

PREMIERE SERIE DE RESULTATS SUR LA TOXICITE DU
PETROLE BRUT DE L'AMOCO CADIZ

par

S. LE ROUX, A. LUCAS

Laboratoire de Zoologie - Aquaculture et Pollutions marines
Faculté des Sciences et Techniques - 29283 Brest Cédex

R E S U M E

Les effets de la fraction soluble du pétrole de l'Amoco Cadiz, prélevé au rivage 18 heures après la catastrophe, ont été étudiés sur des gamètes, des larves et des postlarves de moules *Mytilus edulis*, en comparaison avec les effets du pétrole de Koweït standard IFP.

On a observé un effet toxique du pétrole de l'Amoco Cadiz sur le taux de fécondation et le développement embryonnaire des moules. Des variations de la consommation d'oxygène et du taux de grazing ont également été observées.

A B S T R A C T

The effects of crude oil from Amoco Cadiz upon gametes larvae and juveniles of mussels *Mytilus edulis* are studied. They are compared with effects of Koweït crude (standard of the FPI).

Toxical effects upon fecondation rate and embryonnary development are observed. Oxygen consumption and grazing rate vary also when mussels are treated with water soluble fraction of crude oil.

M O T S - C L E S : *Mytilus*, pétrole brut, toxicité, consommation oxygène, taux de fécondation.

K E Y W O R D S : *Mytilus*, crude oil, toxicity, oxygen consumption, fecondation rate.

INTRODUCTION

Dix huit heures après la catastrophe de l'Amoco Cadiz, nous avons prélevé sur le rivage, en face de l'épave, quelques litres de pétrole. Ceci nous a permis, dans les 2 mois qui ont suivi, d'effectuer plusieurs séries expérimentales afin d'étudier les effets de ce pétrole sur le matériel biologique utilisé habituellement dans notre laboratoire : les oeufs, les larves et les postlarves de *Mytilus edulis*. Lors de ces expériences, les effets du pétrole de l'Amoco Cadiz ont été comparés à ceux du pétrole brut de Koweït utilisé comme standard par l'Institut Français du Pétrole.

1. MATERIEL ET METHODES

1.1. Préparation des produits testés

Les deux pétroles bruts sont prélevés de récipients stockés à 10°C. Un mélange de 10 ml de pétrole dans 2,5 l d'eau de mer filtrée sur 0,45 µ est réalisé par agitation sur une table d'agitation à raison de 150 va et vient/mn. Après une agitation de 6 à 12 heures, le mélange est décanté 2 heures et filtré sur filtre en papier, ce qui donne un liquide limpide. C'est ce liquide que nous appellerons "solution" qui est utilisé dans nos essais.

Pour chaque série expérimentale, ces "solutions" ont été dosées par spectrophotométrie infrarouge*.

L'eau de mer utilisée dans les expériences est prélevée au Tinduff en rade de Brest.

1.2. Tests sublétaux

- Traitement

Les gamètes et les larves de moules sont rincés avec la "solution" sur un filtre de 40 microns de vide de maille, puis mis en béccher fermé hermétiquement, contenant la "solution". Après le traitement, qui peut durer de 1 heure à 96 heures, les gamètes ou les larves sont rincés à nouveau et remis en eau de mer filtrée.

- Mesures effectuées

Elles dépendent du matériel traité. Ainsi dans les séries expérimentales effectuées pendant ces 2 mois, on a étudié :

- | | | |
|---|---|--------------------------|
| . sur des ovules traités, avant fécondation..... | } | le taux de fécondation |
| . sur des ovules fécondés par du sperme traité..... | | et |
| | | le taux d'anormalités |
| | } | le taux de développement |
| . sur des oeufs fécondés, puis traités..... | | embryonnaire |
| | | et |
| | | le taux d'anormalités |

*Laboratoire de Chimie, E.P.S.H.O.M. Brest : Procédé d'analyse = norme expérimentale T90-203, août 1973. Essai des eaux, effluents aqueux des raffineries de pétrole, dosage des hydrocarbures totaux.

- | | |
|--|---|
| . sur des trochophores de 24 heures..... | } le taux d'anormalités
et
la mortalité |
| . sur des larves plus âgées..... | |

La croissance des larves de plusieurs de ces élevages est en cours d'étude.

Toutes ces observations et mesures ont été effectuées au microscope.

La consommation d'oxygène et le grazing ont également été mesurés sur des moules juvéniles. Les moules utilisées pour ces essais mesurent de 1 à 7 mm. Les essais sont effectués avec une vingtaine d'individus dont le poids total est de 100 mg.

La consommation d'oxygène est mesurée dans des récipients confinés et thermostatés, par la méthode polarographique.

La quantité d'algues consommée (grazing) est mesurée avec un compteur de particules. Le grazing des moules traitées est calculé par rapport à celui de moules témoins.

2. RESULTATS

2.1. Etat du pétrole dans l'eau de mer et concentrations observées

Les concentrations observées dans l'eau de mer contaminée au laboratoire vont de 2 mg/l à 22 mg/l, selon le temps d'agitation. Elles sont du même ordre de grandeur pour les 2 pétroles. Dans la nature, les concentrations observées ont atteint jusqu'à 1 360 mg/l, 10 jours après le naufrage, dans de l'eau prélevée à Plestin-les-Grèves*. Ces fortes concentrations posent un problème. Elles sont bien supérieures à ce que permet la faible solubilité des hydrocarbures. Il s'agirait donc de micro-émulsions passant à travers le filtre en papier. Ceci expliquerait aussi les grandes variations observées entre divers dosages effectués sur des mélanges préparés au laboratoire dans des conditions expérimentales identiques. Il serait nécessaire de vérifier cette hypothèse par des méthodes physico-chimiques.

La toxicité des 2 pétroles a été testée à partir de mélanges réalisés au laboratoire, mais également avec de l'eau prélevée à Plestin-les-Grèves le 31 mars et le 4 mai, et dans l'Aber-Benoît le 1er avril, de fortes mortalités de coquillages ayant été observées dans ces 2 sites.

2.2. Résultats des tests de toxicité

- Traitement de gamètes, d'oeufs fécondés et de larves

8 séries expérimentales ont été effectuées :

Traitement pendant 1 heure d'oeufs fécondés depuis 1 heure - 1ère expérience
20/3/78

	Taux de développement embryonnaire	Larves normales		Larves anormales	
		-----	-----	-----	-----
Témoin	77 %	100 %		0 %	
Amoco Cadiz (concentration inconnue)	66 %	83 %		17 %	

*Plestin-les-Grèves (Côtes-du-Nord) 80 km de Portsall à vol d'oiseau.

Traitement pendant 1 heure d'oeufs fécondés depuis 1 heure - 2ème expérience
3/4/78

	Taux de développement embryonnaire	Larves normales	Larves anormales
Témoin	100 %	100 %	0 %
Amoco Cadiz 22 mg/l	10 %	70 %	30 %
Koweït 8 mg/l	80 %	100 %	0 %
eau de Plestin 1 360 mg/l	35 %	89 %	11 %

Traitement pendant 1 heure d'oeufs fécondés depuis 1 heure - 3ème expérience
18/5/78

	Taux de développement embryonnaire	Larves normales	Larves anormales
Témoin	100 %	93 %	7 %
Amoco Cadiz 2 mg/l	100 %	86 %	14 %
Koweït 2,64 mg/l	100 %	69 %	31 %
eau de Plestin 2,2 mg/l	100 %	94 %	6 %

Trochophores de 24 heures traitées pendant 24 heures - 21 mars 1978

	Taux de larves normales après les 24 h de traitement	48 heures après remise en eau de mer filtrée
Témoin	100 %	100 % vivantes et normales
Amoco Cadiz 134 mg/l	100 %	Toutes les larves sont anor- males (évaginées)
Koweït 37 mg/l	mortalité totale	-

Trochophores de 24 heures traitées pendant 1 heure - 18 mai 1978

	Taux de larves normales	Taux de larves anormales
Témoin	78 %	22 %
Amoco Cadiz 2 mg/l	81 %	19 %
Koweït 2,64 mg/l	70 %	30 %
Eau de Plestin 2,2 mg/l	90 %	10 %

Ovules non fécondés, traités 1 heure - 18 mai 1978

	Taux de fécondation	Larves normales	Larves anormales
Témoin	96 %	99 %	1 %
Amoco Cadiz 2 mg/l	44 %	91 %	9 %
Koweït 2,64 mg/l	58 %	91 %	9 %
Eau de Plestin 2,2 mg/l	45 %	94 %	6 %

Ovules fécondés avec du sperme traité 1 heure - 18 mai 1978

		Taux de fécondation	Larves normales	Larves anormales
Témoin		91 %	96 %	4 %
Amoco Cadiz	2 mg/l	75 %	93 %	7 %
Koweït	2,64 mg/l	72 %	99 %	1 %
Eau de Plestin	2,2 mg/l	98 %	91 %	9 %

Larves de 14 jours traitées pendant 72 heures - 20 mars 1978

		Mortalité au bout des 72 heures
Témoin		35 %
Amoco Cadiz	134 mg/l	10 %
Koweït	37 mg/l	20 %
Eau de Plestin	1 360 mg/l	16 %

Pour cette série expérimentale, nous avons observé, 30 jours après le traitement, les taux de fixation des larves métamorphosées suivants :

	Taux de fixation par rapport au témoin
Témoin	100 %
Koweït	46 %
Amoco Cadiz	40 %

L'élevage traité par l'eau de Plestin a dû être abandonné avant la métamorphose, la mortalité étant très forte.

- Consommation d'oxygène chez des moules juvéniles

Deux séries expérimentales ont été réalisées :

- Dans la première série, on a comparé la consommation d'oxygène d'une population témoin, dans de l'eau de mer filtrée, à celle d'une population immergée dans la "solution" eau de mer-pétrole de l'Amoco Cadiz. La température des enceintes expérimentales était de 20°C. L'expérience a duré 5 jours. Chaque nuit, l'eau était réoxygénée par bullage d'air au moyen d'un tube capillaire traversant la couche d'huile de paraffine. Les résultats apparaissent dans la figure 1.

La consommation d'oxygène est exprimée en microlitres d'oxygène par heure et par gramme. Elle est deux fois plus forte chez les moules traitées par le pétrole.

- Dans la deuxième série, seule la température a changé par rapport à la première série. Elle était de 24°C. Les résultats apparaissent dans la Figure 2. La plus grande variabilité des résultats est sans doute la conséquence de la forte température. Dans ce deuxième cas, on n'observe pas de différence significative entre les deux élevages.

- Grazing chez les moules juvéniles

Trois séries expérimentales ont été réalisées. Les résultats sont exprimés dans les figures 3, 4 et 5.

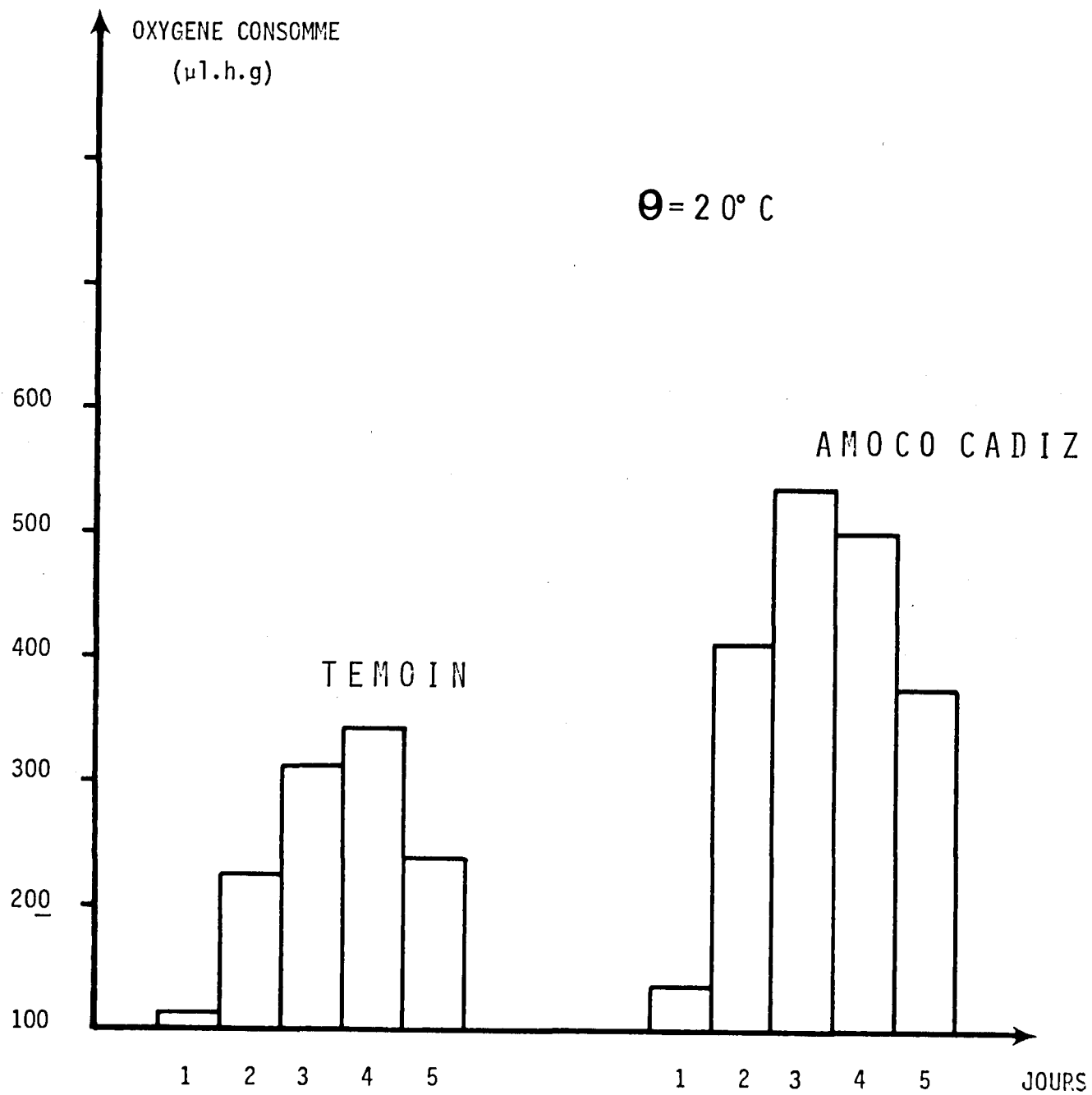


FIG. 1 - CONSOMMATION D'OXYGENE

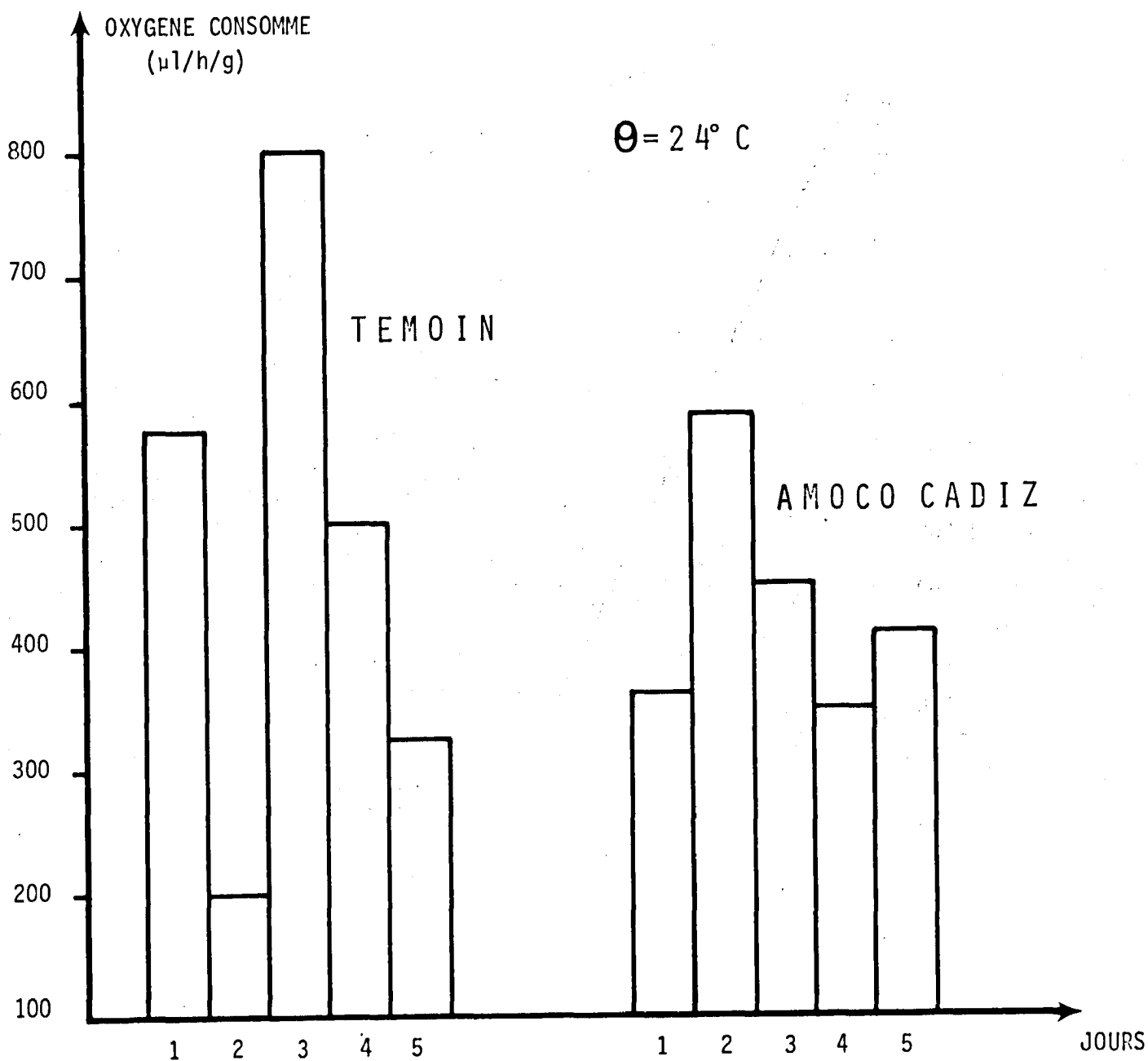


FIG. 2 - CONSOMMATION D' OXYGENE

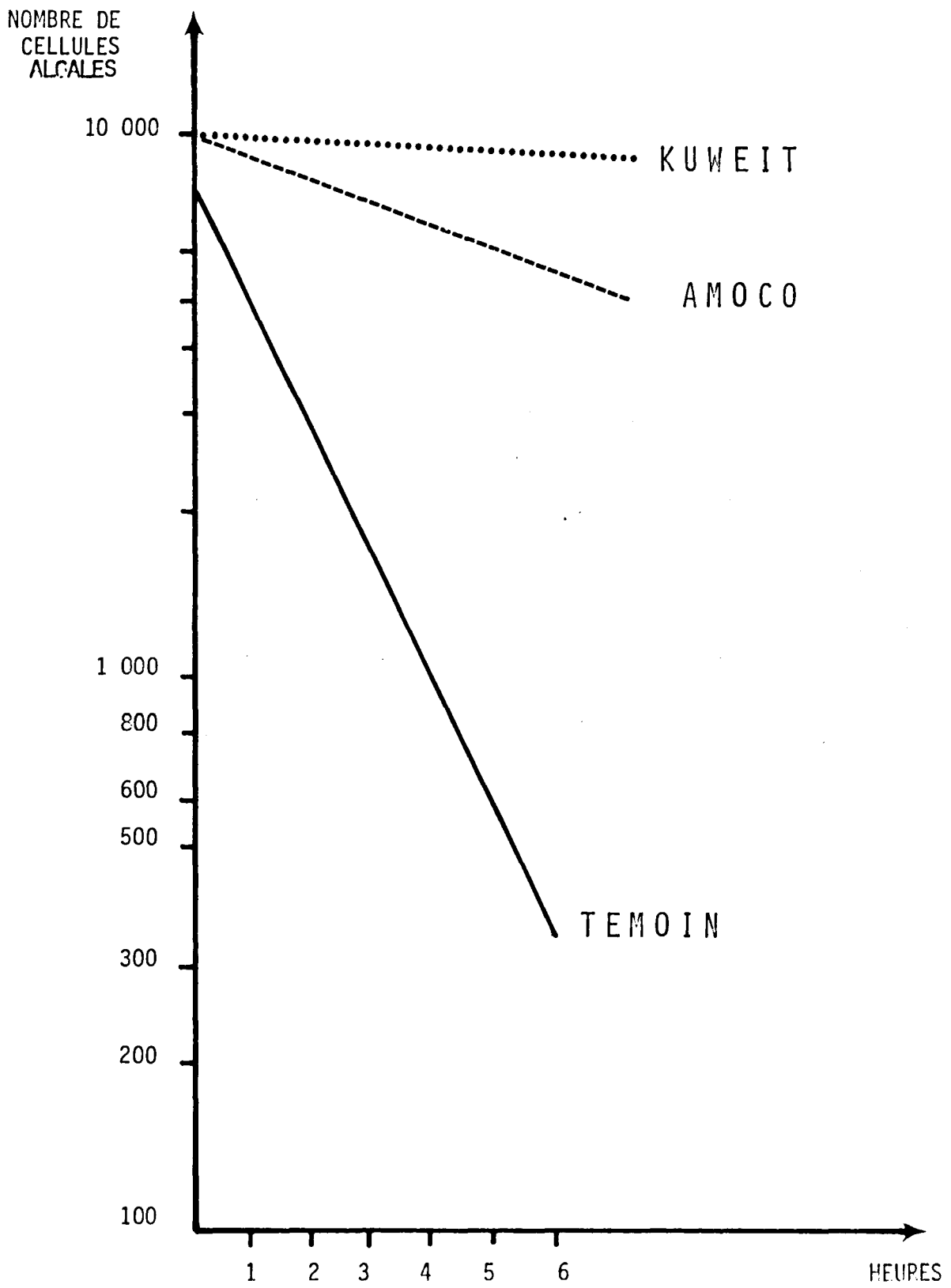


FIG. 3 - GRAZING

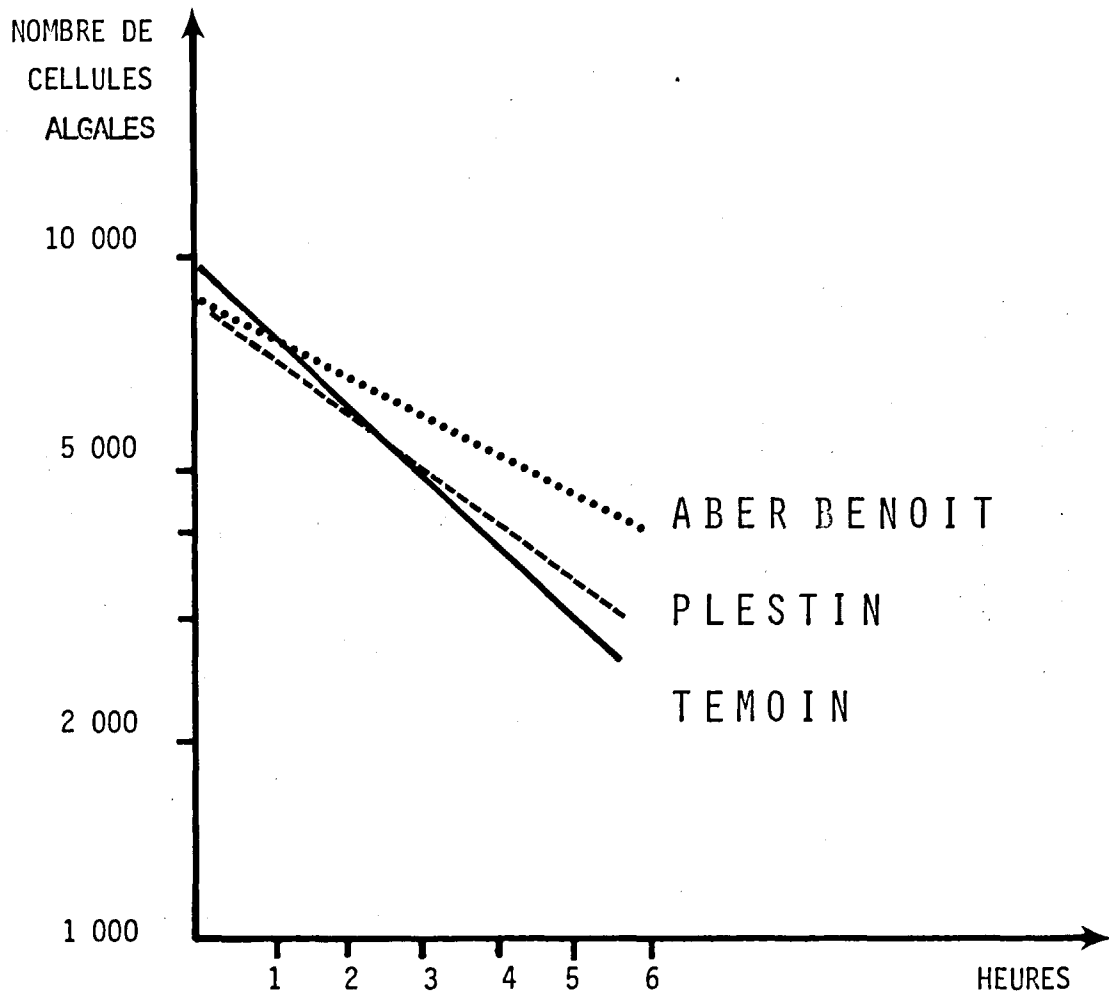


FIG. 4 - GRAZING

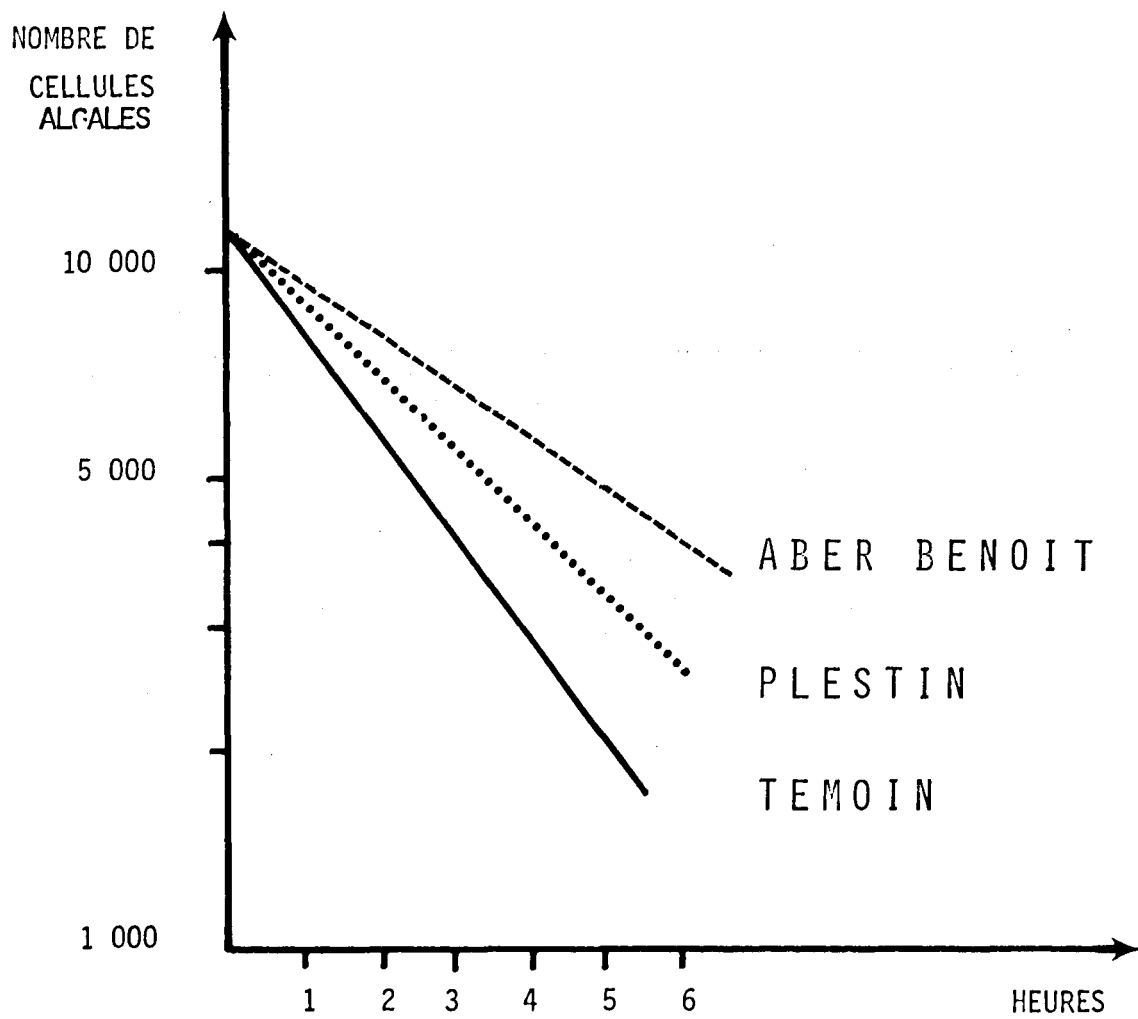


FIG. 5 - GRAZING

- Dans la première expérience, qui a duré 7 heures, les concentrations des hydrocarbures dans l'eau étaient : Amoco Cadiz 2,28 mg/l, Koweït 2,57 mg/l. Les moules traitées par du Koweït n'ont pas consommé d'algues. Les moules immergées dans le mélange eau de mer-Amoco Cadiz ont consommé 50 % d'algues de moins que le témoin.

- Dans les deux expériences suivantes, on a comparé les effets d'eaux prélevées à Plestin les Grèves le 4 mai, et dans l'Aber Benoît le 1er avril. Les expériences ont duré 7 heures et 6 heures respectivement. Les moules immergées dans l'eau de Plestin (2,2 mg d'hydrocarbures/l) ont consommé 21 % et 13 % d'algues de moins que le témoin. Celles immergées dans l'eau de l'Aber Benoît (1,57 mg d'hydrocarbures/l) ont consommé 44 % et 57 % d'algues de moins que le témoin. Des analyses pratiquées sur l'eau de l'Aber Benoît ont montré que celui-ci ne contenait ni détergents, ni métaux lourds.

CONCLUSION

Ces premières séries expérimentales nous permettent de dégager quelques conclusions sur la toxicité du pétrole de l'Amoco Cadiz.

1° La présence de pétrole de l'Amoco Cadiz (prélevé à la côte 18 heures après le naufrage) dans l'eau de mer provoque :

- un taux de fécondation des oeufs de moules plus faible que dans le témoin ;
- un taux de développement embryonnaire plus faible que dans le témoin.

Il induit l'existence de larves anormales.

2° Dans nos expériences, le pétrole de l'Amoco Cadiz prélevé à la côte 18 heures après le naufrage, s'est révélé moins toxique que le brut du Koweït standard I.F.P. à concentrations équivalentes.

3° Dans les mélanges effectués au Laboratoire, on a obtenu, dans des conditions expérimentales identiques, des concentrations équivalentes des deux pétroles dans l'eau de mer.

