

**ALTERATION DE L'OVOGENESE  
DES PLIES *PLEURONECTES PLATESSA* L.  
CAPTUREES DANS LES ABERS WRAC'H ET BENOIT,  
DEPUIS LA POLLUTION DE L'« AMOCO-CADIZ ».**

**Laurence MIOSSEC \***

*Laboratoire de Biologie animale*

*Université de Bretagne Occidentale 6, avenue Le Gorgeu, 29283 Brest Cedex.*

OÖGENESIS PERTURBATIONS OF PLAICE (*Pleuronectes platessa* L.) CAUGHT IN ABERS WRAC'H AND BENOIT AFTER « AMOCO-CADIZ » OIL SPILL.

***Abstract***

From November 1978 to January 1982, we have studied the effects of « Amoco-Cadiz » oil spill on plaice (*Pleuronectes platessa*) reproduction, main species of flat fish the aber Wrac'h and aber Benoît. We have observed on females serious alterations of that fonction. Following the gonado-somatic ratio has allowed us to detect some anomalies in reproductive process. Study of ovaries histology has showed large cytologic modifications. In the discussion, we try to explain the causes. Sömes hypothesis have been retained : oil action in situ, use of lipidic reserves for another aim than reproduction, hormonal perturbations.

***Résumé***

De novembre 1978 à janvier 1982, nous avons étudié les effets de la marée noire issue de l'« Amoco-Cadiz », sur la reproduction de la plie, *Pleuronectes platessa*, espèce dominante de poissons plats dans l'aber Wrac'h et l'aber Benoît. Nous avons observé de graves altérations de cette fonction chez les femelles. Le suivi du rapport gonado-somatique a permis de détecter des anomalies dans le cycle reproducteur. L'étude histologique des ovaires a mis en évidence d'importantes modifications cytologiques. Dans la discussion nous tentons d'en expliquer les causes. Plusieurs hypothèses sont retenues : action *in situ* du pétrole, mobilisation des réserves lipidiques à d'autres fins que la reproduction, perturbations trophiques et hormonales.

---

\* adresse actuelle : *Laboratoire Effets Biologiques des Nuisances,  
I.S.T.P.M., B.P. 1049, 44037 Nantes Cedex France.*

Ce travail a été réalisé avec l'aide financière du Centre National pour l'Exploitation des Océans.

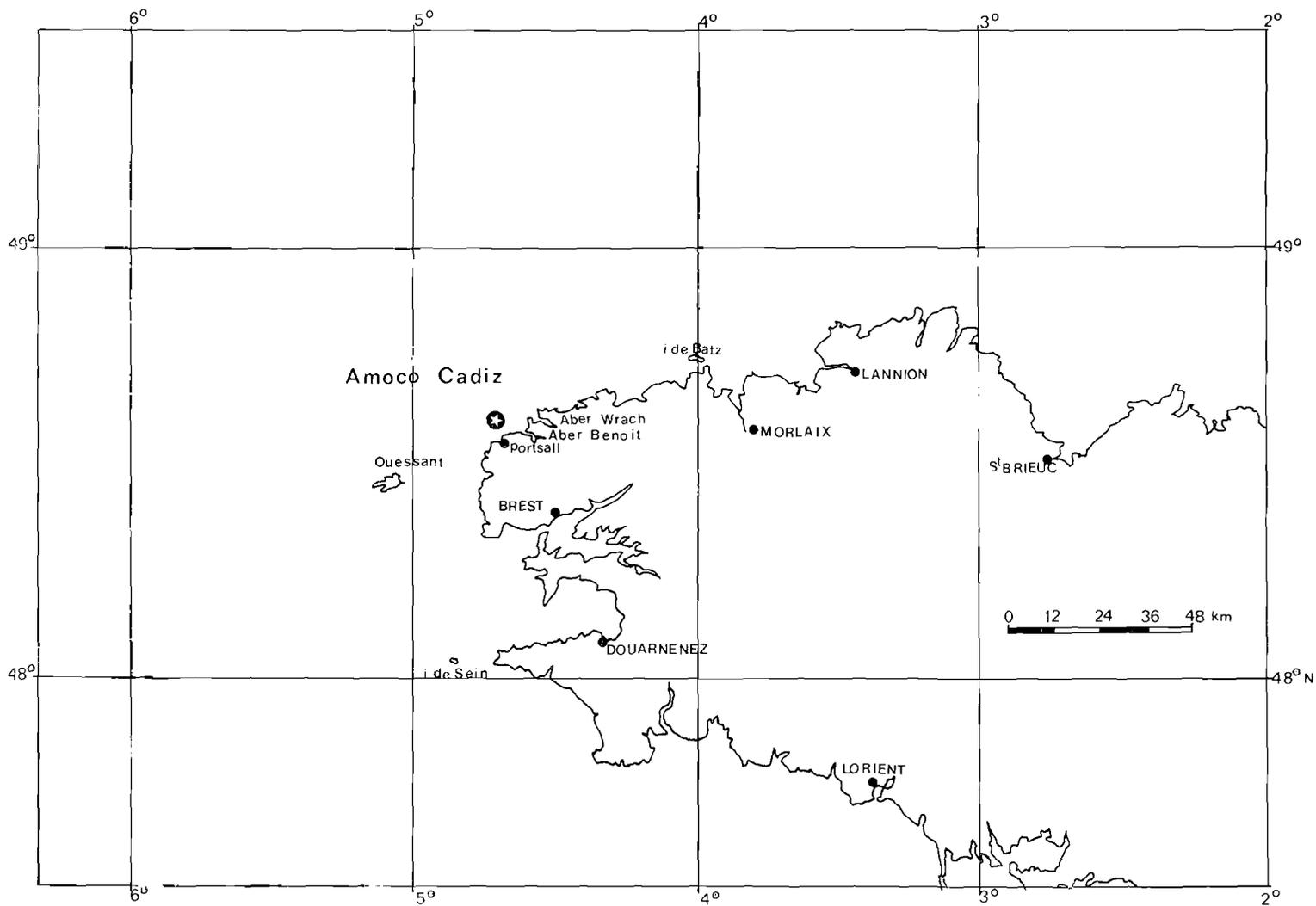


FIG. 1. -- Carte générale de la Bretagne (France) avec le point d'échouage de l'"Amoco-Cadiz" et les zones d'études.

FIG. 1. — Brittany (France): location of "Amoco-Cadiz" wreck site and studies areas.

## Introduction.

Dans la nuit du 16 au 17 mars 1978, le pétrolier libérien « Amoco-Cadiz » s'échouait au large de Portsall sur la côte nord-Finistère, libérant les 223 000 tonnes de pétrole brut de sa cargaison. Près de 350 km de côtes ont été touchées par la pollution. L'aber Benoît et l'aber Wrac'h, petits estuaires proches du lieu de l'échouement, ont été profondément contaminés par le pétrole libéré (fig. 1). Ces deux sites étant considérés comme zones naturelles de reproduction pour les poissons plats, nous avons cherché à évaluer l'impact de cette pollution sur le cycle sexuel des femelles de plies (*Pleuronectes platessa*) espèce dominante de Pleuronectiformes dans les abers.

Le calcul mensuel du rapport gonado-somatique nous a permis de suivre l'évolution du cycle reproducteur des femelles. De plus, une étude histologique des ovaires a été entreprise afin de mettre en évidence d'éventuelles anomalies et nécroses dans l'organisation de ce tissu.

## Matériel et méthodes.

Cette étude a été menée de novembre 1978 à janvier 1982. Dans un premier temps, de novembre 1978 à avril 1980, des prélèvements mensuels ont été effectués dans chaque aber par chalutage. Par la suite, un deuxième programme d'échantillonnage a été mis en place, axé essentiellement sur la période de ponte : de novembre 1980 à mars 1981 et d'octobre 1981 à janvier 1982 (les chalutages étaient mensuels). Pendant la période de repos sexuel nous n'avons échantillonné que tous les 2 mois en 1980, par contre en 1981 aucun prélèvement n'a été fait.

Les poissons rapportés au laboratoire, sont mesurés et pesés avant et après éviscération. Les ovaires sont prélevés et pesés à 0,01 g près.

Le rapport gonado-somatique ou RGS est calculé comme suit :

$$\text{RGS} = \frac{P_g}{P_{ev}} \times 100$$

où :  $P_g$  est le poids des ovaires en gramme

et  $P_{ev}$  le poids en gramme du poisson éviscéré (sans les gonades, le foie et une partie du tractus digestif).

Pour l'étude histologique 227 ovaires ont été traités et observés (98 dans l'aber Benoît, 129 dans l'aber Wrac'h). En vue de cette étude, des fragments d'ovaires, prélevés dans la partie médiane de l'organe, sont fixés dans du liquide de Bouin-Duboscq. La fixation est facilitée par un séjour de 24 heures dans une étuve à vide. Après déshydratation et inclusion dans la paraffine, les blocs sont coupés à 5  $\mu\text{m}$  d'épaisseur. Les coupes obtenues sont colorées au trichrome de Masson.

## Résultats.

La plie, *Pleuronectes platessa*, est un poisson des mers tempérées. Elle ne se reproduit qu'une seule fois dans l'année pendant l'hiver. Dans nos régions les premiers individus commencent à pondre en novembre ; mais la période de reproduction maximale se situe de la mi-décembre à la mi-février, des pontes tardives pouvant être observées jusqu'à la mi-mars (LAHAYE, 1972, DENIEL, 1981).

### Variation du RGS (tabl. 1, fig. 2 et 3).

Nous donnons, dans le tableau 2, pour chaque mois et pour chaque aber, l'intervalle de taille des poissons dont le poids des ovaires a été utilisé pour le calcul du RGS moyen.

LAHAYE (1972) a étudié le cycle sexuel des plies de la région de Portsall avant la pollution. De ces travaux nous avons extrait les données recueillies dans l'aber Benoît en 1967 pour le calcul du RGS. Le nombre de poissons traités est faible mais il s'agit des seules références disponibles avant pollution pétrolière dans cette région. Cette étude ainsi que celle menée sur le même sujet en baie

Année	Mois	Abers	n	RGS moyen	Intervalle de confiance (5 %)
1978	nov.	B			
		W	31	2.21	0.69
	déc.	B	12	2.62	1.42
		W	11	3.9	2.14
1979	janv.	B	12	1.54	1.33
		W	10	6.16	3.27
	fév.	B	8	2.36	2.12
		W	4	0.77	0.46
	avr.	B	4	1.36	0.71
		W	5	1.52	0.83
	mai	B	8	1.29	0.60
		W	22	1.11	0.19
	juin	B	7	1.52	0.36
		W	11	0.97	0.25
	juil.	B	8	0.90	0.60
		W	11	1.07	0.26
	août	B	6	0.89	0.52
		W	1	1.47	—
	sept.	B	5	0.65	0.38
		W	12	1.72	0.41
	oct.	B	9	1.58	0.58
		W	16	3.14	1.00
	nov.	B	9	3.23	1.37
		W	18	4.48	1.60
déc.	B	6	5.80	1.6	
	W	23	8.05	0.9	

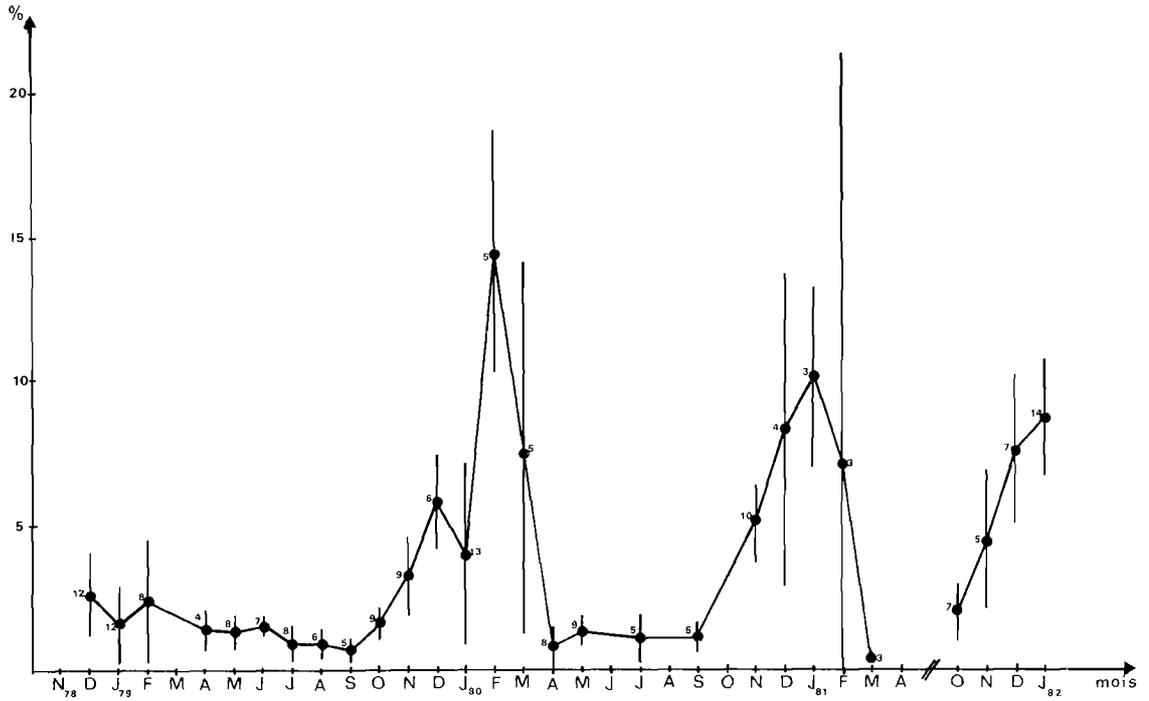
TABLE 1. — Evolution du rapport gonado-somatique moyen (RGS) dans les deux abers (B: Benoit, W: Wrac'h) de novembre 1978 à janvier 1982 (n: nombre de femelles capturées).

TABLE 1. — Evolution of mean gonado-somatic ratio (RGS) in the abers (B: Benoit, W: Wrac'h) from november 1978 to January 1982 (n: number of females).

Année	Mois	Abers	n	RGS moyen	Intervalle de confiance (5 %)	
1980	janv.	B	13	3.99	3.14	
		W	12	10.94	1.94	
	fév.	B	5	14.51	4.18	
		W	7	10.93	5.45	
	mars	B	5	7.70	6.40	
		W	3	1.72	1.72	
	avr.	B	8	0.82	0.65	
		W	6	1.17	1.14	
	mai	B	9	1.32	0.51	
		W	8	1.91	0.26	
	juil.	B	5	1.05	0.85	
		W	13	1.22	0.28	
	sept.	B	5	1.13	0.54	
		W	16	1.62	0.42	
	nov.	B	10	5.06	1.32	
		W	11	6.48	1.44	
	déc.	B	4	8.27	5.40	
		W	5	6.74	1.94	
	1981	janv.	B	3	10.11	3.11
			W	6	7.89	6.35
fév.		B	3	7.17	14.2	
		W	10	13.96	4.65	
mars		B	3	0.38	0.07	
		W	1	0.49	—	
oct.		B	7	2.0	1.01	
		W	5	4.0	1.99	
nov.		B	5	4.5	2.4	
		W	8	4.8	1.92	
déc.		B	7	7.6	2.6	
		W	8	6.5	2.0	
1982		janv.	B	14	8.7	2.03
			W	6	12.65	4.99



ABER BENOIT



ABER WRAC'H

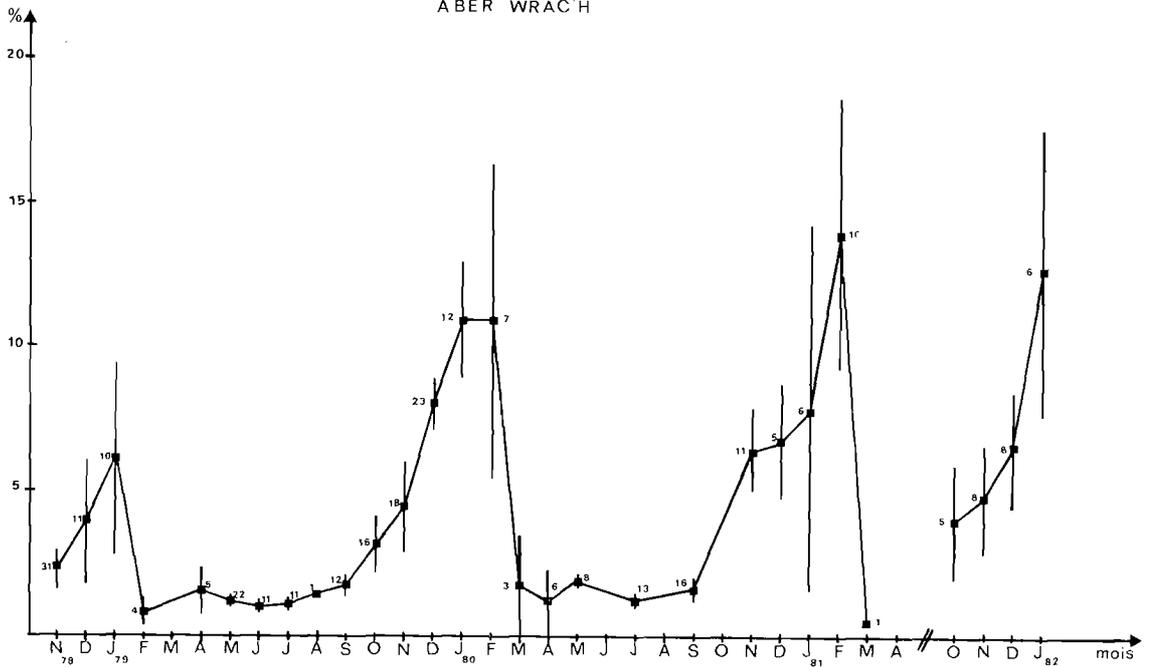


FIG. 2 et 3. — Evolution du rapport gonado-somatique moyen (RGS) entre novembre 1978 et janvier 1982 dans l'aber Benoit (en haut) et dans l'aber Wrac'h (en bas).

FIG. 2 and 3. — Evolution of mean gonado-somatic ratio (RGS) from November 1978 to January 1982 in aber Benoit and in aber Wrac'h.

de Douarnenez (DENIEL, 1981) nous servent de base de comparaison (tabl. 3). Nous avons retenu ces études parmi celles nombreuses sur le sujet, car elles étaient proches de nos travaux aussi bien dans le temps que dans l'espace (fig. 1).

Les données du RGS, dans les abers pendant l'hiver 78/79, restent très faibles puisqu'elles ne dépassent pas 2,6 % (en décembre) dans l'aber Benoît et 6,2 % (en janvier) dans l'aber Wrac'h. Ces valeurs, très basses, contrastent avec celles établies en baie de Douarnenez où le RGS atteint 26,3 % en moyenne en janvier (DENIEL, 1981), juste avant la ponte. Ce résultat est très proche de celui obtenu dans l'aber Benoît par LAHAYE en 1967 (26,2 % en février).

Mois \ RGS	Aber Benoît 1967 (J. LAHAYE, 1972)		Baie de Douarnenez (C. DENIEL, 1981)	
	n	$\bar{RGS}$	n	$\bar{RGS}$
décembre	—	—	25	18,8
janvier	12	18,1	20	26,3
février	6	26,2	13	15,2
mars			17	2,0

TABL. 3. - Rapport gonado-somatique pendant la période de ponte dans les zones de référence. (n : un nombre de femelles capturées) (RGS : moyen).

TABLE 3. — Gonado-somatic ratio during spawning period in reference areas (n : number of females) ( $\bar{RGS}$  : mean).

Au cours de l'hiver 79/80, le pourcentage maximum du rapport gonado-somatique est supérieur, dans les deux abers, à celui observé l'année précédente (14,5 % dans l'aber Benoît en février, 10,9 % dans l'aber Wrac'h en janvier-février). Il reste, néanmoins, inférieur à celui calculé pour les plies pêchées dans cette région en 1967. Par contre, cette amélioration du RGS constatée près de deux ans après l'accident de l'« Amoco-Cadiz » n'est pas confirmée au cours des saisons de ponte suivantes. En effet les résultats sont sensiblement comparables pendant l'hiver 80/81 (10 % dans l'aber Benoît en janvier, 4 % dans l'aber Wrac'h en février) puis au cours de l'hiver 81/82 (près de 9 % dans le premier, environ 13 % dans le second au mois de janvier).

Au cours de notre étude, seule une plie pêchée en février 1981 dans l'aber Wrac'h présentait un pourcentage sensiblement égal (27,6 %) à celui obtenu en 1967 dans l'aber Benoît (tabl. 3).

### Etude histologique des ovaires.

Nous avons scindé cette étude en deux parties, la période de ponte et la période de repos : la première allant d'octobre, moment où la vitellogénèse est avancée dans les conditions normales, jusqu'à l'émission des œufs en février-mars, la seconde couvrant les stades d'accroissement des ovocytes et de début de vitellogénèse, d'avril à septembre. Précisons, d'autre part, qu'il s'agit d'une étude descriptive des phénomènes observés et que nos échantillonnages ne nous permettent pas d'évaluer dans quelle proportion la population a été touchée.

### *Période de ponte.*

Au cours des deux premières périodes de ponte que nous avons suivies (hivers 78/79 et 79/80) les ovocytes étaient, dans la grande majorité des cas, de tailles hétérogènes très inférieures à la normale : alors que les ovocytes des ovaires de plies pêchées dans les zones de référence ont un diamètre maximal qui varie, pendant cette période, entre 700  $\mu\text{m}$  (octobre) et 1 000  $\mu\text{m}$  (au moment de la ponte) (LAHAYE, 1972, DENIEL, 1981), ceux des gonades d'individus capturés dans les secteurs pollués restent presque toujours inférieurs à 650  $\mu\text{m}$  (pl. I : 1, 2, 3, 4) (MOSSECC, 1981 a et b). Ils sont de plus, très dispersés dans la gonade au lieu d'être tassés les uns contre les autres (pl. II : 1). Les phénomènes d'atrésie sont anormalement importants, les vaisseaux sanguins nombreux, la paroi conjonctive est particulièrement épaisse.

L'année suivante, on constate que les ovocytes atteignent des diamètres maximaux très comparables à ceux des ovaires de poissons pêchés en baie de Douarnenez et dans l'aber Benoît en 1967, c'est-à-dire en général supérieur à 750  $\mu\text{m}$  dans les mois qui précèdent la ponte. Cependant tous les ovocytes ne sont pas au même stade de développement : les uns ont une taille normale pour l'époque, d'autres accusent un retard dans leur croissance. Mais on observe aussi des ovaires de plies dont la taille est supérieure à celle de première maturité sexuelle qui apparaissent vides en pleine période de ponte et dans lesquels les ovocytes ont des diamètres excédant rarement 260  $\mu\text{m}$  (pl. I : 4).

Début 81 il est fréquent également de voir de tels cas d'ovaires dans lesquels aucun ovocyte n'est en vitellogénèse. Les ovocytes sont en très petit nombre alors que les atrésies sont nombreuses. Par contre, à partir de l'hiver 80/81, pour d'autres individus les ovocytes semblent se développer normalement au sein des ovaires dans les mois qui précèdent la ponte et sont de tailles plus homogènes. Mais aucun signe ne nous permet d'affirmer que l'émission des œufs a réellement lieu : aucun œuf translucide n'est visible macroscopiquement dans les ovaires des poissons capturés en février 81. De plus nous n'avons pas observé de migration de noyau dans les ovocytes en vitellogénèse, aussi bien pendant la saison de ponte 80/81 que pendant celle de 81/82.

### *Période de repos.*

Les ovaires, pendant cette période, présentent également de nombreuses anomalies. Les fibres conjonctives, dont le développement était déjà important au cours de l'hiver, tendent à envahir la gonade (pl. II : 2), les vaisseaux sanguins sont également en grand nombre (pl. III : 1). Par contre, les ovocytes en tout début de vitellogénèse sont très souvent rares et dispersés (pl. III : 3). Certains accusent déjà un retard important si on les compare aux ovocytes présents dans les ovaires de plie de la baie de Douarnenez (pl. II : 3, 4).

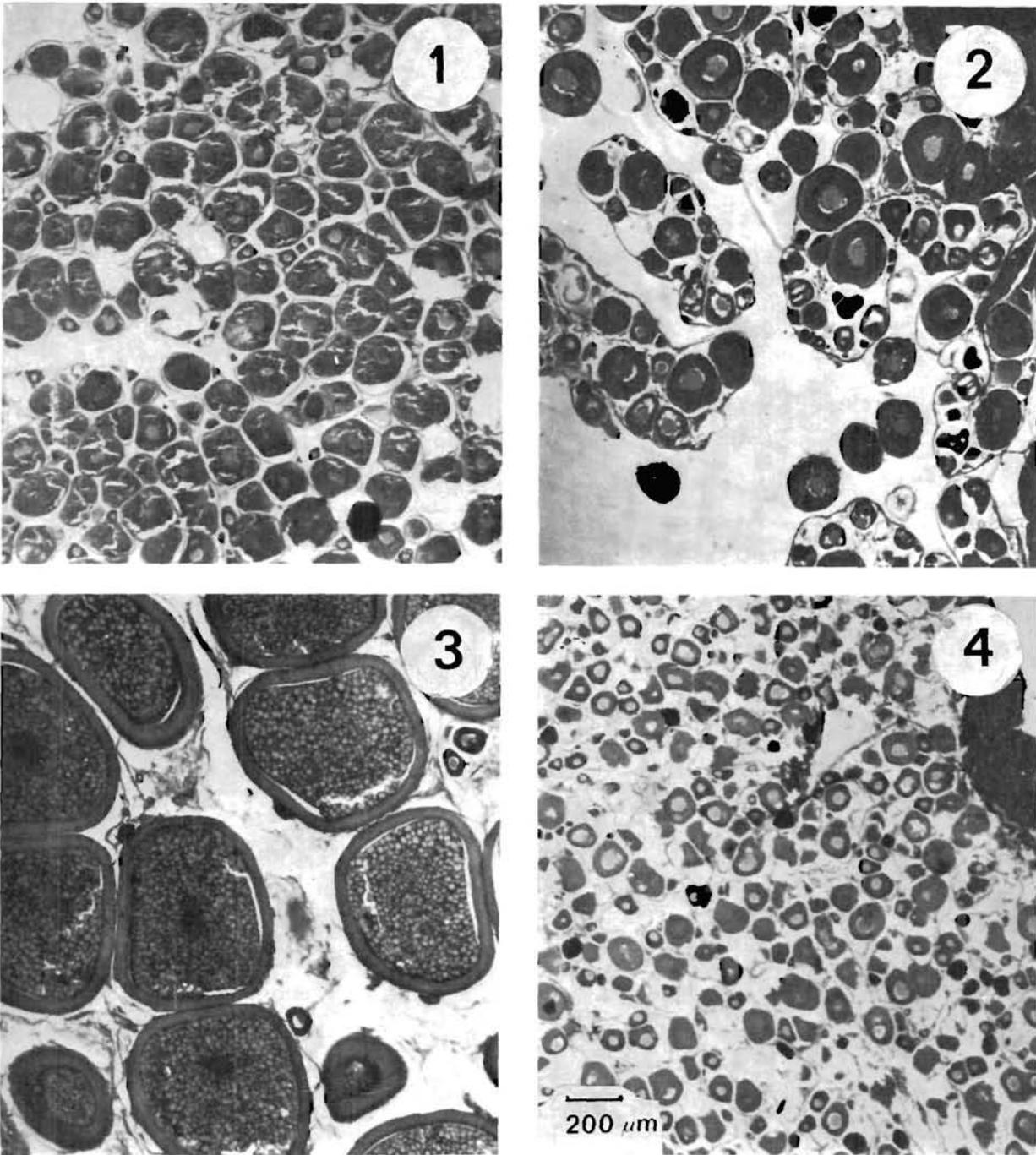
On a noté, également, dans la lumière de l'ovaire, une persistance d'ovocytes de grande taille datant de la période de maturation précédente et en cours de dégénérescence (pl. III : 2). Dans les conditions normales, le phénomène peut s'observer mais le nombre d'œufs non émis est généralement faible et leur élimination rapide. Dans les ovaires de plies capturées dans les abers pollués, le nombre de ces œufs atrésiques est grand et leur résorption se fait mal puisqu'on constate encore leur présence dans les gonades de poissons pêchés pendant les mois d'automne.

Les observations faites sur les coupes histologiques d'ovaires de jeunes plies immatures n'ont pas révélé d'anomalie et ce, quelle que soit la saison de prélèvement.

### **Discussion.**

De ces études, il résulte que le développement ovarien des plies capturées dans les abers est fortement perturbé depuis la pollution due à l'« Amoco-Cadiz ». Cette perturbation se caractérise par une faible croissance des ovocytes en période de ponte, surtout sensible au début de l'étude, et par leur nombre très restreint dans l'ovaire tout au long de l'année. La présence de ces ovocytes peu chargés en vitellus en saison de ponte explique les faibles valeurs de RGS enregistrées dans les abers par rapport à celles observées dans les zones de référence. Les cas d'ovaires non fonctionnels contribuent également à abaisser la valeur moyenne du RGS mensuel pendant la période de

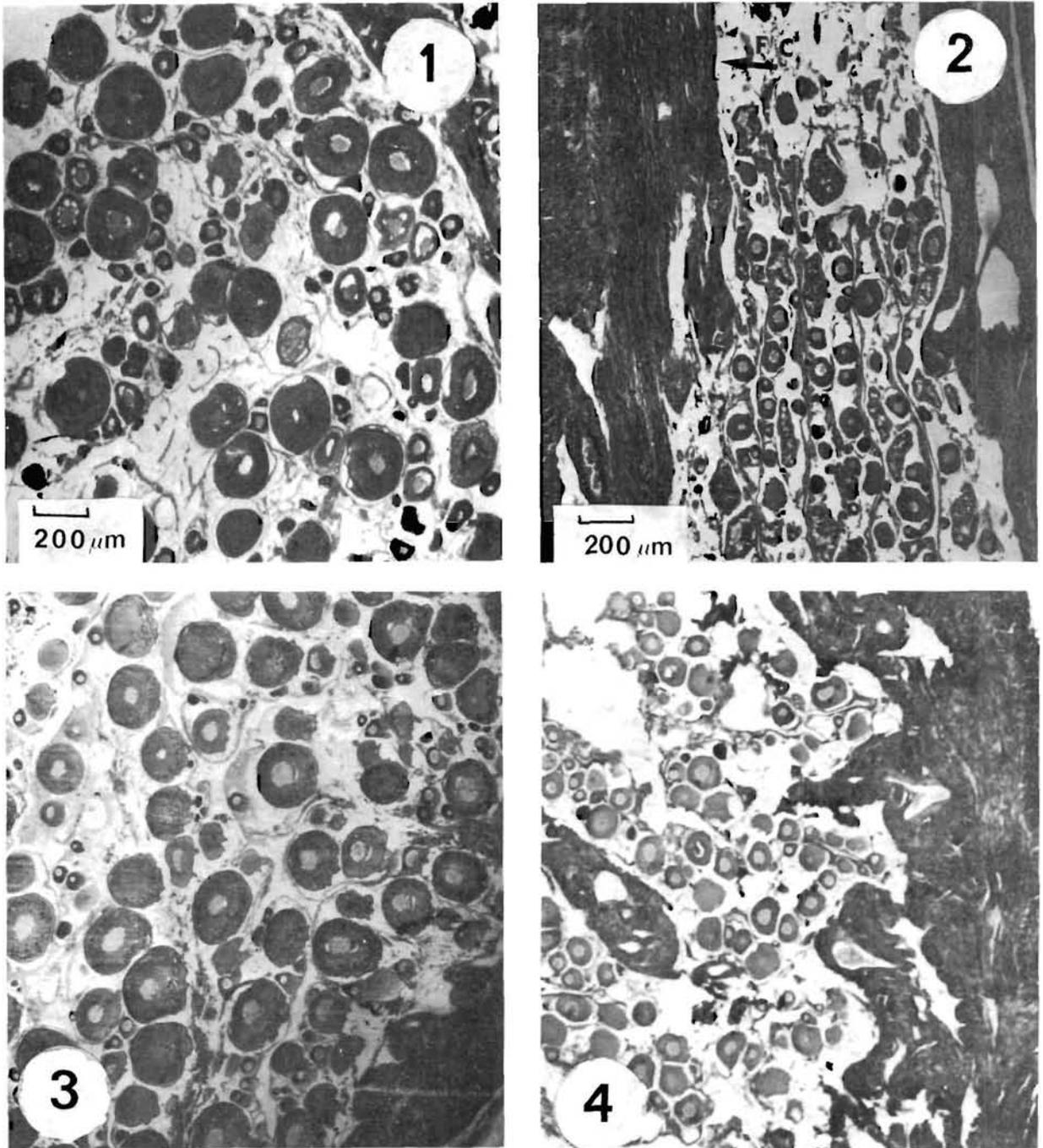
PLANCHE I



Comparaison des ovaires de plies pêchées dans les abers, avant (1 et 3) après pollution (2 et 4) ;

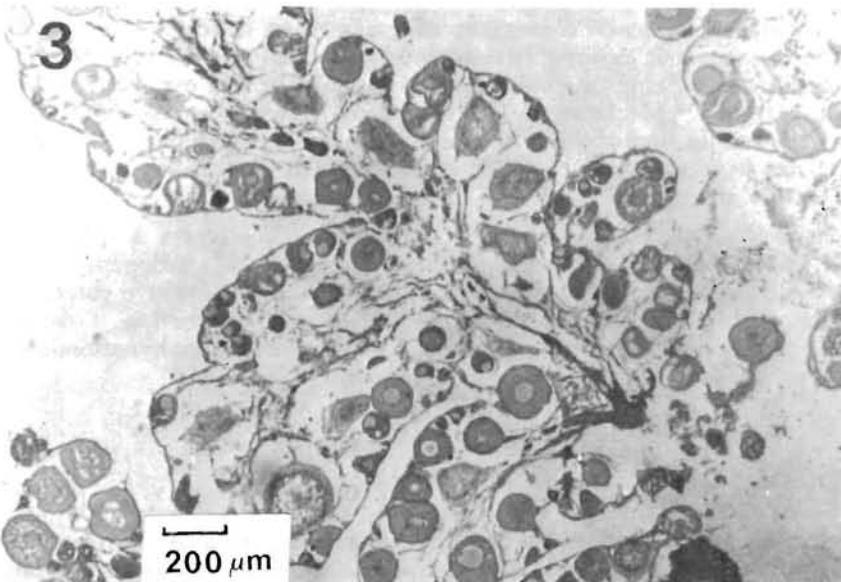
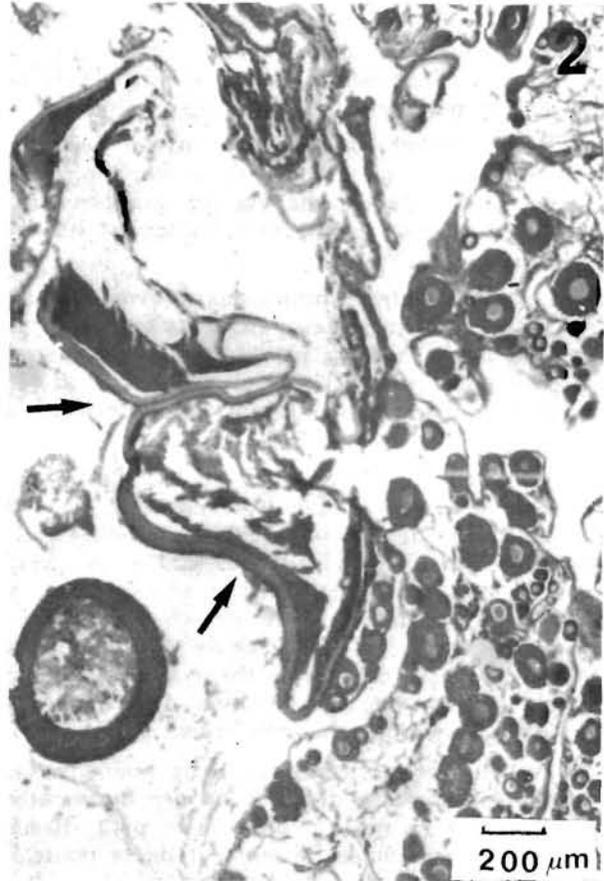
- 1 - Aber Benoit : 17 novembre 1966 ; Lt = 37,5 cm.
- 2 - Aber Wrac'h : 2 novembre 1978 ; Lt = 42 cm.
- 3 - Aber Benoit : 12 janvier 1967 ; Lt = 45,3 cm.
- 4 - Aber Benoit : 8 janvier 1980 ; Lt = 38,5 cm.

PLANCHE II



*Début de vitellogénèse, comparaison des ovaires de plies pêchées en baie de Douarnenez et dans l'aber Benoit après pollution;*

- 1: *Aber Benoit, 10 octobre 1979, Lt = 44,5 cm — ovocytes de taille hétérogène.*
- 2: *Aber Wrac'h, 26 avril 1979, Lt = 46 cm — développement des fibres conjonctives (FC).*
- 3: *Baie de Douarnenez, 21 juillet 1976, Lt = 49,5 cm.*
- 4: *Aber Benoit, 5 juillet 1979, Lt = 47 cm.*



*Début de vitellogénèse :*

- 1 : *Aber Wrac'h*, 19 juin 1979,  
Lt = 43 cm — importance  
des vaisseaux sanguins (VS).
- 2 : *Aber Wrac'h*, 26 juillet 1979,  
Lt = 49 cm — persistance  
d'œufs atrophiques (→).
- 3 : *Aber Benoît*, 6 juin 1979,  
Lt = 53 cm — dispersion  
et faible nombre d'ovocytes  
dans l'ovaire.

ponte. On note aussi que les tissus conjonctifs prolifèrent et que les vaisseaux sanguins sont quantitativement plus abondants dans la gonade. Les atrésies sont nombreuses tout au long de l'année.

Les observations de HAENSLY et NEFF (1981) sur les ovaires de plies des abers capturées depuis la marée noire sont similaires aux nôtres : peu d'ovocytes en développement pendant la période de vitellogénèse, maturation réduite en période de ponte et importance des follicules atrésiques quelle que soit la période.

Ils constatent également au niveau des branchies une hypertrophie de la surface épithéliale et des cellules de mucus ainsi qu'une dilatation des capillaires sanguins au niveau de l'estomac une dégénérescence de l'épithélium des glandes gastriques. Diverses modifications morphologiques du foie sont relevées : hépatocytes hautement basophiles, faiblement vacuolisés et riches en acide ribonucléique.

Les deux facteurs principaux pouvant contaminer un poisson dans le cas d'une pollution sont l'eau et la nourriture, deux éléments fortement pollués lors de la catastrophe de l'« Amoco-Cadiz ». En effet, le benthos n'a pas été épargné. Lorsqu'il n'a pas été le fait d'une mortalité foudroyante, il a été contaminé par le pétrole (OUDOT *et al.*, 1981). Les invertébrés benthiques étant la base de l'alimentation des poissons plats des abers (MIOSEC 1981 *b*) ils sont devenus un des facteurs de contamination de la plie.

Les branchies et l'estomac sont des voies de pénétration du pétrole dans l'organisme du poisson (LEE *et al.*, 1972). Les hydrocarbures s'accumulent, dans un premier temps, dans ces organes puis au niveau du foie où ils sont métabolisés. Une fois dégradés, ils passent dans la vésicule biliaire puis sont éliminés par les urines (LEE *et al.*, 1972). Il est clairement établi que le foie des poissons contient le système enzymatique nécessaire au processus de détoxification de substances toxiques tels que les hydrocarbures, le cytochrome P 450 (STEGEMAN, 1978). Plusieurs auteurs ont constaté des perturbations au niveau de la vacuolisation des lipides hépato-cellulaires lorsque des poissons étaient exposés à du pétrole (SABO et STEGEMAN, 1977, HAENSLY et NEFF, 1981). HAENSLY et NEFF (1981) pensent que la diminution des réserves lipidiques du foie est en relation directe avec la demande énergétique du cytochrome P 450.

Au vue de ces résultats, nous pouvons supposer que la mobilisation des réserves lipidiques nécessaire lors de la dégradation des hydrocarbures se fait au détriment de celle nécessaire à la reproduction ; ce qui expliquerait le petit diamètre des ovocytes, peu chargés en vitellus et le faible poids des gonades au moment de la ponte. Il n'est pas possible cependant, d'exclure l'hypothèse d'une réduction de l'activité trophique de la plie du fait de la raréfaction des proies benthiques bases de son alimentation. De même on ne peut pas écarter l'hypothèse d'un impact *in situ* du pétrole : LOPEZ *et al.* (1981) ont constaté l'existence d'ovocytes nécrosés et en dégénérescence dans les ovaires d'anguilles jaunes. Des dosages ont prouvé l'existence d'hydrocarbures dans les gonades. Les auteurs interprètent la présence de larges vacuoles dans le cytoplasme des ovocytes comme pouvant être une accumulation de pétrole. DI MICHELE et TAYLOR (1978) ayant constaté des altérations du cerveau de poissons exposés à du naphthalène, on peut également penser que le système nerveux des plies a subi l'attaque des hydrocarbures. Le rôle endocrinien de l'ensemble hypothalamo-hypophysaire dans la reproduction du poisson a pu être, de ce fait, modifié.

Lors d'expériences d'hypophysectomie effectuées sur des femelles de *P. platessa* à différents moments du cycle sexuel, BARR (1963) a montré que cette opération bloquait la vitellogénèse, les ovocytes en cours de maturation ne dépassant pas un diamètre de 200 à 300  $\mu\text{m}$  avant d'entrer en atrésie. Par contre l'ablation de la glande hypophysaire ne joue pas sur la production d'ovogonies et d'ovocytes primaires. C'est pourquoi les ovaires de femelles immatures hypophysectomisées ne présentent pas de différence avec les gonades d'immatures normaux.

### **Conclusion.**

Cette étude de la reproduction de *Pleuronectes platessa* laisse apparaître de graves altérations du fonctionnement de l'ovaire, depuis la pollution de l'« Amoco-Cadiz ». Nos observations nous ont conduits à émettre diverses hypothèses afin de cerner les causes de ces anomalies :

- mobilisation des réserves lipidiques pour combattre le stress occasionné par les hydrocarbures, au détriment de la vitellogénèse,
- impact *in situ* du pétrole,
- perturbations trophiques et hormonales.

Ces diverses hypothèses ne s'excluent pas l'une l'autre. On ne peut négliger d'éventuels phénomènes de synergie.

Ces résultats laissent présager de graves conséquences sur le recrutement, déjà fortement perturbé en 1978 dans toutes les zones touchées par la pollution (DESAUNAY 1981, MIOSSEC 1981). Les données des premières observations des jeunes cohortes tendent à le faire penser (LAHAYE, 1982). Il est difficile de déterminer dans quelle proportion la population de géniteurs a été touchée et d'estimer le temps nécessaire à un retour à la normale. Seule la poursuite de l'étude sur le terrain permettra de répondre à cette question.

Manuscrit soumis le 11 janvier 1983, accepté le 10 janvier 1984.

### BIBLIOGRAPHIE

- BARR (W.A.), 1963. — The endocrine control of the sexual cycle in the plaice *Pleuronectes platessa* (L.).  
II. The endocrine control of Oogenesis. — *Gen. and comp. endocr.* **3** : 205-215.
- DENIEL (C.), 1981. — Les Poissons Plats (téléostéens, pleuronectiformes) en baie de Douarnenez : reproduction, croissance et migration des Bothidae, Scophthalmidae, Pleuronectidae et Soleidae. — Thèse de doct. d'état. Univ. de Bretagne Occidentale, 476 p.
- DESAUNAY (Y.), 1981. — Evolution des stocks de poissons plats dans la zone contaminée par l'« Amoco-Cadiz ». — « Amoco-Cadiz » — Conséquences d'une pollution accidentelle par les hydrocarbures. Actes du Colloque International, COB. Brest (France), nov. 1979 : 727-735.
- MICHELE (D. L.) et TAYLOR (M.H.), 1978. — Histopathological and physiological responses of *fundulus heteroclitus* to naphthalene exposure. — *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **35** (8) : 1060-1066.
- HAENSLY (W.E.) et NEFF (J.M.), 1981. — Histopathology of *Pleuronectes platessa* from aber Wrac'h and aber Benoit, France, 9 to 27 months after the « Amoco-Cadiz » oil spill. — Rapport du contrat NOAA n° NA 79 RAC 000 19, 44 p.
- LAHAYE (J.), 1972. — Cycles sexuels de quelques poissons plats des côtes bretonnes. — *Rev. Trav. Inst. Pêches marit.*, **36** (2) : 191-207.
- LAHAYE (J.), 1982. — Rapport C.N.E.X.O. 81/65-61.
- LEE (R.F.), SAUERHEBER (R.), DOBBS (G.M.), 1972. — Uptake, metabolism and discharge of polycyclic aromatic hydrocarbons by marine fish. — *Mar. Biol.*, **17** : 201-208.
- LOPEZ (E.), LELOUP-HATEY (J.), HARDY (A.), LALLIER (F.), MARTELLY (E.), OUDOT (J.), PEIGNOUX-DEVILLE (J.), FONTAINE (Y.A.), 1981. — Modifications histopathologiques et stress chez des anguilles soumises à une exposition prolongée aux hydrocarbures. « Amoco-Cadiz » conséquences d'une pollution accidentelle par les hydrocarbures. Actes du Colloque International, COB. Brest (France), nov. 1979 : 645-653.
- MIOSSEC (L.), 1981 a. — Effets de la pollution de l'« Amoco-Cadiz » sur la morphologie et sur la reproduction des plies (*P. platessa*) dans l'aber Wrac'h et l'aber Benoit : premiers résultats. — « Amoco-Cadiz » : conséquences d'une pollution accidentelle par les hydrocarbures. Actes du Colloque International, COB. Brest (France), 19-22 nov. 1979 : 737-747.
- 1981 b. — Impacts de la pollution pétrolière due à l'« Amoco-Cadiz » sur la biologie des poissons plats de l'aber Benoit et de l'aber Wrac'h. — Thèse 3<sup>e</sup> cycle. Univ. de Bretagne Occidentale Brest, 143 p.
- SABO (D.J.) et STEGEMAN (J.J.), 1977. — Some metabolic effects of petroleum hydrocarbons in marine fish. in : Physiological responses of marine biota to pollutants. — Ed. F.J. Vernberg, A. Calabrese, F.P. Thurber et W.B. Vernberg : 279-287, New-York : Acad. Press.
- STEGEMAN (J.J.), 1978. — Influence of environmental contamination on cytochrome P — 450 mixed-function oxygenases in fish : Implication for recovery in the wild Harbor Marsh. — *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **35** : 668-674.