guerre mondiale [1]...

Dans l'attente de recherches supplémentaires, 4 hypothèses ont été avancées :

1) la pollution : certains pensent que la mer du Nord était déjà très polluée il y a un siècle. Mais il est fort tentant de mettre les malformations squelettiques sur le compte de l'effet tératogène et mutagène des polluants ; de toute façon, il est avéré que les malformations larvaires sont toujours constatées dans les zones où l'on rejette de fortes quantités de polluants (comme par exemple la côte néerlandaise, et tout spécialement les îles de la Frise [1]) ;

2) un phénomène naturel : le « stress de reproduction » en période de frai...

3) la surpêche : les poissons qui parviennent à s'échapper des filets sont le plus souvent blessés et de ce fait plus exposés aux polluants ;

4) la contamination bactérienne ou virale : c'est ainsi que les infections chez les anguilles provenant d'une zone très polluée comme l'Escaut occidental sont de l'ordre de 80 % contre 4 % seulement dans la zone de référence (Escaut oriental) ; par contre, il ne semblait y avoir aucune relation directe entre les concentrations en polluants et les lésions cutanées [2]. Actuellement, en ce qui concerne la côte belge, aucune tendance n'a pu être dégagée.

4.3.4. Oiseaux et mammifères marins.

En raison de leur situation au sommet de la pyramide alimentaire et de la bio-accumulation des toxiques le long de la chaîne trophique, les oiseaux et

les mammifères sont particulièrement exposés aux perturbations de leur environnement.

Pour les oiseaux, selon l'*International Beached Bird Survey* qui recueille l'ensemble des données disponibles, le nombre d'oiseaux morts en mer du Nord augmente de façon significative ; dans l'Atlantique nord et la mer du Nord, de 150.000 à 450.000 oiseaux meurent chaque année par suite de la pollution due aux hydrocarbures [23]. Il n'y a pas si longtemps, le marsouin (*Phocoena phocoena*) était commun devant notre côte et les vieux pêcheurs se souviennent encore de ces animaux escortant leurs bateaux...

Dans le but de connaître les causes de mortalité des oiseaux et des mammifères en mer du Nord fut mis sur pied fin 1989 le programme NORSAP (*North Sea Animal Program*).

4.3.4.1. Oiseaux :

Dans une première étude (de février 1990 à janvier 1991) [24], on a procédé à l'autopsie de 404 dépouilles d'oiseaux marins trouvées sur la plage ou provenant des asiles du Zwin, de Blankenberge, d'Ostende et de Nieuport ; dans une seconde étude (de février 1991 à mai 1992) [25], 386 oiseaux furent soumis aux mêmes analyses, soit un total de 790 spécimens.

Parmi les espèces identifiées, c'est le guillemot de Troil (*Uria aalge*) qui paie le plus lourd tribut de la pollution par les hydrocarbures, puisqu'il est retrouvé 257 fois dans la 1^{re} série, 231 fois dans la 2^e, soit un total de 488 fois sur 790 (61,7 %) ; cet oiseau vivant en permanence en haute mer, à la surface ou en plongée, car peu doué pour le vol, est très exposé à la pollution par les hydrocarbures ; viennent ensuite : le petit pingouin (*Alca torda*), la mouette rieuse (*Larus ridibundus*), le grèbe huppé (*Podiceps cristatus*), espèce d'eau douce venant sur nos côtes quand les eaux intérieures sont gelées, et la macreuse noire (*Melanitta nigra*).

De ces spécimens, 64 % de la 1^{re} série et 67 % de la 2^e avaient de grandes quantités d'hydrocarbures dans le tube digestif, ce qui témoigne d'une contamination du vivant de l'animal ; car dans le cas d'une simple atteinte du plumage (1^{re} série : 20 % ; 2^e série : 15 %), le cadavre a pu se souiller en dérivant vers les plages. Cumulés, ces chiffres donnent des pourcentages de 84 % et de 82 % d'oiseaux mazoutés.

Le mazoutage externe entraîne une perte du rôle isolant du plumage, d'où une grande sensibilité au froid et une augmentation des besoins énergétiques⁽²⁵⁾ impossible à satisfaire chez ces oiseaux mazoutés qui :

- volent et plongent plus difficilement ;
- suite aux tentatives de nettoyage des plumes, souffrent de graves lésions

(25) Les oiseaux, comme les mammifères, sont des animaux homéothermes ; le maintien d'une température interne constante entraîne une consommation d'énergie considérable, car les échanges thermiques dans l'eau sont 25 fois plus importants que dans l'air.

digestives, hépatiques et rénales (la fraction d'hydrocarbures résorbée par l'intestin et passant dans le sang exerce des effets toxiques sur le foie et les reins) : les lésions le plus fréquemment observées à l'autopsie sont une gastro-entérite aiguë, avec œdème et congestion généralisée du foie et des reins ;

- peuvent également souffrir de lésions respiratoires suite à l'inhalation de gaz libérés par les résidus d'hydrocarbures, sous forme de congestion pulmonaire généralisée non inflammatoire (26).

C'est donc de froid et de faim que meurent ces oiseaux ; les rigueurs atmosphériques de l'hiver augmentent les besoins énergétiques, ce qui explique les échouages essentiellement constatés de novembre à mars.

Plus de la moitié de ces oiseaux étaient cachectiques (1^{re} série : 55 % ; 2^e série : 66 %) ; une corrélation fut nettement constatée par les chercheurs entre le mazoutage et la cachexie ; à noter que cet état peut également résulter d'une diminution des ressources alimentaires en mer du Nord et de maladies chroniques (virales, bactériennes ou parasitaires). Si les parasitoses furent rarement observées (contrairement au cas des mammifères) et si les infections jouent un rôle extrêmement mineur dans la pathologie des oiseaux autopsiés, il faut toutefois signaler que 19 cas d'infection ont été recensés (17 cas à salmonelles et 2 de tuberculose), potentiellement pathogènes pour l'homme ; il en résulte concrètement que des mesures sanitaires doivent être prises dans les asiles d'oiseaux, afin d'éviter la contagion et la propagation à l'homme ou à d'autres oiseaux.

4.3.4.2. Mammifères :

2 marsouins furent trouvés sur la plage (à Zeebrugge et à Middelkerke) ; vu cet échantillonnage restreint, il serait abusif d'émettre des conclusions générales ; toutefois, il faut mentionner 2 points :

- les lésions observées (déplétion du tissu lymphoïde, hyperplasie du cortex surrénalien, multiparasitisme important) suggèrent une exposition chronique à des toxiques comme les organochlorés [26] ; tout comme nous l'avons vu précédemment chez les oiseaux, ces toxiques s'accumulent au fil du temps chez les mammifères marins : ce sont les mâles âgés qui en possèdent le plus, puisque les femelles éliminent leurs PCB (liposolubles) par leur lait maternel (très riche en lipides) : mais elles contaminent leurs jeunes...[1] ;
- le foie et le tissu graisseux de ces animaux montraient des taux très élevés de zinc et de mercure ; à noter que les mammifères marins sont capables de détoxifier très lentement le méthylmercure organique (toxique) en le minéralisant en mercure inorganique stocké dans le foie, de sorte que si les animaux les plus âgés peuvent montrer de fortes contaminations en mercure

(26) Ces lésions, observées chez 8 % seulement des oiseaux mazoutés, ne corroborent pas les affirmations fréquemment colportées dans les milieux ornithologiques, suivant lesquelles les oiseaux mazoutés mourraient de « pneumonie ».

total, la proportion de méthylmercure organique dangereux peut être relativement basse [27].

De manière générale, les mammifères marins sont gravement affectés par les polluants stables (métaux lourds – surtout le mercure – et les organochlorés) dont on connaît l'action délétère sur la fertilité, en plus de leurs propriétés tératogénétiques et carcinogénétiques.

La disparition du phoque veau-marin et du marsouin de nos eaux côtières résulte de la pollution, mais aussi de l'accroissement du trafic maritime et de la réduction des ressources alimentaires suite à la surpêche.

5. Conclusions

Au terme de cet article, tentons un bref bilan :

- la pollution à partir des plates-formes pétrolières et gazières ne concerne pas directement nos eaux territoriales, pas plus que celle résultant des centrales nucléaires (ce qui ne veut évidemment pas dire que nous ne puissions pas en subir un jour les dommages à distance !)
- les pollutions par incinérations et rejets industriels en mer ont été supprimées récemment ;
- les problèmes qui restent à résoudre pour notre pays sont les suivants :
 - 1) les réseaux d'épuration des eaux usées (ménagères et agricoles) doivent être améliorés (surtout sur le littoral ouest) ; une épuration plus poussée, en éliminant les résidus azotés et phosphorés, contribuera à freiner les processus d'eutrophisation ;
 - 2) un énorme effort doit être fourni par les industries polluantes (prévention des pollutions fluviales et atmosphériques) ;
 - 3) une réglementation plus stricte des dragages de sable en mer s'impose ;
 - 4) il faut intensifier la surveillance de la pollution à partir des navires.

Références bibliographiques.

1. La mer du Nord, jardin fragile à mieux gérer. WWF août 1991.
2. Évaluation de l'état de la mer du Nord. Ministère de la Santé Publique et de l'Environnement. Unité de Gestion du Modèle Mathématique de la mer du Nord. Novembre 1987.
3. Ministerie van Volksgezondheid en het Gezin, Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie. Meetnet van de kwaliteit van de Belgische oppervlaktewateren (jaargangen 1980-1986).
4. BAYENS, W., WARTEL, S., DEHAIRS, F., DECADT, G., BOGAERT, M., GILLAIN, G. & DEDEURWAERDER, H. (1982). Distribution, transport and fate of Bi, Cd, Cu, Hg, Pb, Sb and Zn in the Belgian coastal marine environment. Part IV. The river Scheldt as a transport route for heavy metals in the sea, in A. Dis-

- tèche and I. Elsekens (Ed.) Programmatie van het Wetenschapsbeleid, Brussel (Belgium).
5. Ministerie van Volksgezondheid en Leefmilieu. Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie. Radiologisch toezicht van de nucleaire instellingen (jaargang 1979-1986).
 6. Rapport intérimaire 1990 sur l'état qualitatif de la mer du Nord. North Sea conference The Hague March 1990.
 7. État de la mer du Nord belge. extrait de « L'environnement en Belgique : présent et avenir ; état de l'environnement 1990 ». Ministère de la Santé Publique et de l'Environnement. 1990.
 8. SCORY S. — L'espace maritime belge. Journal des ingénieurs. Novembre-décembre 1992 (n° 54).
 9. Notre mer du Nord en chiffres. Ministère de la Santé Publique et de l'Environnement, et Unité de Gestion de la mer du Nord (1987).
 10. BELLAN, G. & PÉRÈS, J.M. (1979) La pollution des mers. Presses Universitaires de France. 126 pp.
 11. MILNE, R. — New scientist. 19/11/1987.
 12. Statistiques de la navigation maritime. 1990. Secrétariat générale de l'Union économique Benelux.
 13. Quality Status of the North Sea (Septembre 1987) — Report by the Scientific and Technical Working Group prepared for the 1987 International Conference on the Protection of the North Sea. London. 24-25 November 1987.
 14. Thirteenth meeting of the Oslo Commission (8-10 June 1987). Draft report on the incineration permits issued and all incineration operations carried out at sea in 1985-Oscom 13/8/4.
 15. La qualité des eaux de baignade à la côte belge en 1991. Ministère de la Santé Publique et de l'Environnement. Institut d'Hygiène et d'Epidémiologie. Unité de Gestion du Modèle Mathématique de la mer du Nord. Novembre 1991.
 16. Nutrient discharges from urban areas in the coastal zone of Belgium. Seventh meeting of the working group on nutrients. Hamburg. November 1992.
 17. VYNCKE, W., DE CLERCQ, R., GUNS, H. & VAN HOEYWEGHEN, P. -Évolution des teneurs en métaux lourds et en PCB dans le cabillaud, le flet, la crevette et la moule des eaux côtières belges. Agricontact. Ministère de l'Agriculture. n° 218 ; juin 1990.
 18. GUNS, M., VYNCKE, W., DE CLERCK, R. & MOERMANS, R. — Landbouwtijdschrift n° 2, Jg.38, maart-april 1985.
 19. BOUQUEGNEAU, J.M., JOIRIS, C., DELBEKE, K. (1985) — Marine ecotoxicology : field and laboratory approaches, in Progress in Belgian Oceanographic Research, R. Van Grieken and R. Wollast (Ed.).
 20. BULTYNCK, I. (1990) — Waterzuivering aan de kust. Water, n° 51, P. 122-132.
 21. LANCELOT, C., BILLEN, G. & BARTH, H. (1991) — The dynamics of Phaeocystis blooms in nutrient enriched coastal zones. Water pollution Research Report 23, 106 P.
 22. MC INTOSH, W.C. (1884) — Multiple tumours in plaice and common flounder. Rep. Fish. Bd. Scotl.3 : 66-67.
 23. CAMPHYSEN, C.J. (1989) — Beached bird survey in the Netherlands, 1915-1988 seabirds mortality in the southern North Sea since the early day of oil pollution. Techn. rapport Vogelbescherming, Werkgroep Noordzee, Amsterdam.
 24. BORRENS, M. & COIGNOUL, F. (1991) — Pathological, toxicological and microbiological monitoring of dead marine mammals and birds found along the Belgian coast ; projet Norsap 89/90 ; contrat B 6618/89/01.
 25. COIGNOUL, F. & JAUNIAUX, T. — Détermination des causes de mortalité des oiseaux et des mammifères marins échoués le long des côtes belges. Service d'Anatomie Pathologique de la Faculté de Médecine Vétérinaire de l'Université de Liège. Juillet 1992.
 26. BERGMAN, A. & OLSSON, M. (1985) — Pathology of Baltic grey seal and ringed seal females with special reference to adrenocortical hyperplasia : Is environmental pollution the cause of a widely distributed disease syndrome ? Finnish Game Res. 44 : 47-62.
 27. JOIRIS, C., BOUQUEGNEAU, J.M., BOSSICART, M. & HOLSBECK, L. (1991). Mercury contamination of the harbour porpoise Phocoena phocoena and other cetaceans from the North sea and the Kattegat. Water, air and soil pollution, 56 : 283-293.
 28. SCHMIDT-VAN DORP, A. Communiqué de presse du WWF de Belgique, 29 avril 1993.
 29. DARTEVELLE, Z., PINON, J., ROUSSEAU R. & DESCHIACHT W. (1974). Diffusion et migration de l'eau polluée le long des plages belges. Bull. Inst. r. Sci. nat. Belgique, Biologie, 50/8 : 1-18.

Remerciements.

Je tiens à exprimer toute ma gratitude aux personnes suivantes, pour leur aide précieuse dans la rédaction de ce texte :

- M. J.M. BOUQUEGNEAU, mon professeur d'Océanologie à l'Université de Liège ;
- M. le professeur COIGNOUL et son adjoint le dr JAUNIAUX, de la Faculté de Médecine vétérinaire de l'Université de Liège ;
- M. T.G. JACQUES, de l'Unité de Gestion Mathématique de la Mer du Nord et de l'Estuaire de l'Escaut ;
- M. D. MAERTENS, collaborateur scientifique du W.W.F. ;
- M. W. VYNCKE, de la Station de Pêche maritime d'Ostende.

Corrigenda

- p. 48, 1^{re} ligne : remplacer « BOURNÉRIA » par « BOURNÉRIAS ».
 p. 48, 8^e ligne : remplacer « à l'usage du beau monde » par « à l'usage des gens du monde ».
 p. 60, 15^e ligne : remplacer « *ornithorrynque* » par « *ornithorhynque* » (LITTRÉ), « *ornithorynque* » (LAROUSSE, QUILLET, ROBERT) ou « *ornithorhynque* » (ROBERT).

Table des matières du volume 74 : 1993

Corrigenda	(4) 204
COULON Françoise. Section Orchidées d'Europe. Bilan des activités 1991-1992	(3) 77
DELFORGE Pierre. Remarques sur les Orchidées précoces de l'île de Malte	(3) 93
DELFORGE Pierre. Nouvelles observations sur <i>Ophrys herae</i> (Orchidaceae)	(3) 107
DELFORGE Pierre. Les Orchidées de l'île de Zante (Nomos Zakynthos, Nissia Ioniou, Grèce). Observations et cartographie	(3) 113
DESSART Paul. Histoire des Termitoxéniidés ou les errements de la Science	(2) 61
DUVIGNEAUD Jacques & SAINTENOY-SIMON Jacqueline. Le thier Pitard à Comblain-au-Pont (vallée de l'Ourthe, Province de Liège)	(2) 33
GERRINCK D. & CORNÉLIS J. Inventaire des arbres de la voirie de l'agglomération bruxelloise : 18. Uccle	(2) 49
LAMOTTE Guy. Observation du morquet commun en mer Ligurienne	(1) 1
LAMOTTE Guy. Protection de la Nature : une adoption originale	(1) 32
LAMOTTE Guy. Quelques aspects de la pollution sur la Côte belge	(4) 173
Livres lus	
[BOURNÉRIAS M., POMEROL C. & TURQUIER Y.] (livre lu par C. VANDEN BERGHEN) Guide naturaliste des côtes de France. La Manche (1992) ; La Méditerranée (1992)	(1) 32
[BOURNÉRIAS M. & BOOK C.] (livre lu par C. VANDEN BERGHEN) Le génie végétal (1992)	(2) 48
[GOULD E. & MC KAY G.] (livre lu par G. COBUT) Les mammifères (1992)	(2) 60
MOUREAU Z. <i>et alii</i> . Les invertébrés de l'étang de Virelles	(1) 21
QUINTART Alain. André Buzin. Peintre de la vie sauvage et dessinateur de timbres-poste	(2) 76
PARENT Georges Henri. Les Orchidées du terrain militaire de Stockem-Lagland	(3) 86
Table des matières du volume 74, 1993	(4) 204



FÉDÉRATION DES SOCIÉTÉS BELGES
DES SCIENCES DE LA NATURE
Sociétés fédérées (*)

JEUNES & NATURE
association sans but lucratif

Important mouvement à Bruxelles et en Wallonie animé par des jeunes et s'intéressant à l'étude et à la protection de la nature de nos régions, JEUNES & NATURE organise de nombreuses activités de sensibilisation, d'initiation, d'étude et de formation.

Les membres de JEUNES & NATURE sont regroupés, dans la mesure du possible, en Sections locales et en Groupes Nature, respectivement au niveau des communes ou groupes de communes et au niveau des établissements d'enseignement. Chaque Section a son propre programme des activités. Il existe également un Groupe de travail «Gestion de réserves naturelles» qui s'occupe plus spécialement d'aider les différents comités de gestion des réserves naturelles.

JEUNES & NATURE asbl est en outre à la base de la Campagne Nationale pour la Protection des Petits Carnivores Sauvages et a également mis sur pied un service de prêt de malles contenant du matériel d'étude de la biologie de terrain.

Ce mouvement publie le journal mensuel LE NIERSON ainsi que divers documents didactiques.

JEUNES asbl
Boîte Postale 1113 à B-1300 Wavre.



CERCLES DES NATURALISTES
ET JEUNES NATURALISTES DE BELGIQUE
association sans but lucratif

L'association LES CERCLES DES NATURALISTES ET JEUNES NATURALISTES DE BELGIQUE, créée en 1956, regroupe des jeunes et des adultes intéressés par l'étude de la nature, sa conservation et la protection de l'environnement.

Les Cercles organisent, dans toutes les régions de la partie francophone du Pays (24 sections), de nombreuses activités très diversifiées: conférences, cycles de cours — notamment formation de guides-nature —, excursions d'initiation à l'écologie et à la découverte de la nature, voyage d'étude, ... L'association est reconnue comme organisation d'éducation permanente.

Les Cercles publient un bulletin trimestriel *L'Érable* qui donne le compte rendu et le programme des activités des sections ainsi que des articles dans le domaine de l'histoire naturelle, de l'écologie et de la conservation de la nature. En collaboration avec l'ENTENTE NATIONALE POUR LA PROTECTION DE LA NATURE asbl, l'association intervient régulièrement en faveur de la défense de la nature et publie des brochures de vulgarisation scientifique (liste disponible sur simple demande au secrétariat).

Les Cercles disposent d'un Centre d'Étude de la Nature à Vierves-sur-Viroin (Centre Marie-Victorin) qui accueille des groupes scolaires, des naturalistes, des chercheurs... et préside aux destinées du Parc Naturel Viroin-Hermeton dont ils sont les promoteurs avec la Faculté Agronomique de l'État à Gembloux.

De plus, l'association gère plusieurs réserves naturelles en Wallonie et, en collaboration avec ARDENNE ET GAUME asbl, s'occupe de la gestion des réserves naturelles du sud de l'Entre-Sambre-et-Meuse.

CERCLES DES NATURALISTES ET JEUNES NATURALISTES DE BELGIQUE asbl
Rue de la Paix 83 à B-6168 Chapelle-lez-Herlaimont.
Tél. : (064) 45 80 30.