

ANNALES
DE
L'INSTITUT
OCÉANOGRAPHIQUE

NOUVELLE SÉRIE

EXTRAIT

CARTES DE LA VÉGÉTATION SOUS-MARINE
DES ALPES MARITIMES
(CÔTES FRANÇAISES DE LA MÉDITERRANÉE)

I. — LIMITE INFÉRIEURE DE L'HERBIER DE *POSIDONIA OCEANICA*
DANS LE GOLFE JUAN ET A L'EST DES ILES DE LÉRINS

PAR

A. MEINESZ et R. LAURENT

Tome 58 — 1982 — Fascicule 1

MASSON, ÉDITEUR
Paris New York Barcelone Milan

CARTES DE LA VÉGÉTATION SOUS-MARINE
DES ALPES MARITIMES
(CÔTES FRANÇAISES DE LA MÉDITERRANÉE)

I. — LIMITE INFÉRIEURE DE L'HERBIER DE *POSIDONIA OCEANICA*
DANS LE GOLFE JUAN ET A L'EST DES ILES DE LÉRINS

PAR

A. MEINESZ * et R. LAURENT **

MOTS-CLÉS : Cartographie.
Phanérogames marines.
Posidonia oceanica.

KEY-WORDS : Mapping.
Seagrasses.
Posidonia oceanica.

Résumé

Plus de 10 km de limite inférieure d'herbier de *Posidonia oceanica* situé devant les côtes des Alpes Maritimes ont été cartographiés à l'aide du sous-marin *Griffon* et du bâtiment support *Triton* de la Marine Nationale.

Les trois types d'herbier, que nous avons décrit à la suite des observations réalisées lors d'une précédente campagne, ont été retrouvés dans le secteur exploré. La limite inférieure de l'herbier se situe entre —22 m (Golfe Juan Ouest) et —35 m (Sud des Iles de Lérins).

Abstract

Maps of the beds of *Posidonia oceanica*
in the Alpes Maritimes (France).

I. — The lowest limit in the Golfe Juan
and east of Lerins Islands.

More than 10 km from the lowest limit of the *Posidonia oceanica* beds in the Alpes Maritimes coastal area have been mapped using the special units of the French Navy *Triton* and *Griffon* (submarine).

The three different types of the deepest levels of the beds we described after the preceding campaign are found in the explored sector. The lowest limit of the beds was found between —22 m (West Golfe Juan) and —35 m (South of Lerins Islands).

I. — INTRODUCTION

Les cartes présentées dans cette étude ont été réalisées en 1977 au cours d'une deuxième campagne cartographique entreprise devant les côtes des

Alpes-Maritimes, grâce aux moyens de la *Marine Nationale* qui a mis en œuvre le Bâtiment d'intervention et d'exploration sous la mer *Triton* ainsi

* Université de Nice, Laboratoire de Biologie et d'Ecologie Marines, Parc Valrose, F 06034 Nice Cedex.

** Cellule d'Intervention contre la Pollution dans les Alpes Maritimes (C.I.P.A.I.M.) T.R. 2 — Centre administratif B.P. 3, F 06028 Nice Cedex.

que le sous-marin d'intervention *Griffon*. Trois plongées du sous-marin *Griffon* ont été effectuées pour localiser la limite inférieure de l'herbier de Posidonies situé dans l'Ouest du Golfe Juan et à l'Est des Iles de Lerins, sur une longueur de 10,2 km.

La première campagne cartographique similaire réalisée en 1976 dans les Alpes-Maritimes par ces mêmes moyens a permis de dresser cinq cartes au 1/5 000^e de la limite inférieure de l'herbier de

Posidonia oceanica (L.) DELILE (MEINESZ et LAURENT, 1980). Ces cartes ont été réalisées en appliquant une nouvelle méthode que nous avons décrite (MEINESZ et LAURENT, 1978). Cette campagne avait donné la possibilité d'observer pour la première fois un ensemble important (23 km) de limite inférieure de *Posidonia oceanica*, ce qui nous avait permis de décrire trois types fondamentaux d'herbier au niveau de sa limite (MEINESZ et LAURENT, 1978).

II. — MÉTHODE

Nous avons appliqué la méthode mise au point lors de la précédente campagne (MEINESZ et LAURENT, 1978).

Le principe de cette méthode de cartographie est simple : le sous-marin suit avec précision la limite inférieure de l'herbier de Posidonie. L'observateur embarqué à bord du sous-marin note toutes les minutes, au fur et à mesure de sa progression, l'état de l'herbier. Pendant ce temps, à bord du *Triton* on positionne toutes les minutes sur une carte la route du sous-marin qui correspond avec la limite inférieure de l'herbier. La synchronisation préalable des montres du *Triton* et du *Griffon* permet de figurer sur la carte toutes les observations notées à bord du sous-marin. Cette méthode a été appliquée sans modification pour la cartographie de la limite inférieure de l'herbier de *Posidonia* devant l'île du Levant (Var - France) (AUGIER et BOUDOURESQUE, 1979).

Le fond de carte ainsi que les isobathes et les indications bathymétriques ponctuelles proviennent de la carte n° 5122 au 1/14 400^e du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine.

Les légendes relatives à l'état de l'herbier ont été modifiées par rapport à celles utilisées pour les cartes de la campagne précédente qui ne tenaient

compte que du recouvrement de l'herbier. En effet, pour décrire la physionomie de l'herbier, nous avons indiqué sur la carte les trois types fondamentaux d'herbier susceptibles d'être rencontrés au niveau de la limite inférieure (MEINESZ et LAURENT, 1978) et que nous rappelons brièvement :

— Le *Type 1* correspond à un herbier de faible densité (recouvrement parfois inférieur à 5 %) dont les rhizomes sont en position horizontale (croissance plagiotrope) (MEINESZ et LAURENT, 1978, *fig. 6 A*).

— Le *Type 2* correspond à un herbier de densité élevée (recouvrement supérieur à 50 %) dont les rhizomes, en position verticale (croissance orthotrope) ne constituent pas encore une couche importante (MEINESZ et LAURENT, 1978, *fig. 6 B*).

— Le *Type 3* correspond à un herbier de densité très élevée (recouvrement supérieur à 75 %) dont les rhizomes en position verticale constituent une couche épaisse (appelée matre) (MEINESZ et LAURENT, 1978, *fig. 6 C*).

Ces trois types d'herbier peuvent être en régression (ce qui est caractérisé essentiellement par des rhizomes morts en place), différenciés dans la légende des cartes par une annotation particulière (type 1, 2 ou 3 dégradés) (MEINESZ et LAURENT, 1978, *fig. 8 A, B et C*).

III. — RÉSULTATS

La localisation de 10,2 km de limite inférieure d'herbier de *Posidonia*, ainsi que de nombreuses observations sur son état ont été figurées sur une carte au 1/5 000^e. L'original est déposé à la

C.I.P.A1.M. Pour présenter cette carte au format de cette revue, nous l'avons réduite et divisée en trois parties (*fig. 2, 3 et 4*).

COMPTE RENDU DES PLONGÉES

Plongée du 21 septembre 1977.

Du Sud-Est du port du Mouré Rouge (Cannes) au tombant du Vengeur (Ile Ste-Marguerite) ; soit 3,4 km de limite d'herbier de *Posidonia oceanica*.

Au cours de cette plongée, nous avons rencontré un herbier uniforme : assez dense en limite (recouvrement atteignant parfois 50 %) mais très dégradé. La limite est irrégulière : présence d'îlots d'herbier mort au-dessus de la limite, rhizomes en position verticale très déchaussés, s'écroulant par endroits. Vers le large, au-delà des dernières traces de l'herbier vivant, nous avons toujours observé la présence de rhizomes morts en place, plus ou moins envasés et recouverts d'algues sciaphiles. Vers la côte, l'herbier devient rapidement plus dense et ne présente pas de signes d'altération. Les caractéristiques de cet herbier correspondent au type 2 dégradé. La profondeur maximale atteinte par l'herbier de *Posidonies* ne dépasse jamais les —30 m, elle se localise essentiellement entre —22 et —26 m.

Plongée du 22 septembre 1977.

Du tombant du Vengeur (Ile Ste-Marguerite) à l'Est de la Pointe St-Ferréol (Ile St-Honorat) ; soit 3,8 km de limite parcourue.

La limite inférieure de l'herbier de *Posidonies* est extrêmement irrégulière dans ce secteur caractérisé par la présence de nombreux tombants rocheux.

Ces ruptures de pente sont généralement parallèles à la côte ; le sommet de ces tombants se rencontre entre —15 et —20 m, la hauteur de la paroi verticale peut dépasser les 10 m (la base des tombants se situe entre —25 et —35 m).

Trois ensembles de tombants ont été rencontrés :

- Le tombant du Vengeur qui s'étend sur 300 mètres de longueur et qui a bien été décrit par NESTEROFF (1965, p. 12, fig. 1 et 2 ; pl. 1).
- Le tombant de la Tradelière qui suit à l'Est et au Sud le contour de l'îlot de la Tradelière.
- Le tombant situé à 300 m à l'Ouest de la pointe Carbonel.

Entre les tombants du Vengeur et de la Tradelière, l'herbier est peu dense au niveau de sa limite infé-

rieure (type 1) ; quelques rhizomes morts en place ont été rencontrés (type 1 dégradé). Au-dessus du tombant de la Tradelière, l'herbier constitue des touffes éparées sur le relief rocheux. Des touffes de *Posidonies* ont également été rencontrées par endroits à la base du tombant de la Tradelière. A l'ouest de la pointe Carbonel, l'herbier est dense, il se termine d'une façon franche sans rebord de

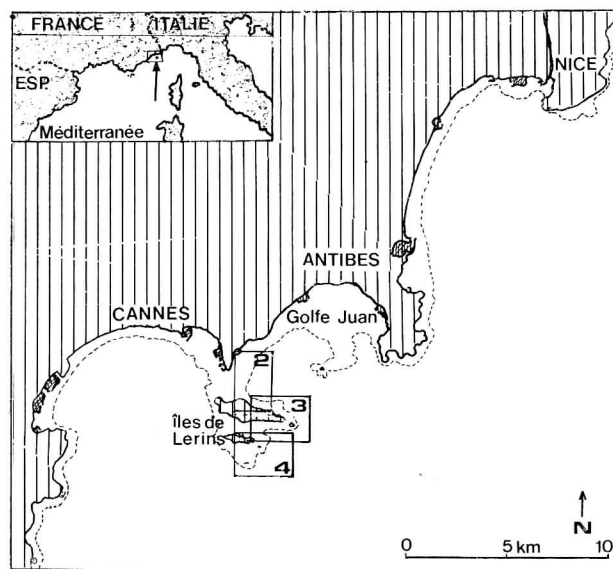


FIG. 1. — Situation des zones cartographiées.

FIG. 1. — Location of the mapped area.

matte (type 2). Dans la passe située entre les deux îles de Lérins, où nous avons rencontré de nombreux blocs rocheux (de 1 à 5 m³), l'herbier se termine sous forme d'îlots de végétation peu dense et parfois dégradée ; sa limite est ainsi très irrégulière (type 1 à 1 dégradé). Dans tout ce secteur, les dernières traces de l'herbier se rencontrent entre —28 et —31 m.

Plongée du 23 septembre 1977.

De l'Est de la pointe St-Ferréol (Ile St-Honorat) au Sud de la balise des Moines ; soit 3 km de limite parcourue.

Ce secteur est également très irrégulier en raison de la présence de nombreux tombants rocheux situés essentiellement à l'Ouest et au Sud de l'îlot St-Ferréol et au Sud-Ouest de la balise des Moines.

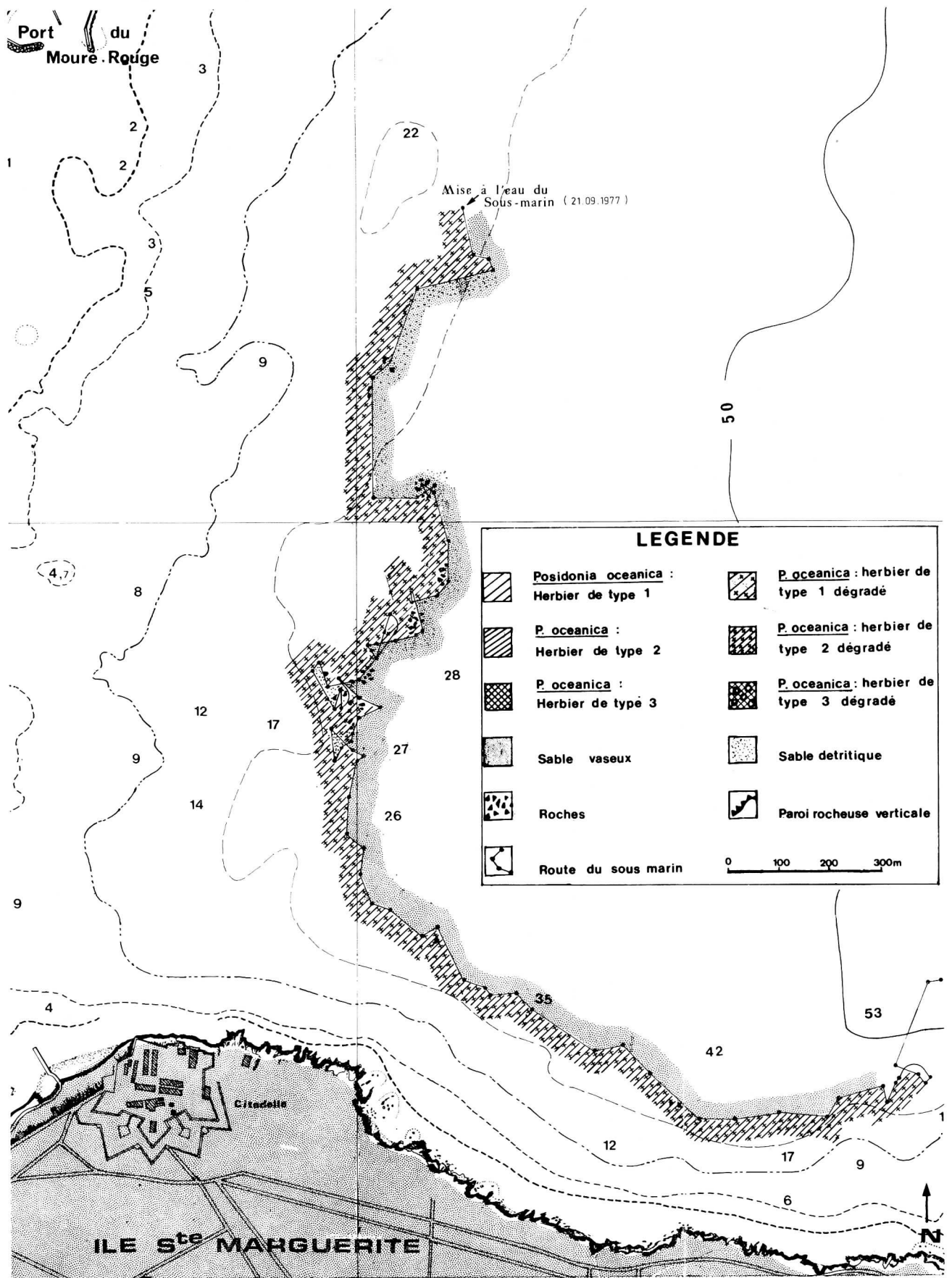


FIG. 2.

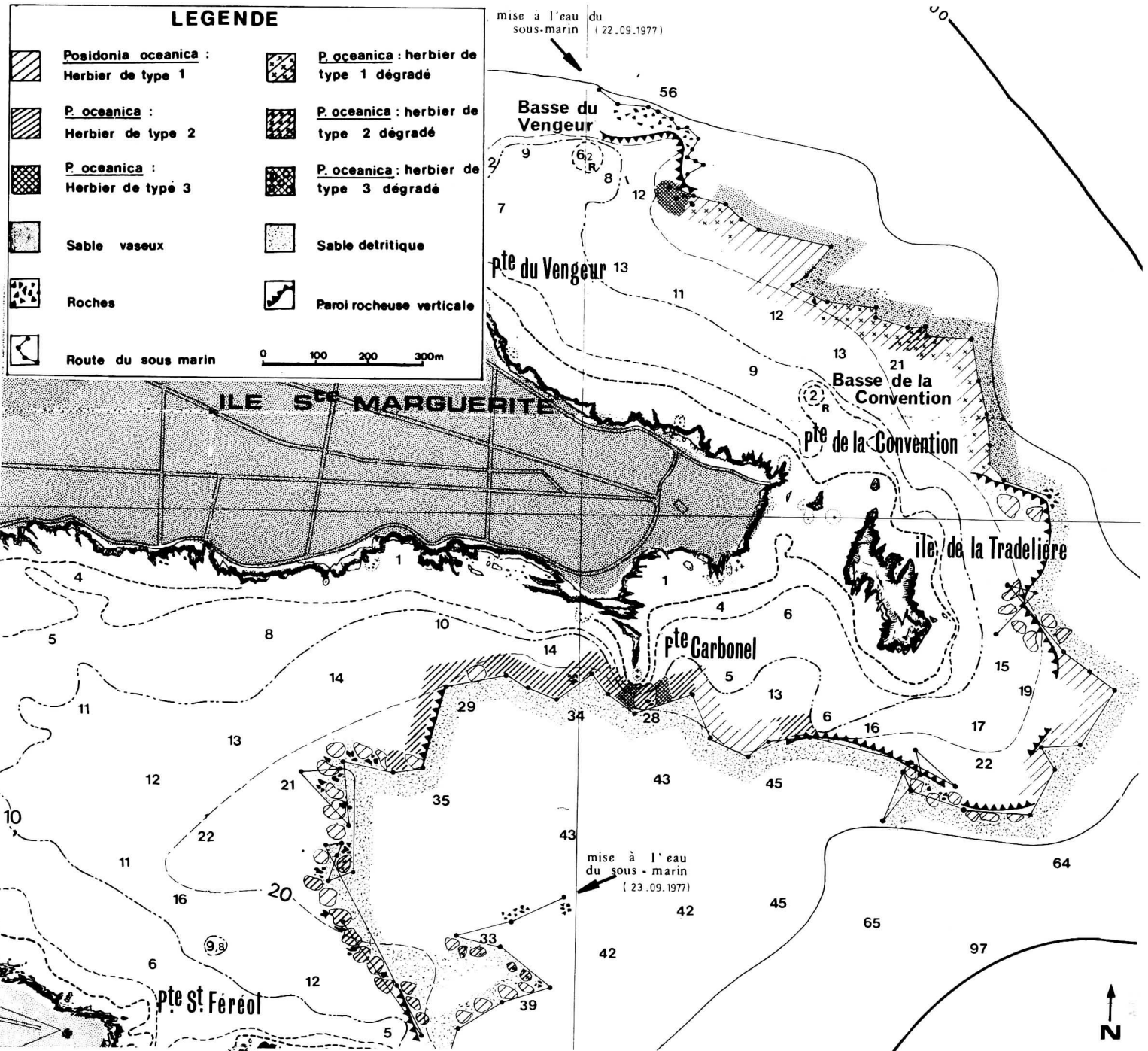


FIG. 3. — Carte de la limite inférieure de l'herbier de Posidonia oceanica au sud-est de l'île Ste-Marguerite.

FIG. 3. — Map of the lowest limit of the Posidonia oceanica beds in the South-East of the island of Ste-Marguerite.

FIG. 2. — Carte de la limite inférieure de l'herbier de Posidonia oceanica dans l'ouest du Golfe Juan et au nord de l'île Ste-Marguerite.

FIG. 2. — Map of the lowest limit of the Posidonia oceanica beds to the West of Golfe Juan and North of the Island of Ste-Marguerite.

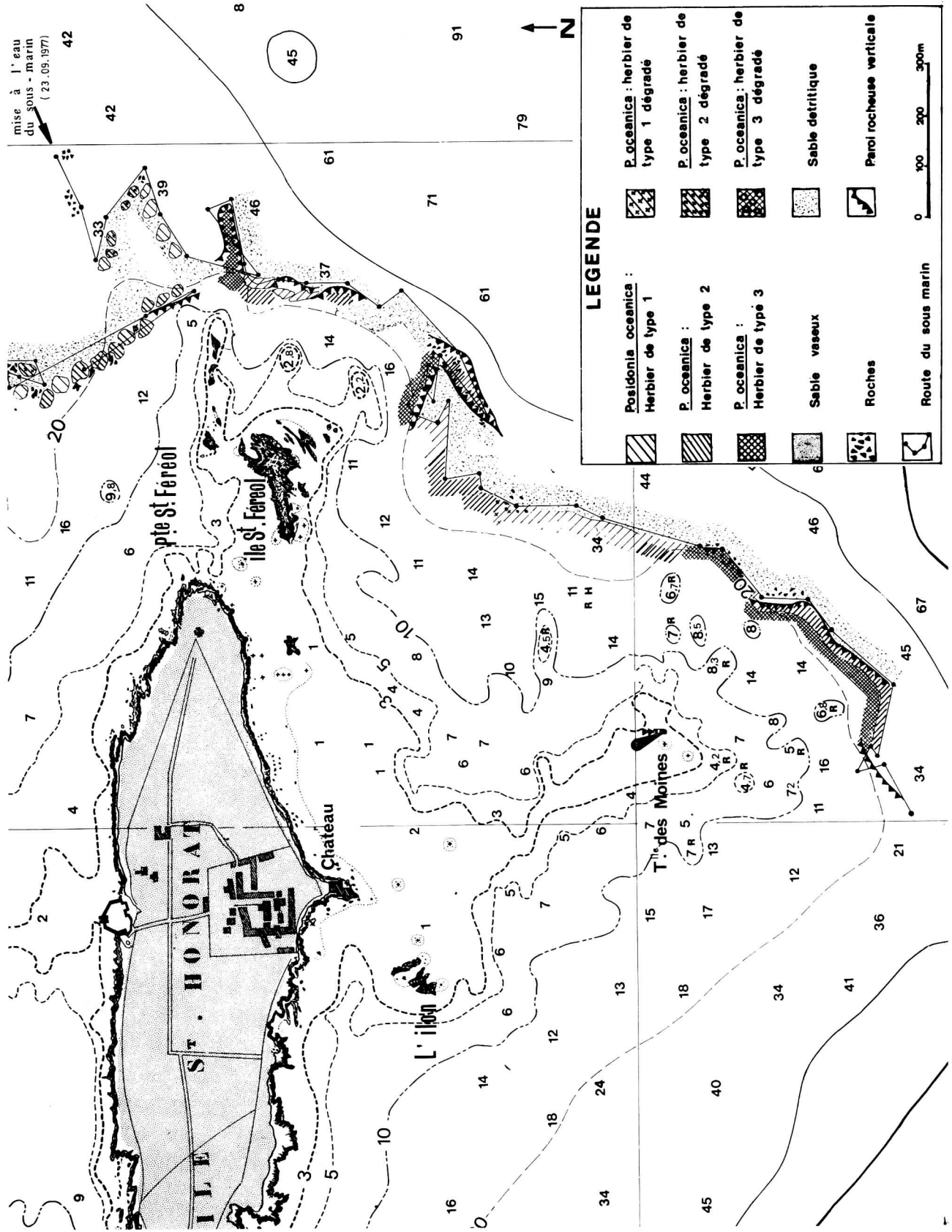


FIG. 4. — Carte de la limite inférieure de l'herbier de *Posidonia oceanica* à l'est de l'île St-Honorat.
 FIG. 4. — Map of the lowest limit of the *Posidonia oceanica* beds to the East of the island of St-Honorat.

Dans la passe située entre les deux îles, nous avons retrouvé un herbier peu dense, sous forme de touffes isolées, avec des rhizomes morts en place (type 1 dégradé). De nombreux rochers isolés ont été observés.

Au niveau des tombants de St-Ferréol, nous n'avons pas trouvé de Posidonies à la base des parois rocheuses verticales (entre —30 et —35 m), mais l'herbier est très dense sous forme de touffes sur les reliefs rocheux situés au-dessus des tombants (sommet entre —20 et —25 m). Entre ces falaises rocheuses discontinues, la pente est très forte et l'herbier se termine sous forme de touffes peu denses avec quelques rhizomes traçants (de un à deux mètres de longueur) (herbier de type 1).

Entre les derniers tombants de l'île St-Ferréol et les premières falaises verticales de la balise des Moines la pente est très forte. La limite de l'herbier est nette mais le recouvrement est faible (entre 5 et 20 %). Des rhizomes traçants, des îlots témoins situés au-delà de la limite, des chenaux de sable perpendiculaires à la limite ont été observés. Les rhizomes sont toujours en position horizontale (herbier de type 1).

Au-dessus des tombants de la balise des Moines, l'herbier est dense (type 2 ou 3).

Dans tout le secteur exploré, les derniers éléments de l'herbier de *Posidonia* ont été rencontrés entre —30 et —35 m.

IV. — DISCUSSION

Classification et description des différents types d'herbiers.

Depuis la publication de notre description des types d'herbiers en limite inférieure (1978) (qui avait été édité par la C.I.P.A1.M. sous forme d'un rapport ronéotypé en mai 1977), plusieurs auteurs ont donné des éléments relatifs à l'état de l'herbier.

Ainsi, GIRAUD (1977 *a, b* et 1979) a précisé les travaux de DREW (1971), DREW et JUPP (1976) et GIRAUD *et al.* (1977) concernant la densité des bouquets foliaires. Cet auteur a notamment décrit six « stades » d'herbier sous forme d'une échelle de *macrorépartition* basée simplement sur le nombre de bouquets foliaires au mètre carré (de moins de 50 à plus de 700 bouquets au mètre carré). Cette classification a été établie après avoir analysé *in situ* 54 échantillons d'herbier homogène (la limite inférieure n'ayant fait l'objet que de 4 mesures). Or, au niveau de la limite inférieure, nous avons constaté que la densité de l'herbier varie très rapidement. Dans cette zone, il convient donc de réaliser (*in situ* ou d'après des prélèvements) de nombreux comptages de bouquets foliaires. Cette méthode est ainsi difficilement applicable pour de grandes surfaces explorées dans le cadre de travaux cartographiques entrepris en plongée sous-marine où le temps d'intervention entre —20 et —40 m est toujours très limité (en scaphandre autonome, on ne peut rester que 30 minutes à —30 m sans

palier de décompression). En outre pour le comptage des bouquets foliaires, GIRAUD (1977 *a, b* et 1979) a choisi empiriquement une surface de mesure de 400 ou 1 000 cm².

Or, PANAYOTIDIS (1980) et PANAYOTIDIS *et al.* (1981) ont récemment étudié la distribution des bouquets foliaires ; ils ont notamment constaté que leur densité est très irrégulière, même pour un herbier d'apparence homogène. Les différents calculs effectués par ces auteurs montrent qu'un comptage de bouquets foliaires n'est représentatif que s'il est effectué sur une surface importante (pour une surface de 1 600 cm² l'erreur relative sur la mesure est dans 90 % des cas inférieure à 25 %). Les études de PANAYOTIDIS et PANAYOTIDIS *et al.* mettent ainsi en évidence les difficultés d'interprétation et d'extrapolation des mesures de microrépartition des bouquets foliaires de *Posidonia* qui varie selon des facteurs très localisés au sein d'un même herbier.

Pour ces différentes raisons, la classification de GIRAUD, basée sur la densité de faisceaux foliaires comptés sur une petite surface, ne peut être utilisée dans le cadre d'une cartographie de grandes étendues d'herbier.

Nous avons ainsi gardé, sans la modifier, notre classification des limites inférieures d'herbier (MEINESZ et LAURENT, 1978) qui a depuis été mentionnée par plusieurs auteurs ayant réalisé des cartographies : AUGIER et BOUDOURESQUE (1979), CRISTIANI (1979).

V. — CONCLUSION

Grâce aux moyens importants mis en œuvre par la Marine Nationale, nous avons pu poursuivre la cartographie de la limite inférieure de l'herbier de *Posidonia oceanica*. Les trois plongées réalisées en sous-marin ont permis de cartographier plus de 10 km de limite inférieure, ce qui porte à 33 km le linéaire de limite localisée et décrite par cette méthode dans les Alpes-Maritimes.

La profondeur atteinte par les dernières traces de l'herbier varie beaucoup du Nord au Sud des secteurs explorés. Ainsi, dans l'ouest du Golfe Juan, la limite se situe entre —22 et —26 m, à l'est de l'île Ste-Marguerite entre —28 et —31 m et à l'est et au sud de l'île St-Honorat entre —30 et —35 m. C'est au Sud de la balise des Moines (secteur le plus méridional des îles de Lérins) que nous avons observé la profondeur maximale (—35 m) atteinte par les Posidonies dans les Alpes-Maritimes.

A l'ouest du Golfe Juan, nous avons remarqué une dégradation importante de l'herbier de Posidonies au niveau de sa limite inférieure. Des traces d'herbier mort en place ont été observées sur plus de 3 km 200 et c'est dans ce secteur que la limite inférieure est la moins profonde. L'aspect de cet herbier en mauvais état est identique à celui que nous avons reconnu lors de la campagne précédente dans la partie Ouest du Golfe Juan. Cette dégradation

avait été observée à partir du voisinage de l'extrémité de l'émissaire de Golfe Juan-Vallauris (situé dans le Nord-Est de la balise de la Fourmigue). Ainsi, la régression est continue des parages de l'émissaire jusqu'à l'île Ste-Marguerite (soit près de 8 km). Nous avons déjà souligné (MEINESZ et LAURENT, 1978-1980) l'importance de cette dégradation de l'herbier. Nous avons attribué la cause de cette régression à l'augmentation de la turbidité des eaux du Golfe Juan situé dans l'ouest de l'émissaire (vers où le courant disperse les effluents). Cette augmentation chronique de la turbidité fait remonter le point de compensation rendant létales les conditions de vie des Posidonies se trouvant au niveau de la limite inférieure initiale.

REMERCIEMENTS. — Nous remercions le Capitaine de Vaisseau GUYOT, Commandant du Groupe d'Intervention Sous la Mer (G.I.S.M.E.R.); le Capitaine de corvette GUÉROUT, Commandant le Bâtiment d'Intervention et d'Exploration Sous la Mer (B.I.E.S.M.) *Triton*; le Lieutenant de Vaisseau PLANÇON, Commandant du sous-marin d'intervention *Griffon* et tous les officiers et hommes d'équipage du *Triton* et du *Griffon* pour avoir participé avec dévouement à la campagne de cartographie Poséidon 1977. Nous remercions également le personnel de la C.I.P.A.I.M. : les brigadiers chargés de déplacer les balises à terre, ainsi que les dessinateurs de la carte : MM. AMOROS et CANDELA.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AUGIER, H., BOUDOURESQUE, C. F., 1979. — Premières observations sur l'herbier de Posidonies et le Détritique côtier de l'île du Levant (Méditerranée, France), à l'aide du sous-marin *Griffon* de la Marine Nationale. *Trav. Sci. Parc nation. Port Cros*, 5 : 141-153.
- CRISTIANI, G., 1980. — Biomasse et répartition de l'herbier de *Posidonia oceanica* de la côte bleue (B. du Rh., France) et pollution marine par les métaux lourds. Thèse de Doctorat de spécialité. Univ. Aix-Marseille I, 150 p., I-IX, 1 carte h. t.
- DREW, E. A., 1971. — Botany. Underwater science. An introduction to experiments by divers. *Woods and Lithgoe*, édit., London, 175-233.
- DREW, E. A., JUPP, B. P., 1976. — Some aspects of the growth of *Posidonia oceanica* in Malta. Underwater research, *Academic Press*, London, 357-367.
- GIRAUD, G., 1977 a. — Contribution à la description et à la phénologie quantitative des herbiers de *Posidonia oceanica* (L.) Del. Thèse de Doctorat de spécialité, Univ. Aix-Marseille II, 150 p.
- GIRAUD, G., 1977 b. — Essai de classement des herbiers de *Posidonia oceanica* (Linné) Delile. *Bot. Marina*, 20 : 487-491.
- GIRAUD, G., 1979. — Sur une méthode de mesure et de comptage des structures foliaires de *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile. *Bull. Mus. Hist. Nat. Marseille*, 39 : 33-39.
- GIRAUD, G., BOUDOURESQUE, C. F., MARCOT, J., MEINESZ, A.,

- VERLAQUE, M., 1977. — Indices foliaires de *Posidonia oceanica* (Linné) Delile en Corse et dans la région Marseillaise. *Rapp. P. V. Comm. Intern. Explor. Sci. Mer Méditer.*, **24** (4) : 131-132.
- MEINESZ, A., LAURENT, R., 1978. — Cartographie et état de la limite inférieure de *Posidonia oceanica* dans les Alpes Maritimes (France). Campagne Poséidon 1976. *Bot. Marina*, **21** : 513-526.
- MEINESZ, A., LAURENT, R., 1980. — Cartes de la limite inférieure de l'herbier de *Posidonia oceanica* dans les Alpes Maritimes (France). Campagne Poséidon 1976. *Ann. Inst. océanogr, Paris*, **56** (1) : 45-54.
- NESTEROFF, W., 1965. — Recherches sur les sédiments actuels de la région d'Antibes. Thèse de Doctorat d'Etat. Univ. Paris. *Masson*, édit., Paris, 135 p.
- PANAYOTIDIS, P. T., 1980. — Contribution à l'étude qualitative et quantitative de l'association *Posidonietum oceanicae* Funk 1927. Thèse de Doctorat de spécialité, Univ. Aix-Marseille II, 213 p.
- PANAYOTIDIS, P. T., BOUDOURESQUE, C. F., MARCOT-COQUEUGNIOT, J., 1980. — Microstructure de l'herbier de *Posidonia oceanica* (Linnaeus) Delile. *Bot. Marina*, **24** : 115-124.

(Manuscrit envoyé le 24 mars 1981,
accepté le 18 janvier 1982.)