

LES PHENOMENES D'EAUX COLOREES EN BAIE DE SEINE

PAULMIER G. *, JOLY J.P. **.

1. - INTRODUCTION

Des phénomènes d'eaux colorées d'origine bactérienne ou planctonique sont signalées depuis plusieurs années sur les côtes françaises (Deveze et Fauvel, 1966, Grall et Lefevre 1967, Marteil et Paulmier 1970, Paulmier 1977), mais leur fréquence semble être en sensible augmentation.

Ainsi, l'année 1978 a été remarquable par l'ampleur de ces eaux colorées et la variété des espèces impliquées sur les côtes de France (Lassus 1978, Lassus *et al.*, 1980, notamment sur la façade maritime normande et picarde (Breton 1978, Kopp 1978). Depuis, et chaque année en Manche, le milieu marin est affecté, jusque sur le littoral, par des phénomènes d'eaux colorées dues aux efflorescences phytoplanctoniques, d'amplitude variable selon les années, les époques ou les endroits.

Parmi les causes hypothétiques de ces phénomènes, la pression anthropique sur le milieu marin semble importante : rejets industriels, agricoles et domestiques, urbanisation littorale et accroissement de la population estivale riveraine (eutrophisation du milieu). La répartition mondiale du phénomène pourrait également suggérer l'existence d'une évolution climatique de grande période.

Quelque soit la cause profonde de leur multiplication, ces phénomènes parfois spectaculaires (eaux colorées) ou plus discrets (développement d'espèces toxiques), semblent nécessiter la conjonction de plusieurs facteurs favorables :

- la nébulosité ou l'ensoleillement,
- les précipitations entraînant des apports terrigènes,
- la température,
- les nutriments azotés et phosphatés, oligo-éléments et substances biogènes (Lassus *et al.*, 1980, Maggi et Soulard 1984, Maggi *et al.*, 1984), la stratification des eaux et le régime des vents (Barber 1973).

2. - ZONES D'INTERVENTION ET METHODOLOGIE

Les zones prospectées, en routine ou après observations de perturbations, s'étendent sur les côtes de Haute et Basse-Normandie encadrant la Baie de Seine, du Tréport à Barfleur.

Les prélèvements sont effectués en surface (20 à 50 cm de profondeur), fixés au lugol ou non, avant examen sous microscope photonique direct, à l'aide

* Laboratoire Ressources Aquacoles, IFREMER - Vieux Port - 20200 Bastia.

** Laboratoire C.S.R.U., IFREMER - Station de Ouistreham - 65-67, rue Gambetta - 14150 Ouistreham.

d'une technique adaptée (Lassus *et al.*, 1982). Les résultats sont exprimés en unités biologiques (cell./l.) ou unités morphologiques (u.m./l.) par litre.

3. - ORGANISMES RESPONSABLES DES PERTURBATIONS DE MILIEU

Le terme de "perturbation" s'applique en réalité à des phénomènes naturels ou provoqués dont les répercussions sur les activités humaines sont sensibles. Ces perturbations peuvent prendre un caractère visuel spectaculaire (eaux "colorées" par des proliférations de phytoplanctons) ou passer inaperçues dans le milieu mais avoir des conséquences dramatiques pour les consommateurs de coquillages filtreurs (développement d'organismes phytoplanctoniques toxicogènes). Dans la Manche, ces agents microplanctoniques appartiennent à plusieurs catégories : les phytoflagellés (Cryptophycées, Haptophycées, Chrysophycées, Prasinophycées, Chlorophycées) (Butcher 1959, 1967, Parke et Dixon 1964), les diatomées (constituants essentiels du phytoplancton et du microphytobenthos), les dino-flagellés avec une espèce toxique, reconnue et confirmée pour les côtes de la Manche (Kat 1983) et les ciliés ou infusoires marins.

On s'aperçoit qu'en Manche les perturbations monospécifiques sont rares : les eaux colorées sont attribuées à deux ou trois espèces phytoplanctoniques dominantes (parfois beaucoup plus).

Certaines espèces équipées d'un matériel pigmentaire particulier peuvent, en nombre relativement restreint, provoquer des eaux colorées : *Gonyaulax*, *Dinophysis*, *Mesodinium*. La densité de ces espèces support de coloration est souvent beaucoup moins forte que celle des autres composants phytoplanctoniques.

Les résultats des comptages des quatre dernières années sont regroupés dans le tableau 1.

Le tableau 2 montre quelques espèces facilement identifiables en routine.

On remarque la prédominance au printemps de *Phaeocystis pouchetii*, *Rhizosolenia delicatula*, quelques espèces de *Chaetoceros* et *Mesodinium rubrum* dans l'estuaire de la Seine. En été, les espèces dominantes des eaux colorées sont *Chaetoceros armatus*, *Thalassiosira* sp., *Eucampia zodiacus*, *Prorocentrum triestinum* et *Dinophysis acuminata* dont la responsabilité évidente dans les intoxications alimentaires, consécutives à l'ingestion de moules, rend obligatoire une surveillance attentive (Kat et Speur 1982, Alzieu *et al.*, 1983).

4. - CONCLUSION

Les phénomènes d'eaux colorées observés dans les eaux françaises de la Manche sont dus à une assez grande variété de micro-organismes planctoniques vrais ou occasionnels et seraient le fait de populations paucispécifiques ou plurispécifiques très denses évoluant dans des conditions particulièrement favorables. C'est ce qui a pu être constaté en 1980, 1983 et 1984. La liste des espèces responsables d'eaux colorées ne cesse de s'allonger d'année en année, ce qui rend plausible l'idée que toute espèce commune de nos eaux peut rencontrer à un moment ou un autre des conditions propices à un développement inaccoutumé modifiant l'aspect normal de la couleur des eaux ou pouvant avoir, si cette espèce est toxicogène, des conséquences sanitaires et économiques inquiétantes.

- BARBER R.T. (1973).- Organic ligands and phytoplankton growth in nutrient rich seawater. In "SINGER, P.C.,(ed.) : Trace metals and metal-organic interactions in natural waters. Ann. Arbor. Sci. Publ., : 321-338.
- BRETON G., JEANNOT R. et PRONIEWSKI F. (1978).- Les phénomènes d'eaux rouges à Prorocentrum et à Pseudopedinella et Pyramimonas dans les bassins du port du Havre au cours de l'été 1978. Bull. Soc. Geol. Normandie, 65, 4.
- BUTCHER R.W. (1959).- An introductory account of the smaller algae of British coastal waters. Part. I. - Introduction and chlorophyceae. - Fish. Invest., Londres, ser. 4, 74 p.
- BUTCHER R.W. (1967).- Ibid. - Part. IV. - Cryptophyceae. Fish. Invest., Londres, ser. 4, 54 p.
- DEVEZE L. et FAUVEL Y. (1966).- Un phénomène bactérien d'eaux rouges dans l'étang d'Ingril (Hérault). Rev. Trav. Inst. Pêches Marit., 30 (4) : 365-374.
- GRALL J.R. et LEFEVRE J. (1967).- Une "eau rouge" à Noctiluques au large des côtes de Bretagne. Penn ar bed, n° 51 : 153-163.
- KAT M. (1983).- Dinophysis acuminata blooms in the Dutch coastal area related to diarrhetic mussel poisoning in the Dutch Waddensea. Sarsia 68 : 81-84.
- KAT M., SPEUR J. et OTTE P.F. (1982).- Diarrhetic mussel poisoning in the Netherlands related to the occurrence of Dinophysis acuminata september-october 1981. ICES C.M. 1982/E : 24. Mar. environm. Qual. Com. 12 p.
- KOPP J. (1978).- Les phénomènes d'eaux colorées ayant affecté le littoral bas-normand au cours du mois de juin 1978. Rapp. ISTPM, 30 p.
- LASSUS P. (1978).- Observations effectuées sur des échantillons prélevés lors "d'eaux rouges" survenues en mai et juin 1978. Rapp. ISTPM, 6 p., 1 p.
- LASSUS P., MAGGI P. et BESSINETON C. (1980).- Les phénomènes d'eaux colorées de la Baie de Seine en 1978. Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches Marit., 298 : 1-28.
- LASSUS P., PAULMIER G. et LE BAUT C. (1982).- Rôle du phytoplancton dans les perturbations des écosystèmes côtiers et estuariens. Rapp. St. ISTPM, 60 p.
- MAGGI P. et SOULARD L. (1984).- Facteurs hydroclimatiques et apparitions d'eaux colorées en Baie de Vilaine, durant l'année 1983. 1. Les facteurs hydroclimatiques. Rapp. Techn. ISTPM, n° 8 : 3-20.
- MAGGI P., TRUQUET I. et CHAUVIN J. (1984).- Ibid. 2. Les facteurs hydrologiques. Rapp. Techn. ISTPM, n° 8 : 20-45.
- MARTEIL L. et PAULMIER G. (1970).- Le phytoplancton des "eaux rouges" sur les côtes européennes de l'Atlantique. Cons. Int. Explor. Mer., Com. Plancton, C.M. 1970/L : 13, 3 p.
- PARKE M. et DIXON P.S. (1964).- A revised check-list of British marine algae. J. mar. biol. Ass. U.K., 44 : 499-542.
- PAULMIER G. (1977).- Note sur les organismes responsables d'eaux rouges. Rapp. ISTPM.

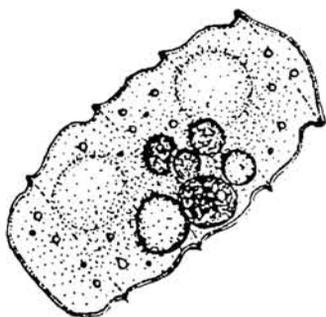
Tableau 1.- Eaux colorées , Normandie
1980 - 1984

Années	Dates	Secteurs	Espèces en cause	Observations
1980	Mai - Juin (20.05 au 15.06)	Baie de Seine Calvados Région du Havre	<i>Phaeocystis pouchetii</i>	Température des eaux de 12°6 à 18°5 selon éloignement du littoral. Plusieurs millions de cellules ou unités morphologiques par litre. Agrégats côtiers.
	19.05	Calvados(Grandcamp à Vierville)	<i>Phaeocystis</i>	
	20.05	Trouville	<i>Phaeocystis</i> ($7,9 \cdot 10^4$) + <i>Gonyaulax spinifera</i> ($7 \cdot 10^4$)	Diatomées pélagiques, tycho-pélagiques et benthiques nombreuses.
	19/20.05	Ouistreham	<i>Phaeocystis</i> ($1 \cdot 10^3$ à $1 \cdot 10^4$ um)	Phytoplancton varié et abondant T = 13° Salinité = 29,4
	19/20.05	Le Havre	<i>Mesodinium rubrum</i> + <i>Chaetoceros didymus</i>	T = 11° - 14° - Oxygène dissous à saturation
	04.06	Ouistreham Zone Portuaire	<i>Phaeocystis</i> ($4,5 \cdot 10^6$) + <i>Rhizosolenia delicatula</i> ($8 \cdot 10^6$) + <i>Nitzschia delicatissima</i> ($8 \cdot 10^6$) + <i>Scenedesmus quadricauda</i> ($1 \cdot 10^6$)	Diatomées total = $23 \cdot 10^6$ cell./l., Dinoflagellés = $1,2 \cdot 10^6$ cell./l., Phytoflagellés (autres que <i>Phaeocystis</i>) = $1,5 \cdot 10^6$ cell./l. Pigments = Chlorophylle a = 95,95 µgtr./l. Pheopigments = 28,07 " Chlorophylle c = 77,27 " Caroténoïdes = 98,67 " Diversité pigmentaire = 2,77
	04.06	Le Havre	<i>Mesodinium rubrum</i> ($6,3 \cdot 10^5$ à $1 \cdot 10^6$) + <i>Polykrikon schwartzii</i> ($6,7 \cdot 10^4$) + <i>Heterocapsa triquetra</i> ($2 \cdot 10^5$) + <i>Protoperdinium bipes</i> ($1 \cdot 10^5$)	En fin d'évolution, <i>Scrippsiella trochoidea</i> = $2 \cdot 10^6$ cell./l. <i>Rhizosolenia delicatula</i> = $7 \cdot 10^6$ cell./l. Pigments : Chlorophylle a = 101,96 µgtr./l. Pheopigments = 22,21 " Chlorophylle c = 49,86 " Caroténoïdes = 73,11 " Diversité pigmentaire = 1,62
	06.06	Le Havre (Ste Adresse)	<i>Mesodinium rubrum</i> + <i>Dinophysis acuminata</i>	
	08.06	Baie de Seine (Ratier)	<i>Mesodinium rubrum</i> ($1,2 \cdot 10^5$)	Dinoflagellés divers = $1,17 \cdot 10^5$ cell./l. Phytoflagellés = $9,7 \cdot 10^6$ cell./l. Diatomées = $5,2 \cdot 10^6$ cell./l. dont <i>Rhizosolenia delicatula</i> = $4,8 \cdot 10^6$ cell./l.
	08.06	Calvados entre Cabourg et Dives/Mer	<i>Phaeocystis</i> ($2 \cdot 10^6$ à $26,9 \cdot 10^6$) + <i>Rhizosolenia delicatula</i> ($80 \cdot 10^6$ à $723 \cdot 10^6$) + <i>Thalassiosira rotula</i> ($5,7 \cdot 10^6$) + <i>Dictyocha speculum</i> ($11,5 \cdot 10^6$) + <i>Dinophysis acuminata</i> ($1 \cdot 10^5$)	Accumulations localisées.
	11.06	Barfleur - Gatteville	<i>Phaeocystis</i>	T = 24,5° - Oxygène dissous = 76 %
	24.06	Ouistreham Zone Portuaire	<i>Plagioselmis cf. prolonga?</i> ($1,8 \cdot 10^6$) + <i>Pyramimonas sp.</i> ($2,4 \cdot 10^6$) + <i>Pseudopedinella</i>	Phytoflagellés total = $5,28 \cdot 10^6$ cell./l. Dinoflagellés = $1,23 \cdot 10^6$ " Heterocapsa triquetra = $7,8 \cdot 10^5$ " Diatomées = $2,8 \cdot 10^5$ " Oxyrrhis marina = $8 \cdot 10^3$ " Microalgues = $8 \cdot 10^3$ " Pigments = Chlorophylle a = 98,46 µgtr./l. Pheopigments = 42,42 " Chlorophylle c = 72,05 " Caroténoïdes = 51,72 " Diversité pigmentaire = 2,61
	06.08	Ouistreham Zone Portuaire Canal de Caen à la mer	<i>Plagioselmis cf. prolonga?</i> ($10 \cdot 10^6$) + Phytoflagellés ($3,8 \cdot 10^5$) + <i>Prorocentrum minimum</i> ($3,5 \cdot 10^4$)	Pigments = Chlorophylle a = 38,08 µgtr./l. Pheopigments = 4,22 " Chlorophylle c = 10,30 " Caroténoïdes = 32,34 " Diversité pigmentaire = 2,24
1981	20.05	Courseulles Bassin ostréicole fermé	<i>Prorocentrum minimum</i> ($5,44 \cdot 10^6$)	Salinité = 25,8‰ - pH = 9,4 - Oxygène dissous = 25% - Pigments = Chlorophylle a = 45,63 µgtr./l. Pheopigments = 156,67 " Chlorophylle c = 137,26 " Caroténoïdes = 88,98 " Diversité pigmentaire = 3,64

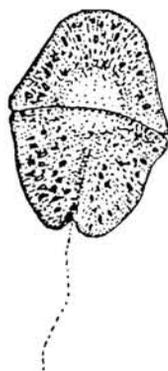
Années	Dates	Secteurs	Espèces en cause	Observations	Tabl.1 (suite)
1981 (suite)	29-05	Le Havre Digue Nord	Diatomées - Rhizosolenia delicatula - Thalassiosira spp. - Ditylum brightwellii	T° = 15*7 - Nitrates = 153,6 µggr./l. Nitrites = 10,9 " Orthophosphates = 0,2 " Ammonium = 2,8 " Silicates = 31,7 "	
	09-06	Est Cotentin Iles St Marcouf	Phaeocystis		
	15-06	Le Havre - Antifer	Diatomées	T° = 19°	
	12-08	Ouistreham Zone côtière	Prorocentrum trientinum (114.10 ⁶) + Prorocentrum minimum (9.10 ⁶) + Dinophysis acuminata (1,5.10 ⁵) + Phaeocystis (1,8.10 ⁶) + Rhizosolenia delicatula (306.10 ⁶) + Chaetoceros sp. (12.10 ⁶)	Dinophycées total = 134.10 ⁶ cell./l. Diatomées = 381.10 ⁶ " Phytoflagellés = 12.10 ⁶ " (moins Phaeocystis) Tintinnides = 7,2.10 ⁶ " Pigments = Chlorophylle a = 331,65 µggr./l. Pheopigments = 52,60 " Chlorophylle c = 548,60 " βCaroténoïdes = 822,29 " Diversité pigmentaire = 4,85	
	27-08	Ouistreham Canal de Caen à la mer	Prorocentrum minimum + Heterocapsa triquetra		
	04-09	Baie de Seine Bouée RN Nord Cap de la Hève jusqu'à Antifer	Mesodinium rubrum + Asterionella blackeyleyi + Chaetoceros curvisetus socialis + Melosira crenulata + Rhizosolenia delicatula + Prorocentrum micans	Eaux colorées jusqu'à 4 milles vers le large T° = 17°	
	07-09	Le Havre Avant Port Partie orientale de l'embouchure de la Seine	Mesodinium rubrum + Diatomées + Prorocentrum micans + Scrippsiella trochoidea + Gonyaulax spinifera + Pyramimonas disomata	T° = 19° - 20°	
1982	11-08	Villiers/mer Littoral	Katodinium rotundatum (8.10 ⁴) + Dinoflagellés + Phytoflagellés (2.10 ⁵) + Mesodinium rubrum	Eaux faiblement colorées T° = 21°, salinité = 26,7‰	
	21-08 22-08	Villiers/mer Littoral	Chaetoceros armatus (2,75.10 ⁶ à 3,31.10 ⁶)	Eaux faiblement colorées. Matières en suspension. T° = 17°.	
1983	02-06	Calvados Ouistreham	Phaeocystis (2.10 ⁵) + Rhizosolenia delicatula (359.10 ⁶)	Tâches parallèles à la côte, jusqu'à 3 milles au large Diatomées = 467,6.10 ⁶ cell./l. Dinoflagellés = 8.10 ⁵ " Tintinnides = 6.10 ⁵ " Pigments = Chlorophylle a = 1272,24 µggr./l. Pheopigments = 3750,87 "	
	05-06 au 07-06	Le Havre Bassins Portuaires	Rhizosolenia delicatula + Skeletonema costatum + Thalassiosira spp. + Dinoflagellés	T° = 18° - 20°	
	09-06 au 12-06	Antifer Ste Adresse	Katodinium rotundatum (86.10 ⁶) + Gonyaulax spinifera (2,2.10 ⁶) + Scrippsiella trochoidea (6,7.10 ⁵) + Gyrodinium spirale (2,3.10 ⁵) + Gymnodinium catenatum + Chaetoceros socialis (2,8.10 ⁶) + C. curvisetus (2,3.10 ⁶)	T° = 16° Dinoflagellés total = 90.10 ⁶ cell./l. Présence de Mesodinium rubrum	
	20-06	Le Havre Zone Portuaire	Scrippsiella sp. + Rhizosolenia delicatula	T° = 18° - 20° Présence possible de Gymnodinium catenatum ?	

Années	Dates	Secteurs	Espèces en cause	Observations	Tabl. 1 (suite)
1983 (suite)	01-07	Antifer	Mesodinium rubrum (8.10^5) + Phytoflagellés ($6.8.10^6$)		
	06-07 au 08-07	Antifer	Mesodinium rubrum (1.10^6) + Dinophysis acuminata (5.10^5)	T° = 18°1 Nombreuses diatomées (Chaetoceron)	
	18-07	Antifer	Dinophysis acuminata ($1.21.10^6$) + Scrippsiella trochoidea (5.10^4)	T° = 20° - 21°	
	21-07	Ouistreham Calvados	Thalassionira (weissflogii?) ($12.2.10^6$ à $129.6.10^6$) + Chaetoceron socialis ($3.6.10^6$ à 8.10^6)	Zone portuaire et chenal d'accès au port. T° = 22° Diatomées total = $17.2.10^6$ à $142.3.10^6$ cell./l.	
	22-08	Le Havre	Prorocentrum micans ($9.7.10^6$)		
1984	03-05	Calvados Deauville	Mesodinium rubrum (8.10^5) + Gymnodinium simplex ($1.3.10^5$) + Gyrodinium britannicum ($3.3.10^4$) + Nematopnides vigilans ($3.3.10^4$) + Phytoflagellés (6.10^5)		
	24-05	Antifer	Phytoflagellés divers ($17.8.10^6$) Mesodinium rubrum ($4.5.10^5$) + Katodinium rotundatum ($1.1.10^6$) + Rhizosolenia fragilissima ($1.8.10^6$)	T° = 14°5 - pH = 7,3 Eaux rouges à tons violacés. Dinoflagellés total = $1.75.10^6$ cell./l.	
	04-06	Le Havre	Phaeocystis ($3.7.10^6$) + Nitzschia delicatissima ($19.7.10^6$) + Thalassiosira decipiens ($1.07.10^6$) + Plagiogramma staurophorum (1.10^6)	T° = 12°6	
	18-06 au 20-06	Ouistreham Franceville	Gonyaulax spinifera ($5.1.10^5$ à $1.5.10^6$) + Chaetoceros debilis ($2.2.10^5$) + Thalassiosira rotula ($2.1.10^5$) + Scrippsiella trochoidea ($2.1.10^4$) + Heterocapsa triquetra	T° = de 18° à 20°5 Salinité = 25,9 à 29,7‰ pH = 7,3 - 8,7	
	05-07	Calvados Ouest Baie des Veys	Licmophora lyngbyei (182.10^6) + Skeletonema costatum ($39.5.10^6$) + Gymnodinium minor (5.10^5)	Tâches parallèles à la côte plus ou moins étendus. Diatomées total = $265.6.10^6$ cell./l. Phytoflagellés = $12.5.10^6$ " Dinoflagellés = $7.75.10^7$ " T° = 23° - Salinité = 32,65‰ - pH = 8,3	
	10-07	Antifer	Eucampia zodiacus (78.10^6) Rhizosolenia delicatula ($18.8.10^6$) Pyramimonas sp. ($13.5.10^6$) Polykrikos schwartzii ($1.4.10^6$)	Diatomées total = $106.1.10^6$ cell./l. Phytoflagellés = $30.25.10^6$ " Dinoflagellés = $20.35.10^6$ " ciliés = 5.10^6 "	

Tabl. 2 - Quelques espèces phytoplanctoniques observées dans les
eaux colorées de la Baie de Seine.



Polykrikos schwartzii
(printemps - été occasionnel)



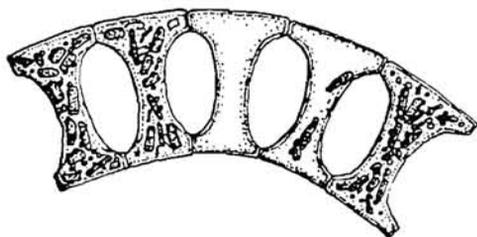
Gymnodinium splendens
(été, occasionnel)



Dinophysis acuminata
(été, fréquent)



Gonyaulax spinifera
(printemps - été, occasionnel)



Eucampia zoodiscus
(printemps - été, fréquent)



Proocentrum ricans
(été, fréquent)