

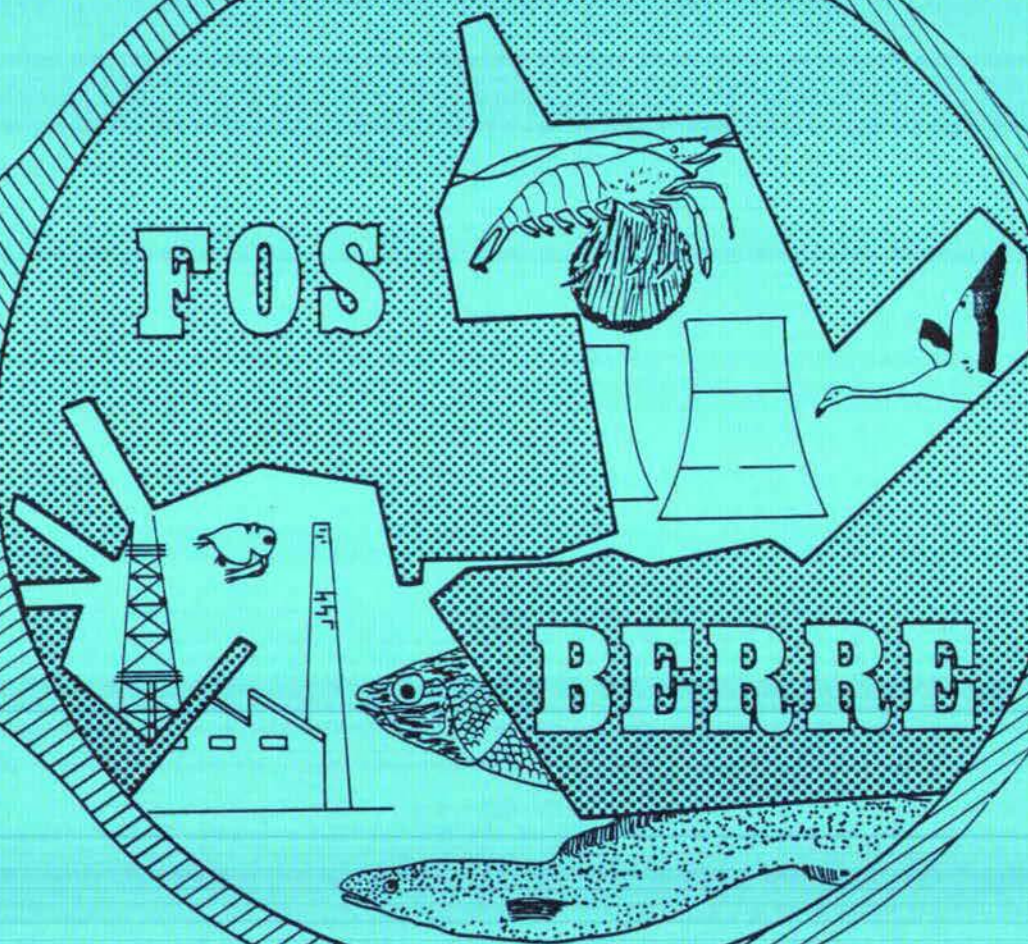
ETUDE REGIONALE INTEGREE

Golfe de Fos

Bilan des Connaissances écologiques

Annexes

DÉPARTEMENT ENVIRONNEMENT
CÔTIER ET GESTION DU MILIEU
MARIN



CENTRE D'OCEANOLOGIE DE MARSEILLE-LUMINY

LABORATOIRE DE GEOLOGIE MARINE ET SEDIMENTOLOGIE APPLIQUEE
FACULTE DES SCIENCES DE LUMINY

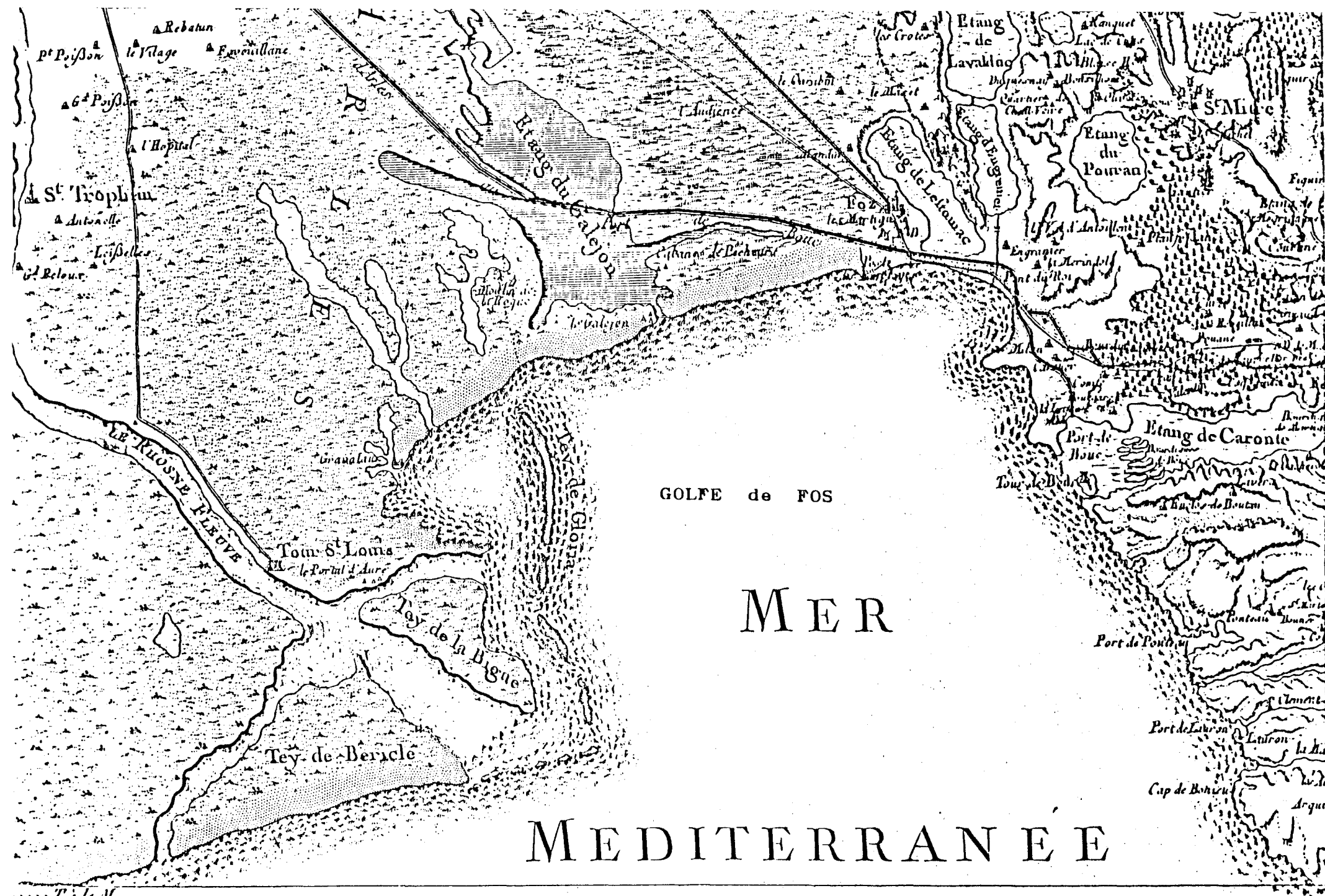


JUILLET 1985

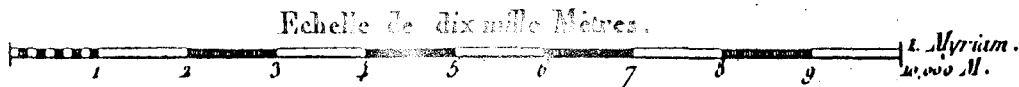
Direction de l'Environnement et des Recherches Océaniques

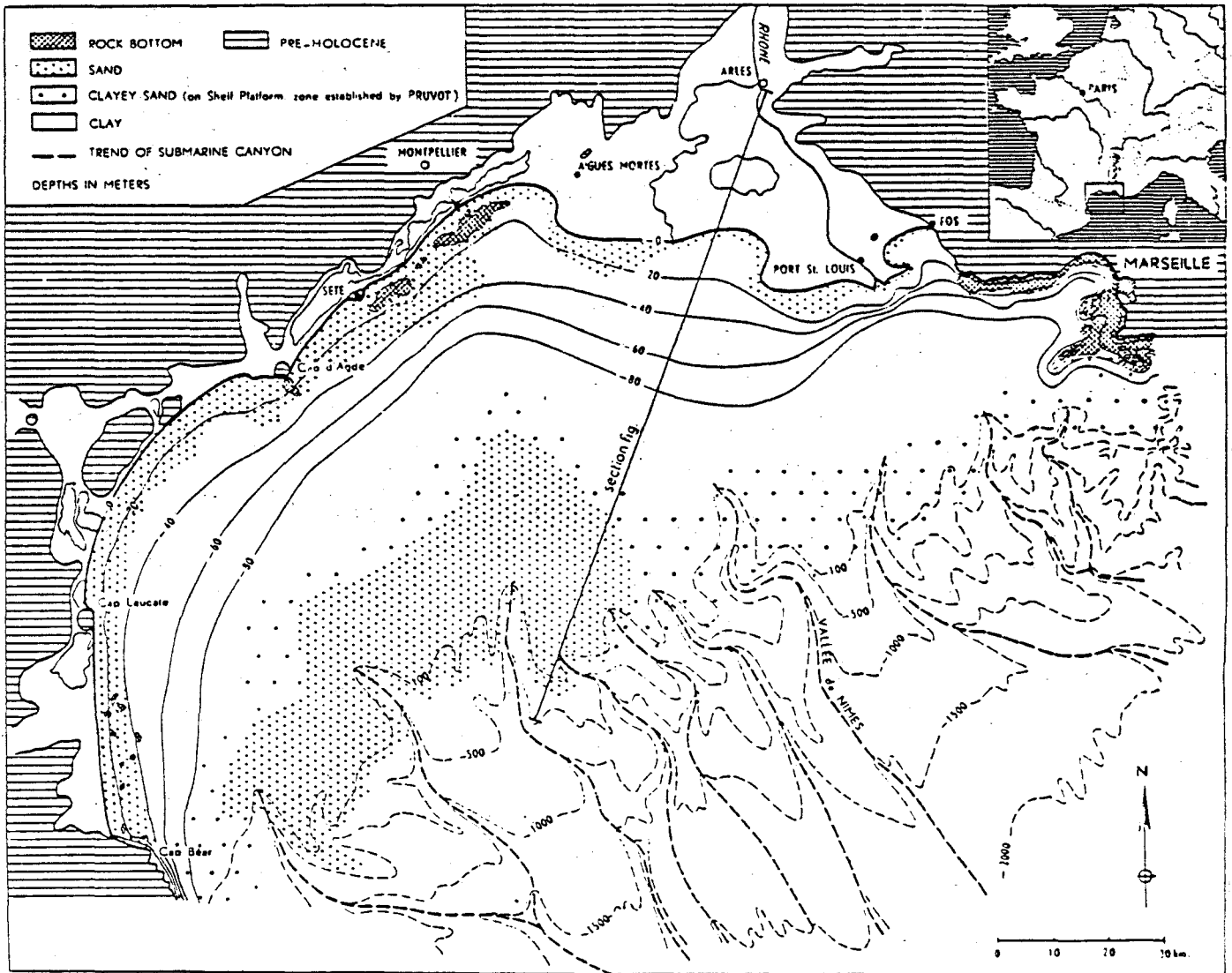
ANNEXES

Carte de CASSINI levée 1750 - E = 1/86 400°

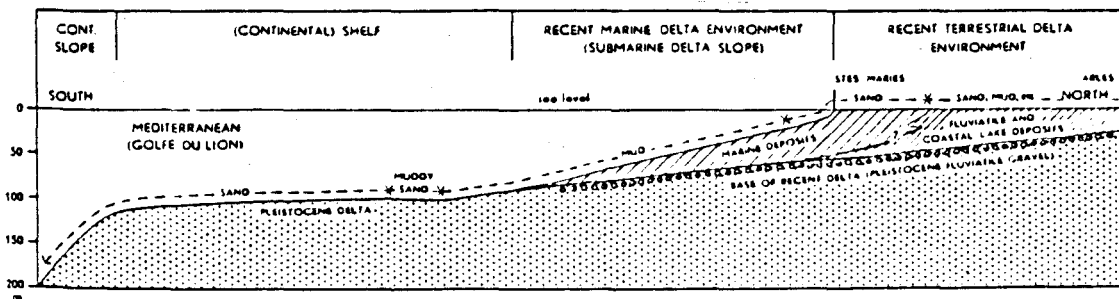


0000 To la M.





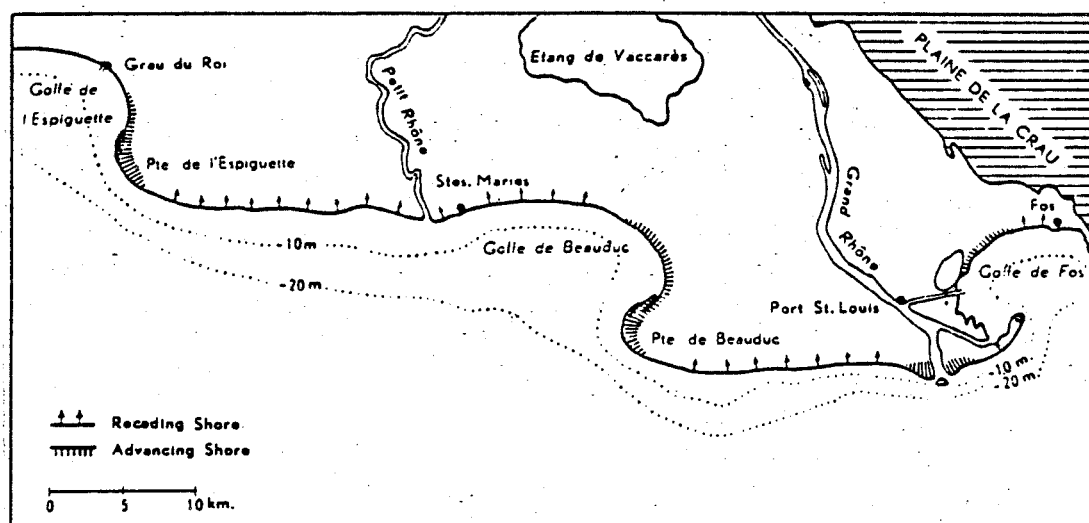
The Golfe du Lion. Data adapted from: Carte du Cap Creux au Cap Martin—Dépot général de la Marine (1851), PRUVOT (1897), THOULET (1912), BOURCART (1950).



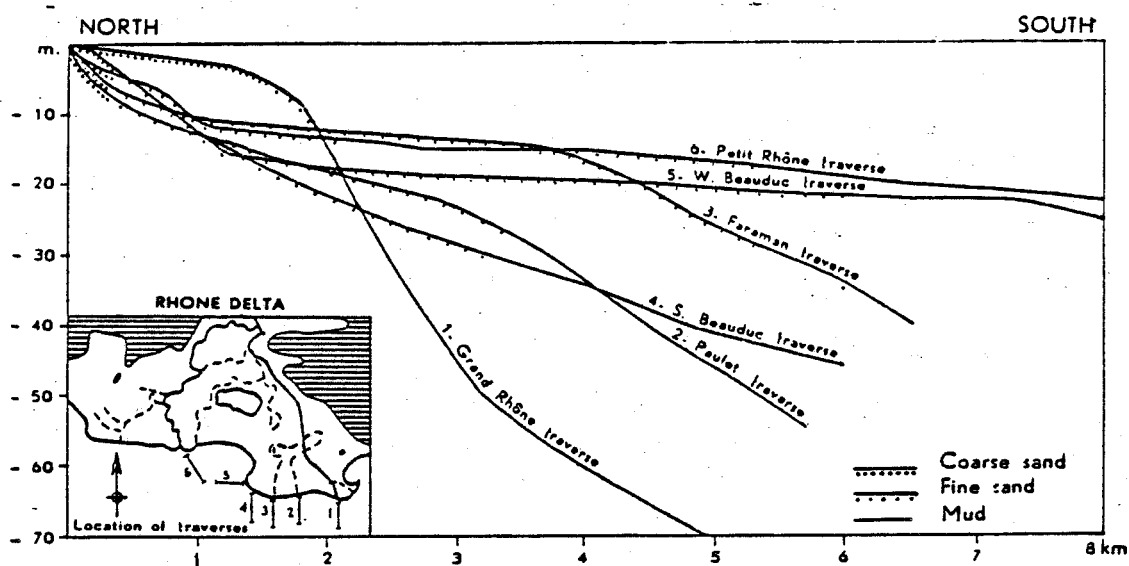
North-south section through the Recent delta deposits.

FIGURE N° 0 A

Source: C. Kruit, 1955



Advancing and receding shores of the Rhône delta.

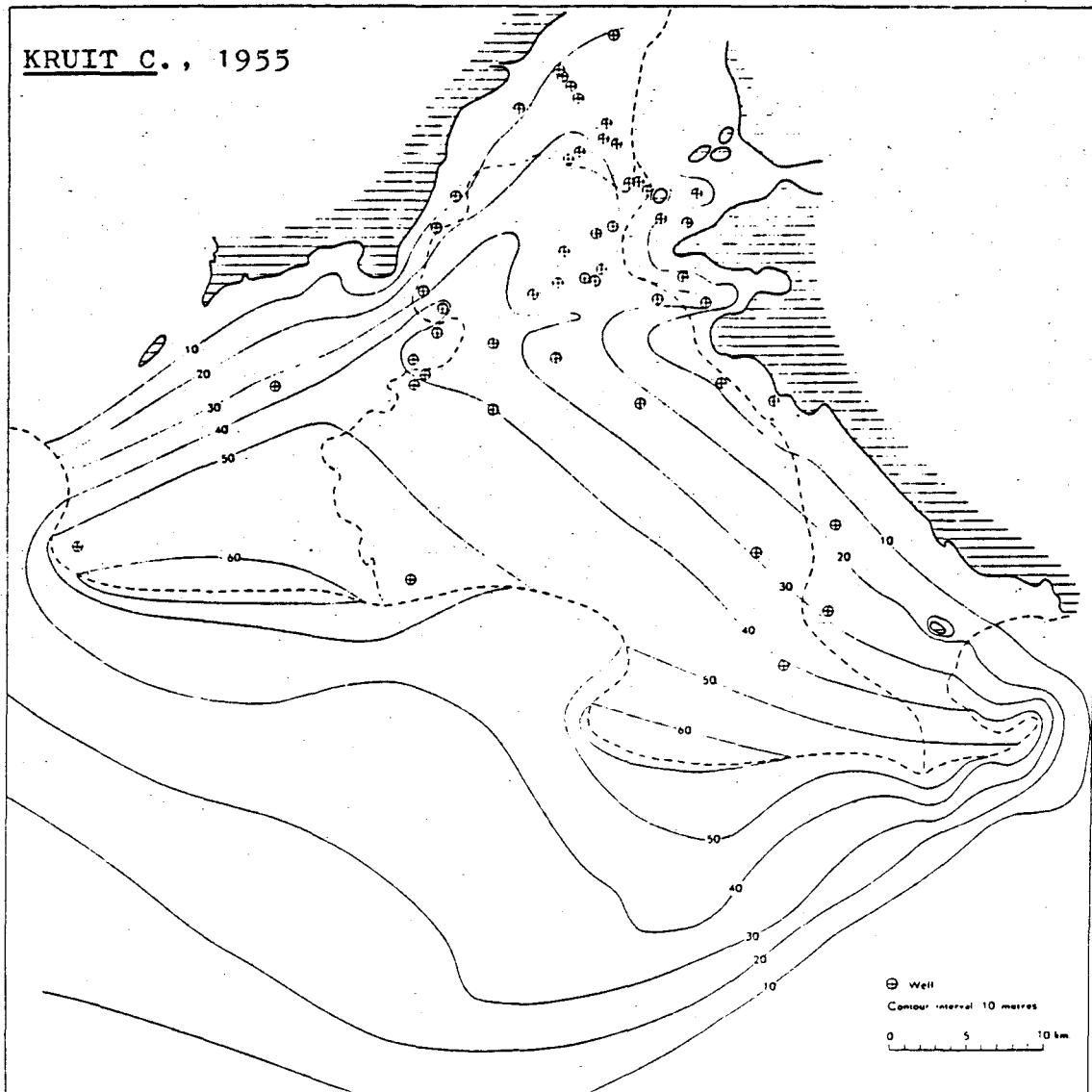


Sections of the submarine slope of the Rhône delta
(constructed from sample soundings).

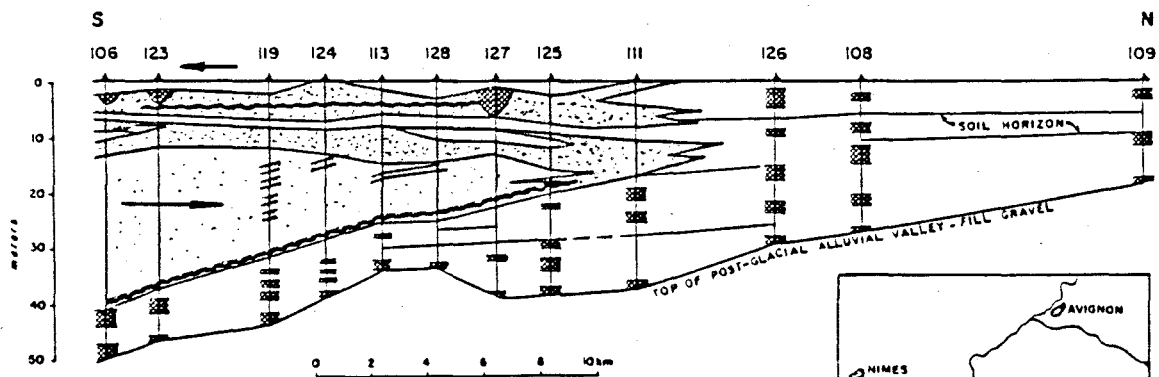
FIGURE N° 0 B

Source: C. Kruit, 1955

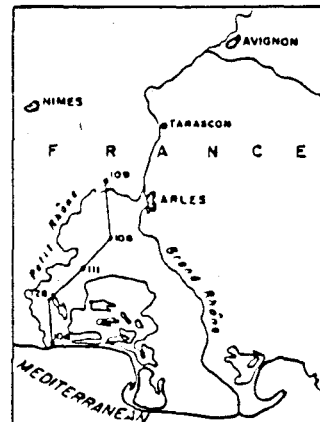
KRUIT C., 1955



Isopach map of the Recent delta deposits.



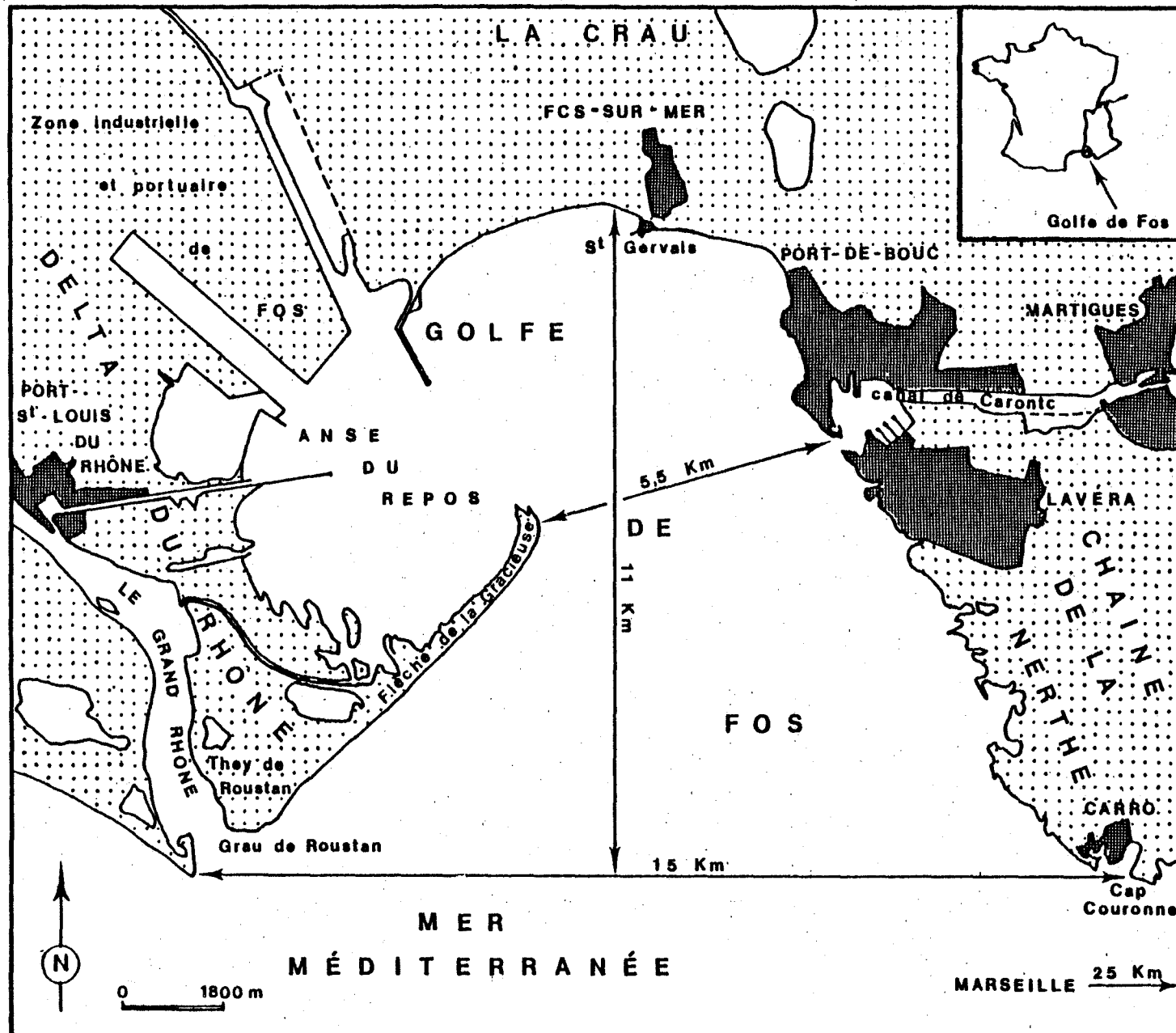
- SAND, mainly horizontally bedded, deposited in coastal-barrier environment, marine fauna
- SAND, mainly cross bedded, deposited by deltaic distributaries in coastal plain, brackish-to fresh-water fauna
- CLAY, + silt beds, deposited in shallow-marine environment, marine fauna
- CLAY, + silt beds, deposited in coastal-plain basins, brackish-to fresh-water fauna



Postglacial Rhône delta complex. Lithological correlation in north-south section.

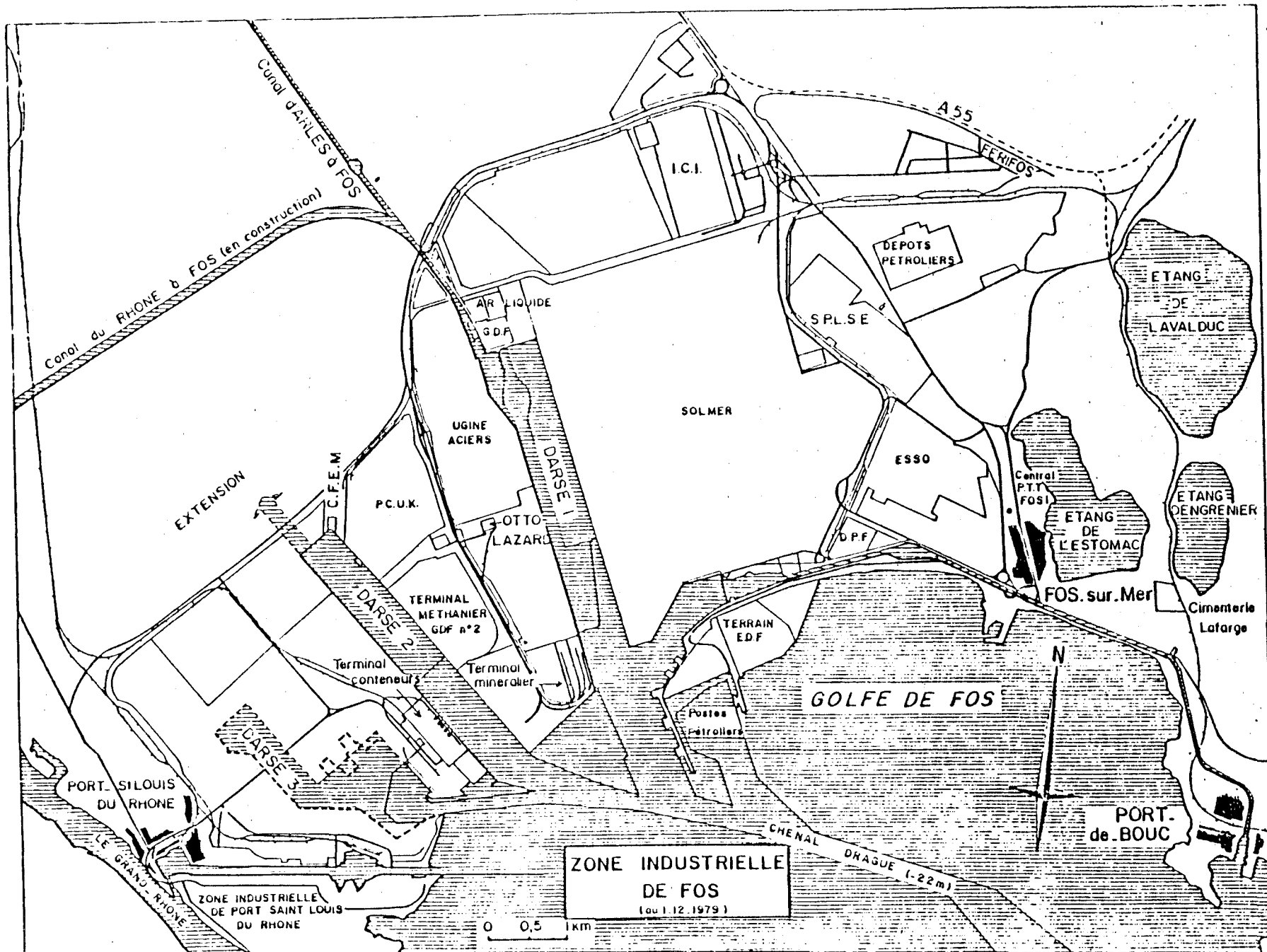
OOMKENS E., 1970.

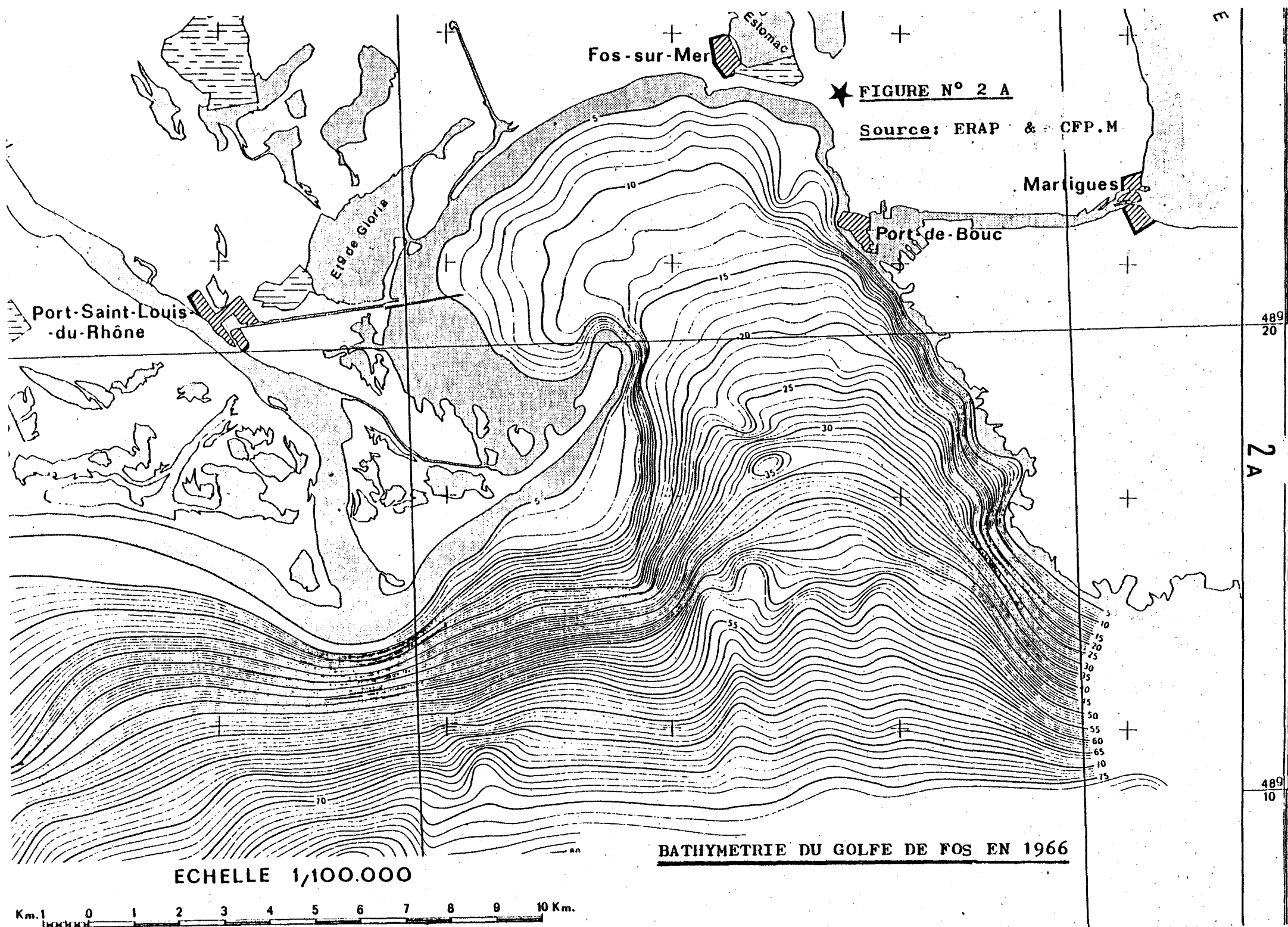
FIG. N° 1

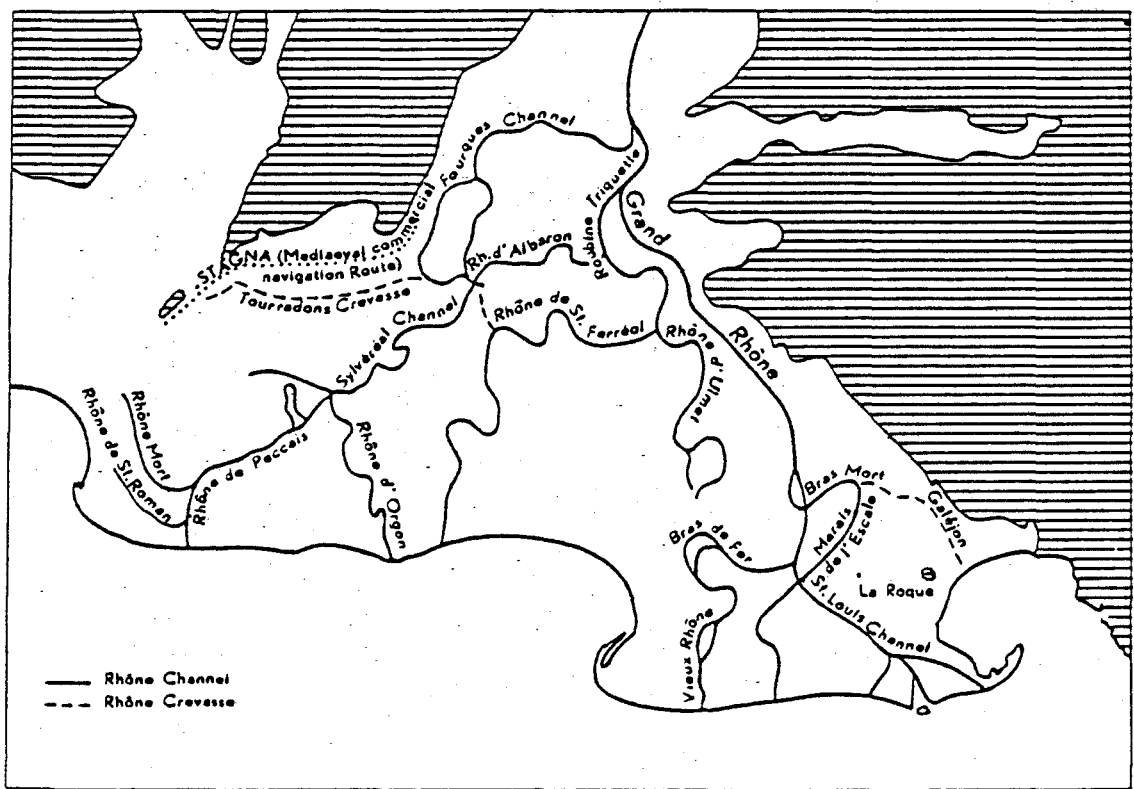


- Plan de situation du Golfe de Fos -

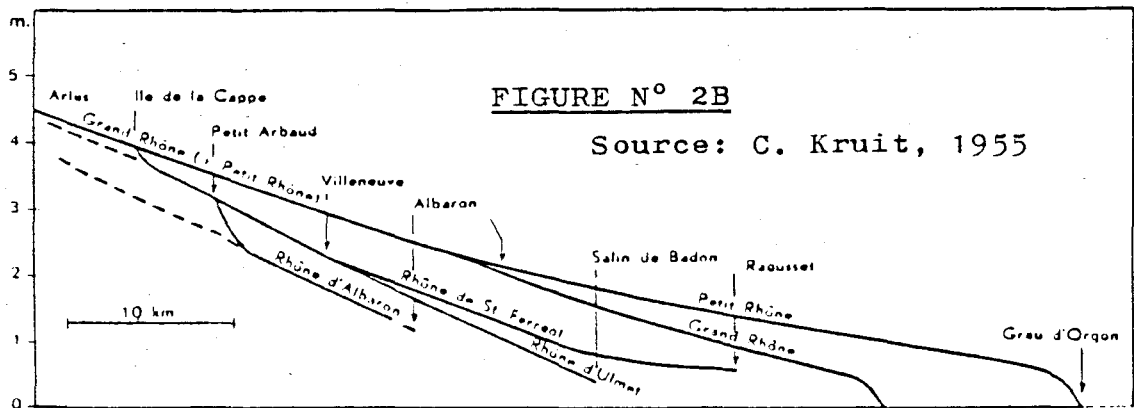
FIG. N° 2



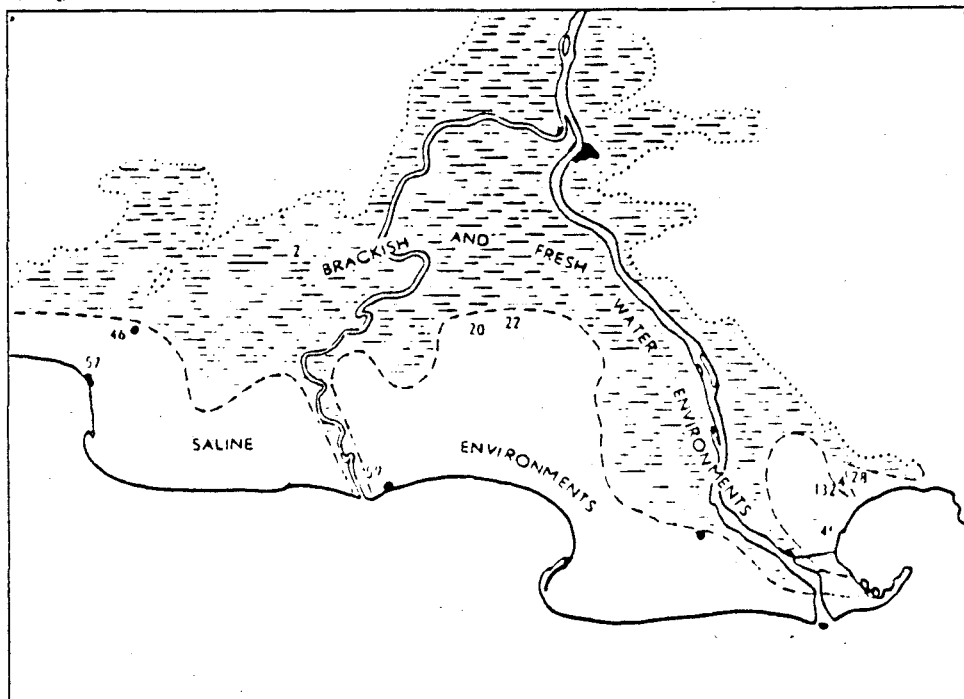




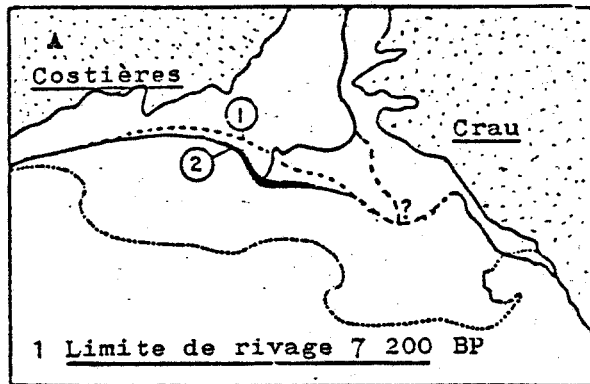
Nomenclature of active and abandoned Rhône channels (Petit Rhône = Fourques channels + Sylvéal channel + Rhône d'Orgon).



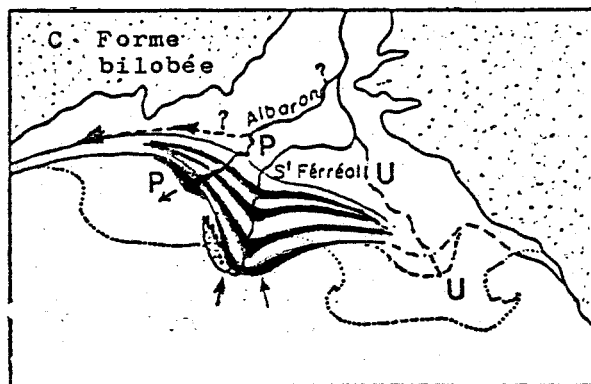
Gradients of the crests of natural levees of present-day and abandoned distributaries.



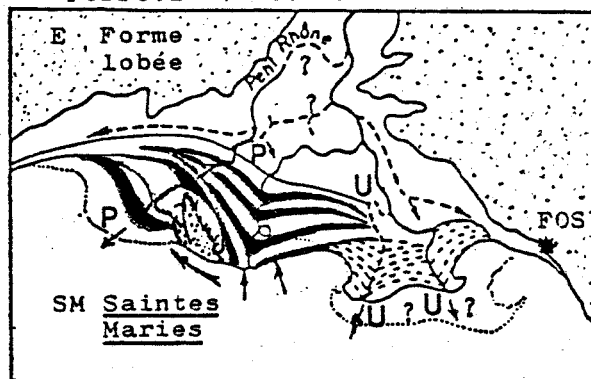
Distribution of fresh and saline environments in the terrestrial delta. (Numbers show salinities in basins in summer, 1950)



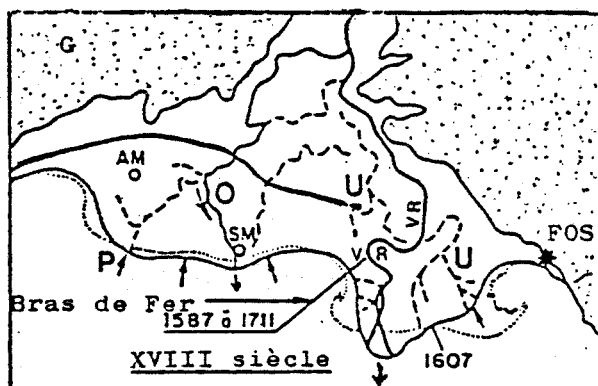
A
2 Rivage vers 6 500 BP



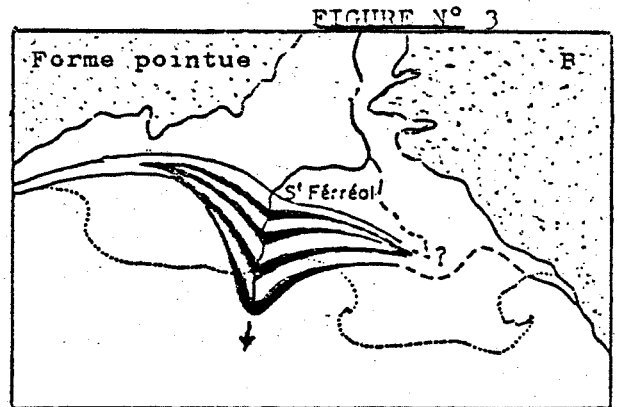
C
Recul embouchure du Rhône de St Ferréol 4 000 BP



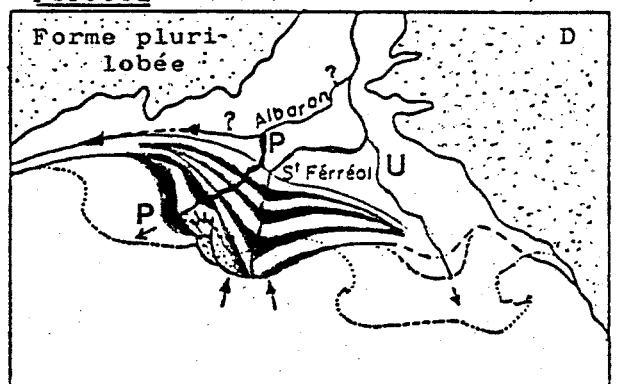
E
Epoque Romaine-Haut Moyen-Age



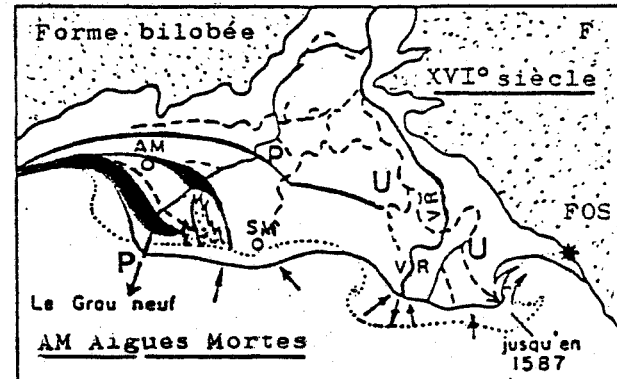
G
Maximum extension Vieux Rhône



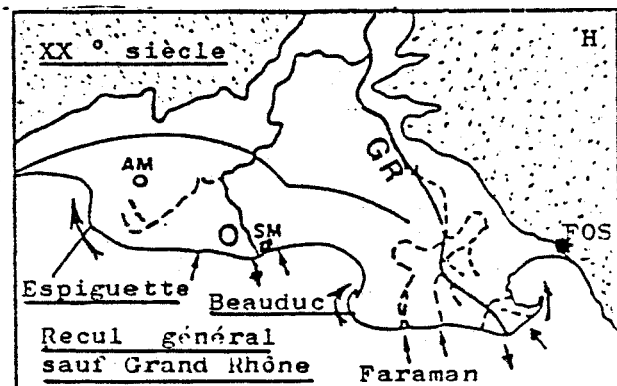
B
Extension maximum du Rhône de St Ferréol (5 500 à 4 000 BP)



D
Formation embouchure du Rhône de Peccais P

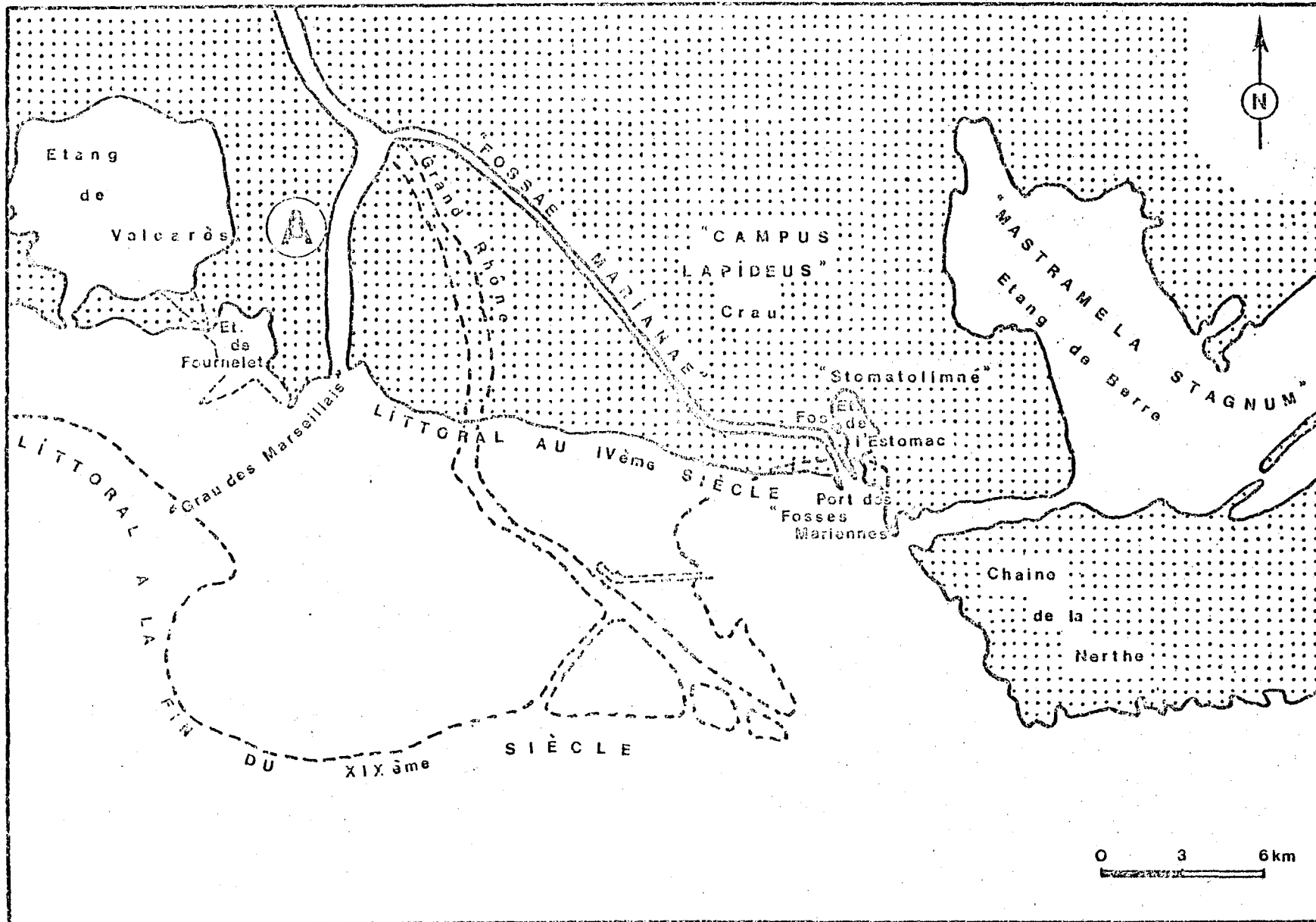


F
Extension maximum du Rhône de Peccais P



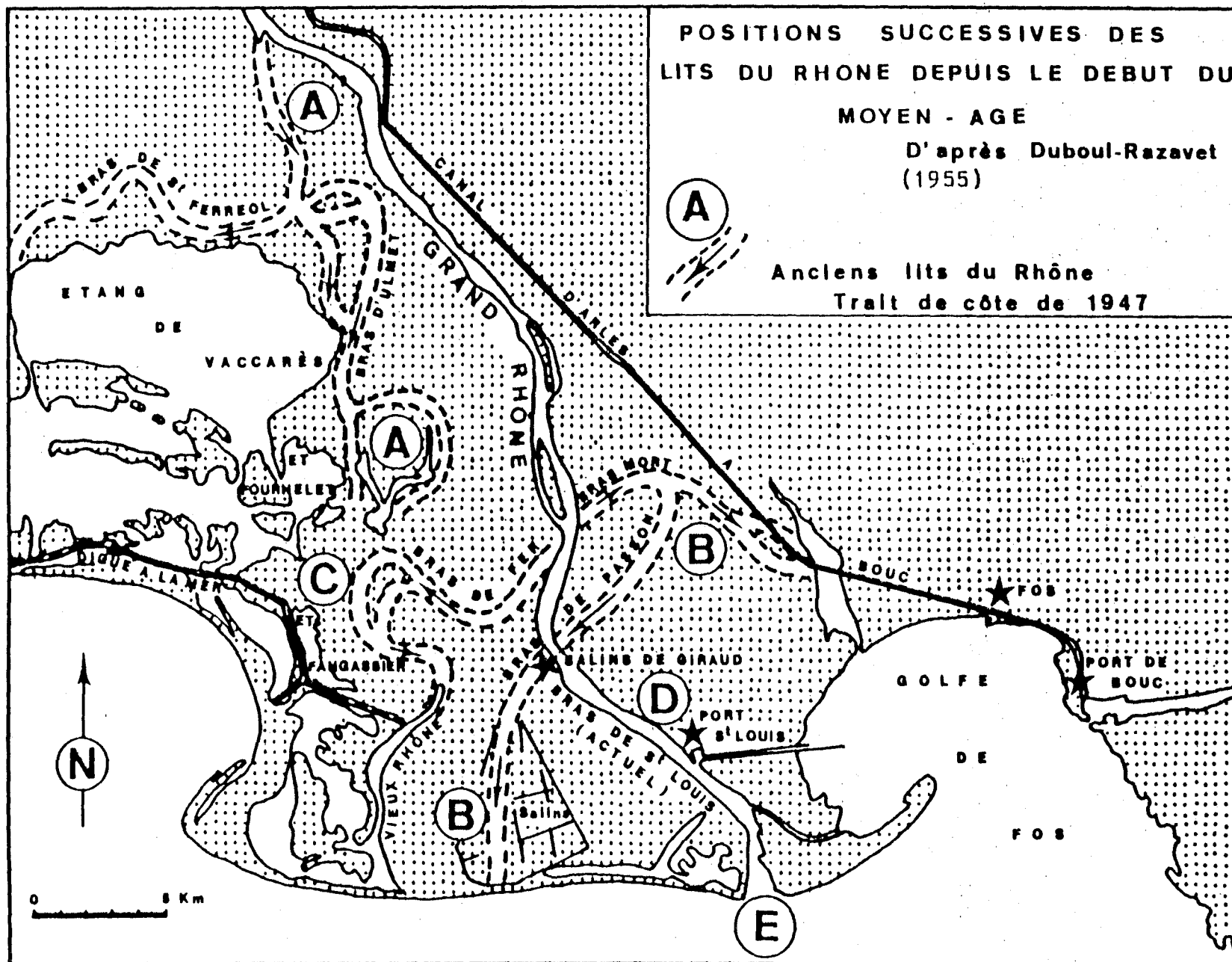
H
Evolution Golfe de Fos

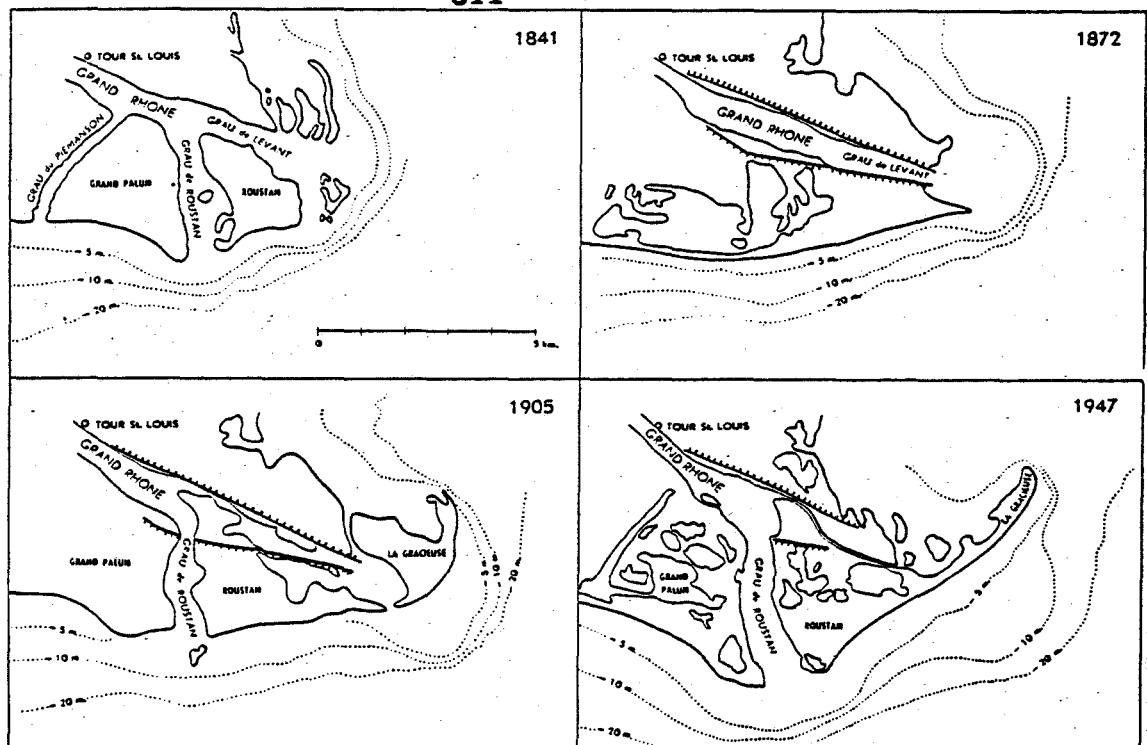
FIGURE N° 4



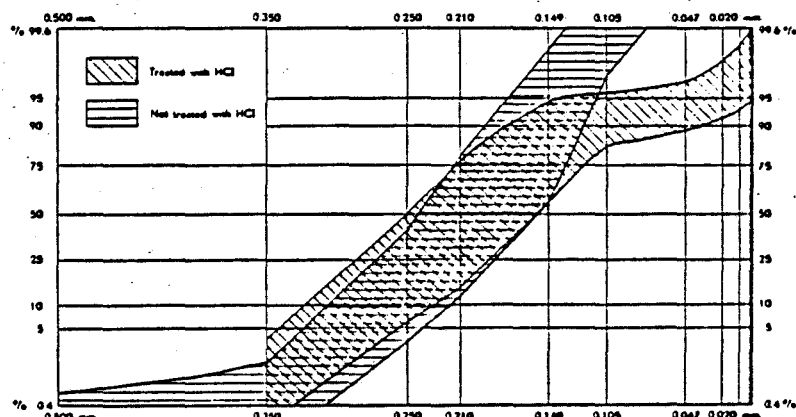
LE LITTORAL ORIENTAL SUPPOSE DU DELTA DU RHONE AU IV^e SIECLE APRES J.C.
(D'APRES DESJARDINS, 1866) - La comparaison avec la figure N° 3 illustre
la progression des connaissances.

FIGURE N° 6





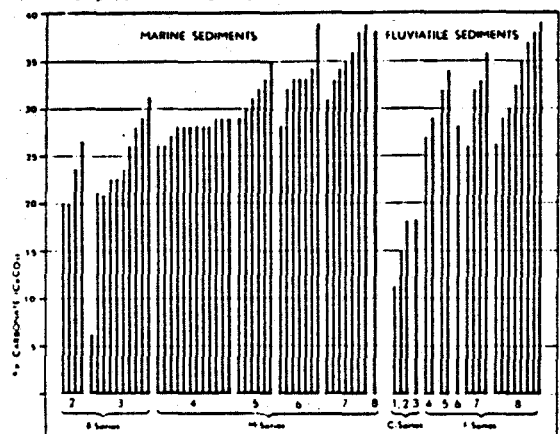
Development of the present mouth of the Grand Rhône since 1841 (adapted from D'ARRIGO, 1936 and Carte topographique 1 : 20,000, Istres, 9, 10 and 11; 1947).



The variation in grain size distribution of 14 beach sands from the Rhône delta. The samples were collected at the waterline.

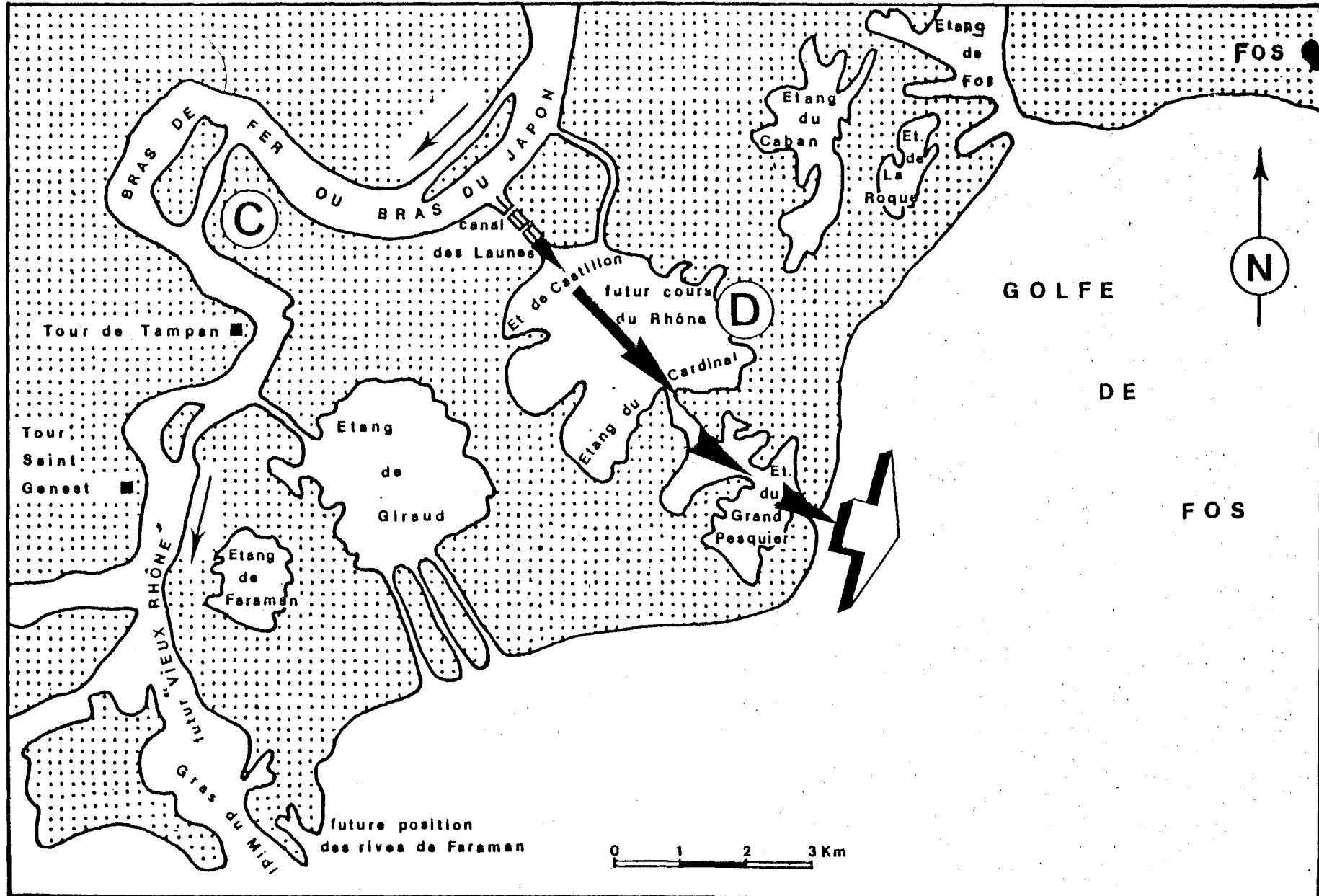
FIGURE N° 6 A

Source: C. Kruit, 1955



Carbonate content of delta sediments (the analyses are arranged according to the main grain size types).

—



—

FIG. N° 8 A

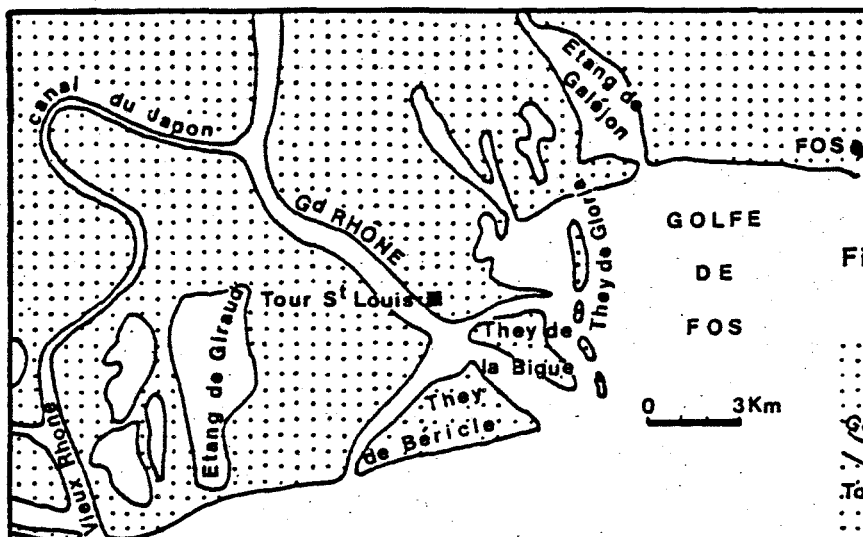


Fig.1- Carte de Cassini - 1744

Fig.2- Carte de Lalauziere - 1784

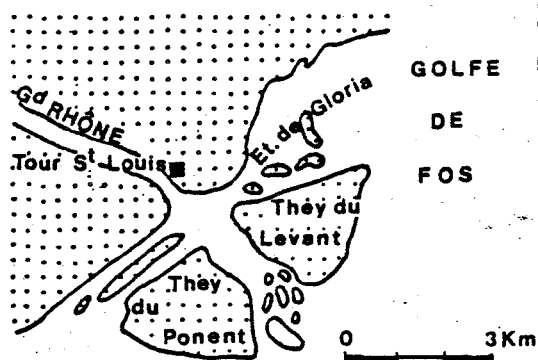


Fig.3- Carte de Matheron - 1840

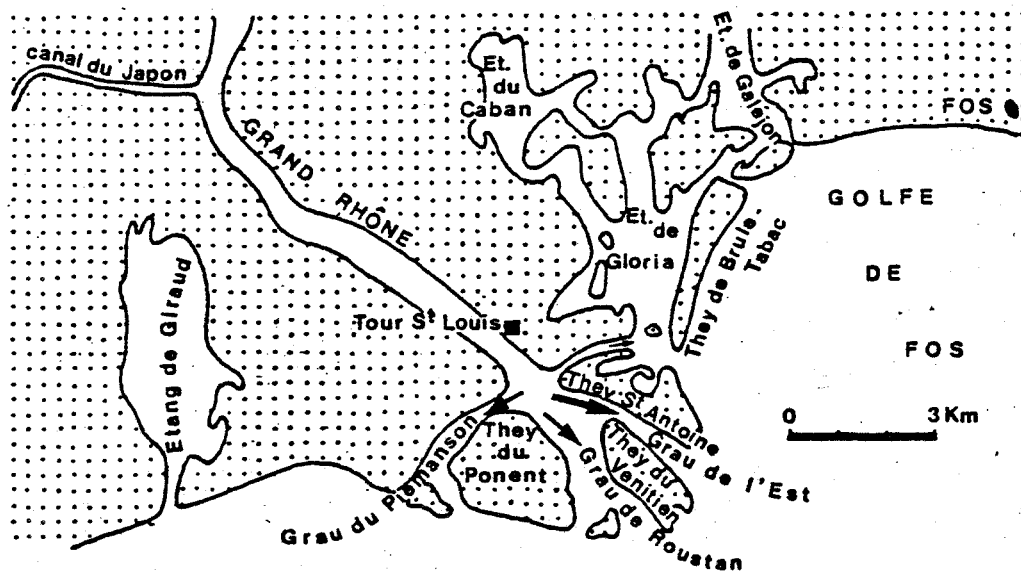


Fig.4- Carte des Ingénieurs Hydrographes de la Marine - 1842

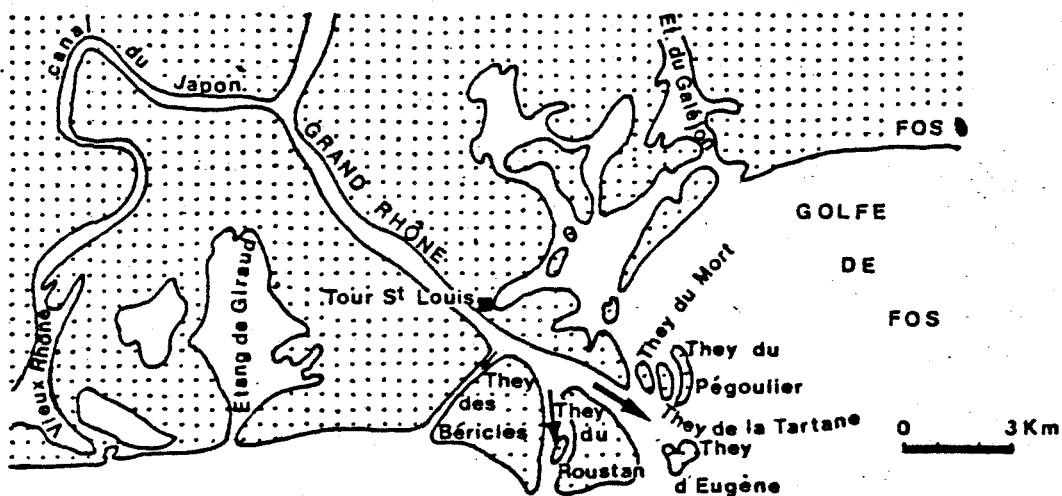


FIG. N° 8 B

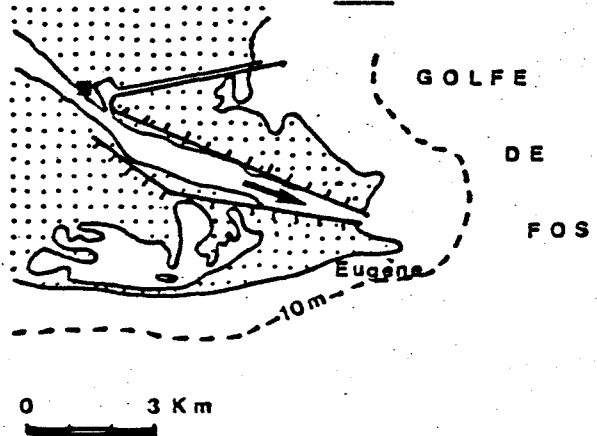


Fig 6: 1872

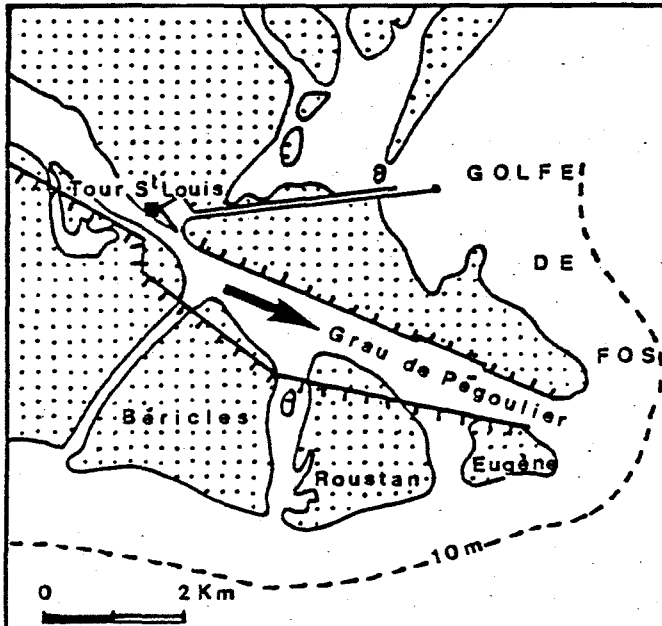


Fig 5: 1860

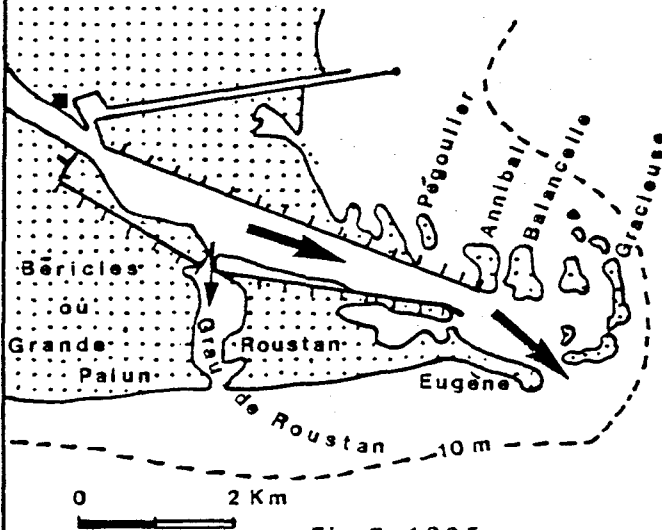


Fig 7: 1895

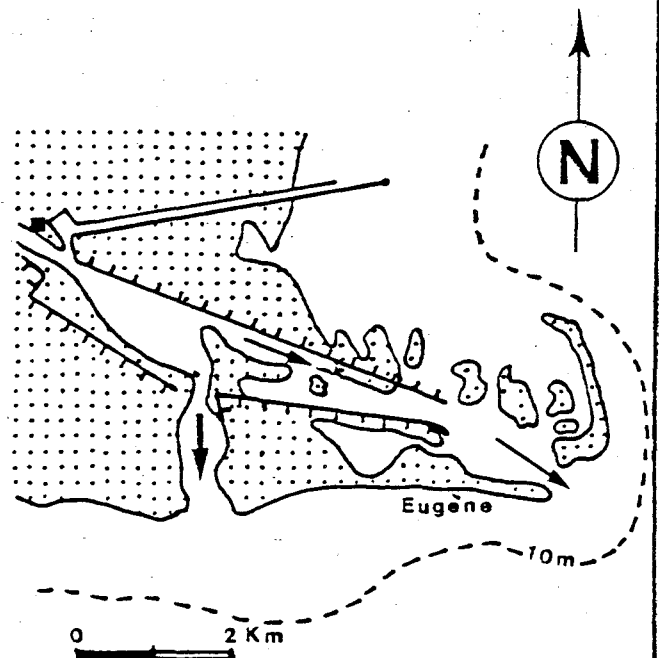


Fig 8: 1906

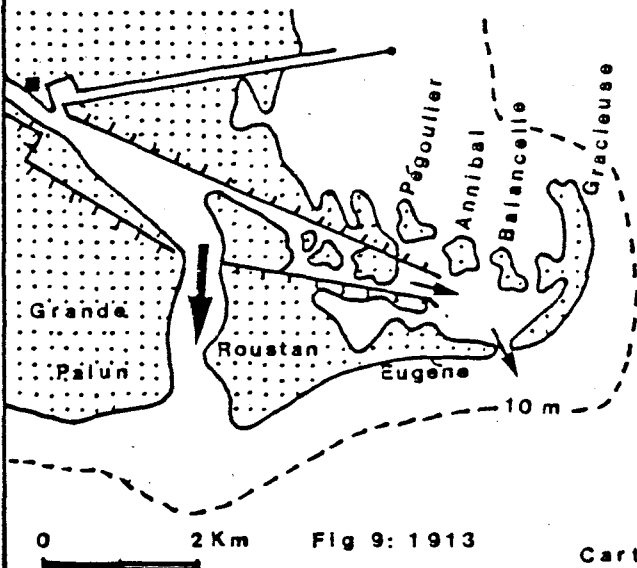


Fig 9: 1913

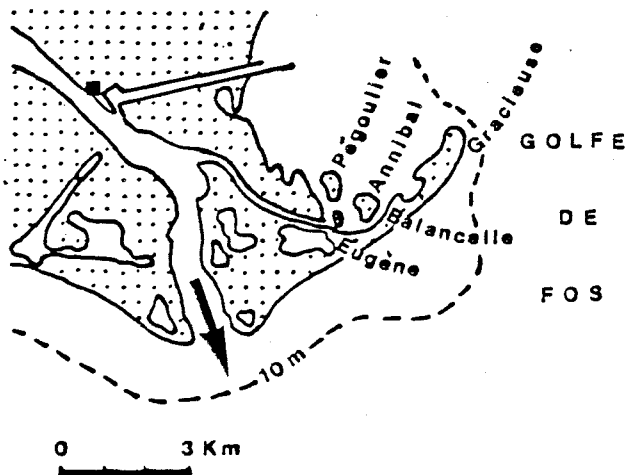
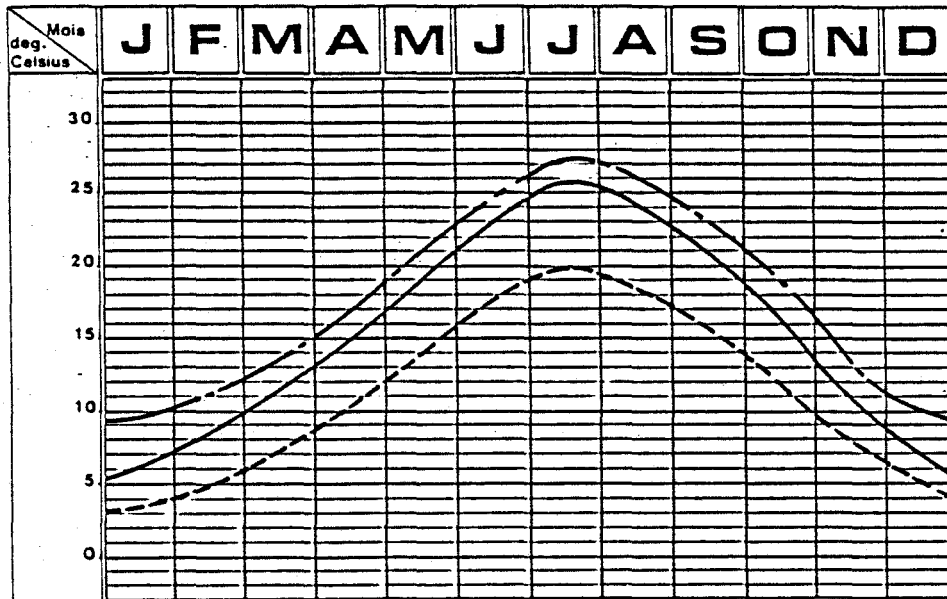


Fig 10: 1947

Cartes des Ingénieurs Hydrographes de la Marine

EVOLUTION DE L'ENBOUCHURE DU GRAND RHONE DE 1860 à 1947



VARIATION DE LA MOYENNE MENSUELLE DES TEMPERATURES AU COURS DE LA JOURNÉE _

----- Moyenne des températures à 06 HEURES
 - . - . - Moyenne des températures à 12 HEURES
 _____ Moyenne des températures à 18 HEURES

Température

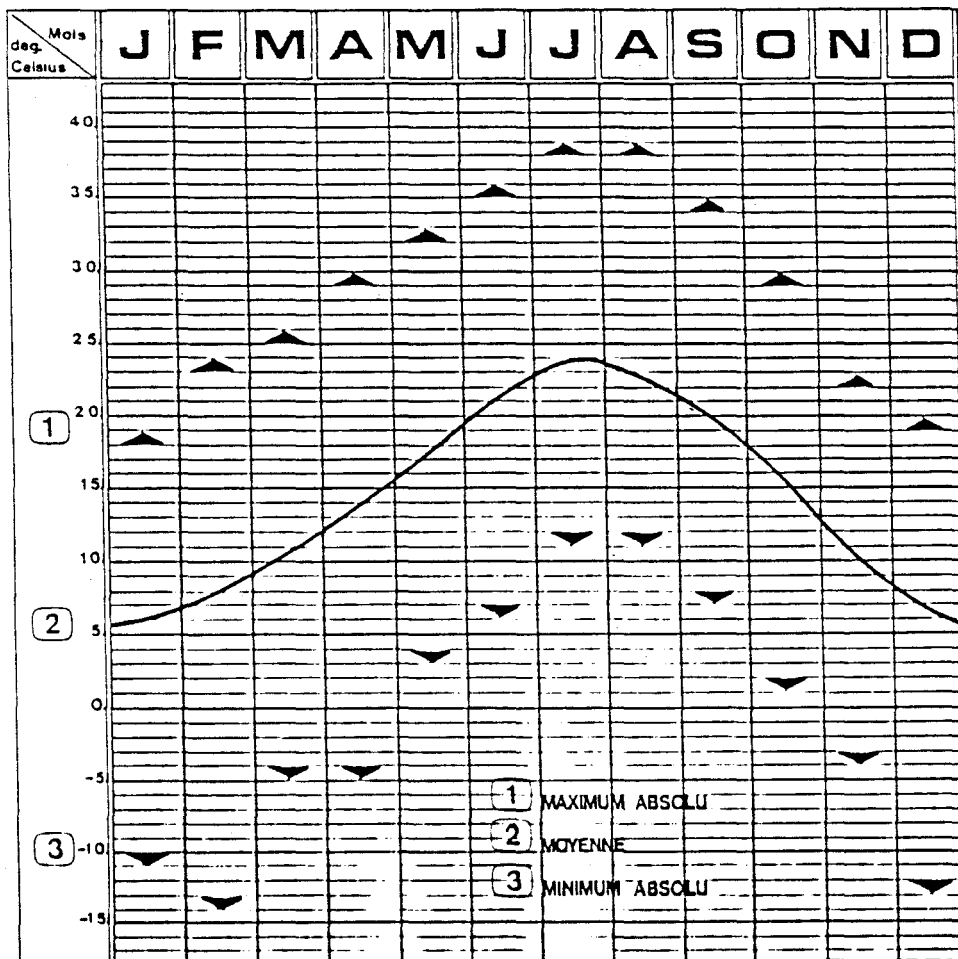
★ FIGURE N° 9

Le climat de type Méditerranéen se caractérise par une chaleur très prononcée en été et par des températures relativement douces en Hiver.

La température est généralement assez clémente jusqu'au mois de Décembre, mais au mois de Février et parfois au mois de Mars, on constate des chutes de température qui se manifestent de façon très brutale et portent un préjudice considérable à la végétation.

Sources: Port Autonome Marseille

ZONE INDUSTRIELLE DE FOS



Température

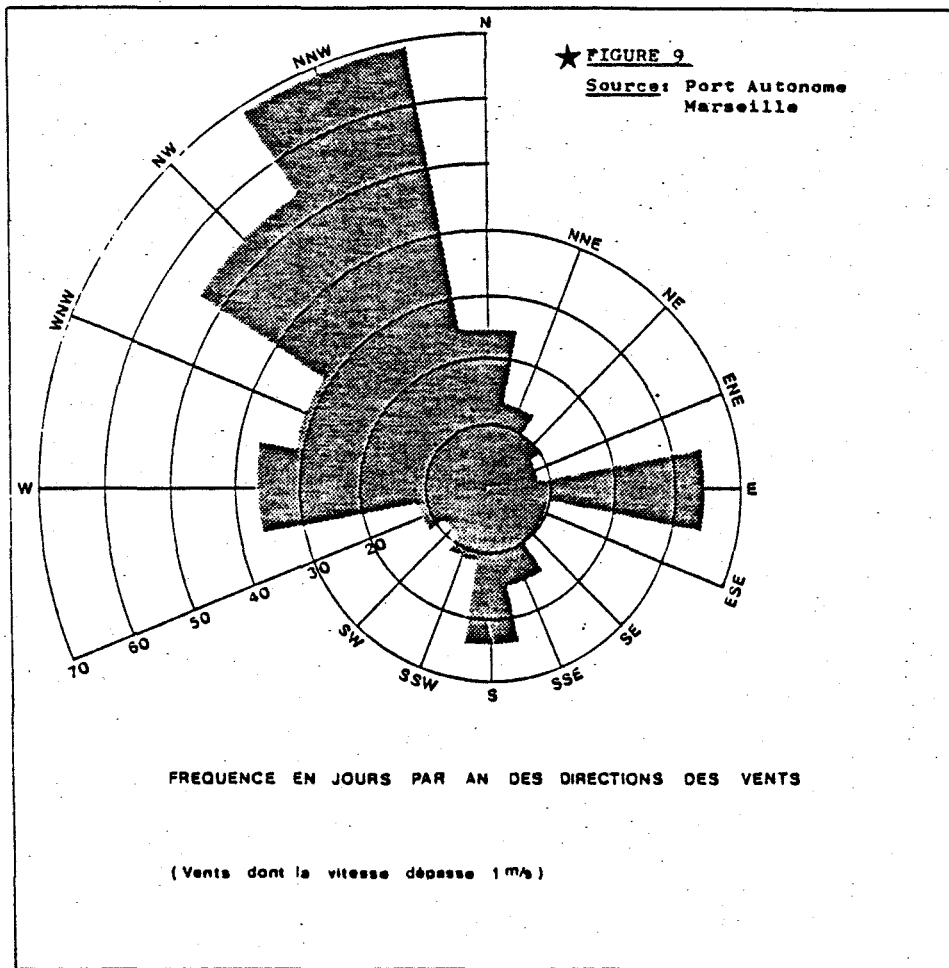
★ FIGURE N° 9

Le climat est très fortement influencé par le Mistral.

Il arrive souvent qu'après des périodes hivernales de "Redoux" au cours desquelles la végétation commence à s'épanouir, de grands froids souvent accentués par la force des vents se développent très brutalement, et il n'est pas rare, dans ces cas, de voir des écarts de 15° à 20° se produire en 24 H.

Sources: Port Autonome Marseille

ZONE INDUSTRIELLE DE FOS



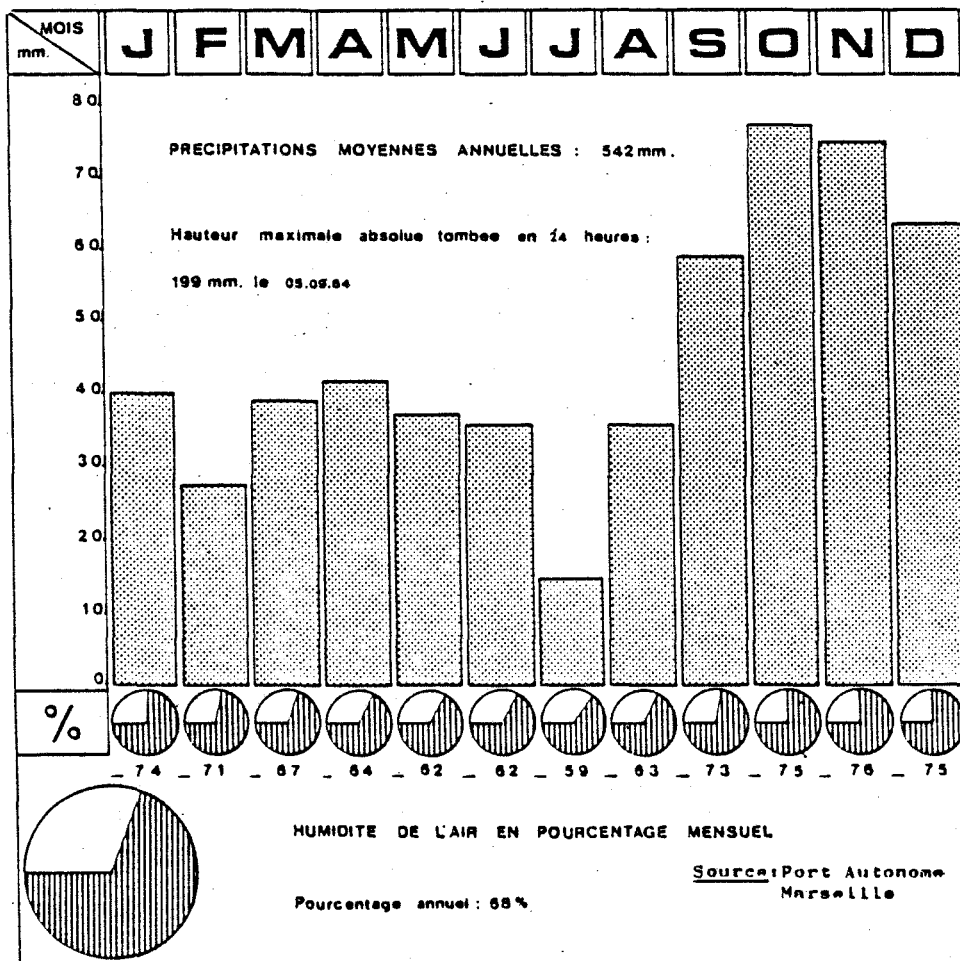
Rose des vents

La rose des vents montre la dominance du mistral qui souffle, dans la Crau, de l'Ouest-Nord-Ouest, au Nord-Nord-Ouest. Le faible relief des alpilles ne constitue pas un écran suffisant et il balaye la région de FOS à des vitesses importantes, desséchant la terre et la végétation en été et abaissant considérablement la température en hiver.

Les vents d'Est et Sud-Est, généralement chargés d'embruns, soufflent parfois avec violence, mais pendant des périodes relativement courtes.

Ces vents sont généralement suivis ou accompagnés de pluies qui lessivent les dépôts de sel qui peuvent se former sur les feuillages jusqu'à 300 ou 400 mètres à l'intérieur.

**ZONE
INDUSTRIELLE
DE FOS**



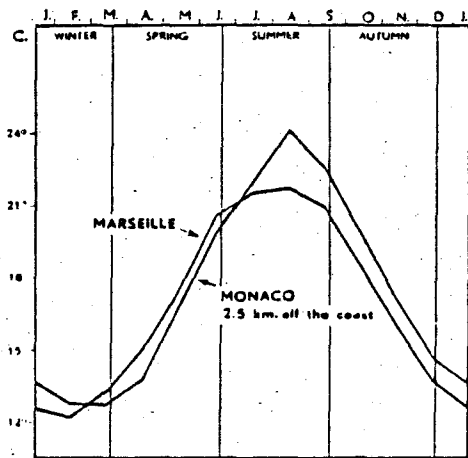
Pluviométrie et Hygrométrie

★ **FIGURE N° 9**

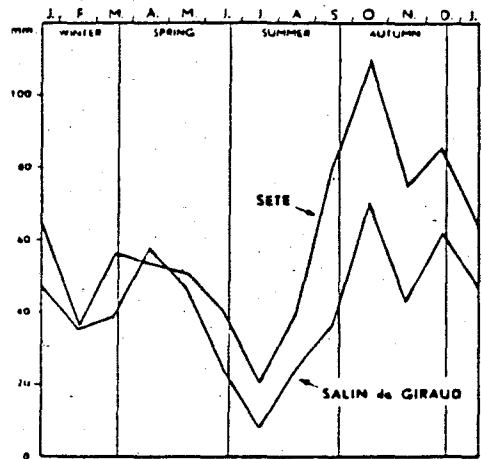
Le régime annuel des pluies en Crau se caractérise par une période particulièrement sèche du mois de Juin à la fin du mois d'Août et une période pluvieuse du mois de Septembre au mois de Décembre pendant laquelle tombe presque la moitié de la pluviométrie annuelle.

Le régime des pluies est très irrégulier, et on constate souvent des précipitations très importantes suivies de longues périodes de sécheresse.

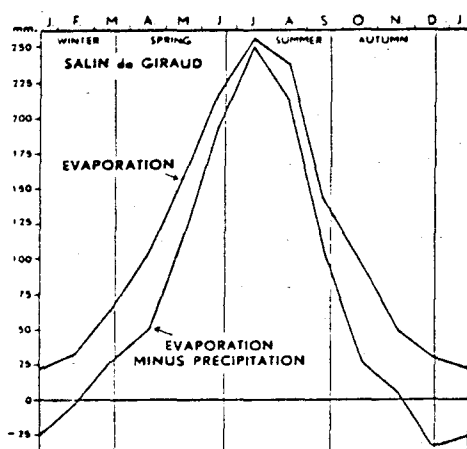
**ZONE
INDUSTRIELLE
DE FOS**



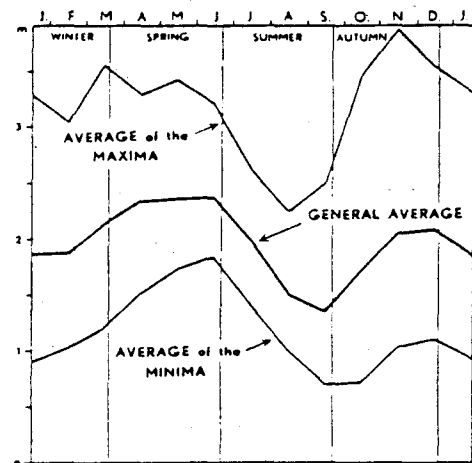
Mean monthly temperature of sea water (surface samples; data from Roucii, 1941).



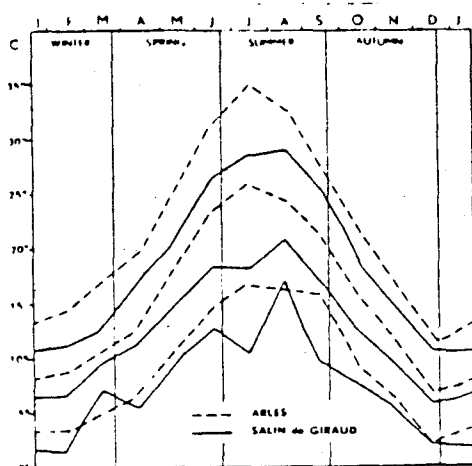
Mean monthly precipitation (data from Schachter, 1950; Instructions Nautiques, 1948).



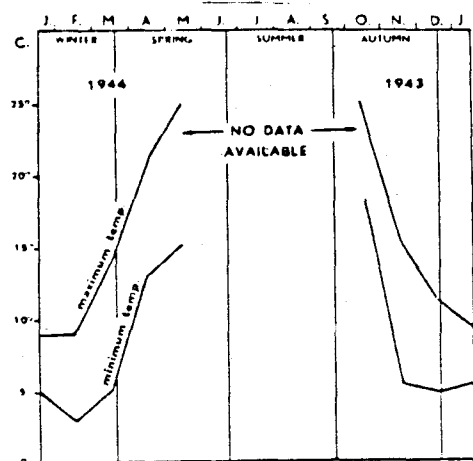
Difference between monthly evaporation and precipitation (data from Schachter, 1950).



Average monthly level of the Rhône at Beaucaire (1877-1916) (after PARDE, 1925).



Mean monthly air temperatures (1936-1943) at Arles and Salin de Giraud (after Schachter, 1950) (maximum, average and minimum temperatures)



Etang de Fournelet, absolute monthly water temperatures (data from Schachter, 1950).

FIGURE N° 10

Histogrammes de fréquences des périodes moyennes

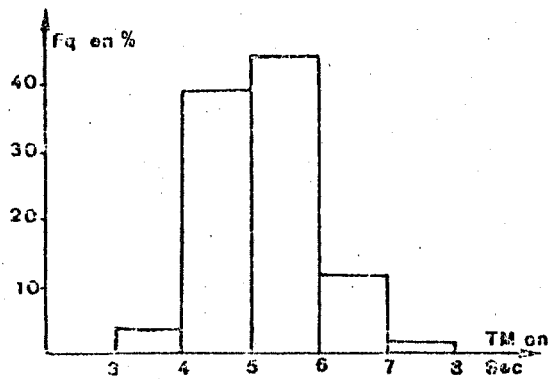


Fig.1: SW

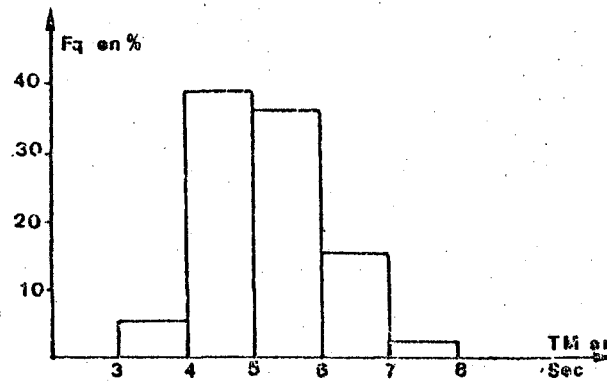


Fig.2: SSE

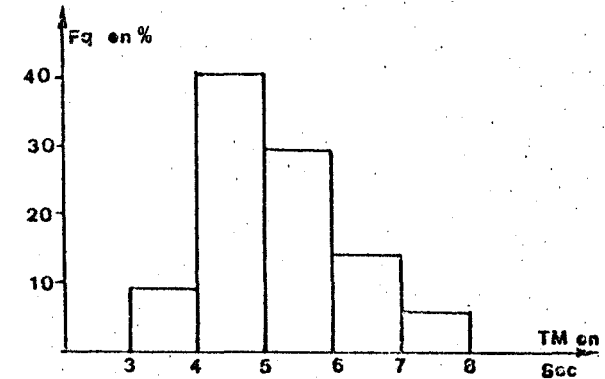


Fig.3: SE

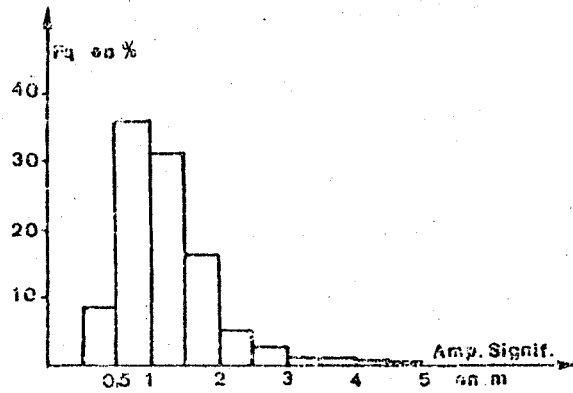


Fig.4: SW

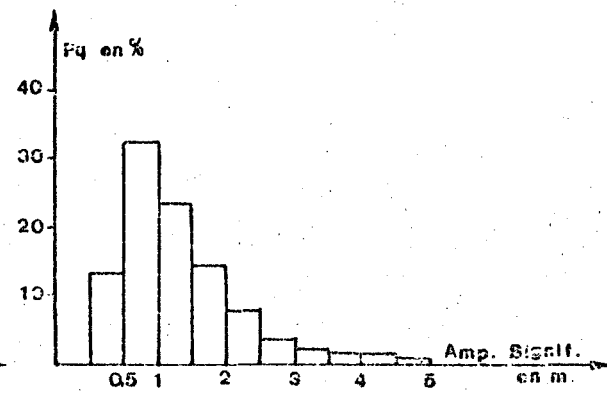


Fig.5: SSE

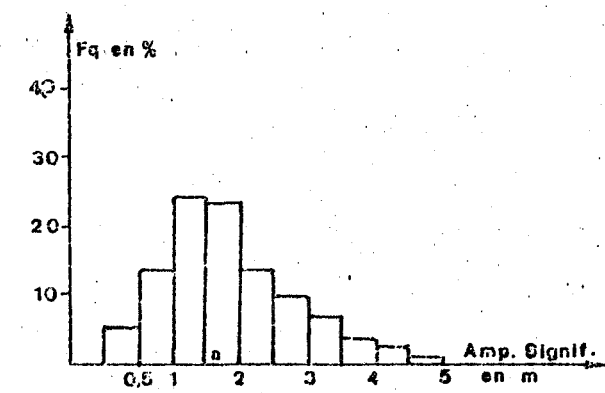


Fig.6: SE

Histogrammes de fréquences des Amplitudes moyennes

Figure N° 10 - Histogrammes de fréquences des Périodes moyennes et des Amplitudes significatives des houles par direction, à Couronne (1964-1969)

FIGURE N° 11

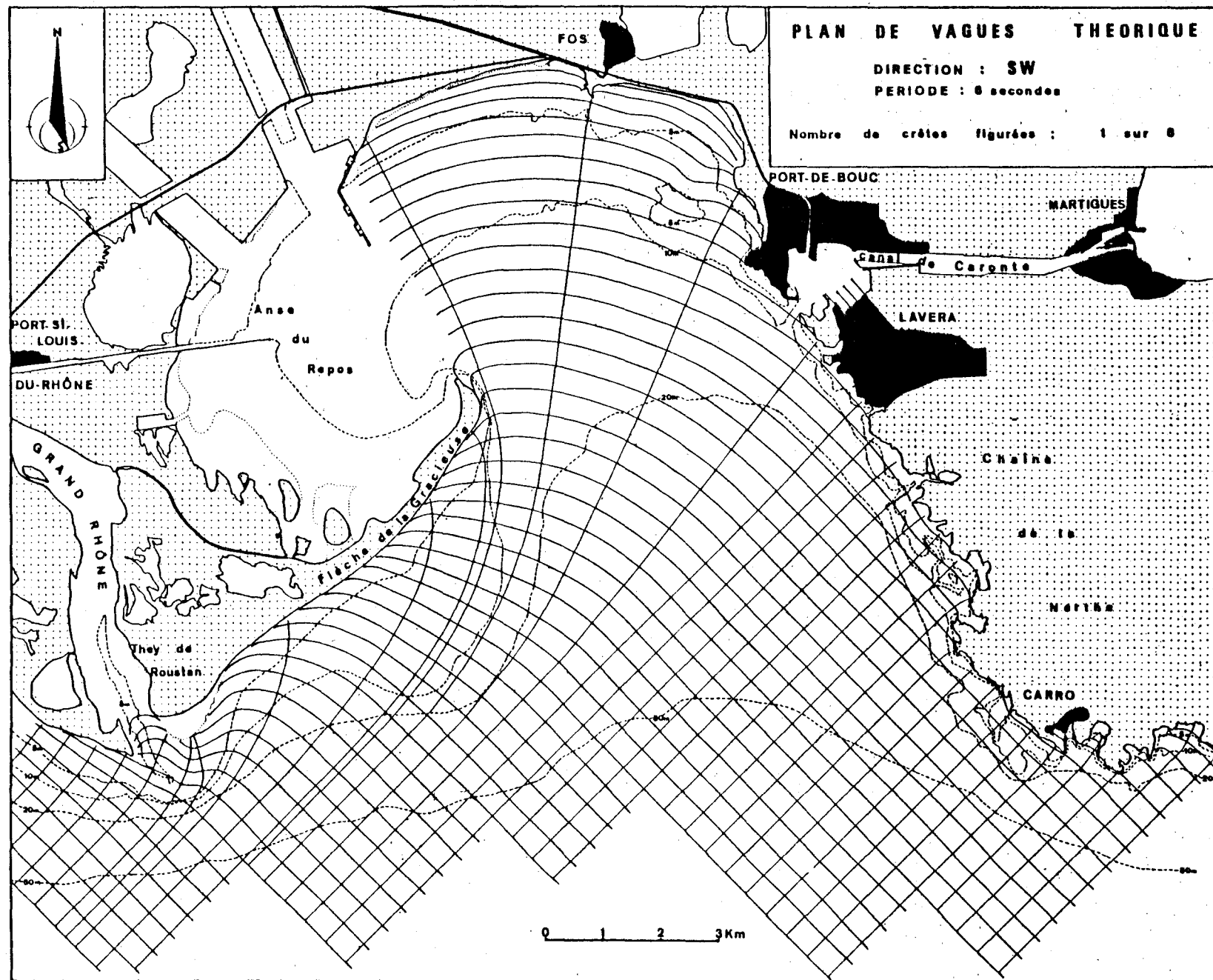


FIGURE N° 12

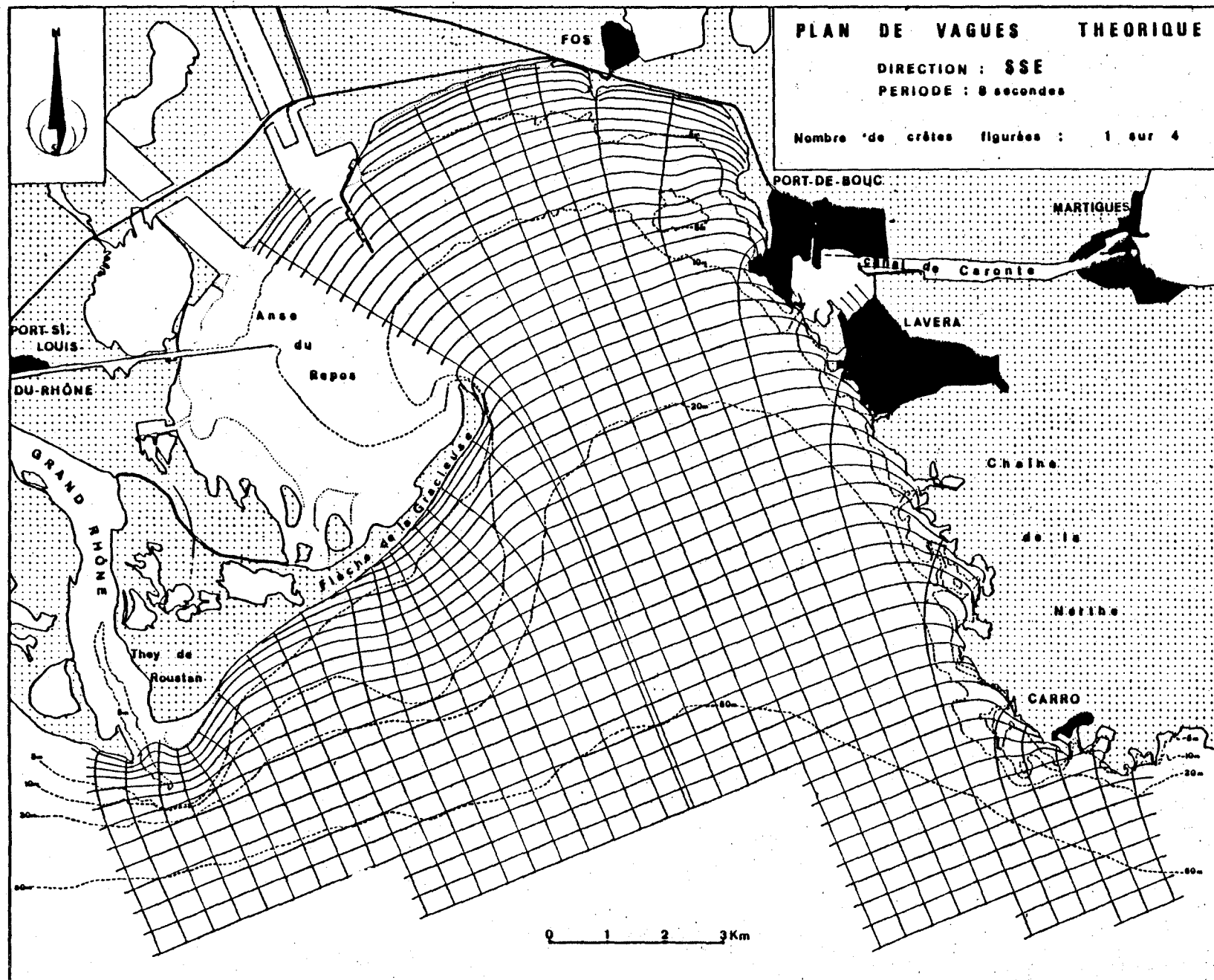
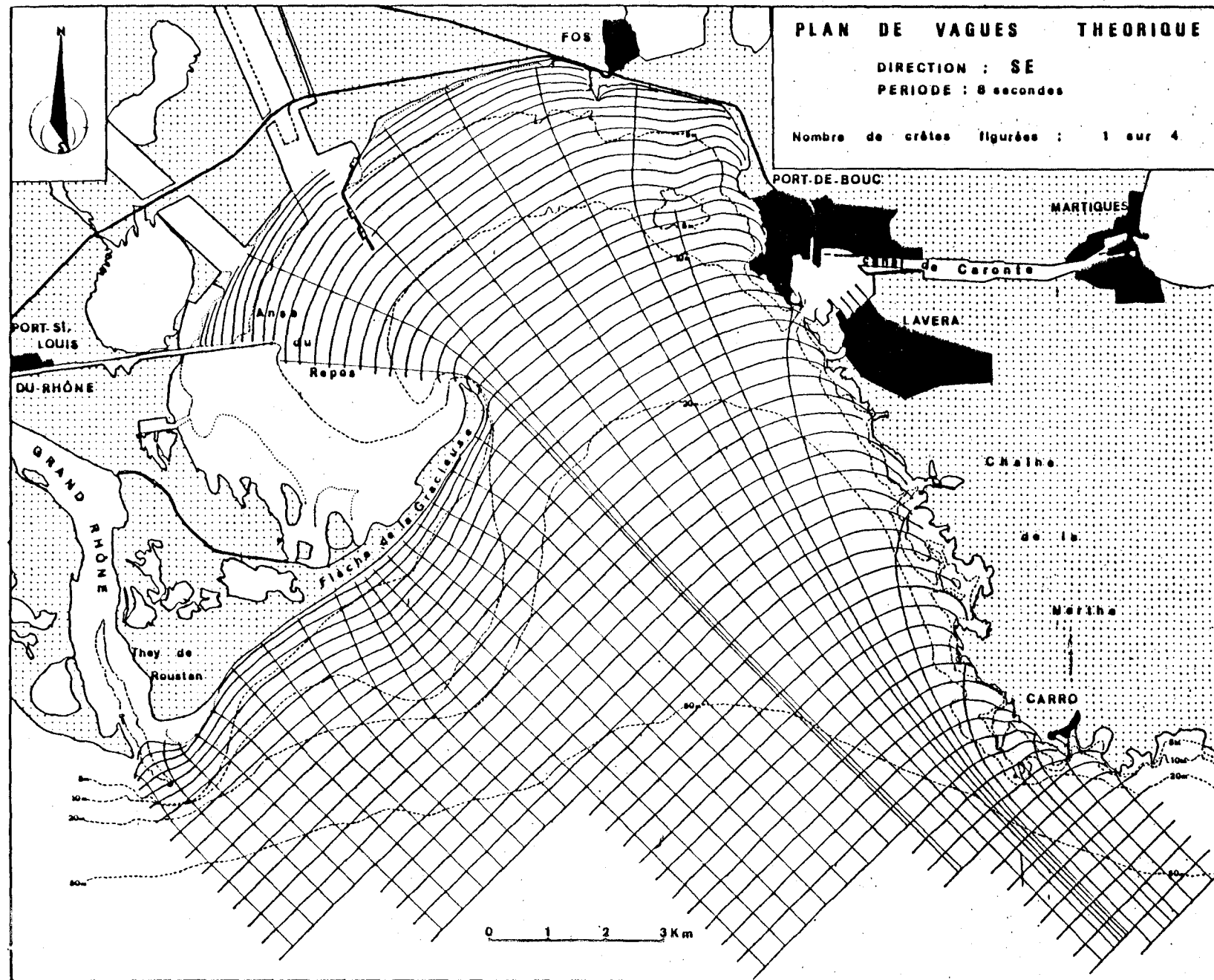


FIGURE N° 13



PLAN DE VAGUES PAR VENT DE MISTRAL

D'APRES PHOTOGRAPHIES AERIENNES (Selon E. Vernier)

FIGURE N° 14

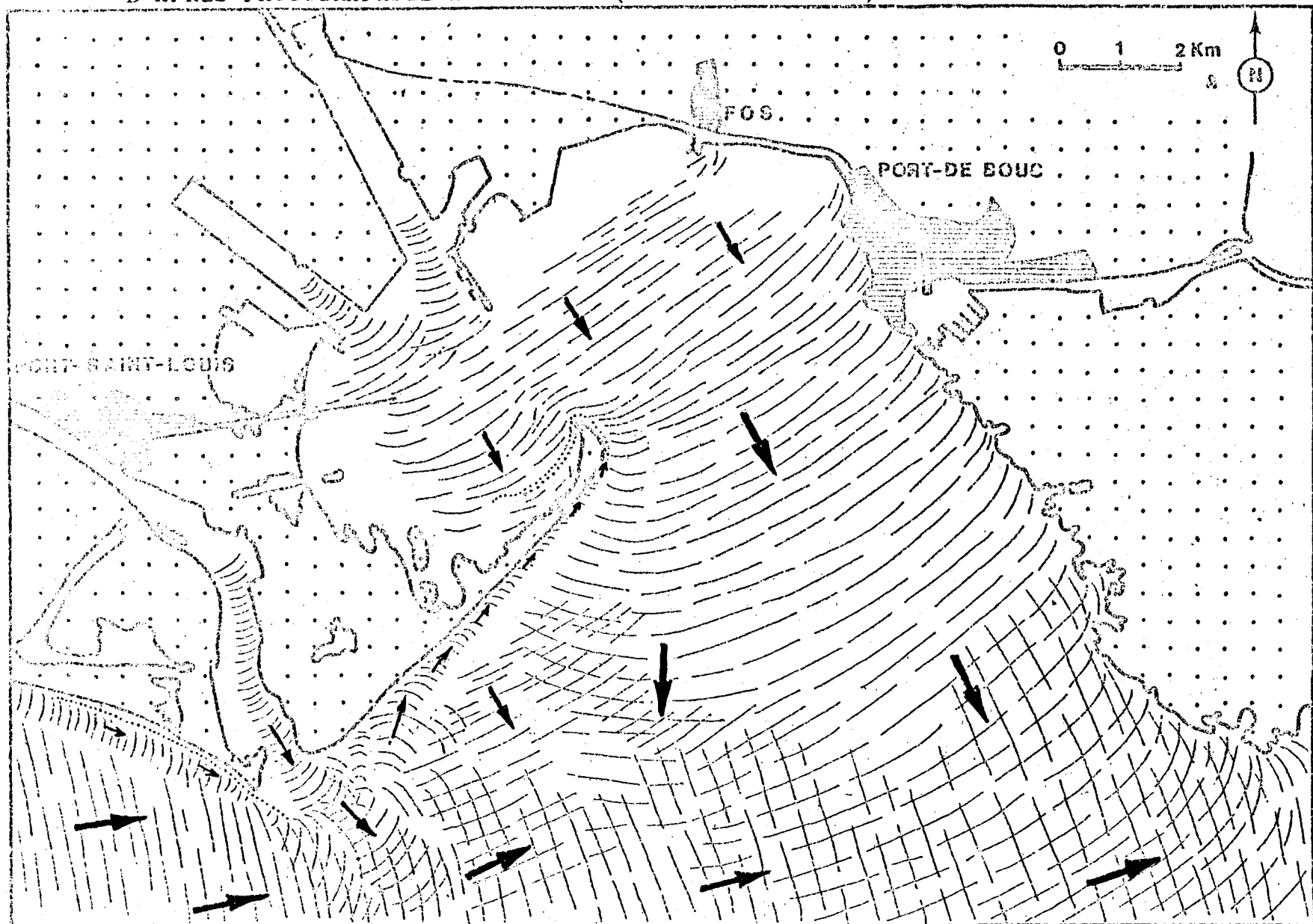
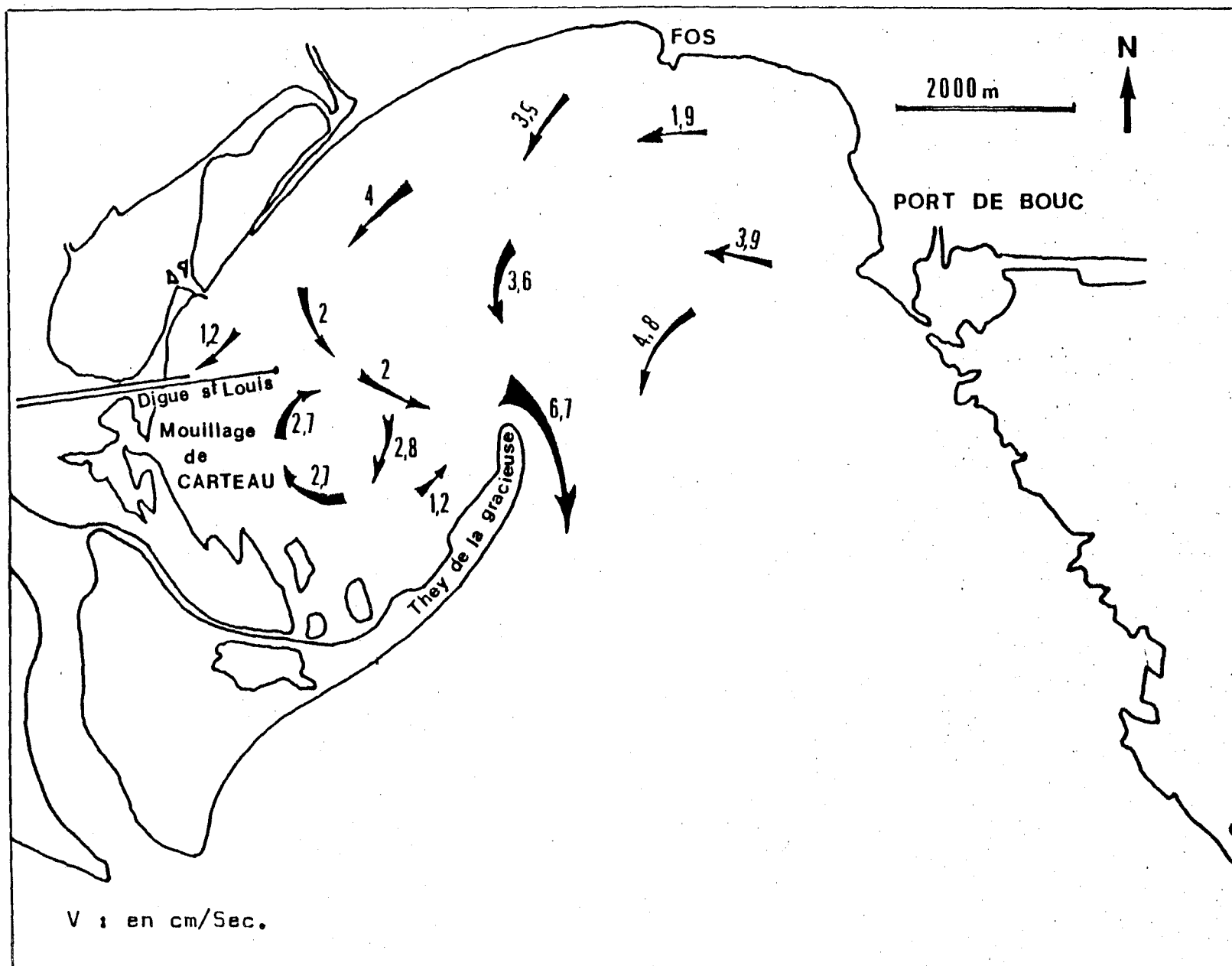
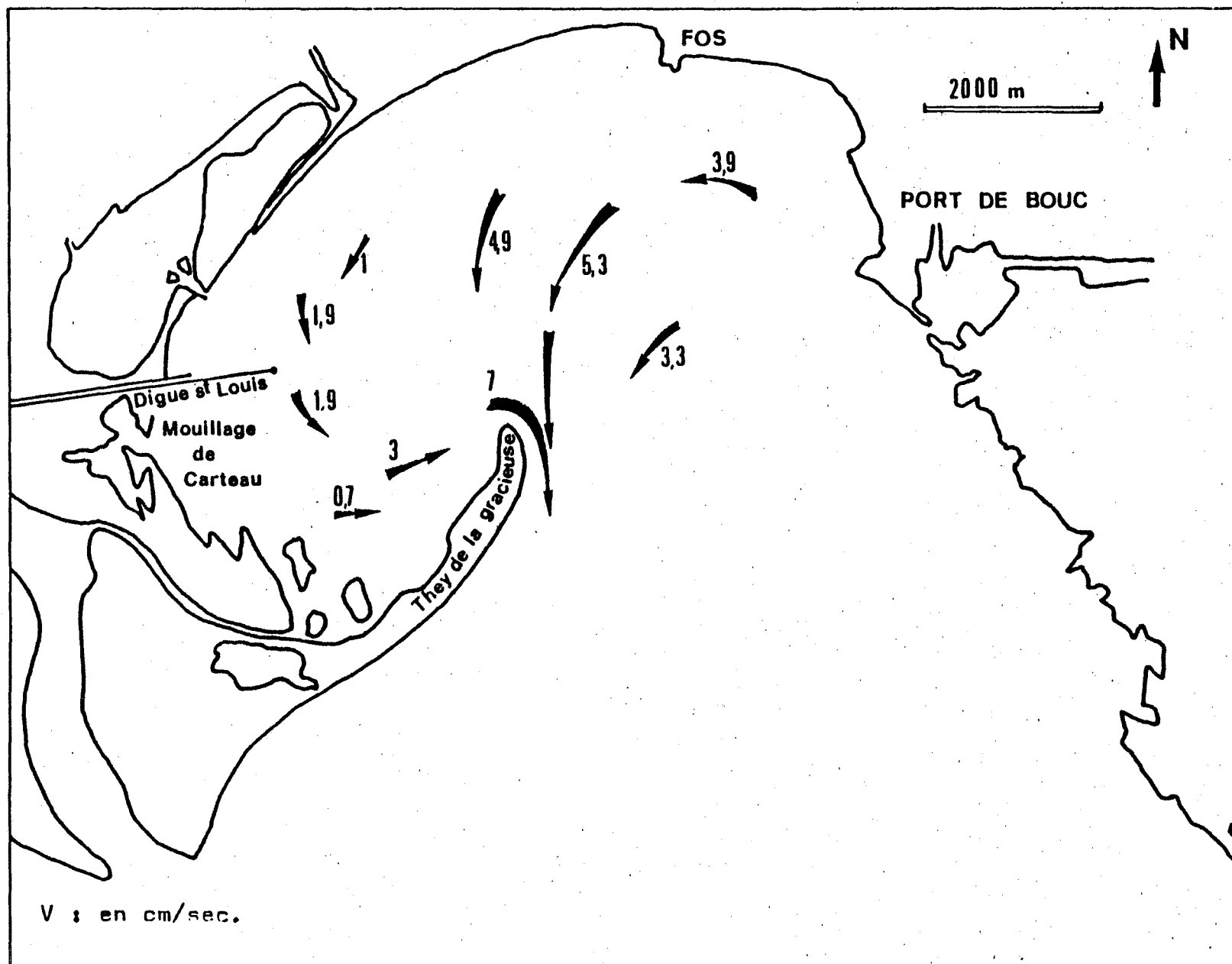


FIGURE N° 15



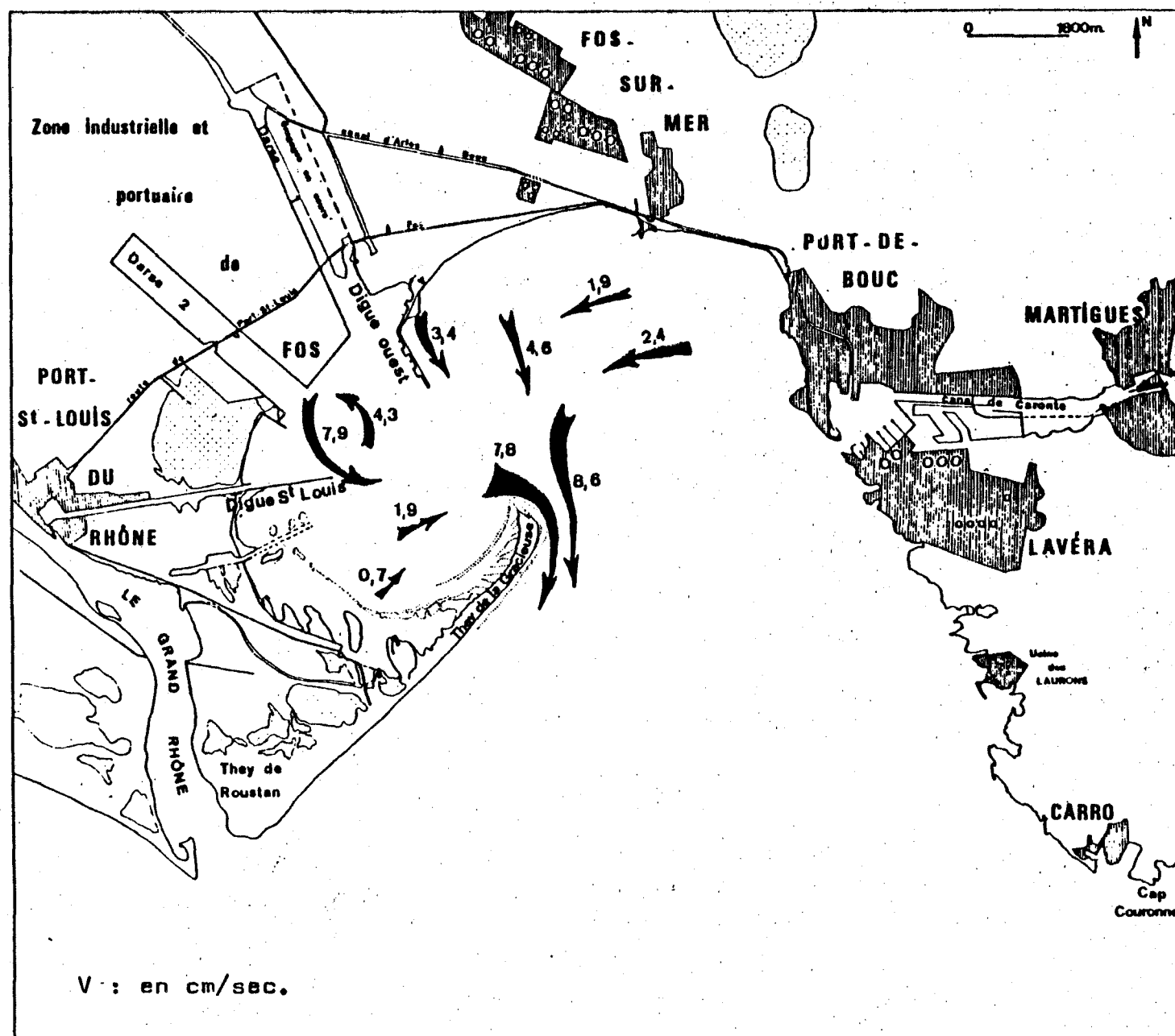
- Courants de marée en 1964 (Flot). (D'après modèle réduit du Laboratoire National d'Hydraulique ,1964).

FIGURE N° 16



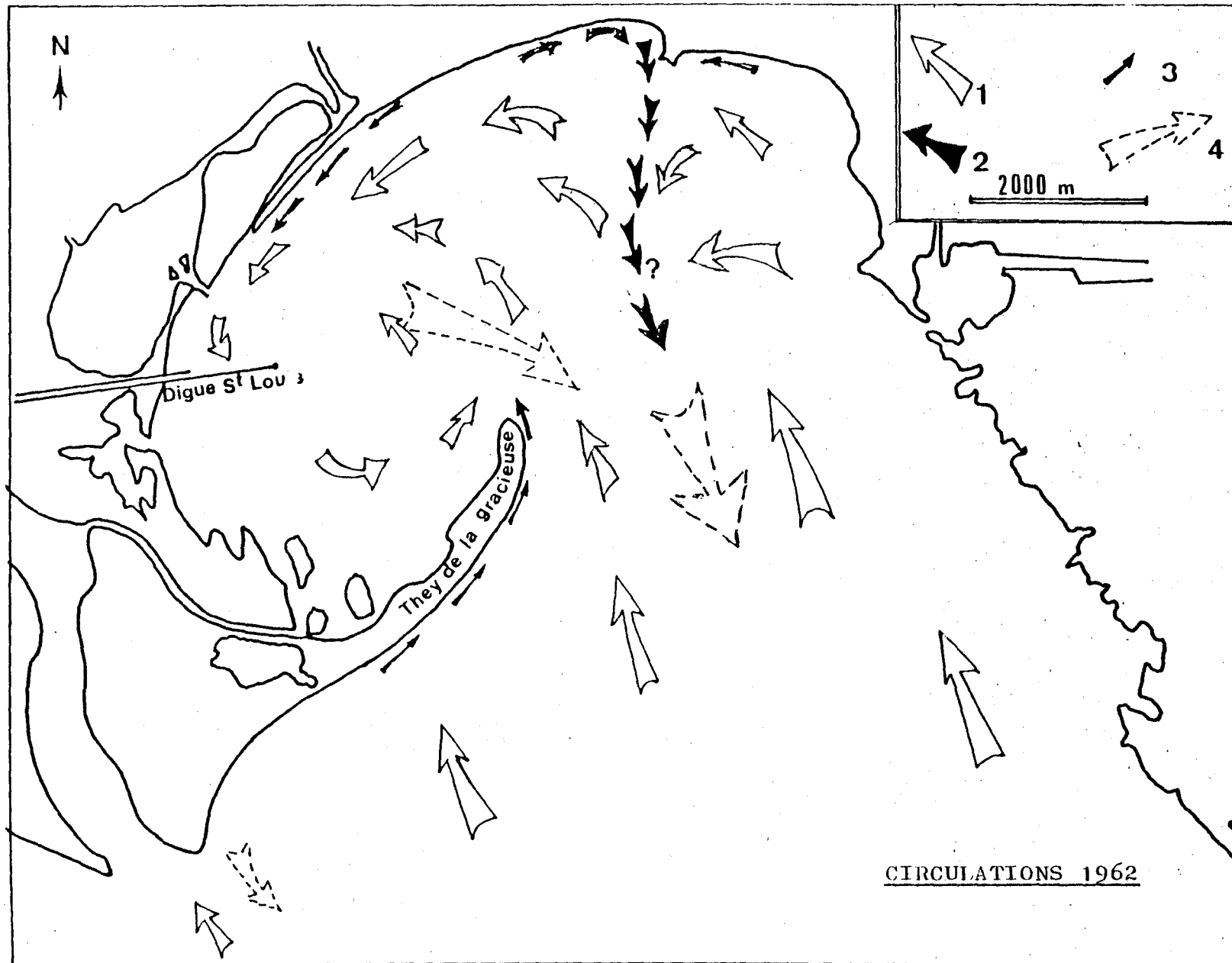
- Courants de marée en 1964 (Jusant) .(D'après modèle réduit du Laboratoire National d'Hydraulique, 1964).

FIGURE N° 18



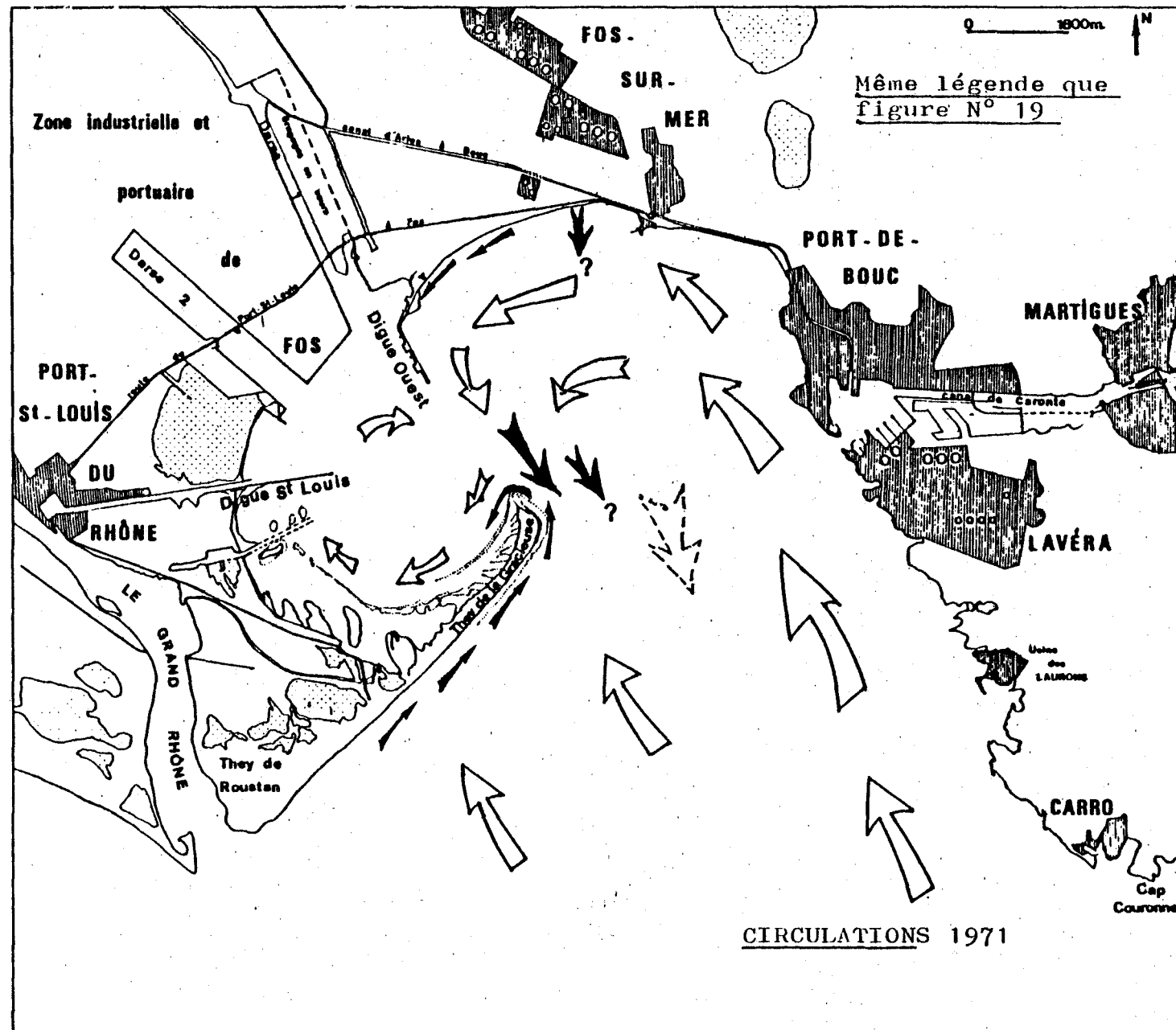
-- Courants de marée en 1971 (Jusant) .(D'après modèle réduit du Laboratoire National d'Hydraulique :1964).

FIGURE N° 19



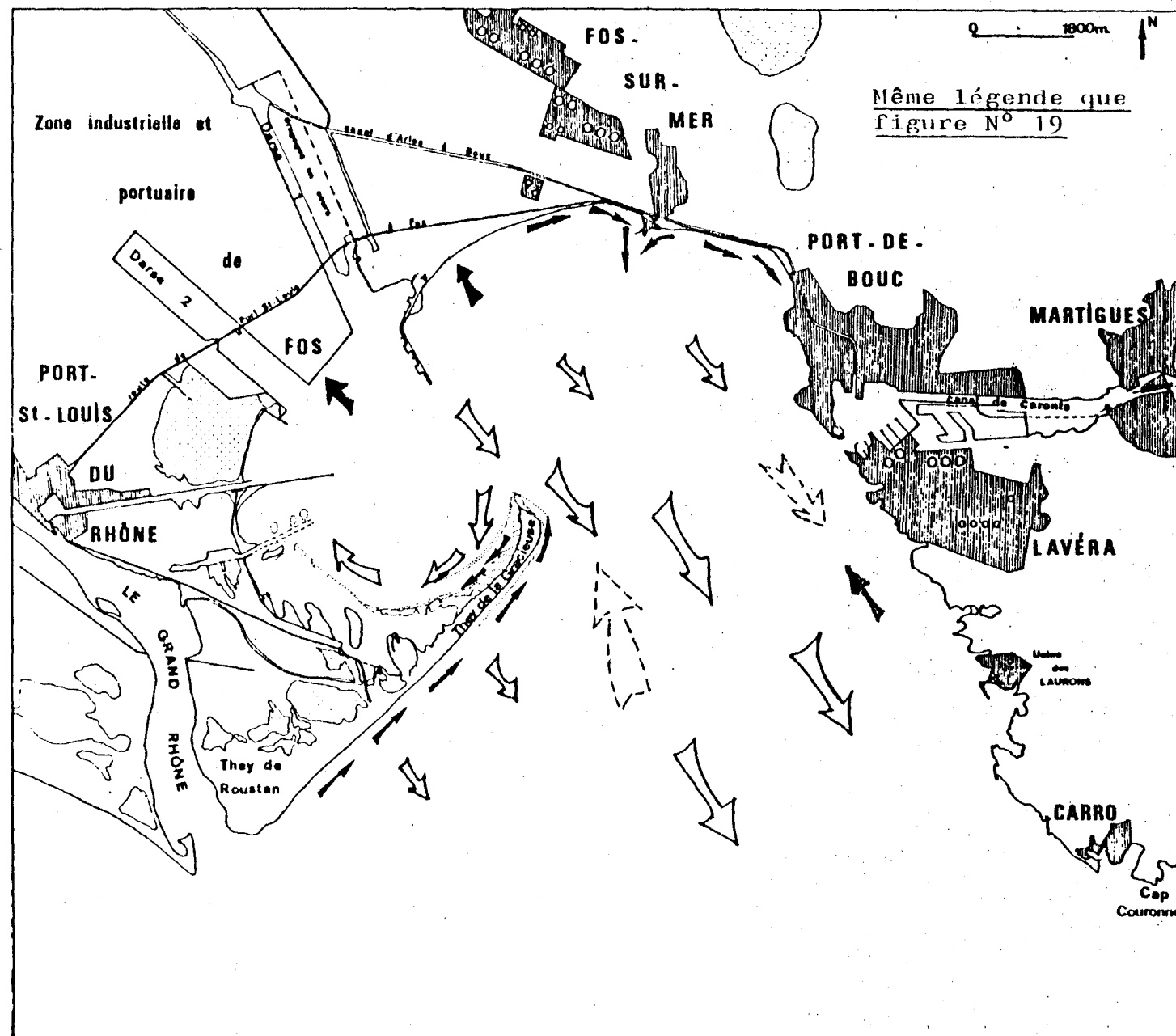
- Schéma de la circulation des masses d'eau par tempête de SE .
 1 : Dérive superficielle des eaux ; 2 : courants de décharge
 3 : dérive littorale ; 4 : courant de fond compensateur .

FIGURE N° 20

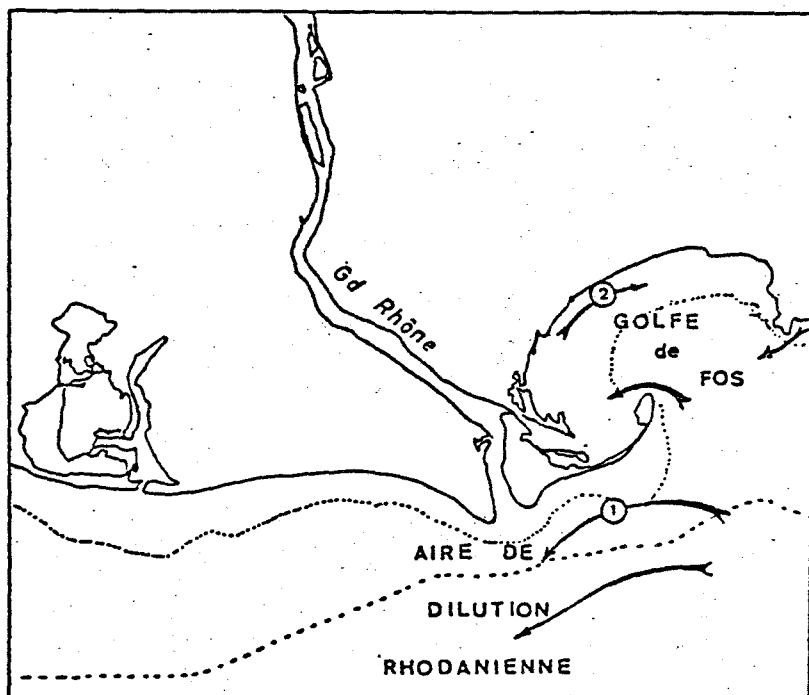


- Schéma de la circulation des masses d'eau par tempête de SE. en 1971

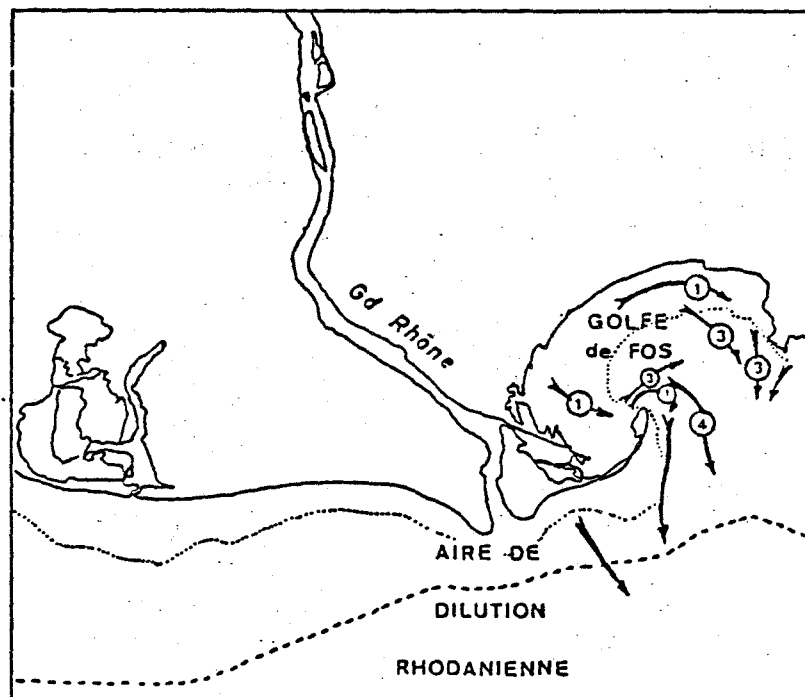
FIGURE N° 21



21 - Schema de la circulation des masses d'eau par Mistral en 1971



. Etude courantologique par
vents de secteurs Est



. Etude courantologique par vents de
secteurs Ouest

d'après AUBERT et al. (1968)

21b

Variations des
débits moyens
mensuels du Rhône
de 1920 à 1978

Source:

Compagnie
Nationale du
Rhône

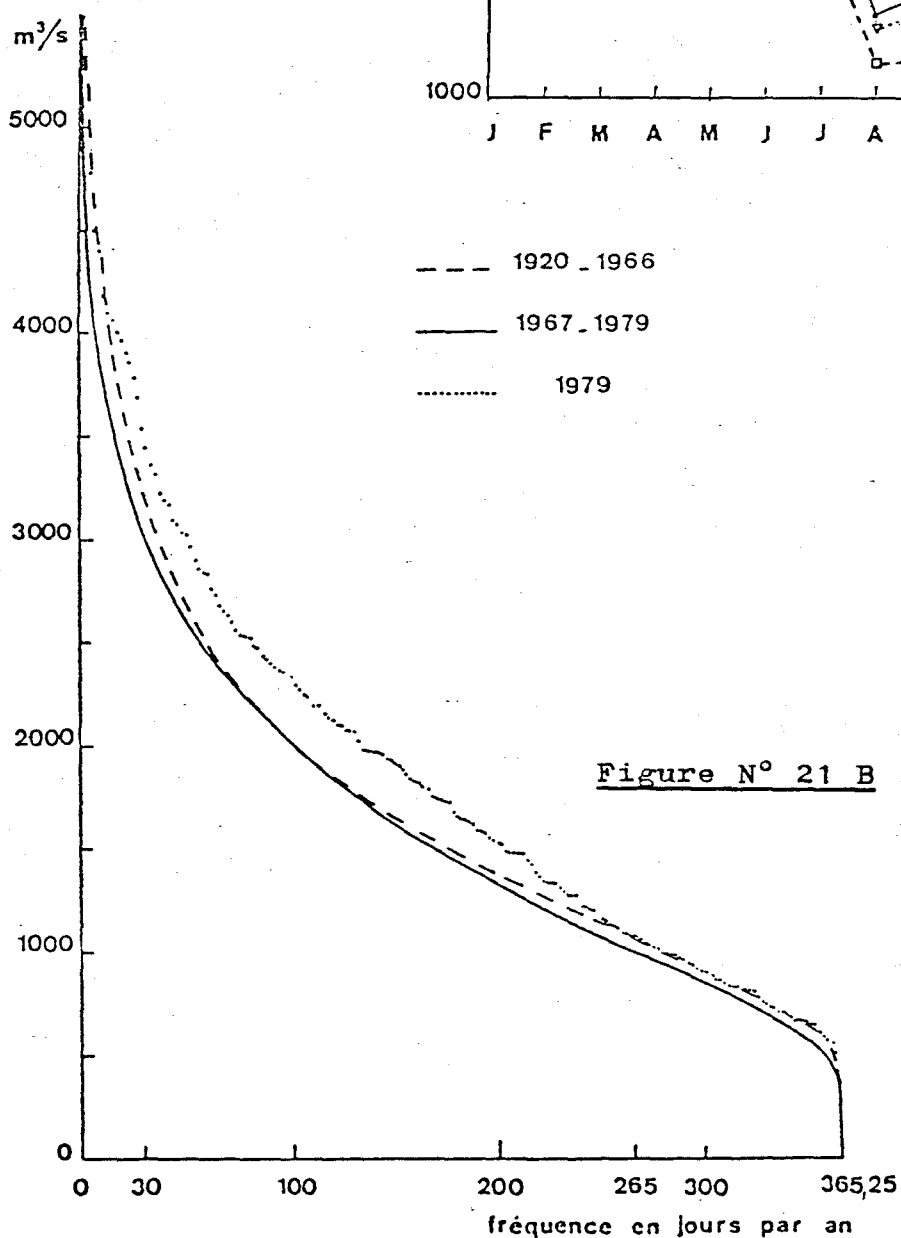
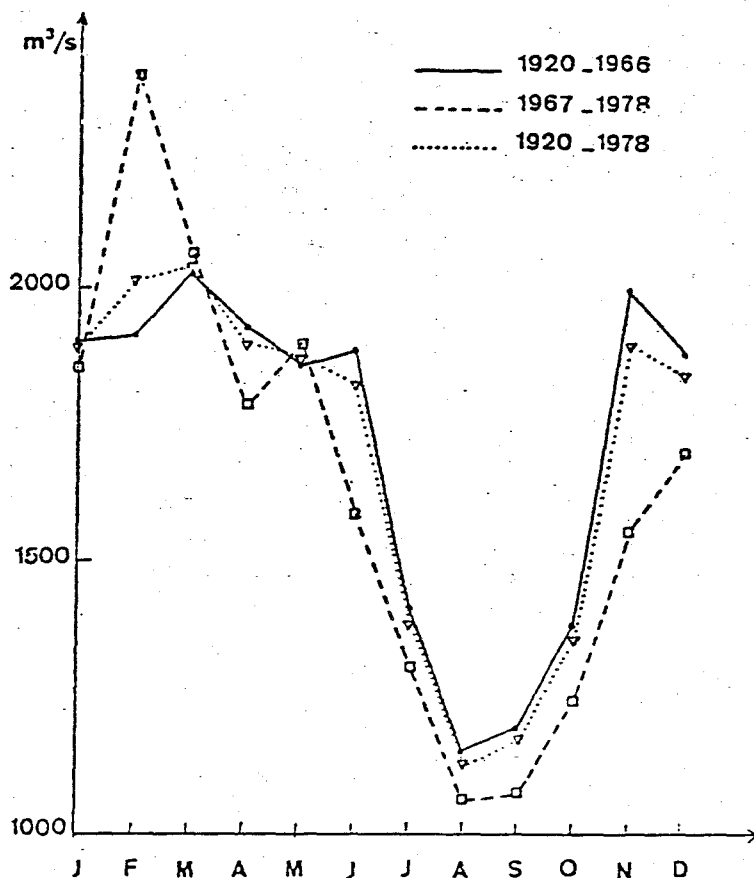


Figure N° 21 B :

Courbes
des débits
classés du
Rhône observés
à Beaucaire
pour la même
période

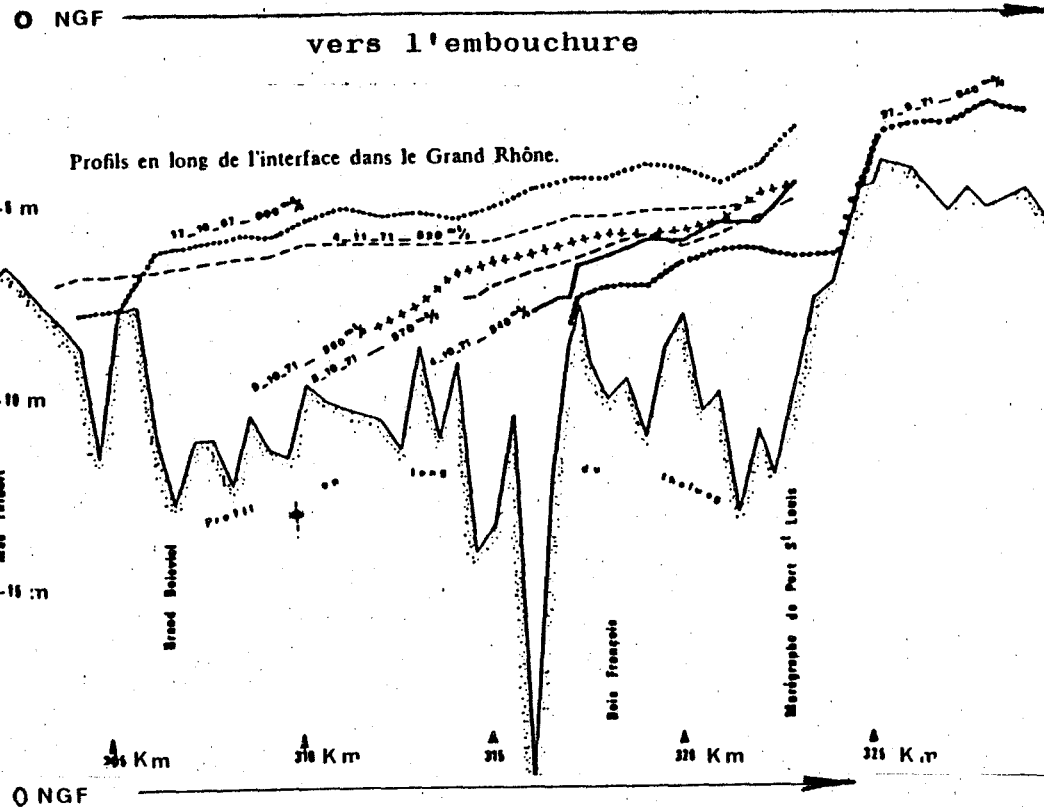
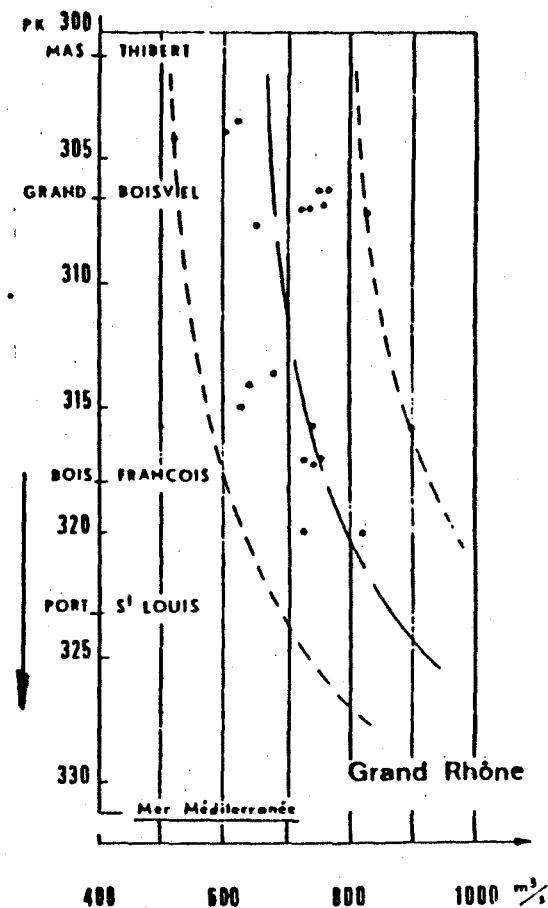
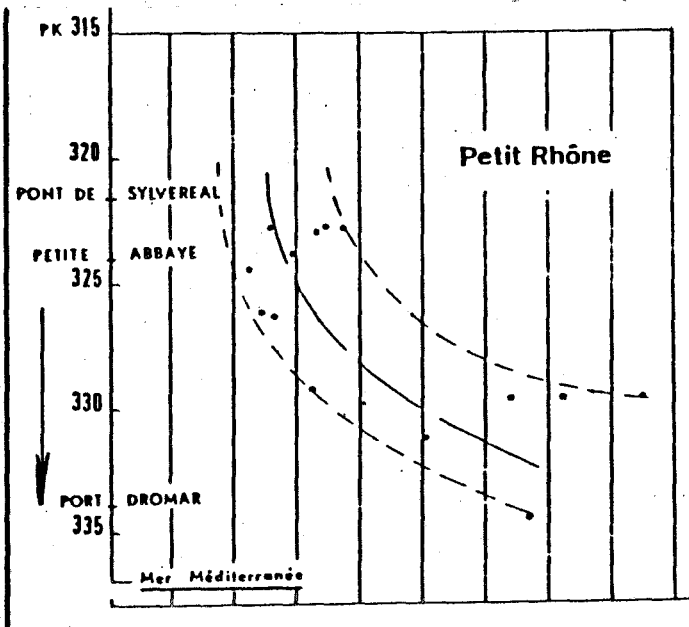
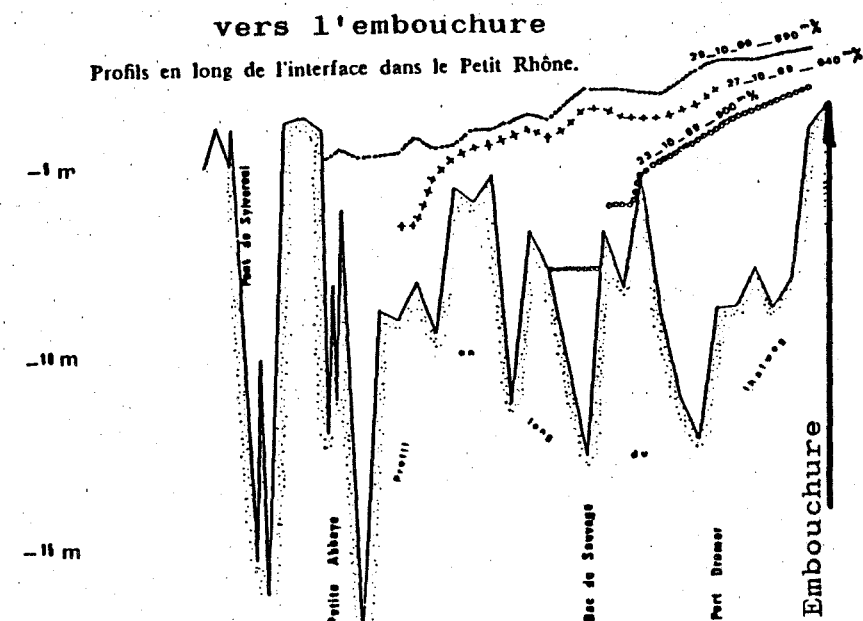


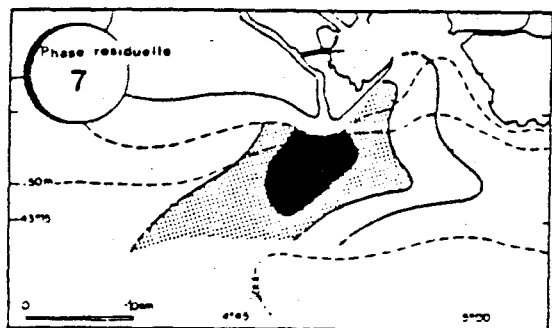
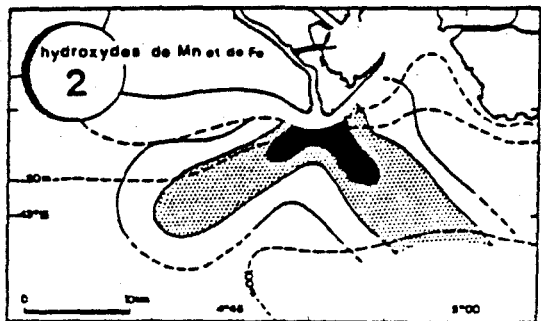
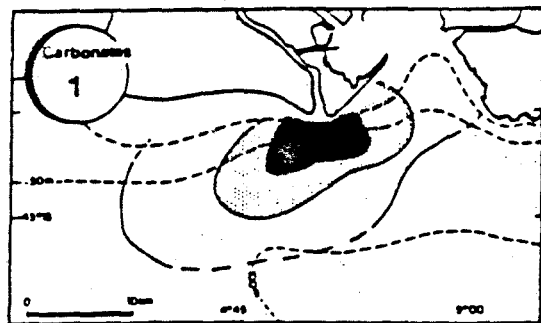
FIGURE N° 21 C

source: Savey P.,
Pommier M. & Marvaud P.
C.N.R., 1972



Position du front du coin salé sur le Grand et
le Petit Rhône en fonction du débit du Rhône
à Beaucaire.

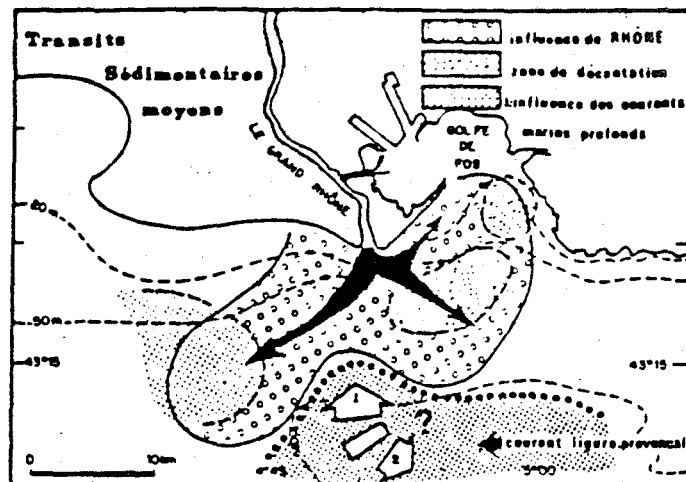




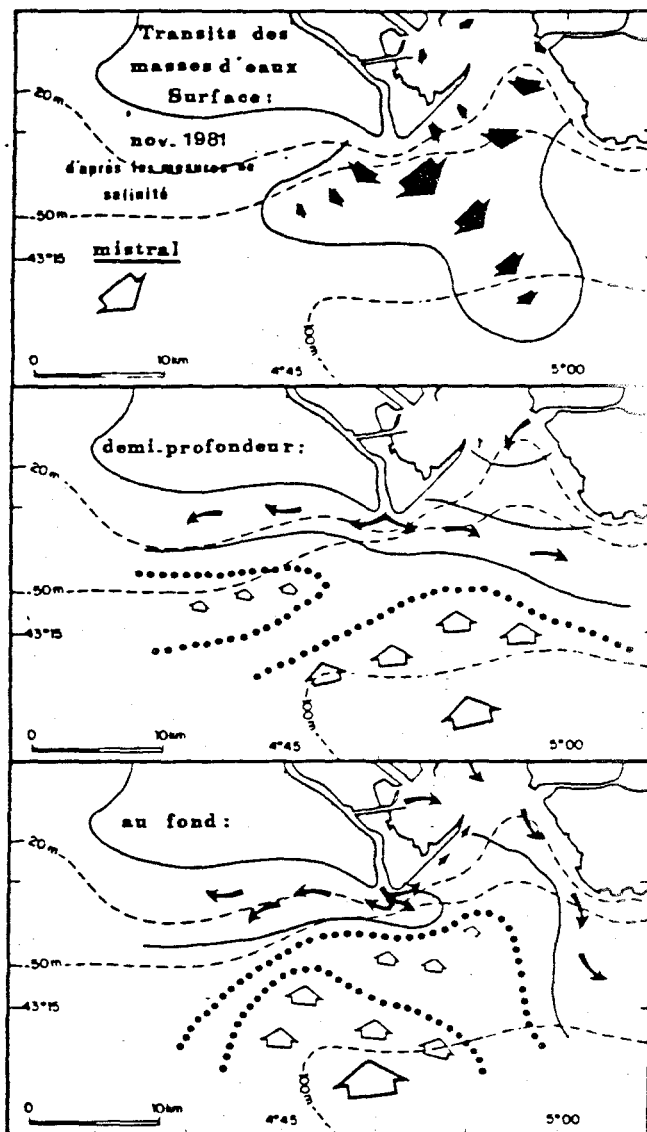
Cartographies synthétiques de l'ensemble des métaux extraits de certaines phases lithochimiques du sédiment. On distingue très nettement les directions SW et SE. En foncé, les valeurs les plus élevées.

FIGURE N° 22 A Transits des masses d'eau et des sédiments à l'embouchure du Grand-Rhône

Source: SPAN Daniel, 1984.

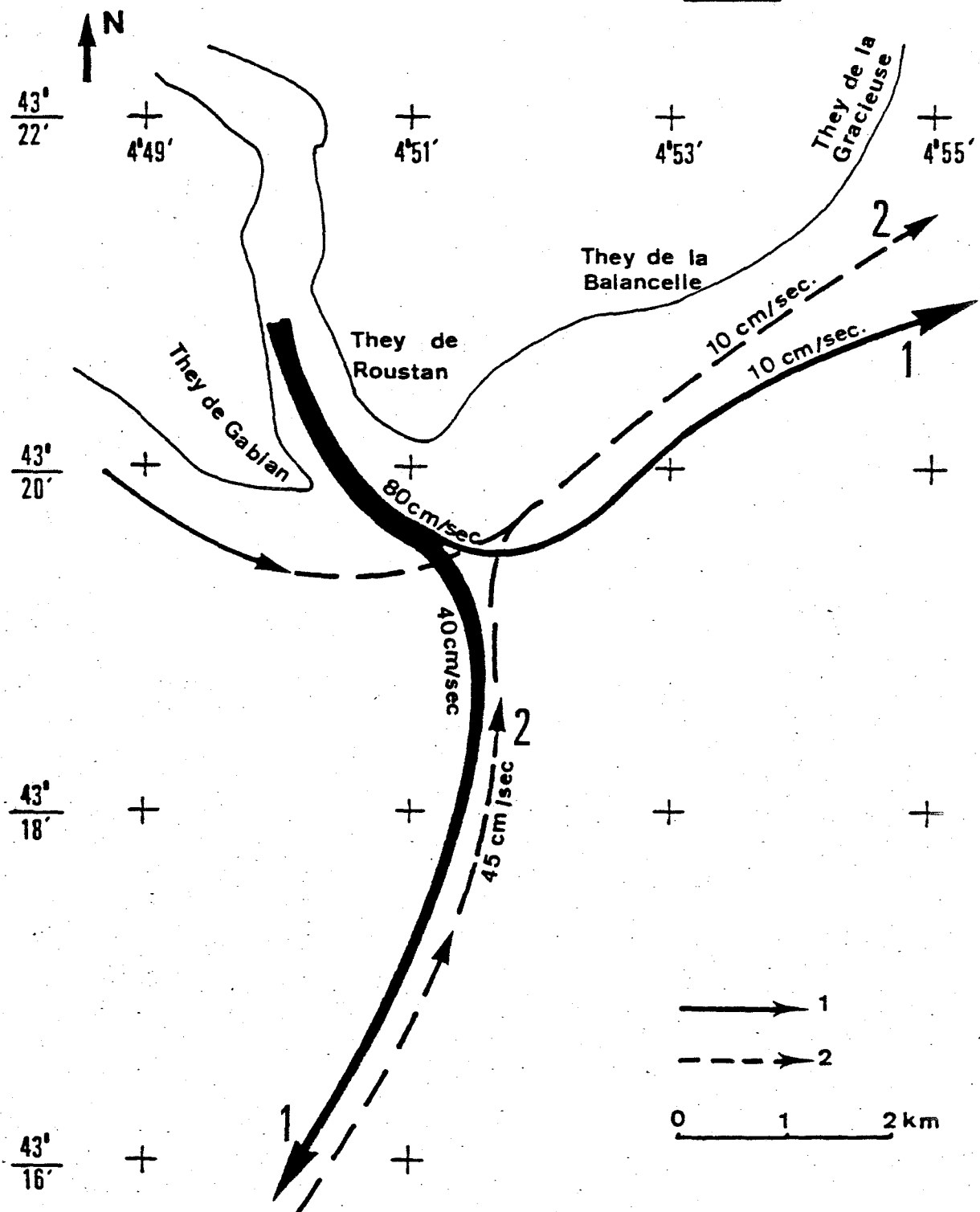


Evaluation des transits sédimentaires moyens sur le plateau continental face au Grand-Rhône.



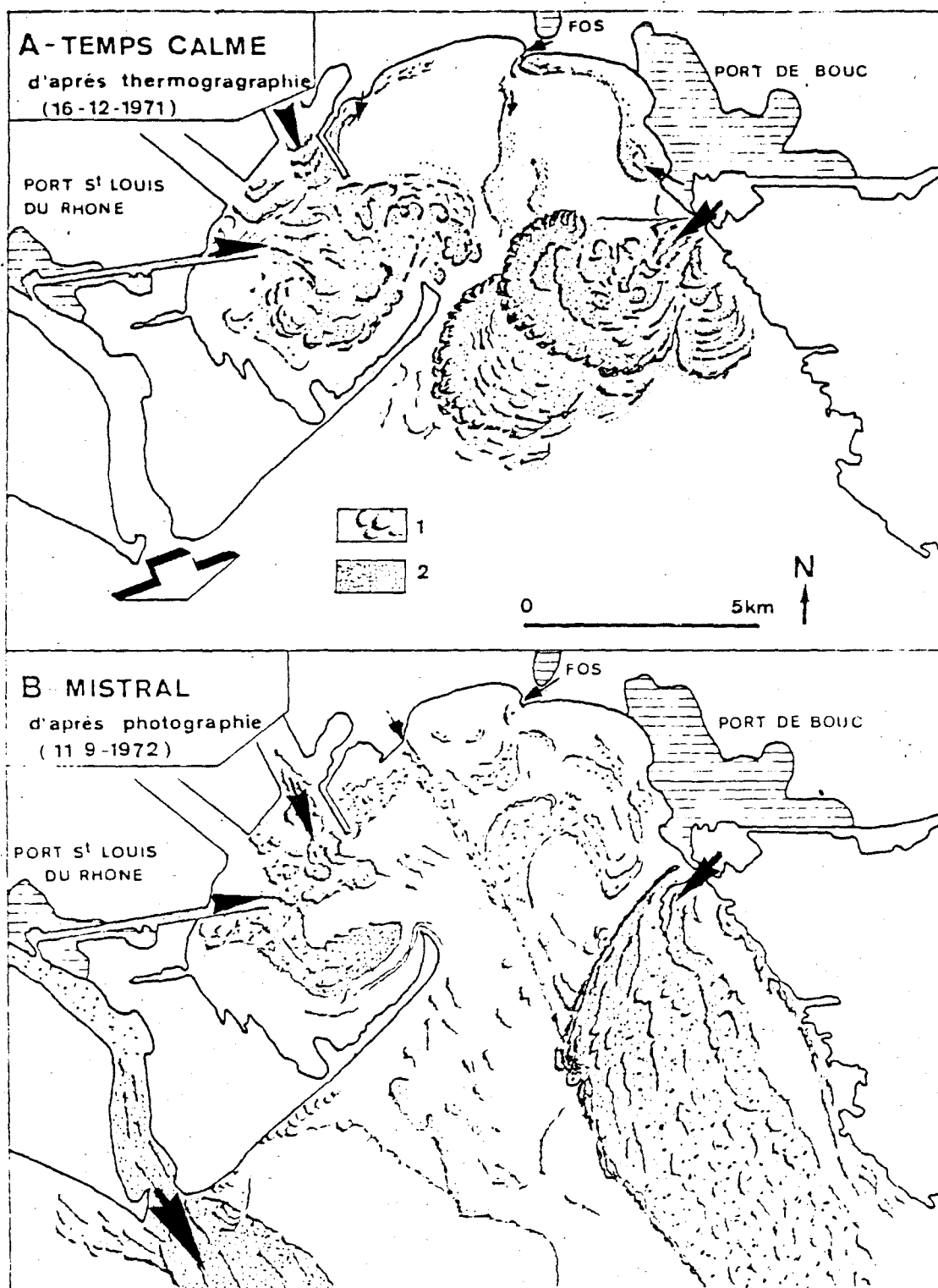
- Evaluation des transits des masses d'eau par temps de mistral. On observe un phénomène d'upwelling canalisé par la vallée sous-marine qui peut influencer la distribution des matériaux issus du fleuve.

FIGURE N° 22 b



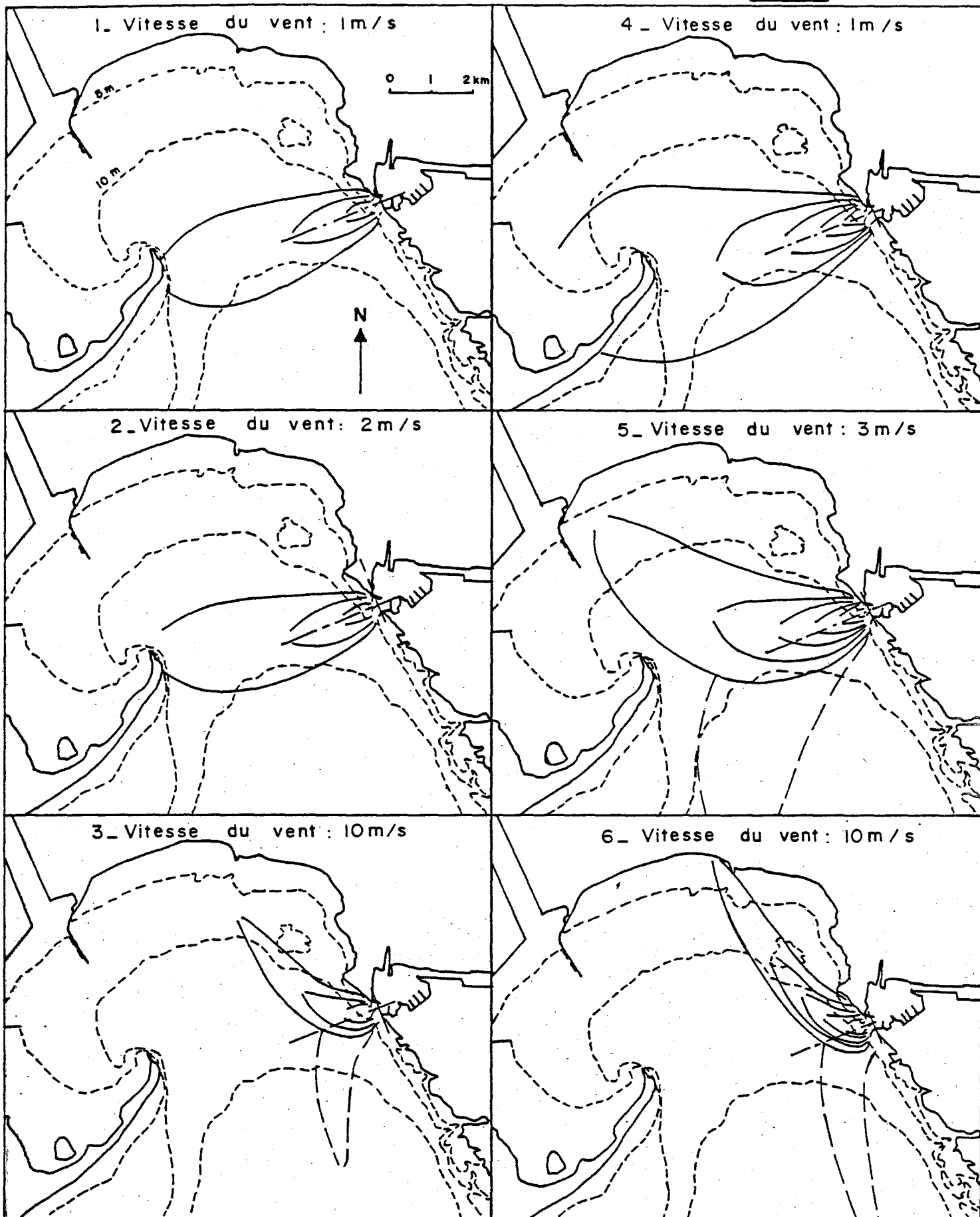
- Les courants au débouché du Rhône .(D'après Pauc,1970).
 1 : courants de surface
 2 : courants de fond

FIGURE N° 23



DEFORMATIONS DES NAPPES DE DILUTION ISSUES DE L' ETANG
DE BERRE ET DU COMPLEXE PORTUAIRE DE FOS-PORT ST LOUIS

- 1: fronts de turbidité ou limites eaux chaudes-froides
- 2: nappes superficielles d'eaux turbides ou chaudes

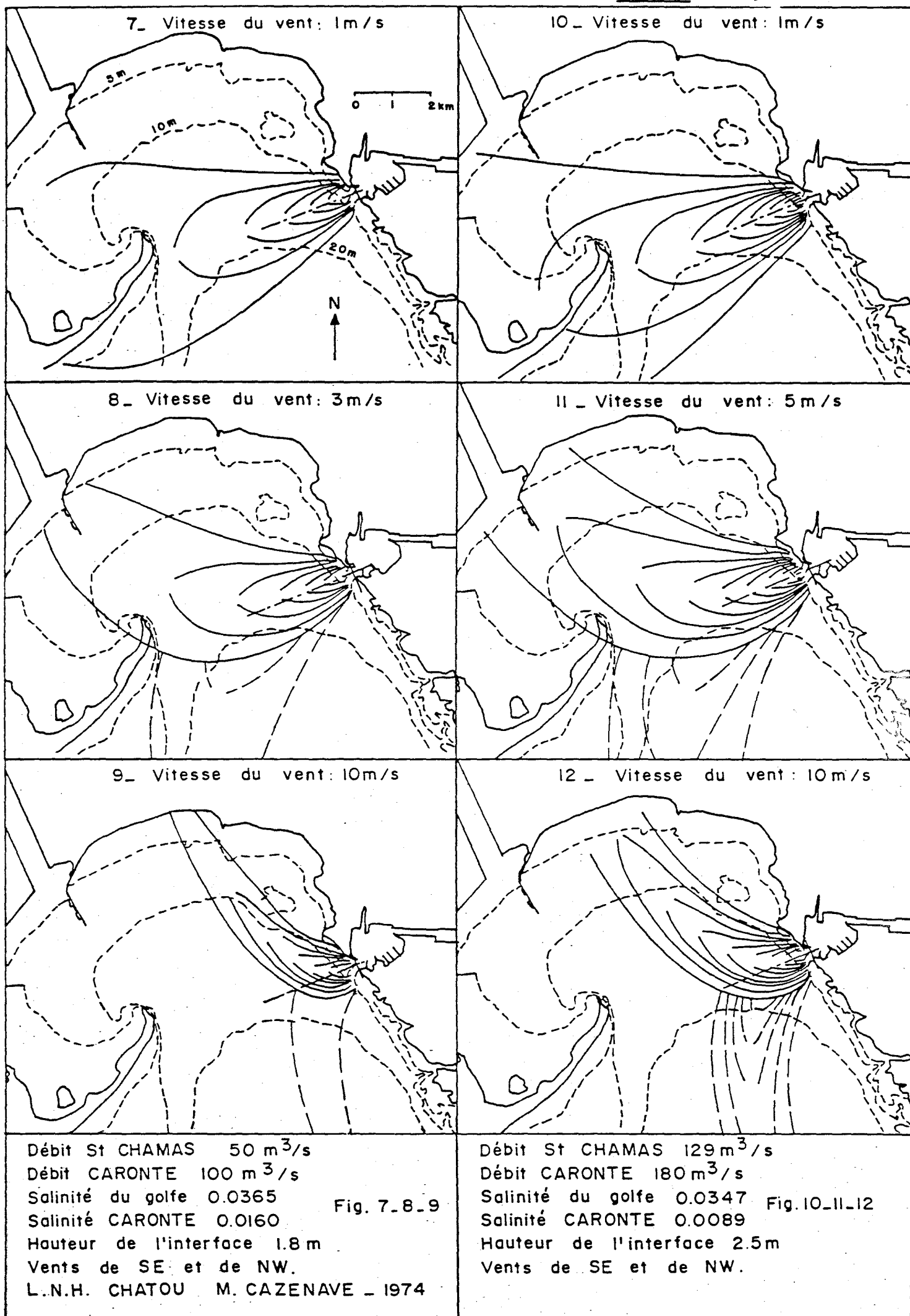


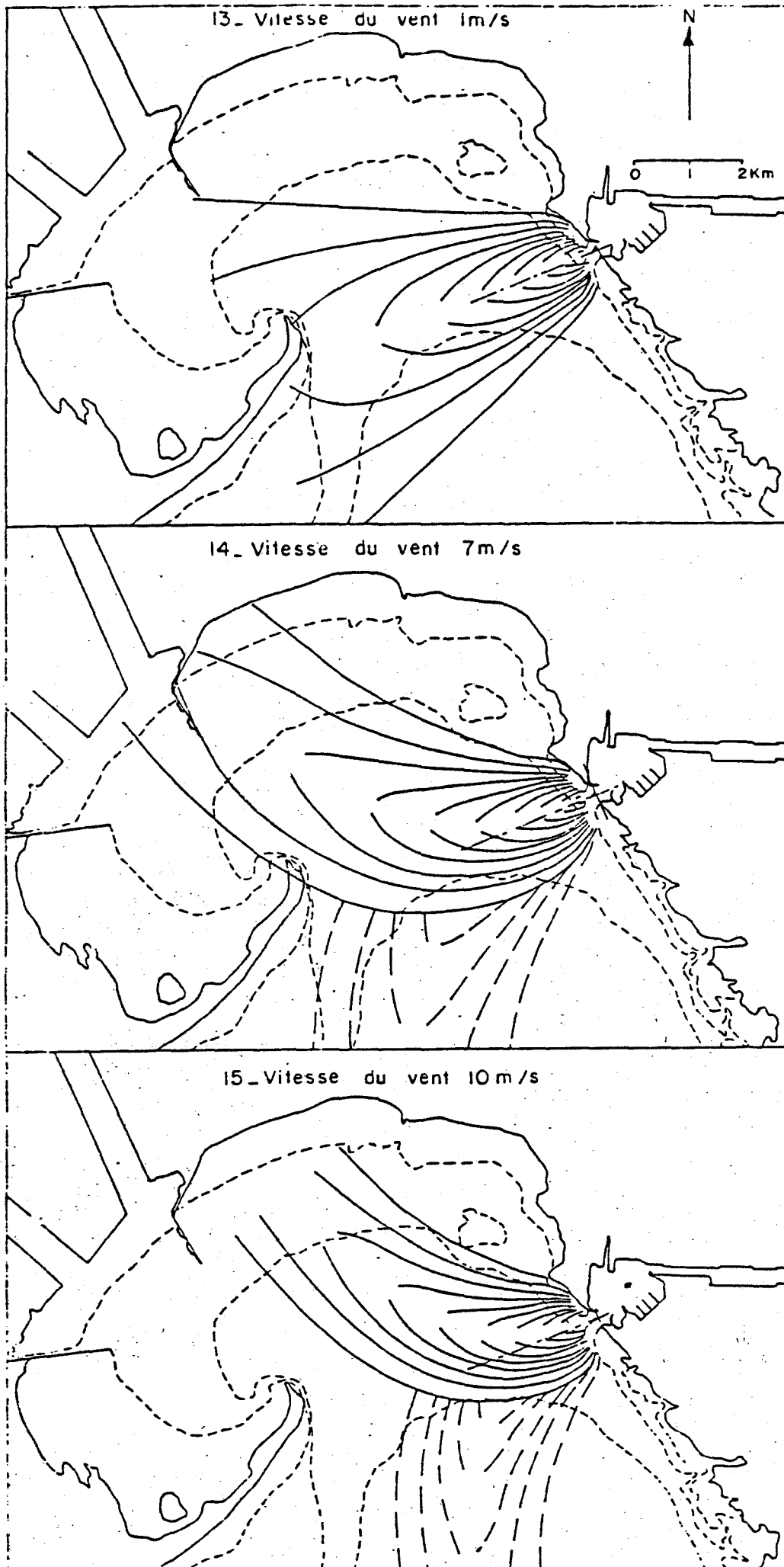
Débit St CHAMAS $18 \text{ m}^3/\text{s}$
 Débit CARONTE $100 \text{ m}^3/\text{s}$
 Salinité du golfe 0.0372
 Salinité CARONTE 0.0264
 Hauteur de l'interface 2m
 Vents de SE et de NW.
 L.N.H. CHATOU M. CAZENAVE - 1974

Fig. 1-2-3

Débit St CHAMAS $30 \text{ m}^3/\text{s}$
 Débit CARONTE $80 \text{ m}^3/\text{s}$
 Salinité du golfe 0.0370
 Salinité CARONTE 0.0199
 Hauteur de l'interface 1.8m
 Vents de SE et de NW.

Fig. 4-5-6





L N H. CHATOU

M. CAZENAVE 1974

Fig 13_14_15

Débit St CHAMAS $230 \text{ m}^3/\text{s}$ Débit CARONTE $280 \text{ m}^3/\text{s}$

Salinité du golfe 0.0326

Salinité CARONTE 0.0057

Houteur de l'interface :

3,5m

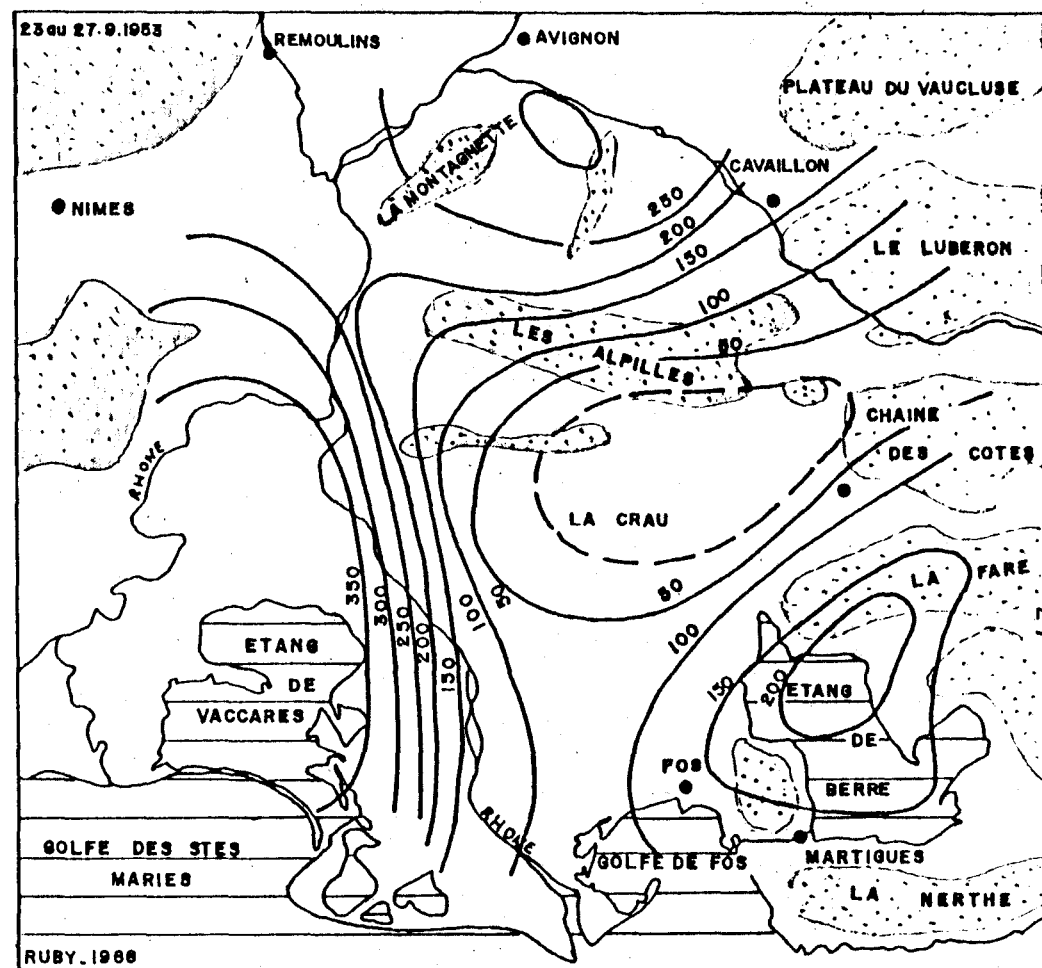
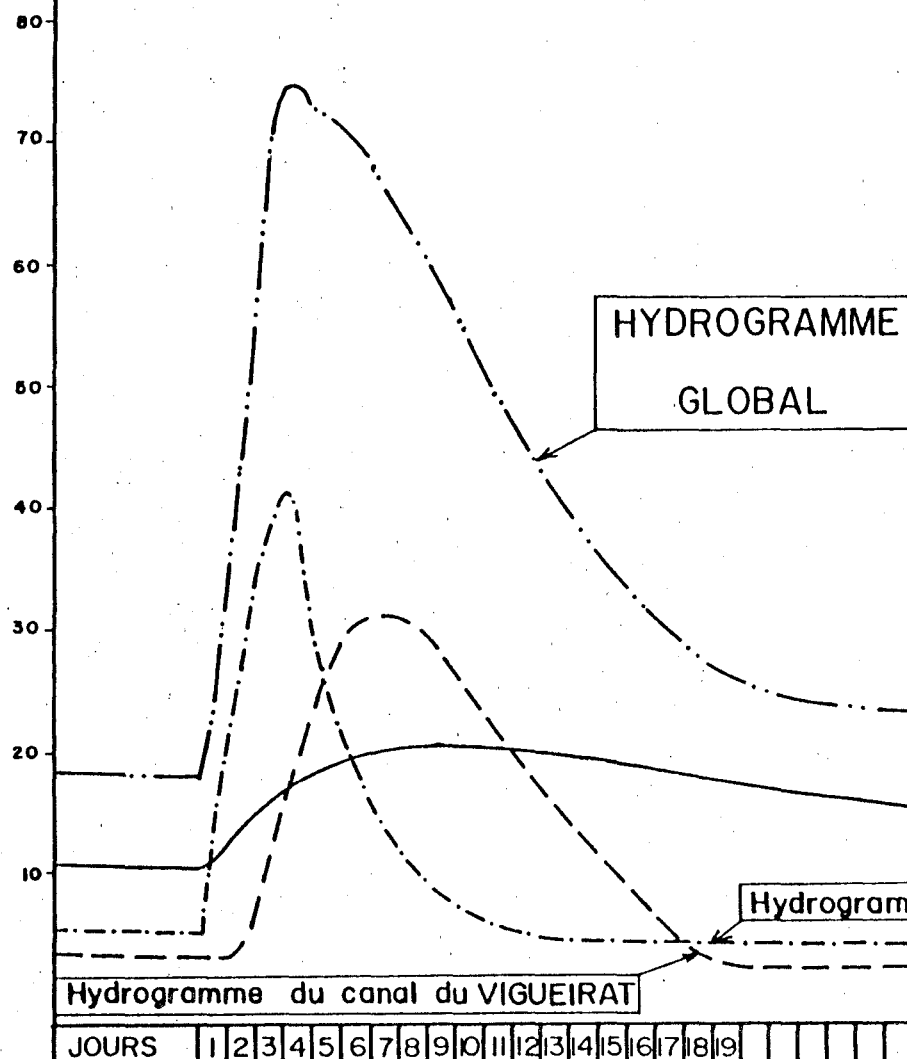
Vents de SE et de NW

CRUE CENTENAIRE DANS LE RESEAU ACTUEL
"GLOBAL" SE DEVERSANT DANS LE GOLFE
DE FOS.

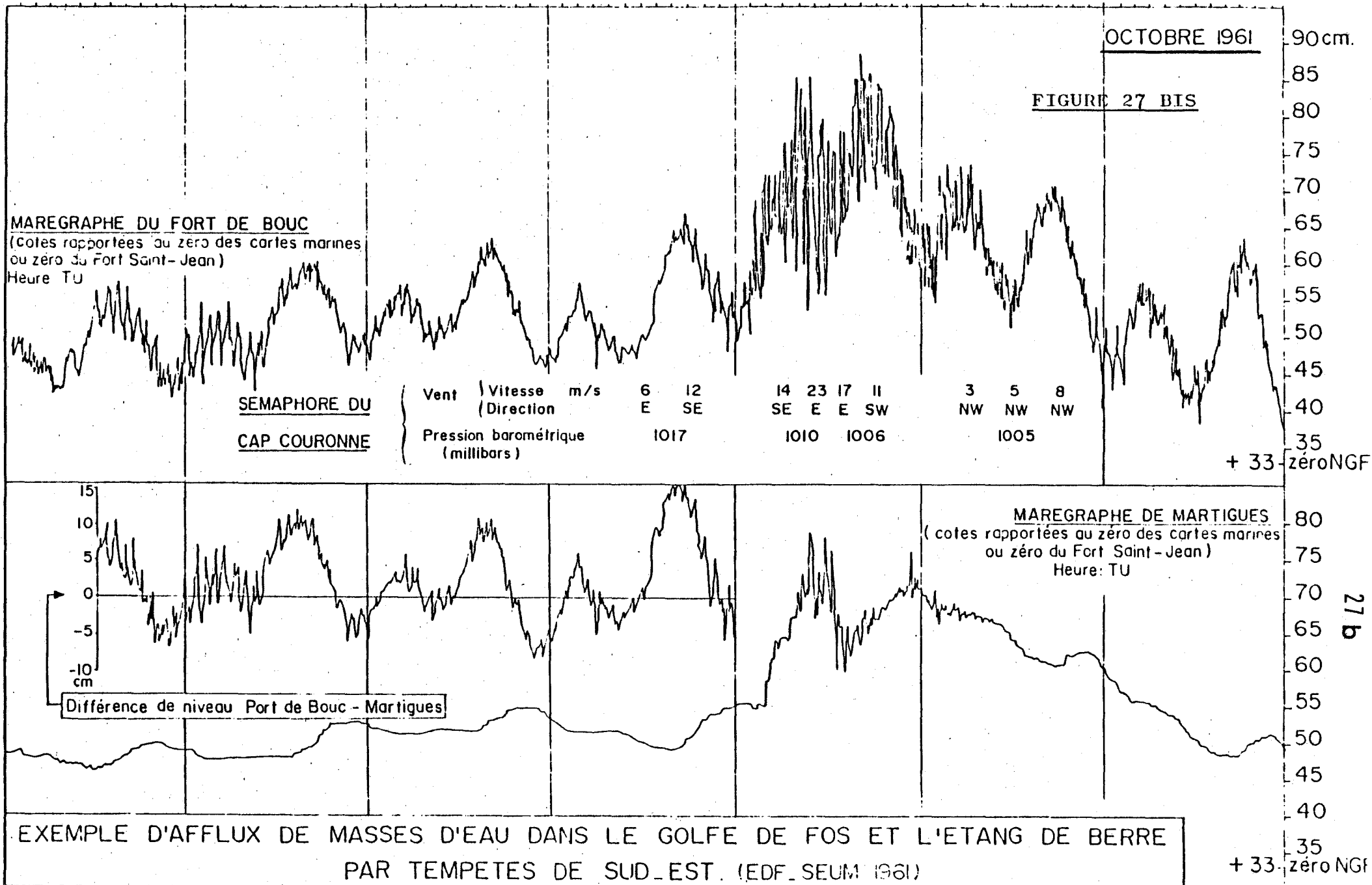
ISOHYETES CUMULEES DES PLUIES
DU 23 AU 27 SEPTEMBRE 1953.

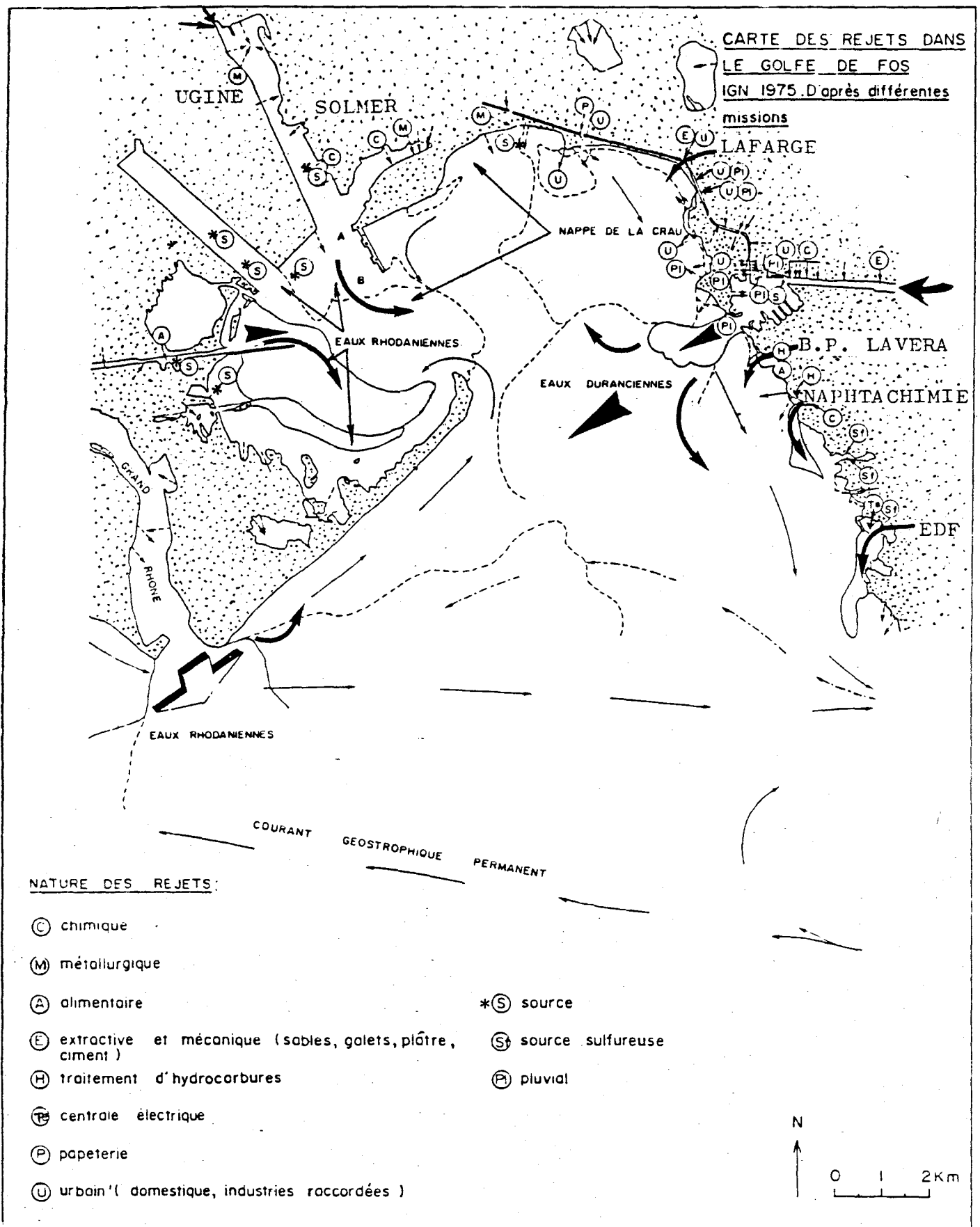
FIGURE N° 27

PLUIE :
durée = 3 jours
H = 160 mm



0 4 8 12 16 20 24 4 8 12 16 20 24 4 8 12 16 20 24 4 8 12 16 20 24 4 8 12 16 20 24 4 8 12 16 20 24 4 8 12 16 20 24



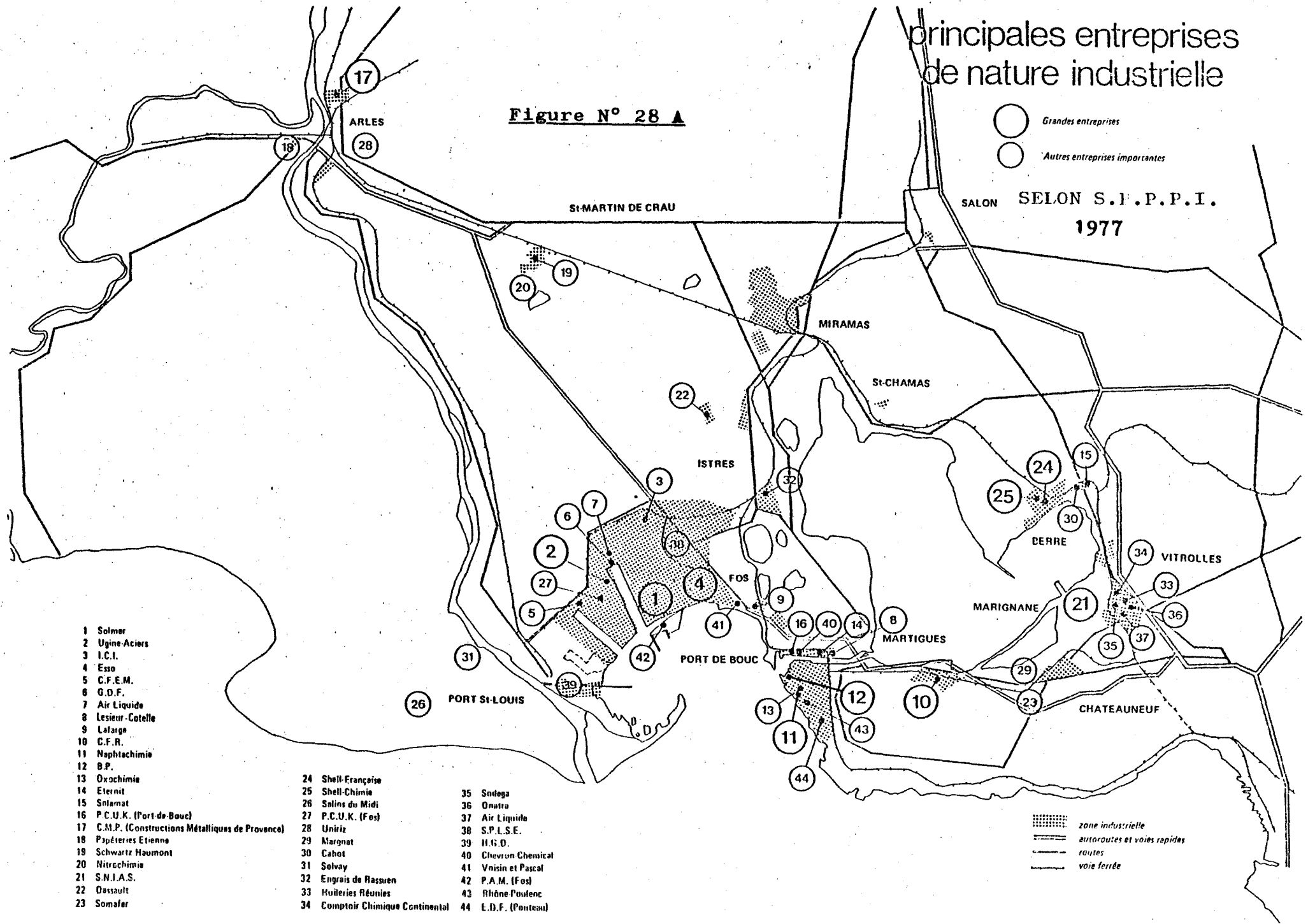


principales entreprises de nature industrielle

Figure N° 28 A

Grandes entreprises
Autres entreprises importantes

SALON SELON S.I.P.P.I.
1977



- 1 Solmer
- 2 Ugine-Aciers
- 3 I.C.I.
- 4 Esso
- 5 C.F.E.M.
- 6 G.D.F.
- 7 Air Liquide
- 8 Lesieur-Cotelle
- 9 Lafarge
- 10 C.F.R.
- 11 Naphthachimie
- 12 B.P.
- 13 Oxochimie
- 14 Eternit
- 15 Solimat
- 16 P.C.U.K. (Port-de-Bouc)
- 17 C.M.P. (Constructions Métalliques de Provence)
- 18 Papeteries Etienne
- 19 Schwartz Haumont
- 20 Nitrochimie
- 21 S.N.I.A.S.
- 22 Dassault
- 23 Somalor

- 24 Shell-Française
- 25 Shell-Chimie
- 26 Salins du Midi
- 27 P.C.U.K. (Fos)
- 28 Uniriz
- 29 Margnat
- 30 Cahot
- 31 Solvay
- 32 Engrais de Rasvæn
- 33 Huileries Réunies
- 34 Comptoir Chimique Continental
- 35 Sodaga
- 36 Onatra
- 37 Air Liquide
- 38 S.P.L.S.E.
- 39 H.G.D.
- 40 Chevron Chemical
- 41 Vnoisin et Pascal
- 42 P.A.M. (Fos)
- 43 Rhône-Poulenc
- 44 E.D.F. (Ponteau)

zone industrielle
autoroutes et voies rapides
routes
voies ferrées

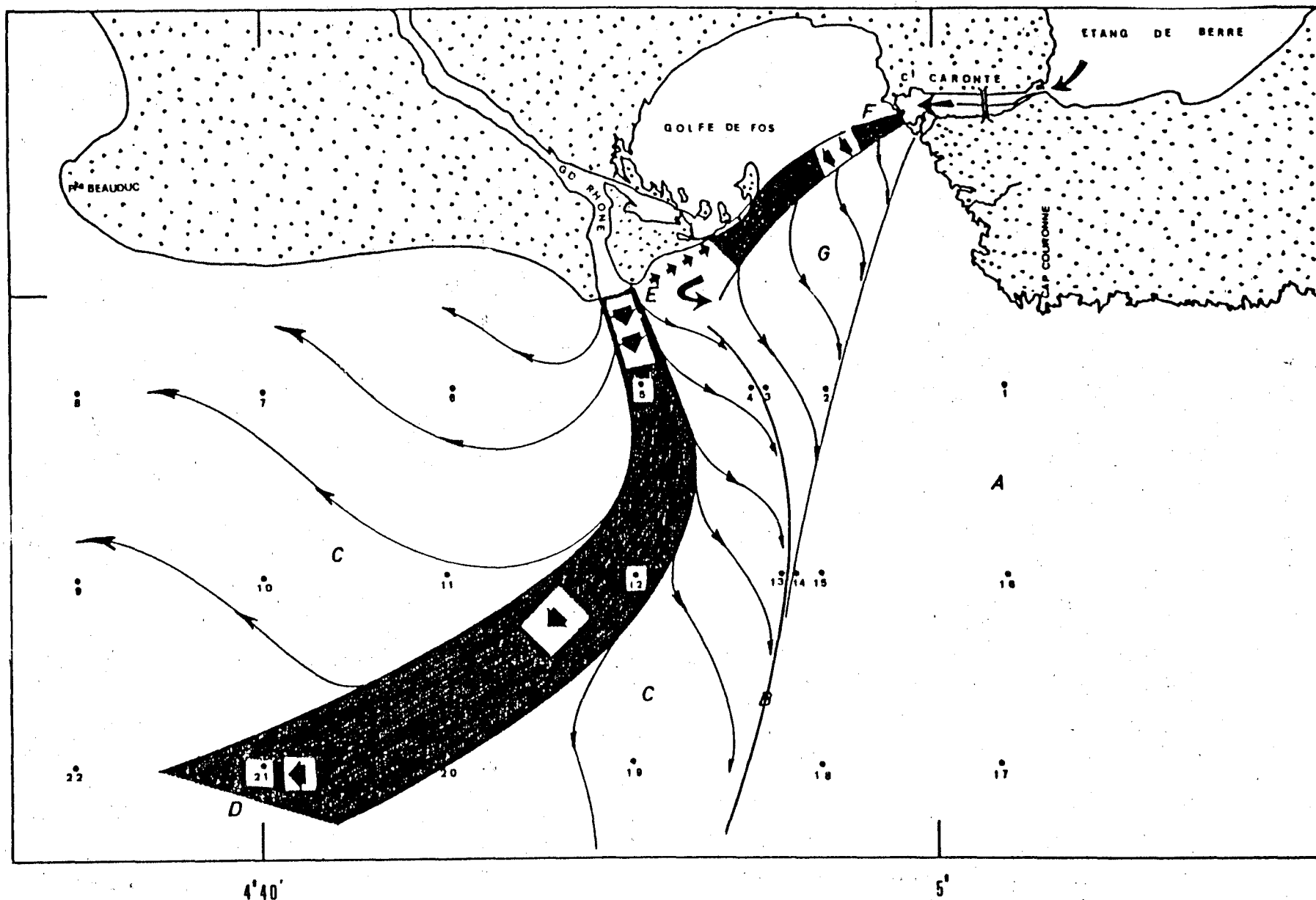


Fig.28b Schéma général de l'écoulement en mer des eaux du Rhône et Durancienne par temps calme

A= eau de mer non diluée

B= limite de la nappe de dilution

C= zone d'étalement

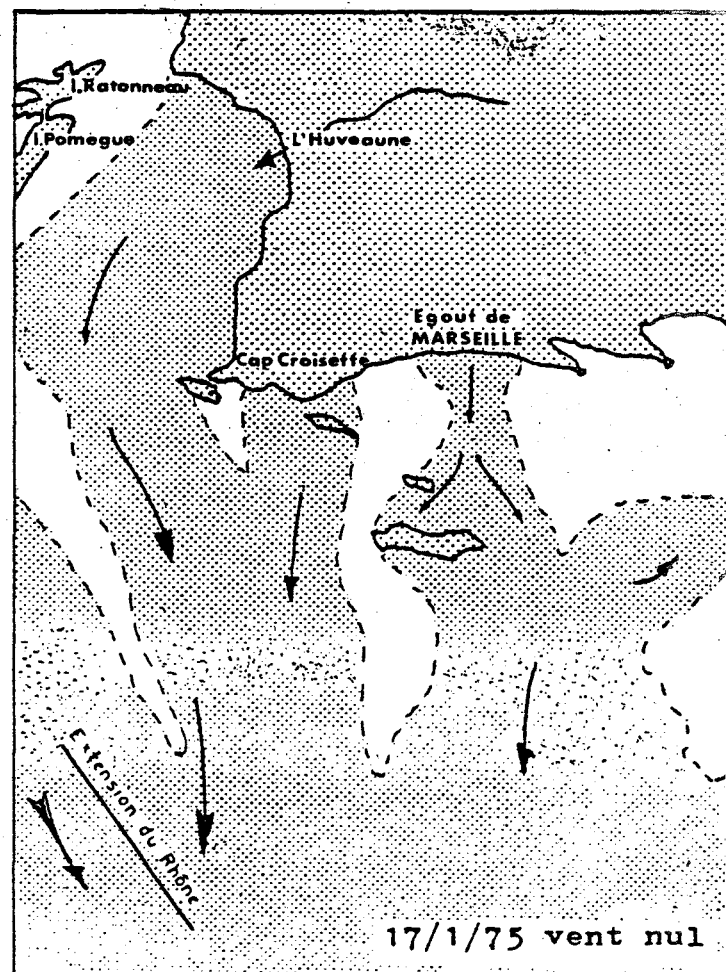
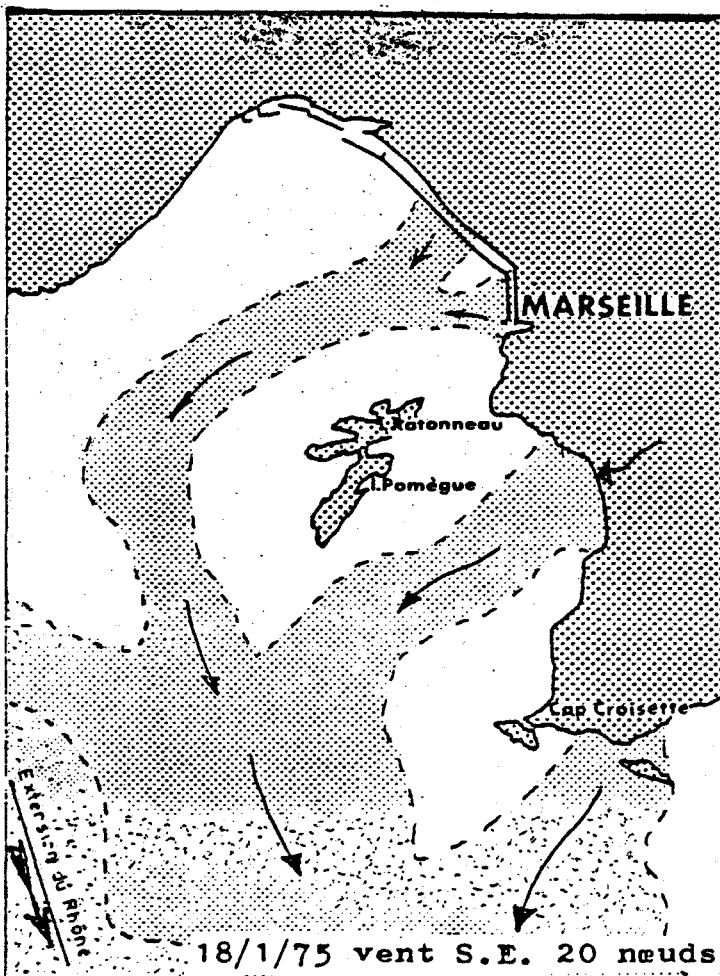
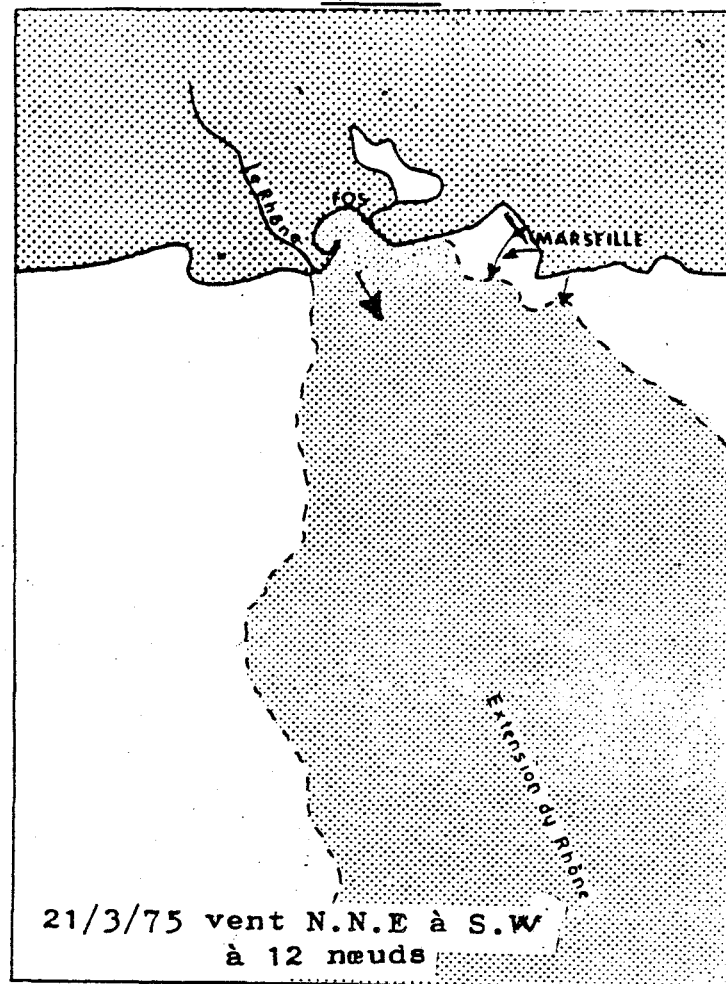
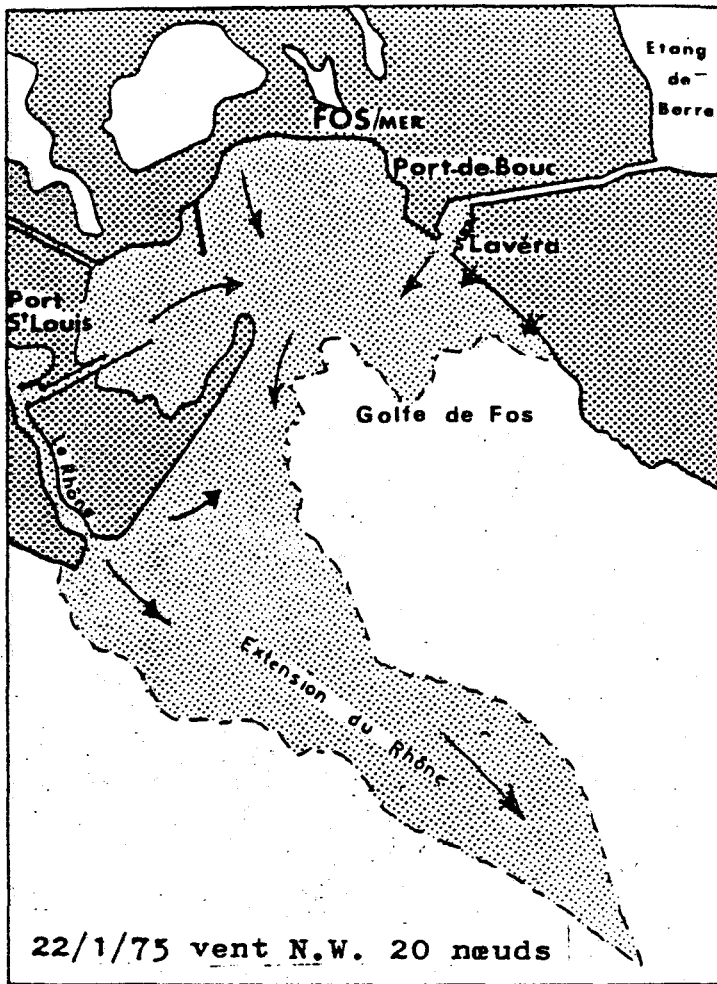
D= Courant principal ou lit
marin du Rhône

E=écoulement secondaire du Rhône

F=effluence Durancienne

G=zone d'étalement de superficie variable

Source: Laboratoire Hydrobiologie Marine



Extension des eaux turbides et polluées issues du Rhône, du Golfe de Fos et de la rade de Marseille décelées par télé-détection. (CERBOM, 1975)

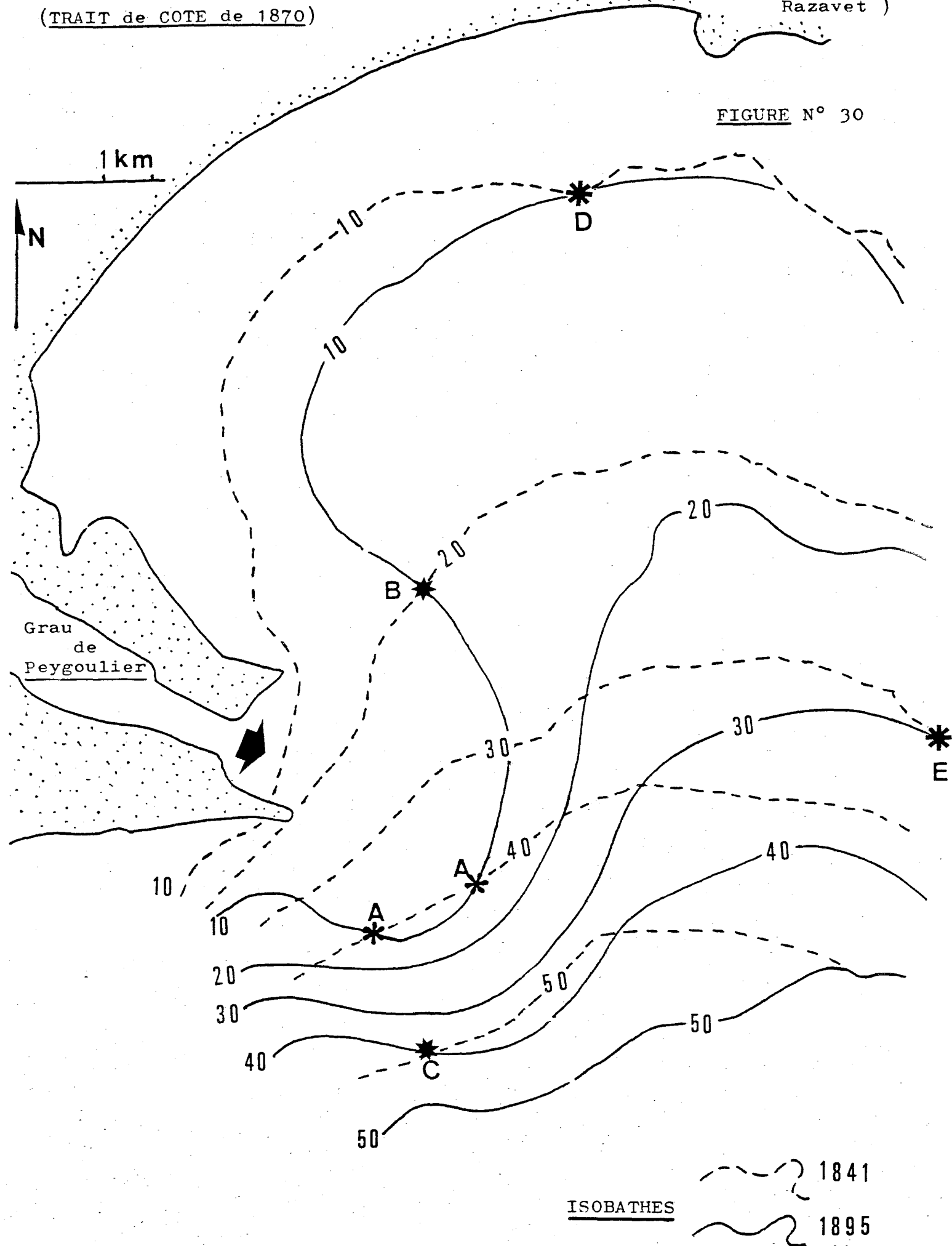
VARIATIONS BATHYMETRIQUES DU GOLFE DE FOS

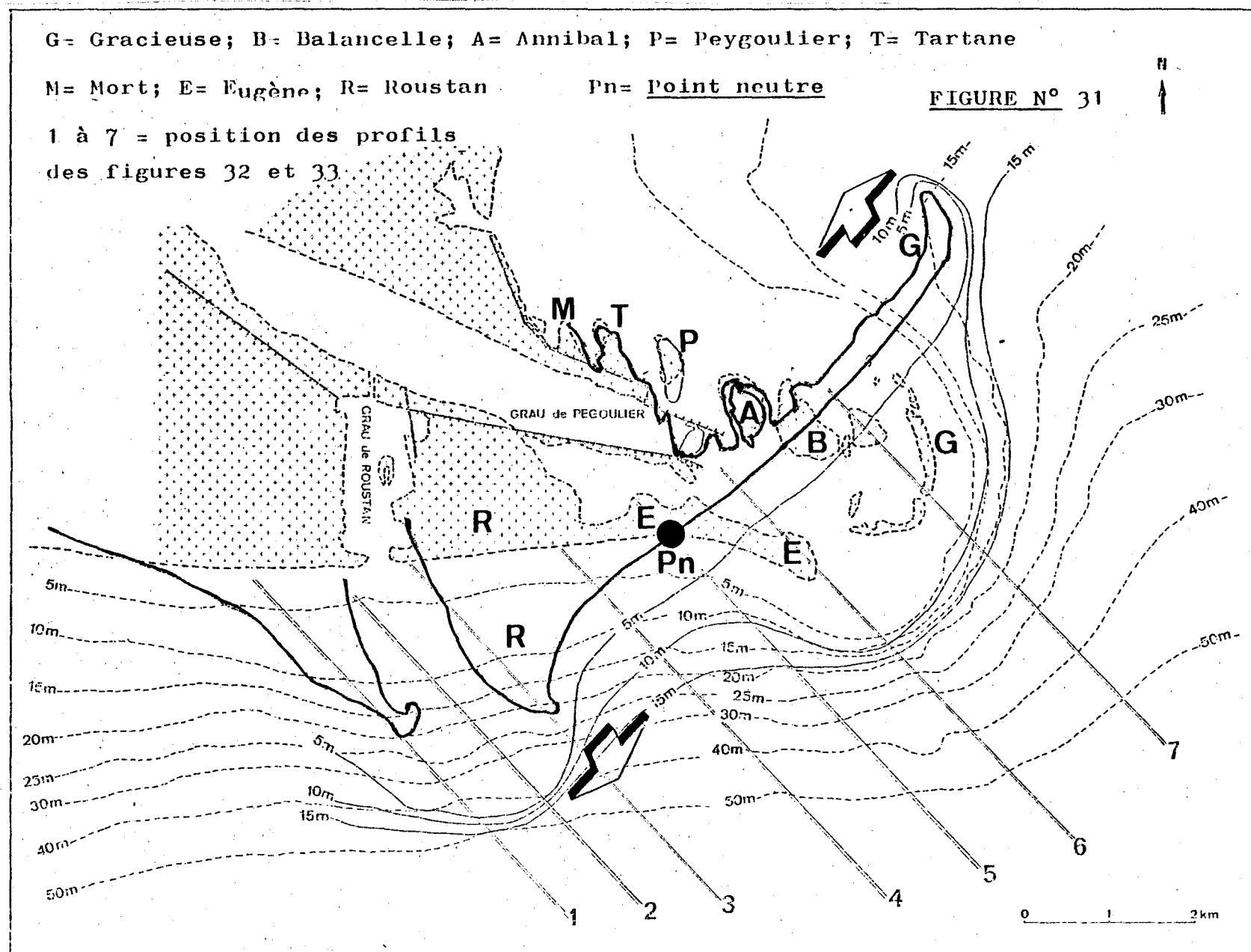
DE 1841 A 1895

(D'après Duboul
Razavet)

(TRAIT de COTE de 1870)

FIGURE N° 30





**Figure N° 31 - Comparaison de l'état des côtes et des fonds
en 1895 et 1962.**

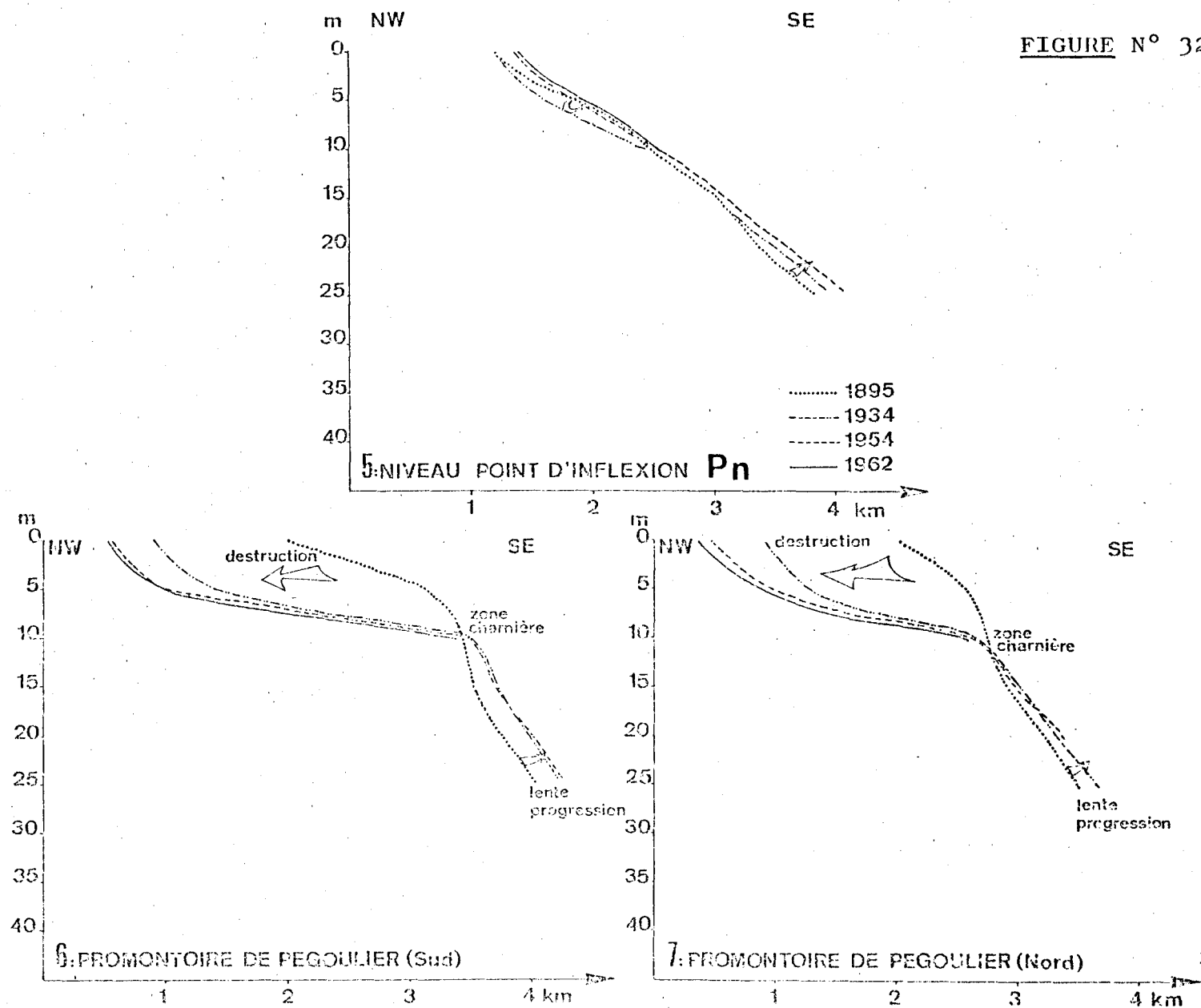
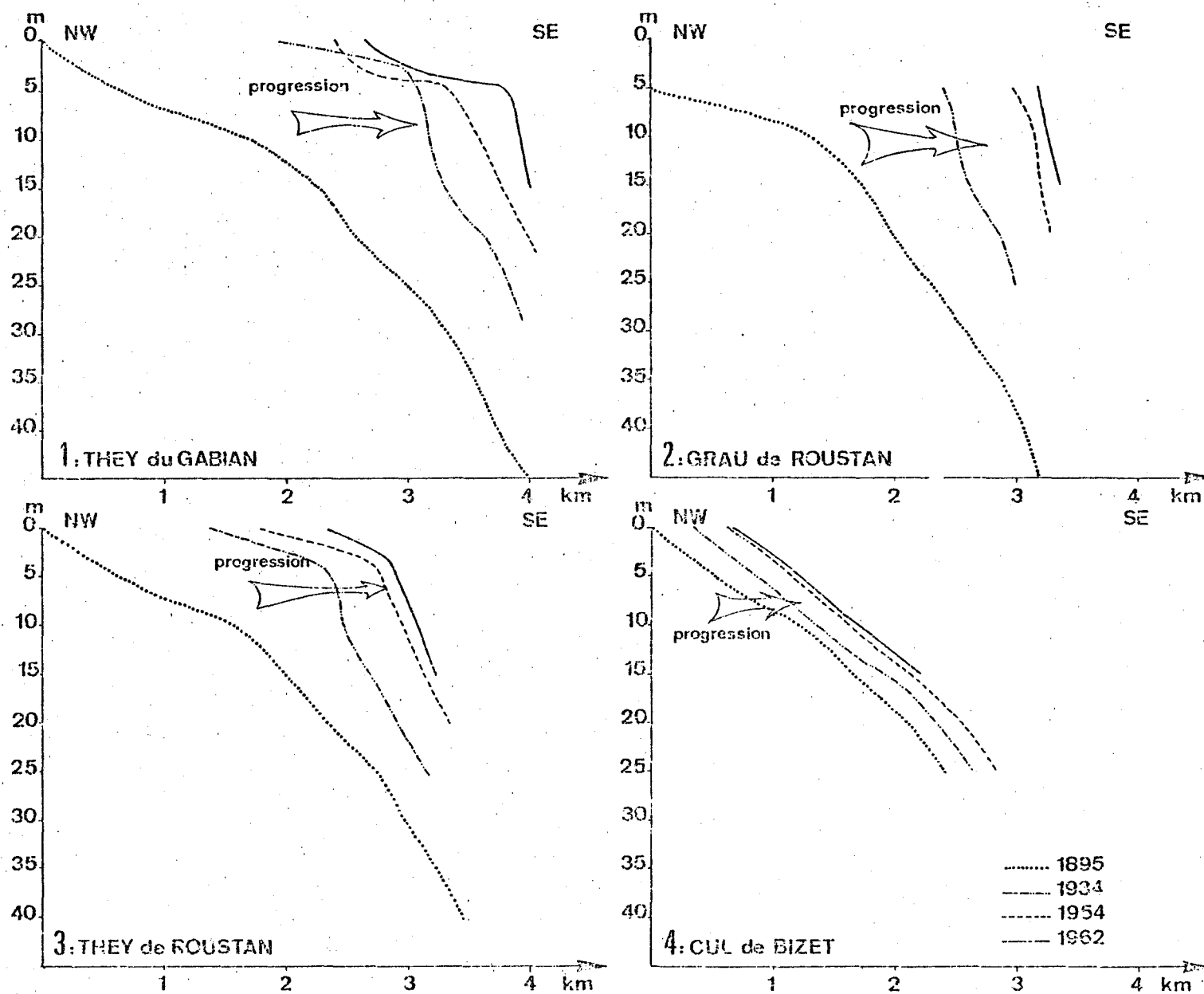
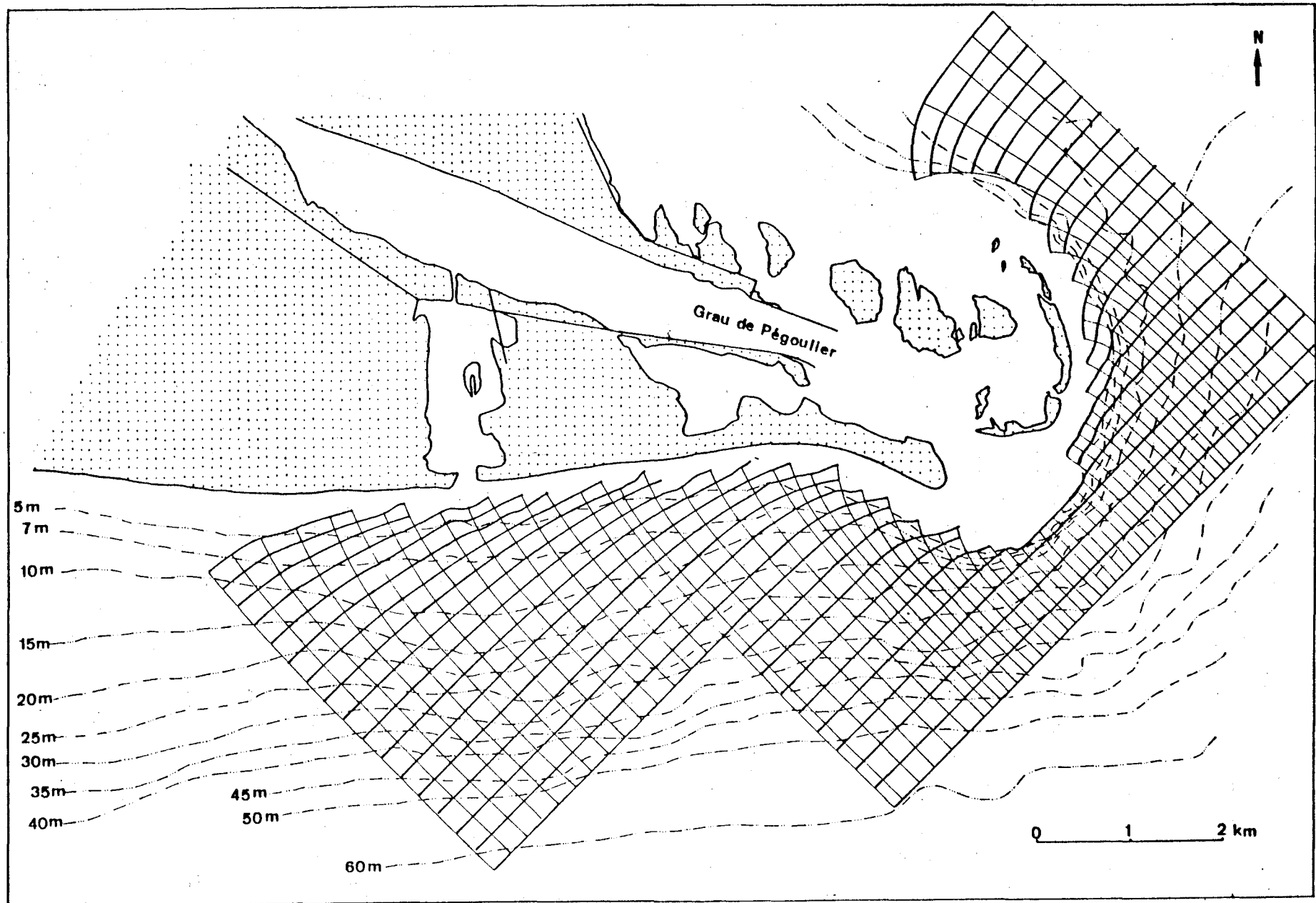


Figure N° 32 - Evolution des fonds au niveau de l'ancien promontoire de Peygoulie.

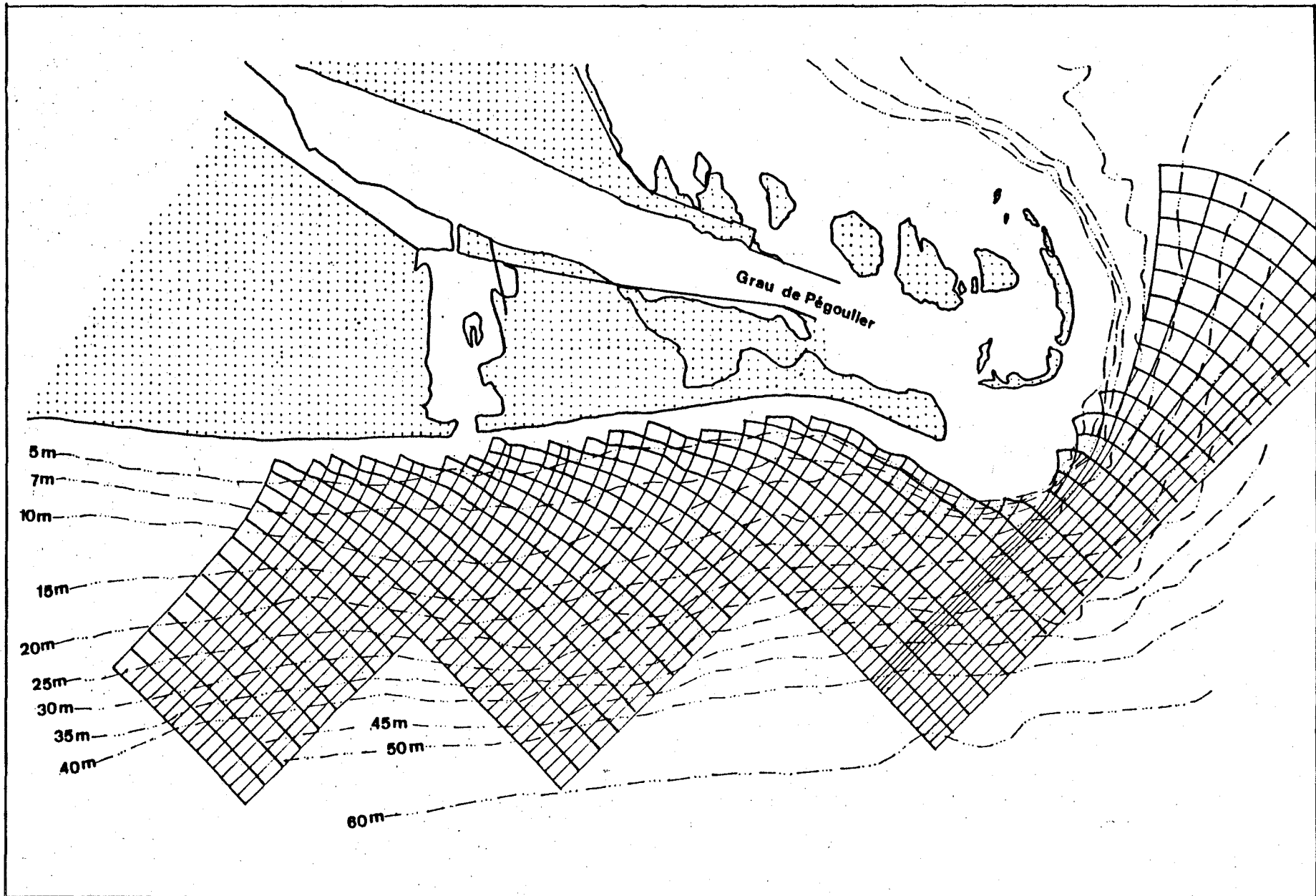
FIGURE N° 33





- Plan de vagues théorique de SE : situation en 1895 (d'après SOGREAH, 1964).

FIGURE N° 35



Plan de vagues théorique de SW : situation en 1895 (d'après SOGREAH , 1964).

FIGURE N° 36

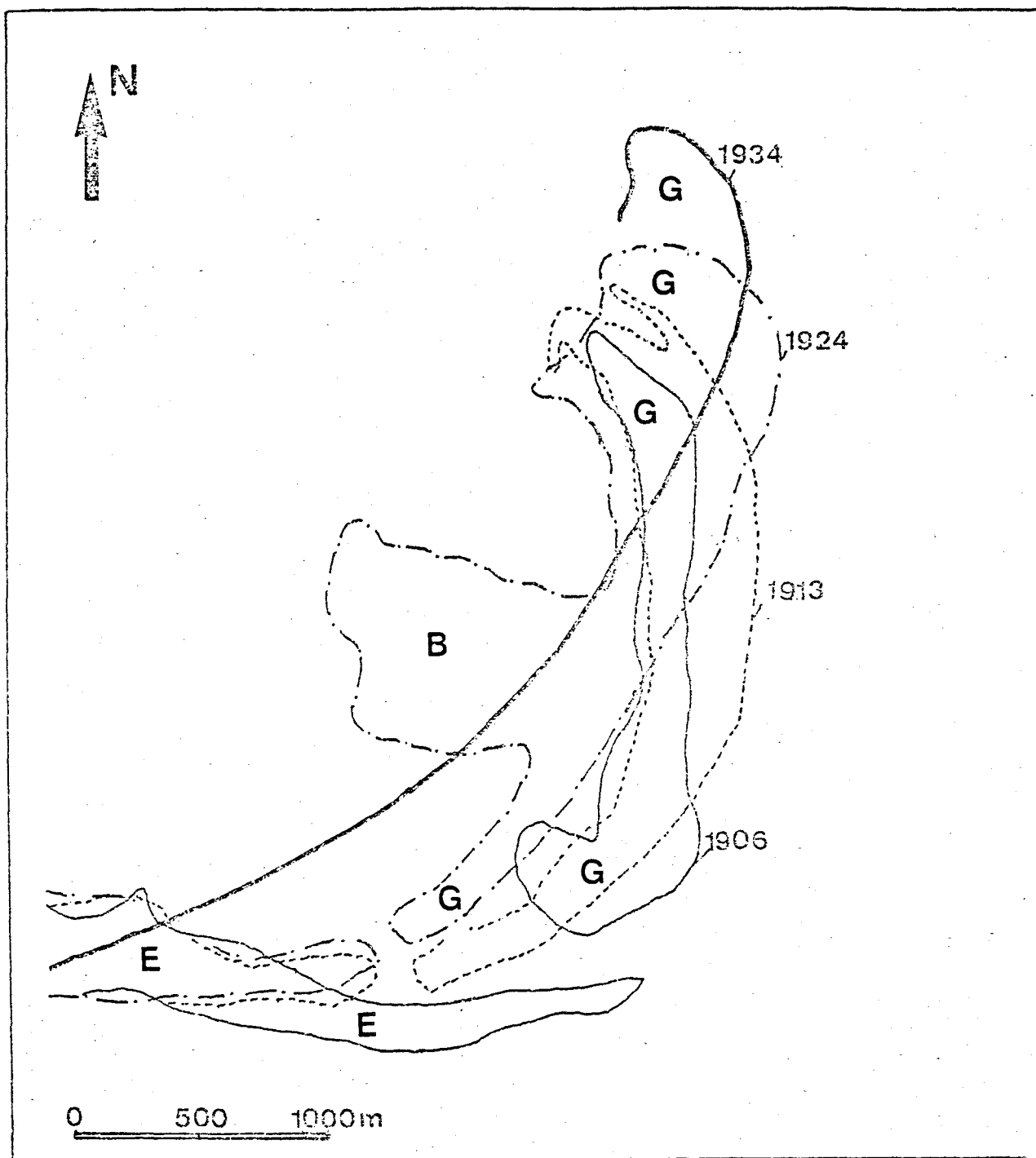


Figure N° 36 - Variations morphologiques du They de la Gracieuse entre 1906 et 1934 (d'après Duboul-Razavet, 1955).

FIGURE N° 37

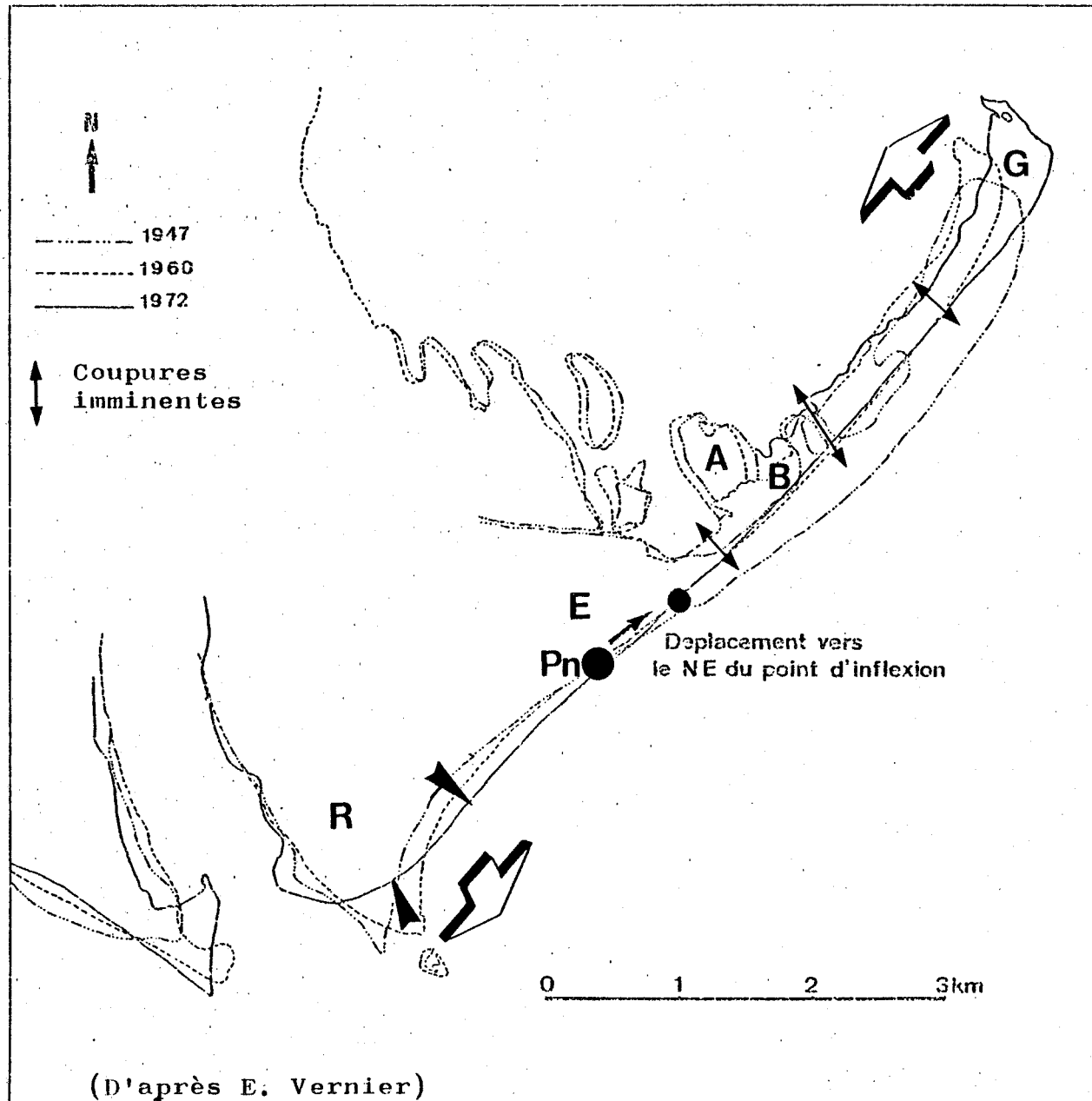


Figure N° 37 - Evolution de la flèche de la Gracieuse de 1947 à 1972, d'après photographies aériennes IGN.

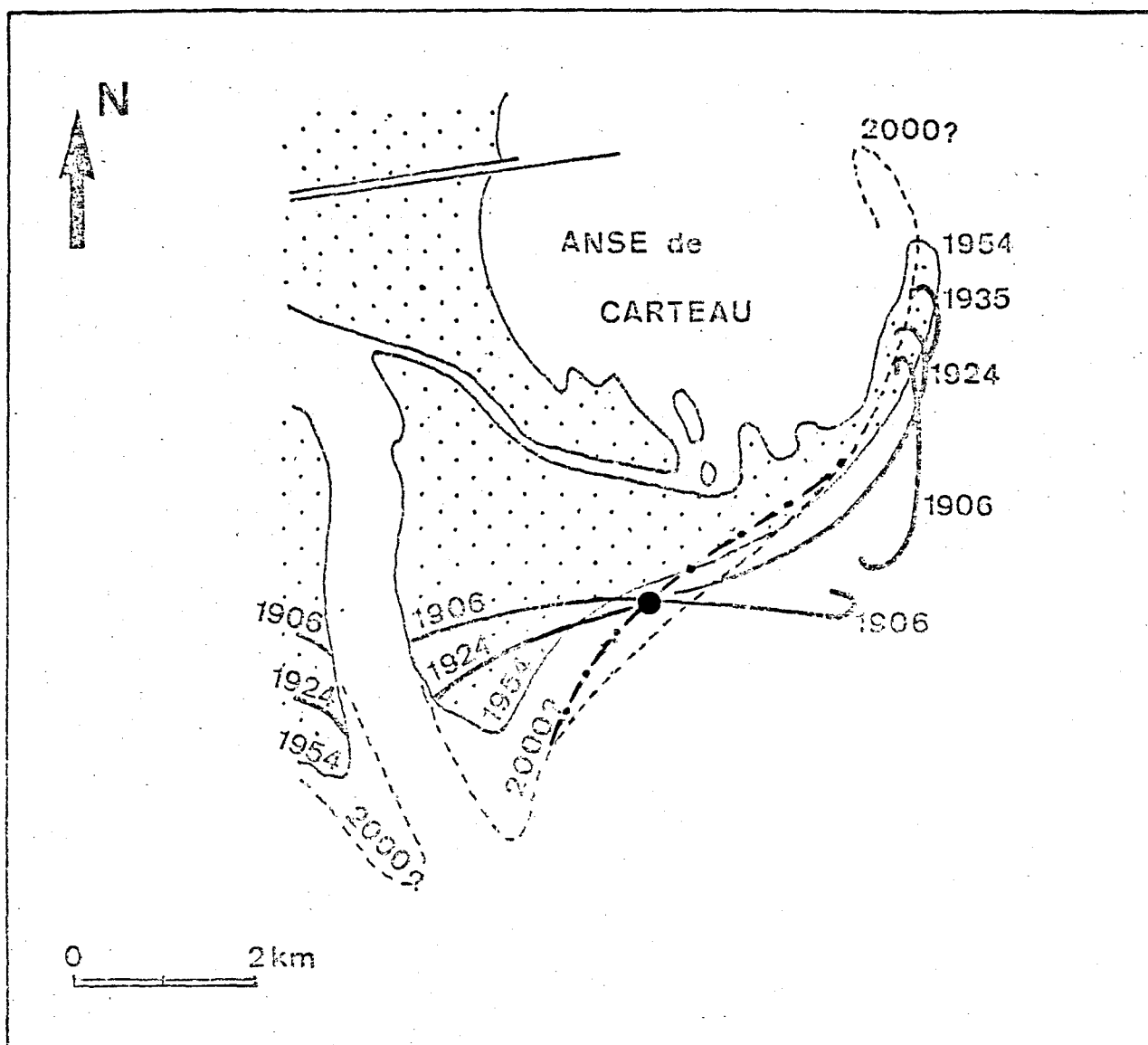
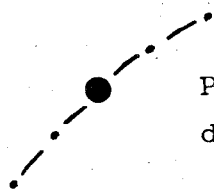
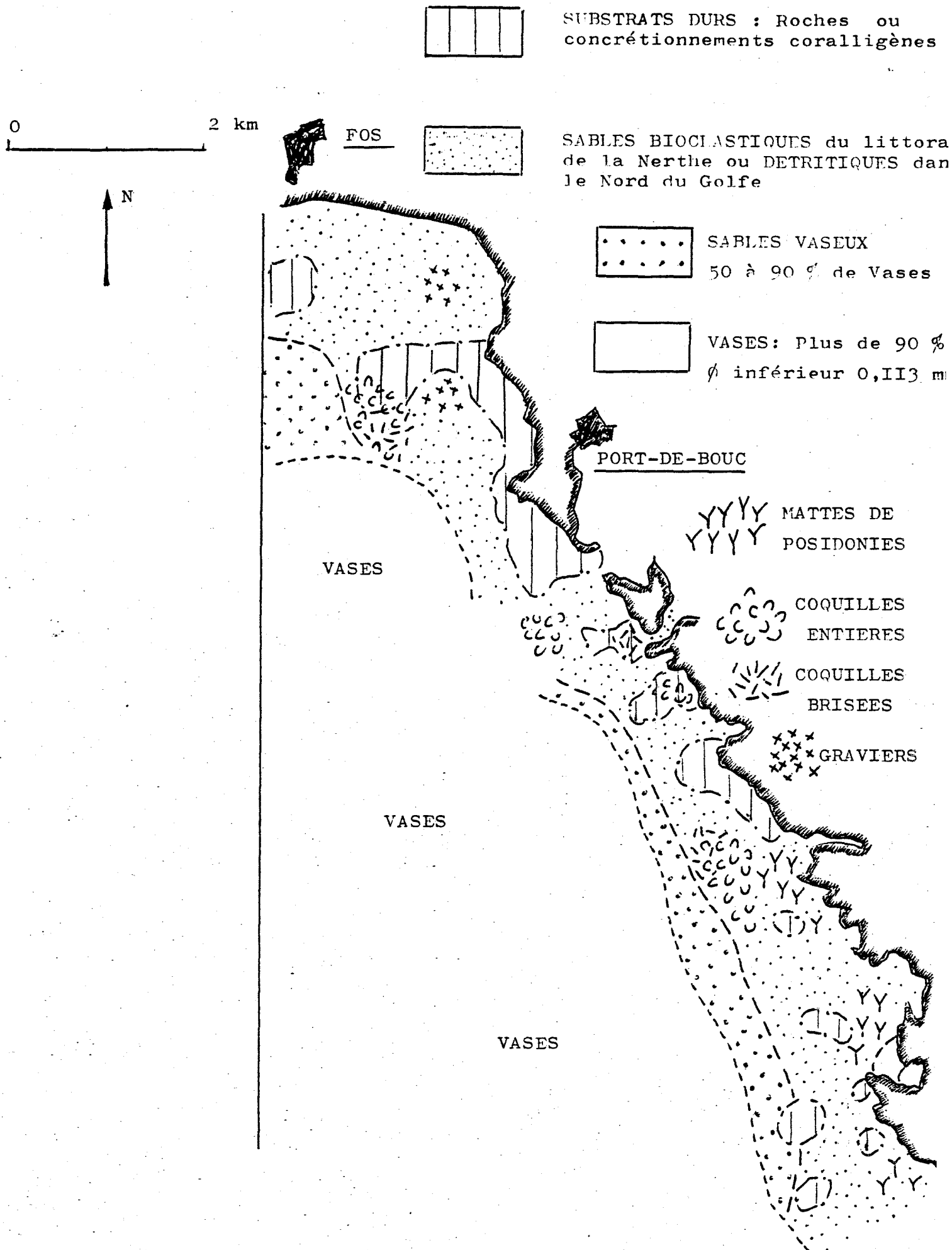


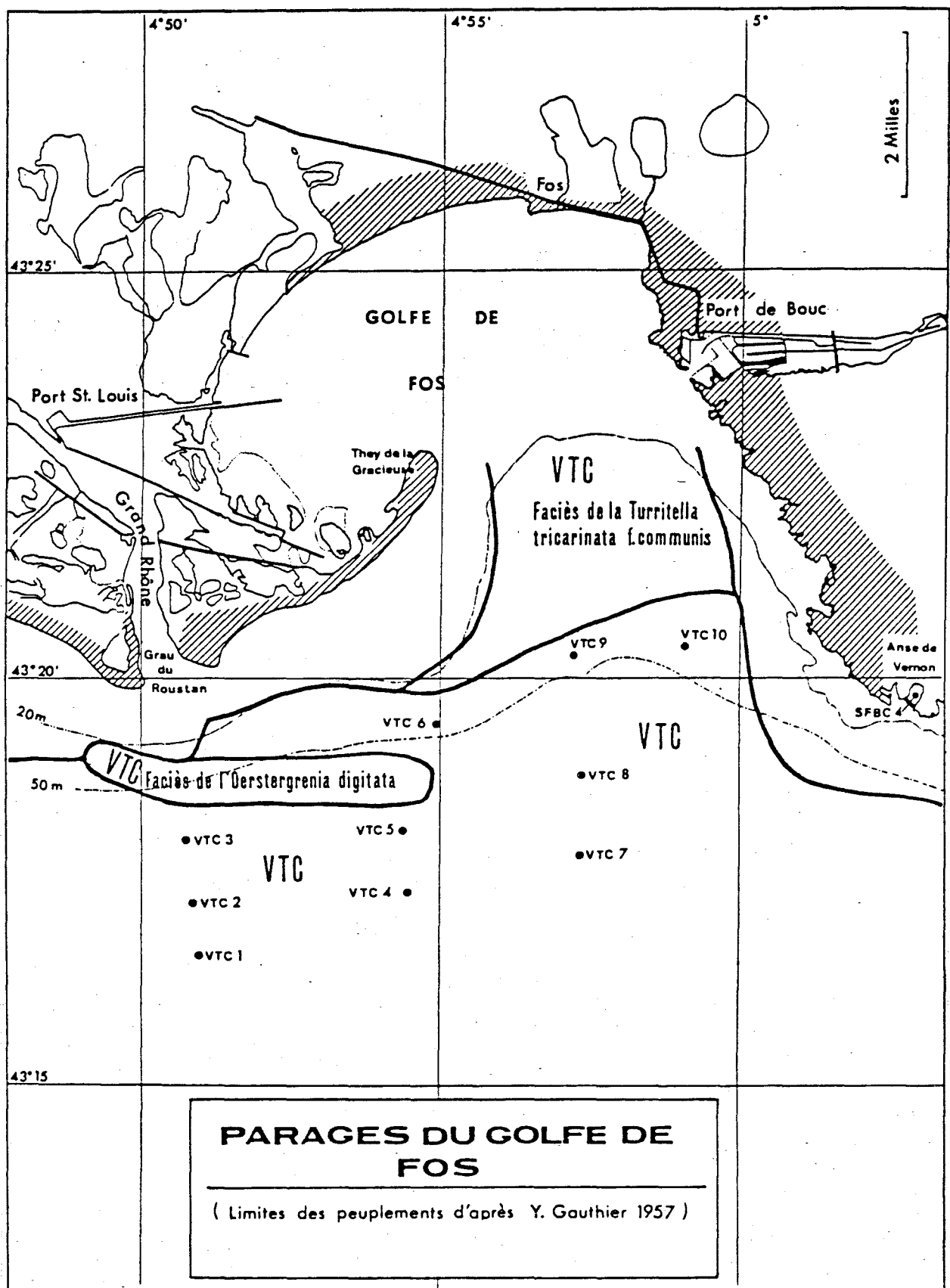
Figure N° 38 - Extrapolation jusqu'en l'an 2 000 de l'évolution de la flèche de la Gracieuse et du They de Roustan, selon J.U. VAN STRAATEN, 1959.



Point neutre et tracé plus conforme aux conclusions de ce rapport

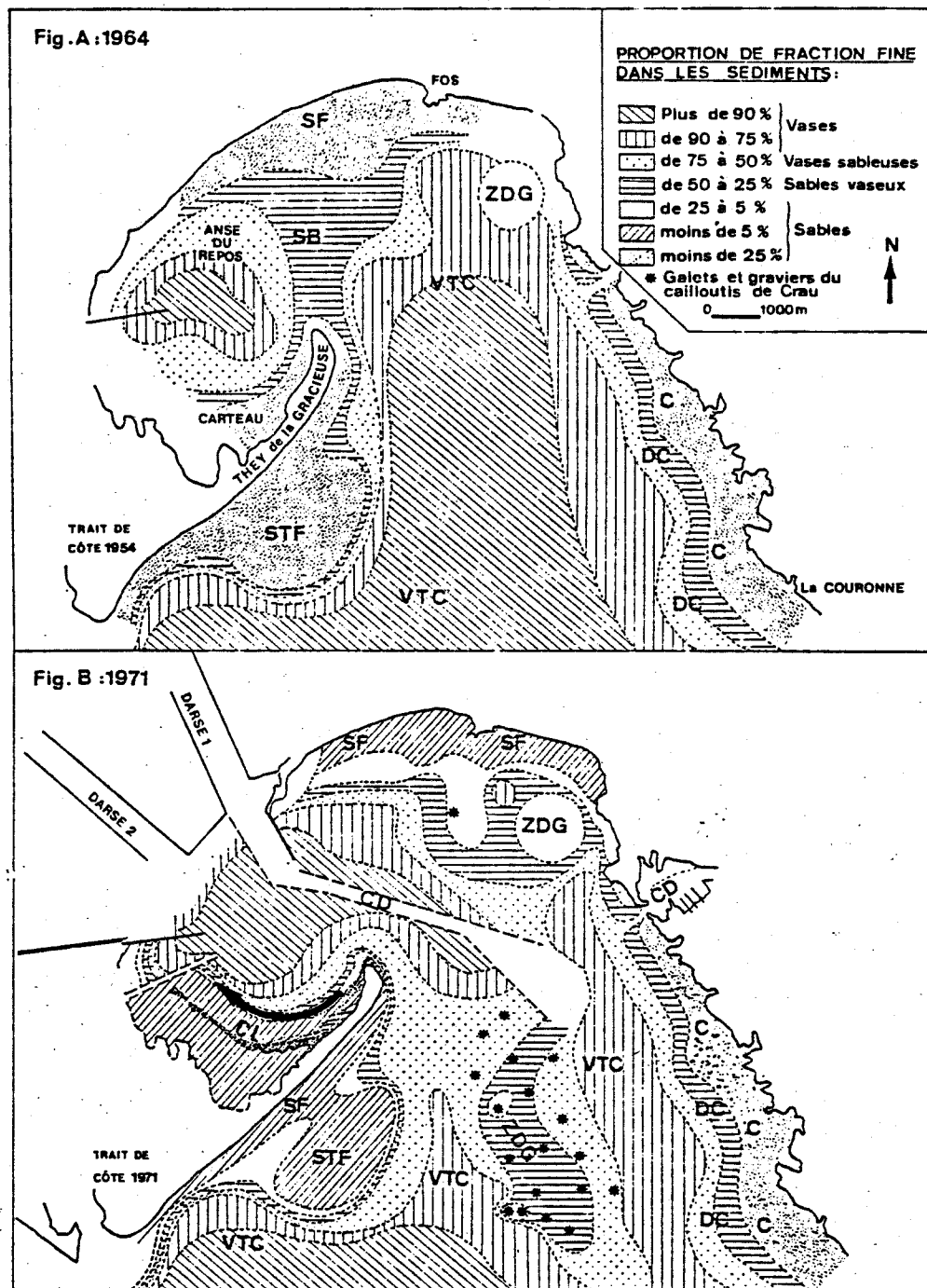
(d'après CHEVAILLIER)





In: Picard J., Thèse 1965.

FIGURE N° 40



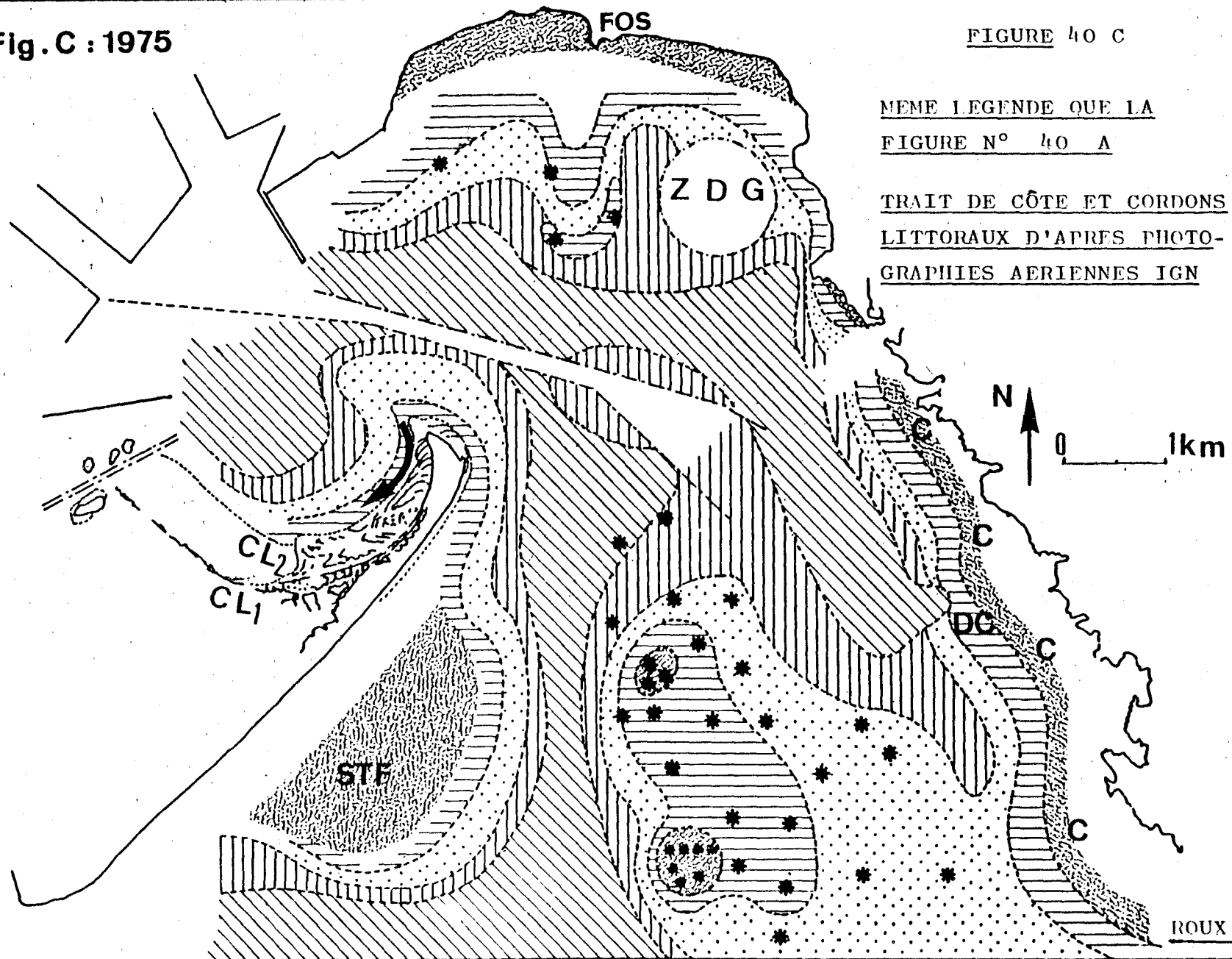
Répartitions des teneurs en lutites de la fraction inférieure à 2,8 mm des sédiments superficiels du Golfe de Fos. — C, Coralligène et prismes littoraux ; DC, détritique côtier ; CD, chenal dragué ; ZDG, zone de rejet de dragage ; Faciès riches en : SF (sables fins), STF (sables très fins), SB (sablons) ; CL, cordon littoral.

Fig. C : 1975

FIGURE 40 C

NEME LEGENDE QUE LA
FIGURE N° 40 A

TRAIT DE CÔTE ET CORDONS
LITTORAUX D'APRES PHOTO-
GRAPHIES AERIENNES IGN



ROUX RM

40 c

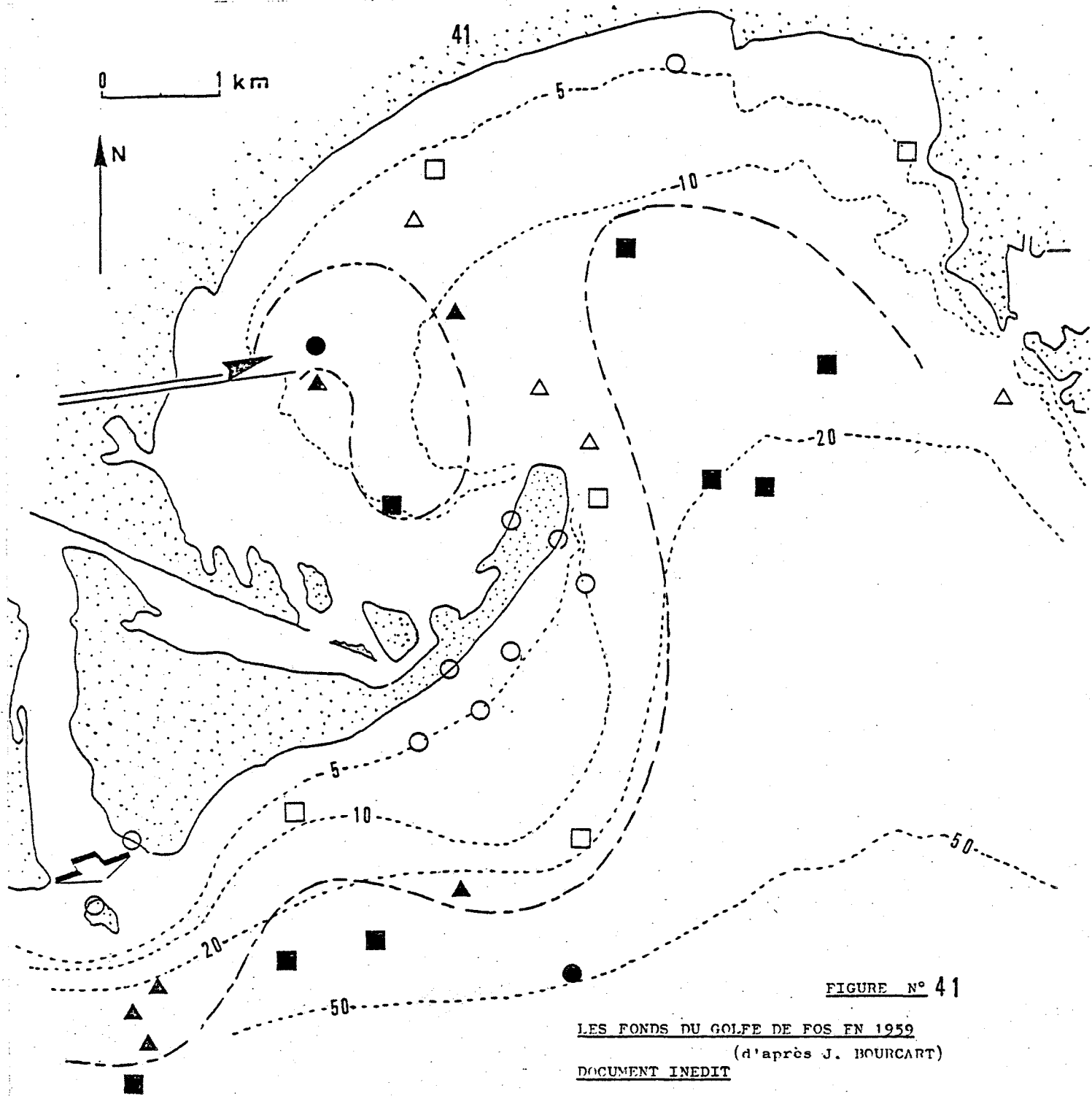


FIGURE N° 41

LES FONDS DU GOLFE DE FOS EN 1959

(d'après J. BOURCART)

DOCUMENT INEDIT

Proportions de Fraction inférieure à 0,040 mm

- Enveloppe des teneurs supérieures à 75 %
- Plus de 90 %
 - de 75 à 90 %
 - ▲ de 50 à 75 %
 - △ de 25 à 50 %
 - de 10 à 25 %
 - moins de 10 %

NE Le trait de côte ne correspond pas à la date de l'étude

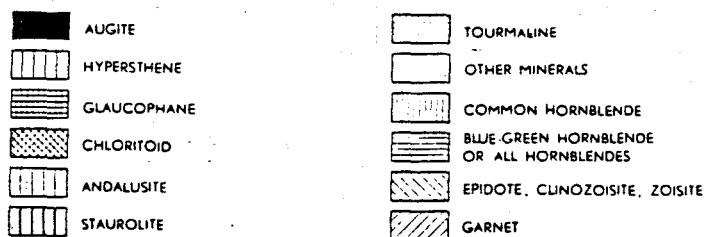
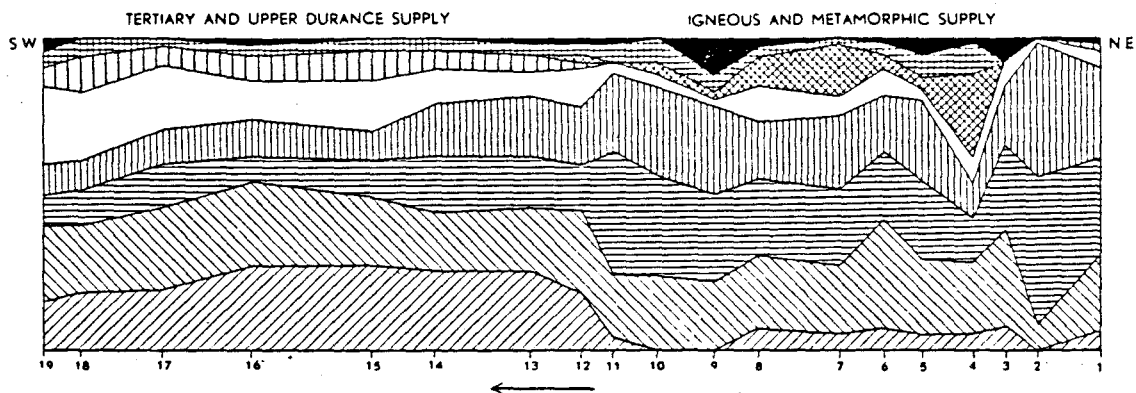
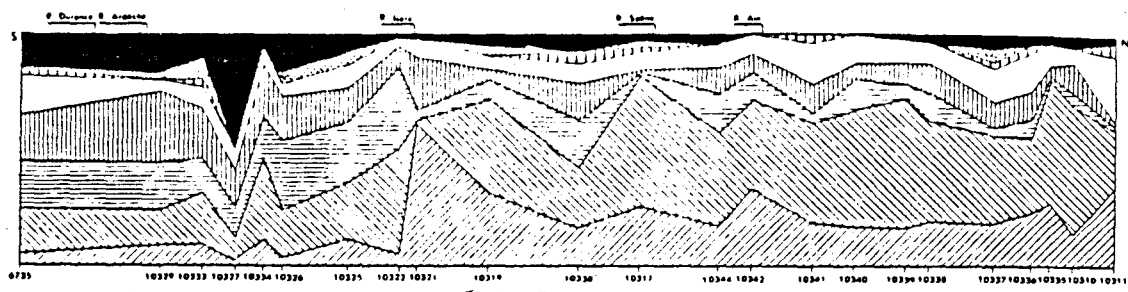
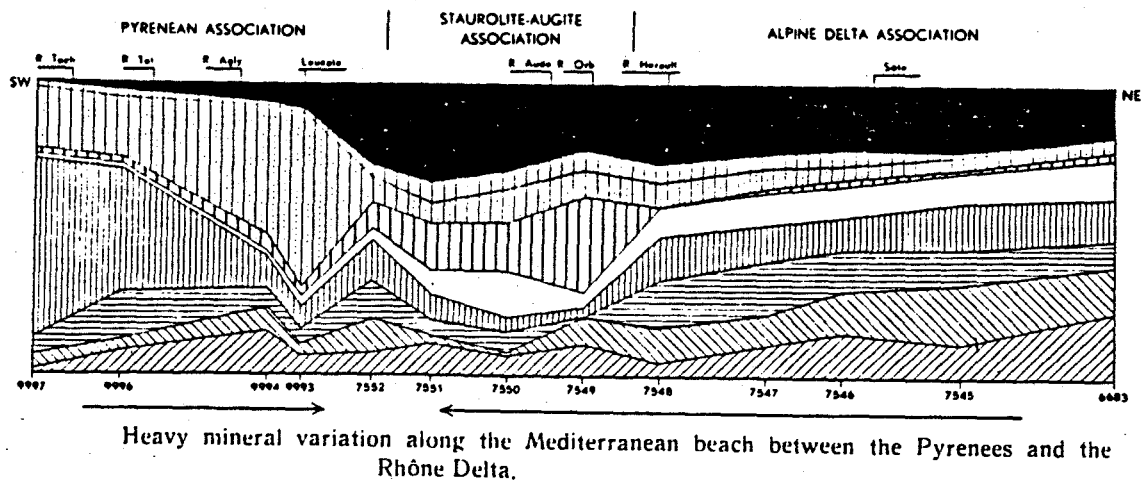


FIGURE N° 41 B (Source: Van Andel, 1955)

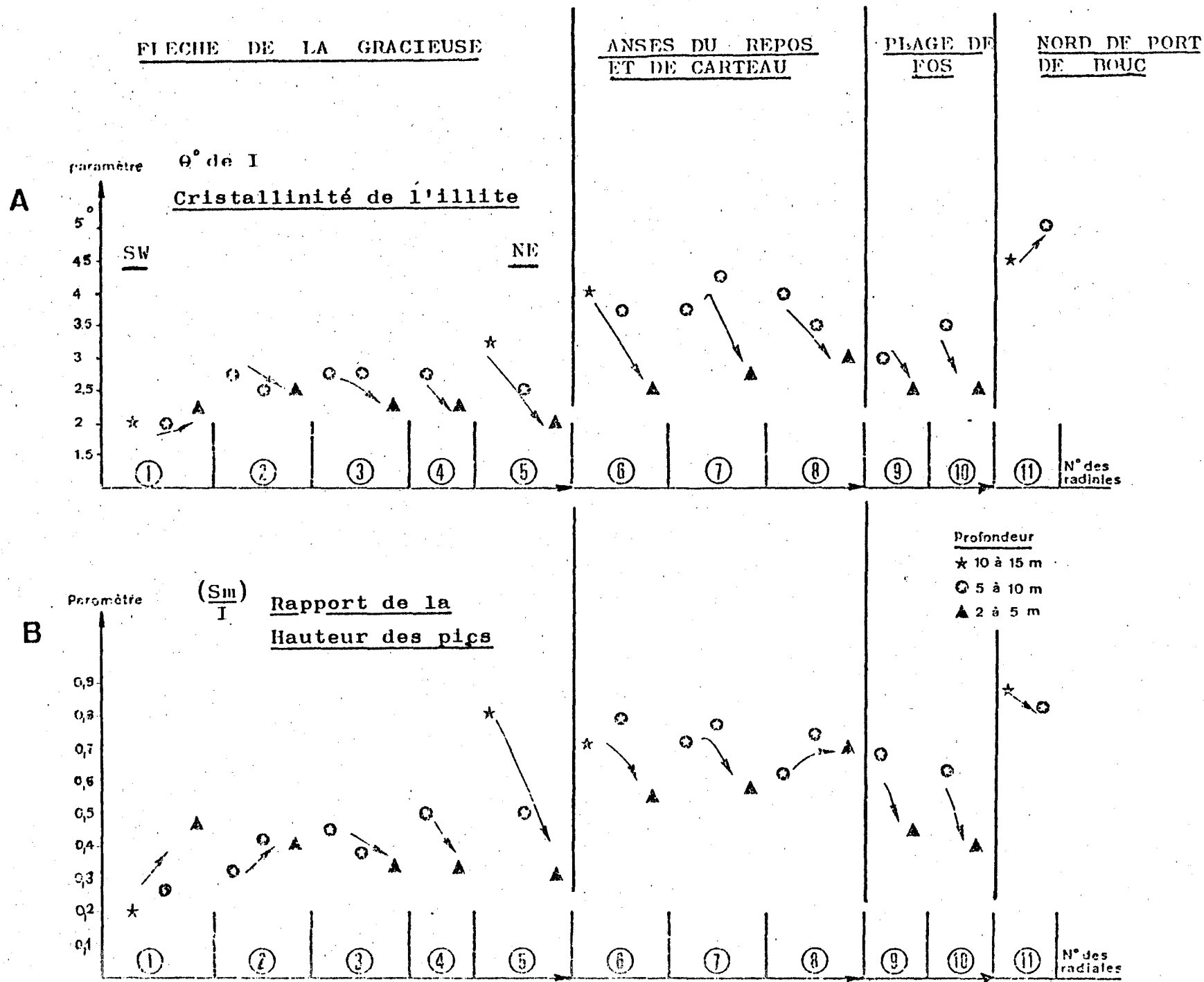
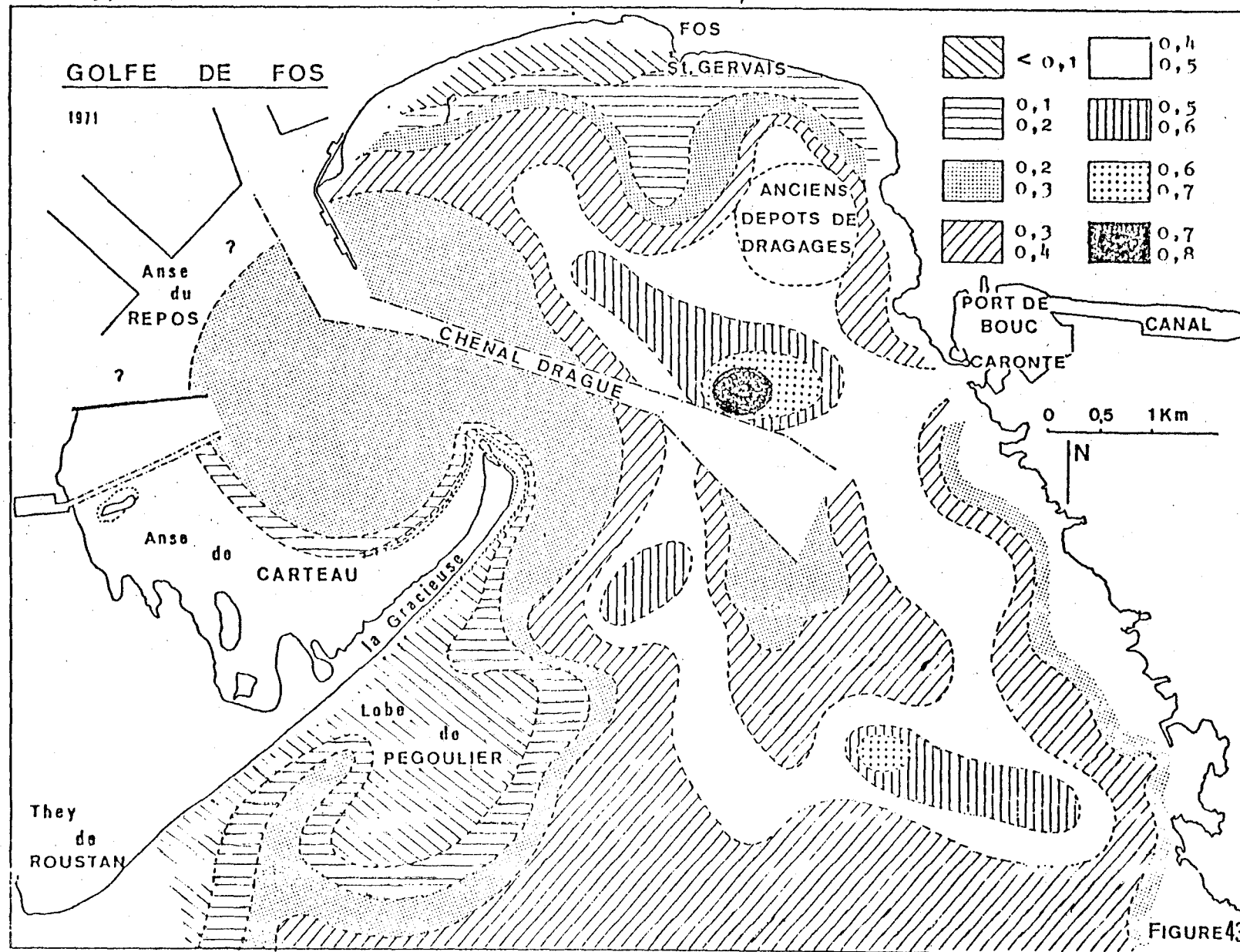


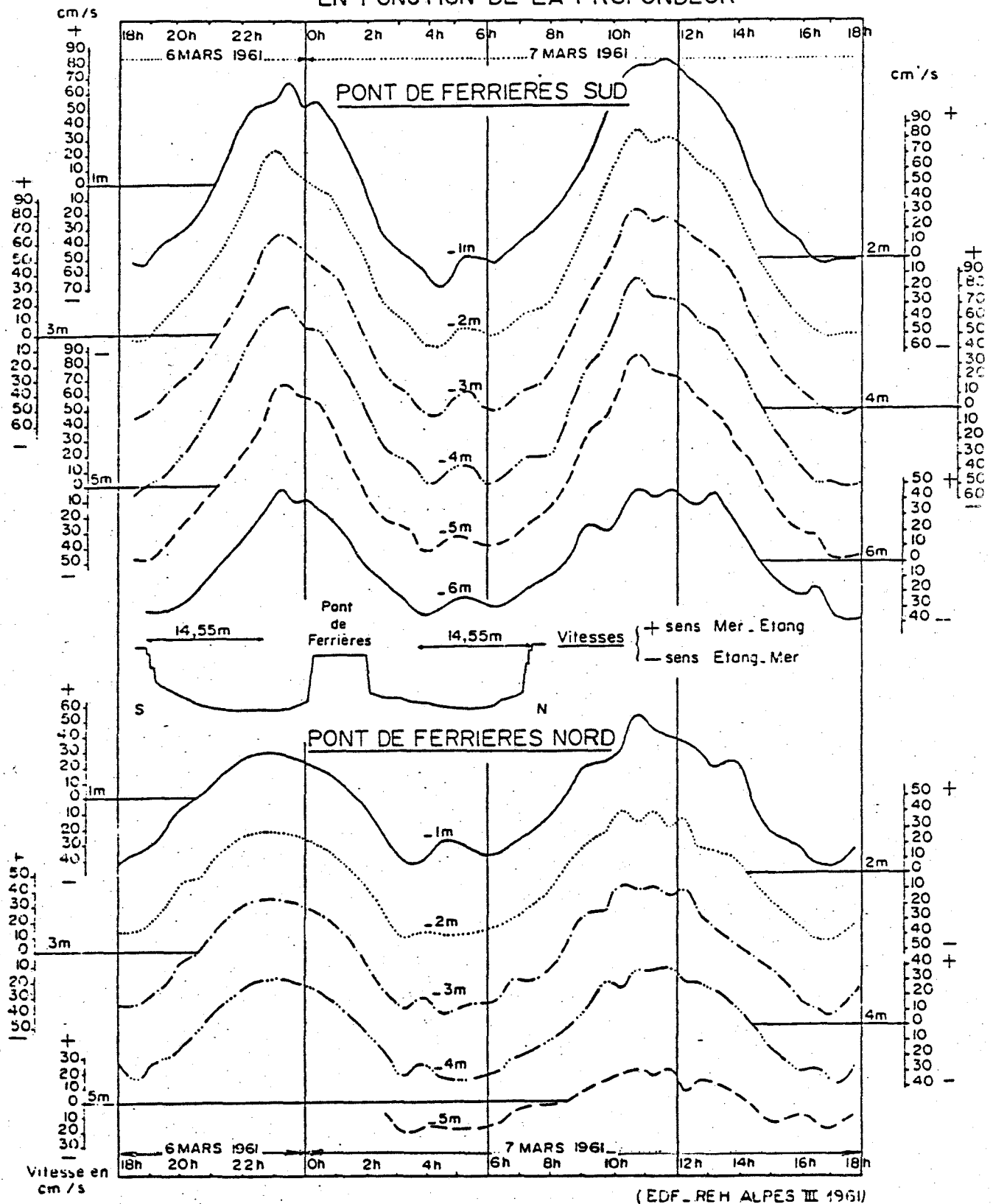
FIGURE N° 42

(D'après E. VERNIER)

1972- REPARTITION GEOGRAPHIQUE DU RAPPORT SMECTITE/ILLITE

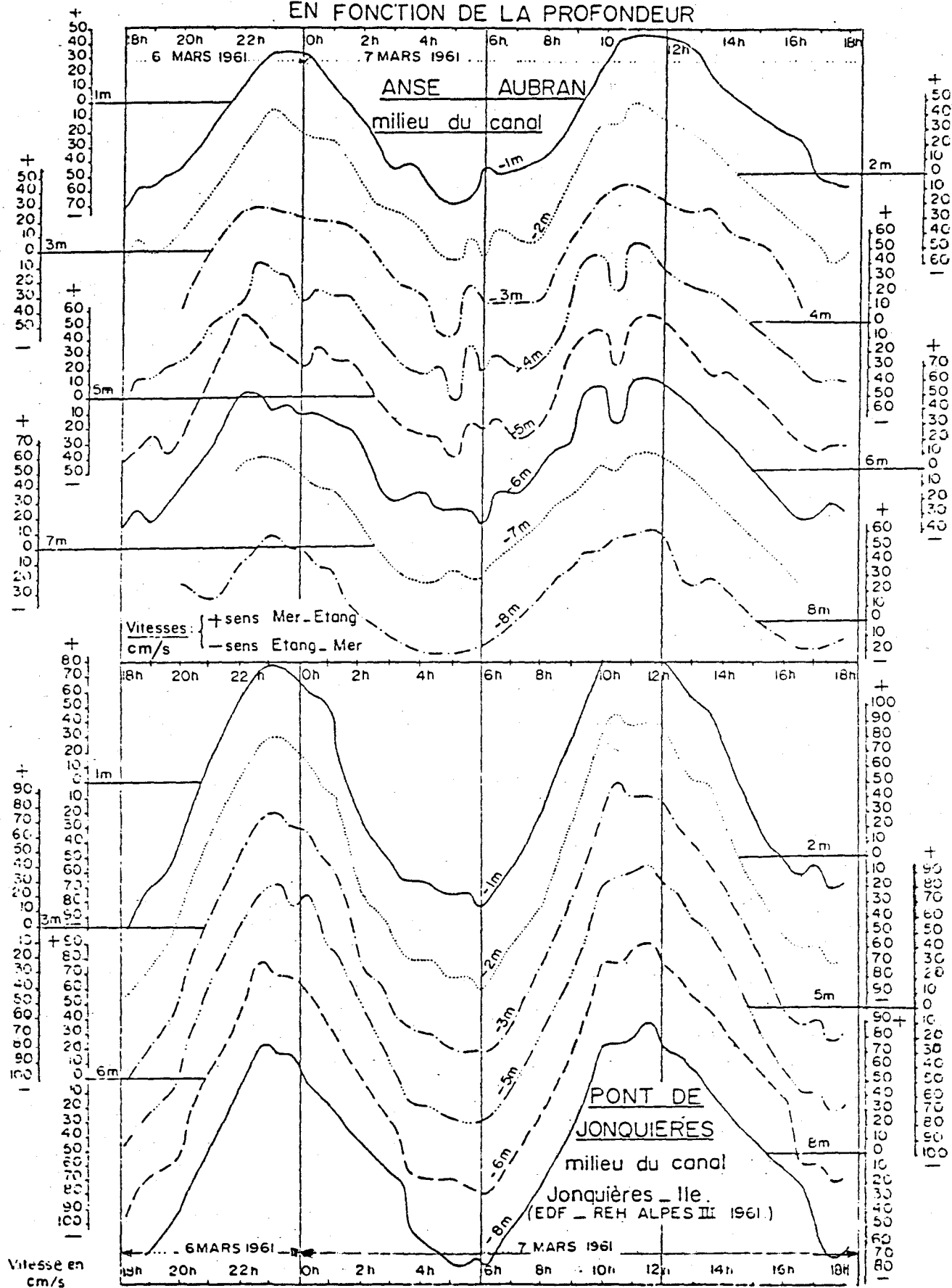


SENS ET VITESSES DES COURANTS DE MAREE
DANS LE CANAL DE CARONTE
EN FONCTION DE LA PROFONDEUR



DANS LE CANAL DE CARONTE

EN FONCTION DE LA PROFONDEUR



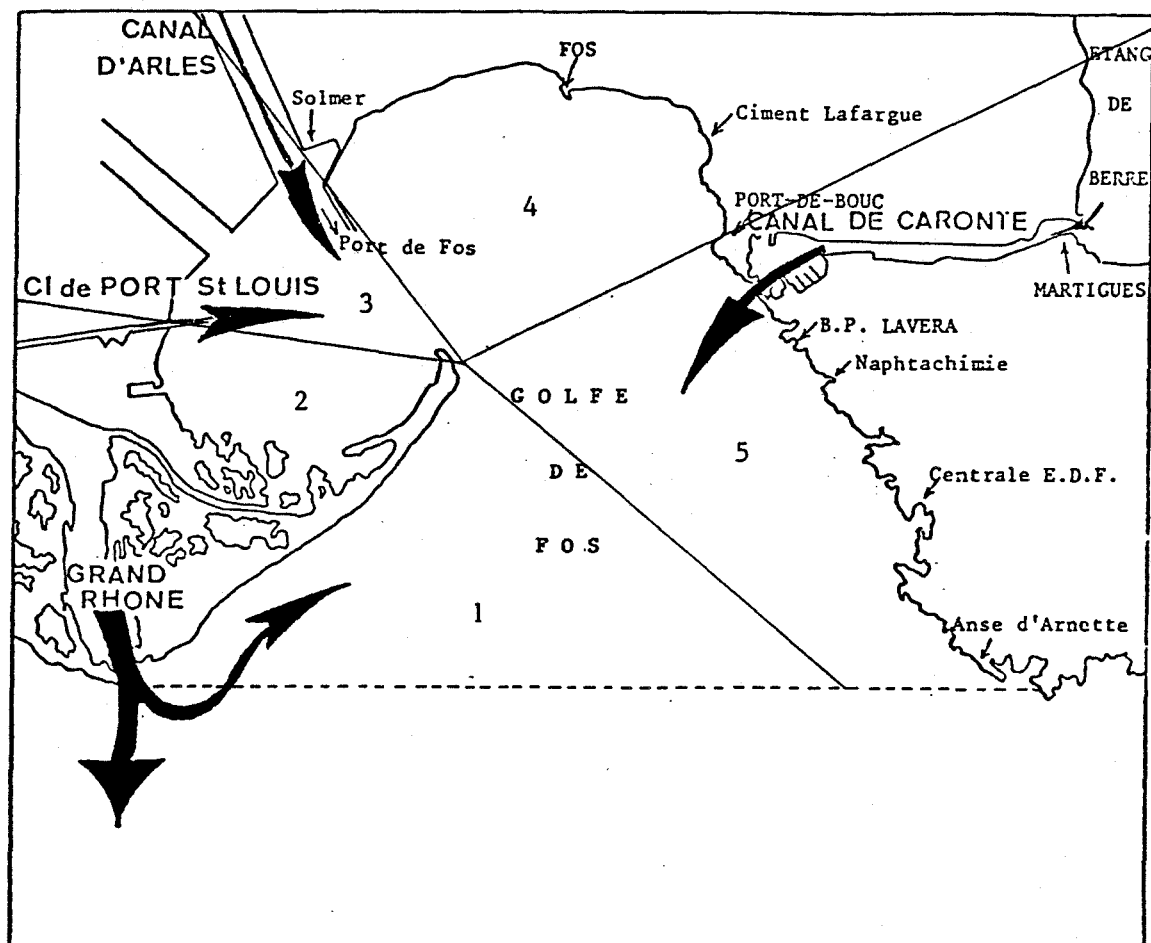


Figure 46- Découpage du golfe de Fos et localisation des principaux rejets d'eau douce (d'après HONG, 1980)

➔ eaux naturelles
 → eaux résiduelles

Secteurs : 1 = zone marine
 2 = anse de Carteau
 3 = secteur des darses
 4 = arrière golfe
 5 = secteur de Caronte

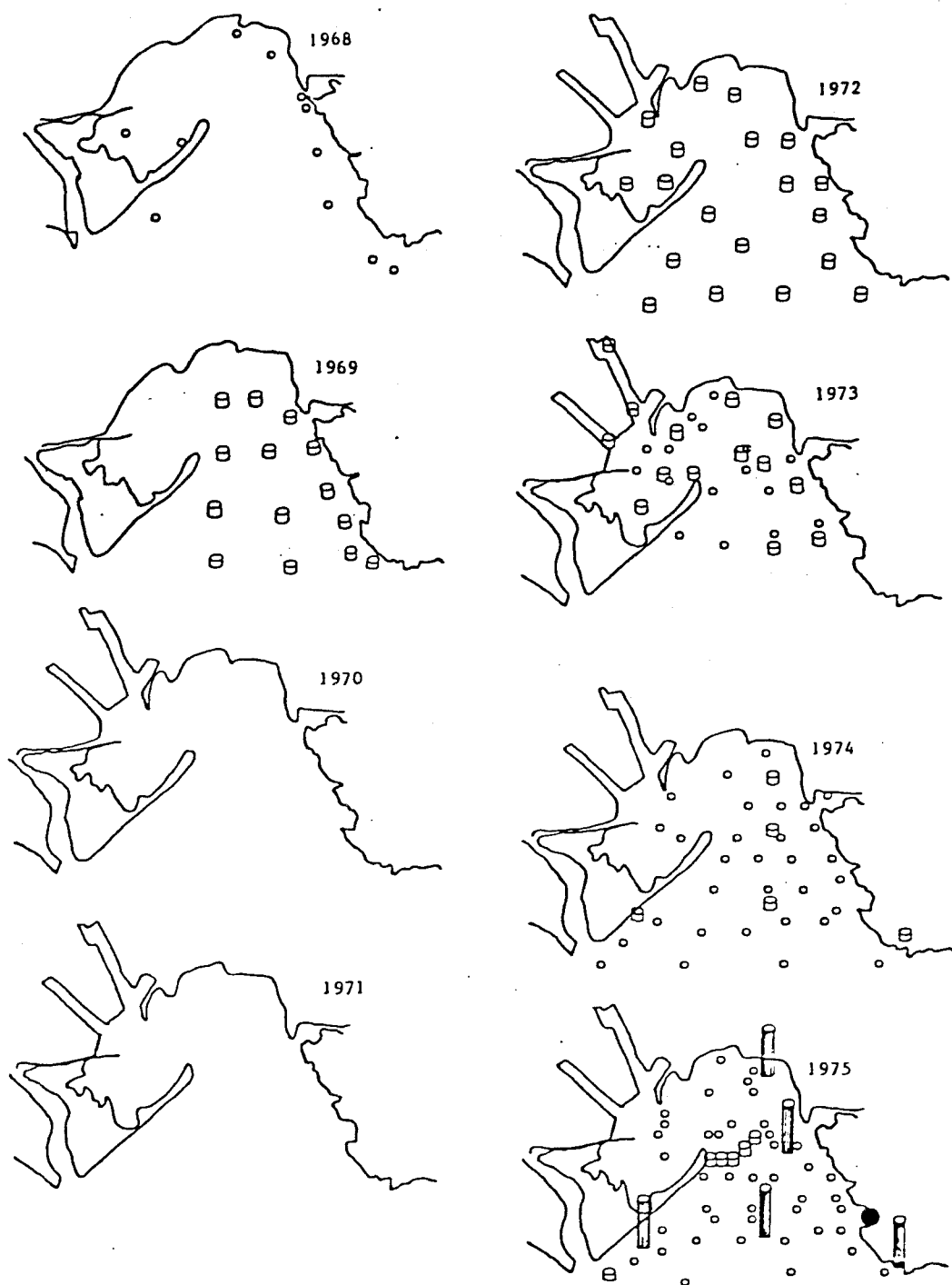


Fig. 47 : Densité annuelle des prélèvements dans le golfe de Fos (années 1968-1975).

- prélèvements ponctuels
- ⊞ exploitation sporadique
- ▤ exploitation répétée d'un même réseau de points (ex : RNO)
- zone à haute densité de prélèvements

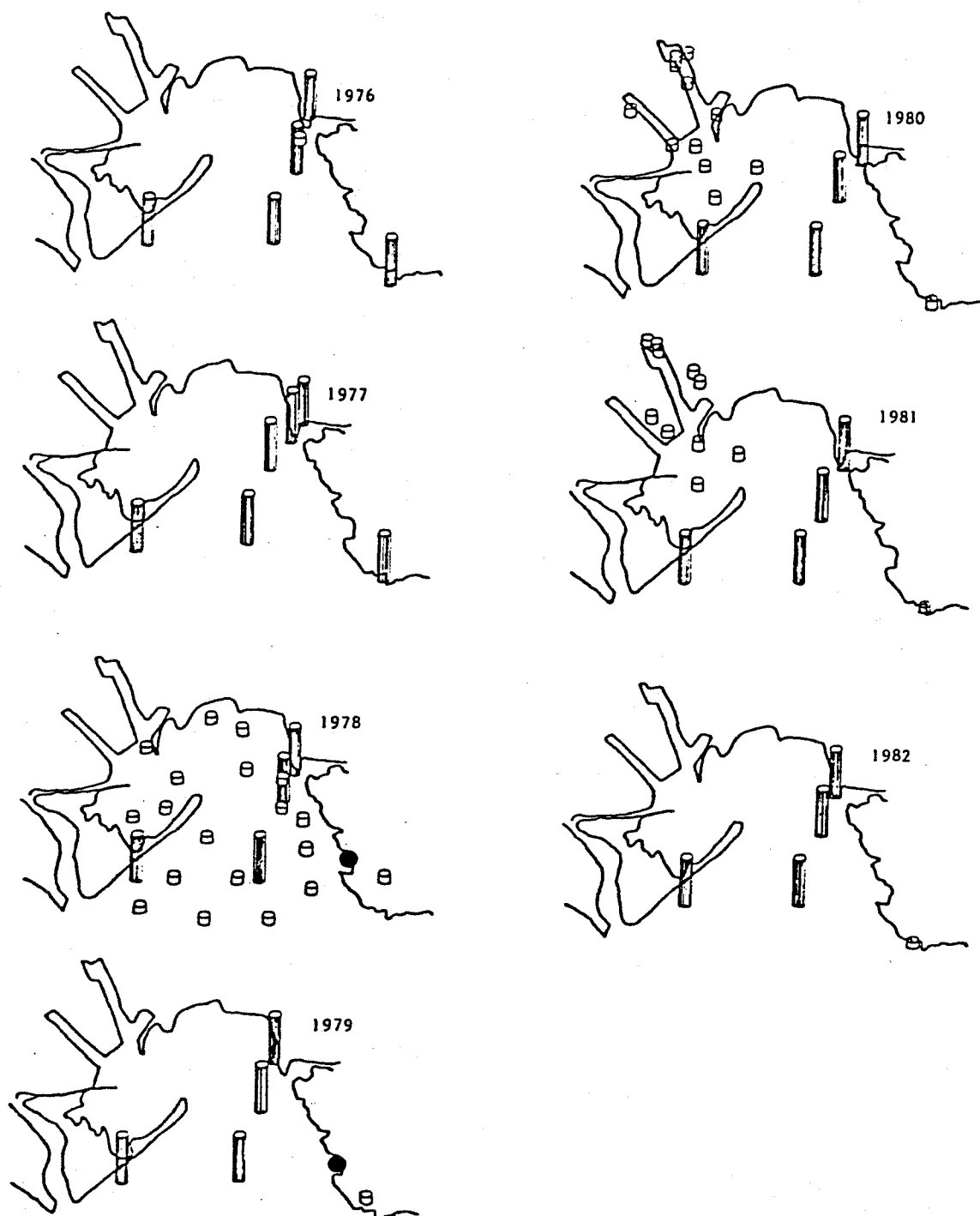


Fig. 48 : Densité annuelle des prélèvements dans le golfe de Fos (années 1976-1982).

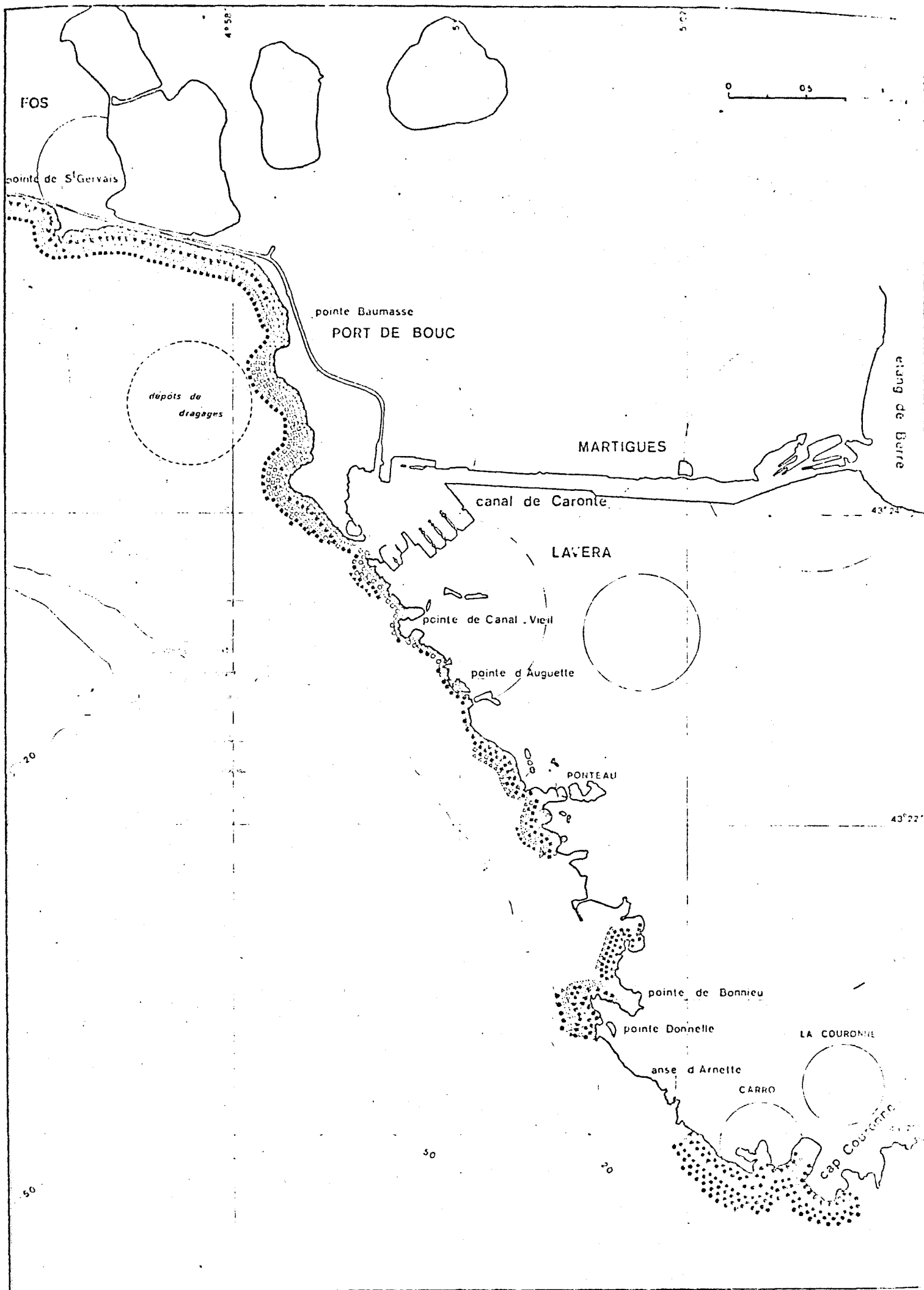
- prélèvements ponctuels
- ⊙ exploitation sporadique
- ▮ exploitation répétée d'un même réseau de points
(ex : RNO)
- zone à haute densité de prélèvements

Fig. 49

Les unités de peuplement benthique présentes sur les substrats durs du golfe de Fos (d'après Bellan-Santini et Desrosiers, 1976).

* faciès à <i>Cyrtosira stricta</i>	a faciès à <i>Corallina mediterranea</i>
n <i>Mytilus galloprovincialis</i>	* <i>Lithophyllum incrustans</i>
Δ <i>Halopteris seeparia</i>	Δ <i>Asparagopsis armata</i>
O Entéromorphes	o Ulves
Λ Anémones	

Carte ASP PIRN-SME



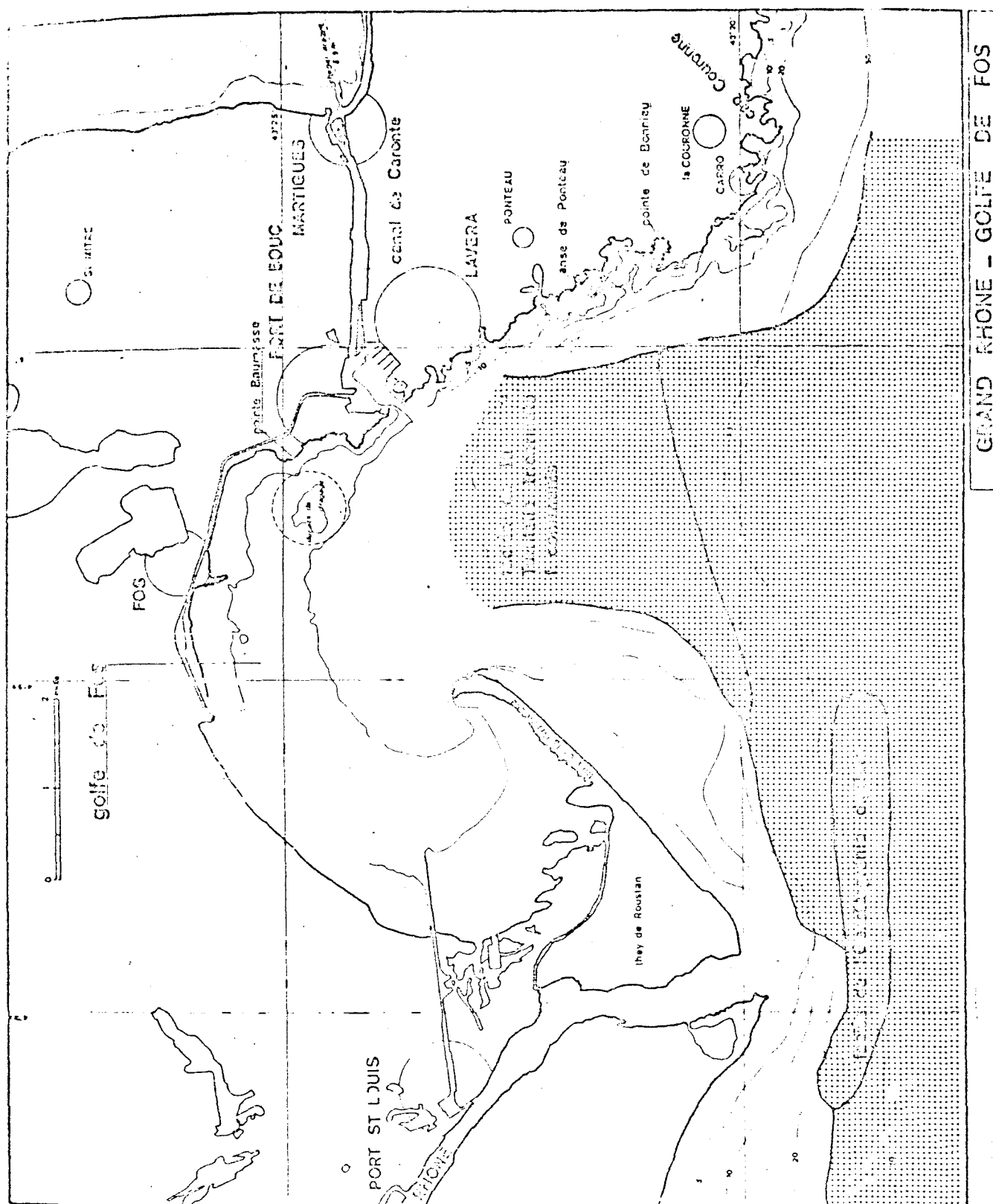


Fig50 : Limite des peuplements dans les parages du Golfe de FOS
 (d'après Gautier, 1957)
 Carte ASP PIREN - SME

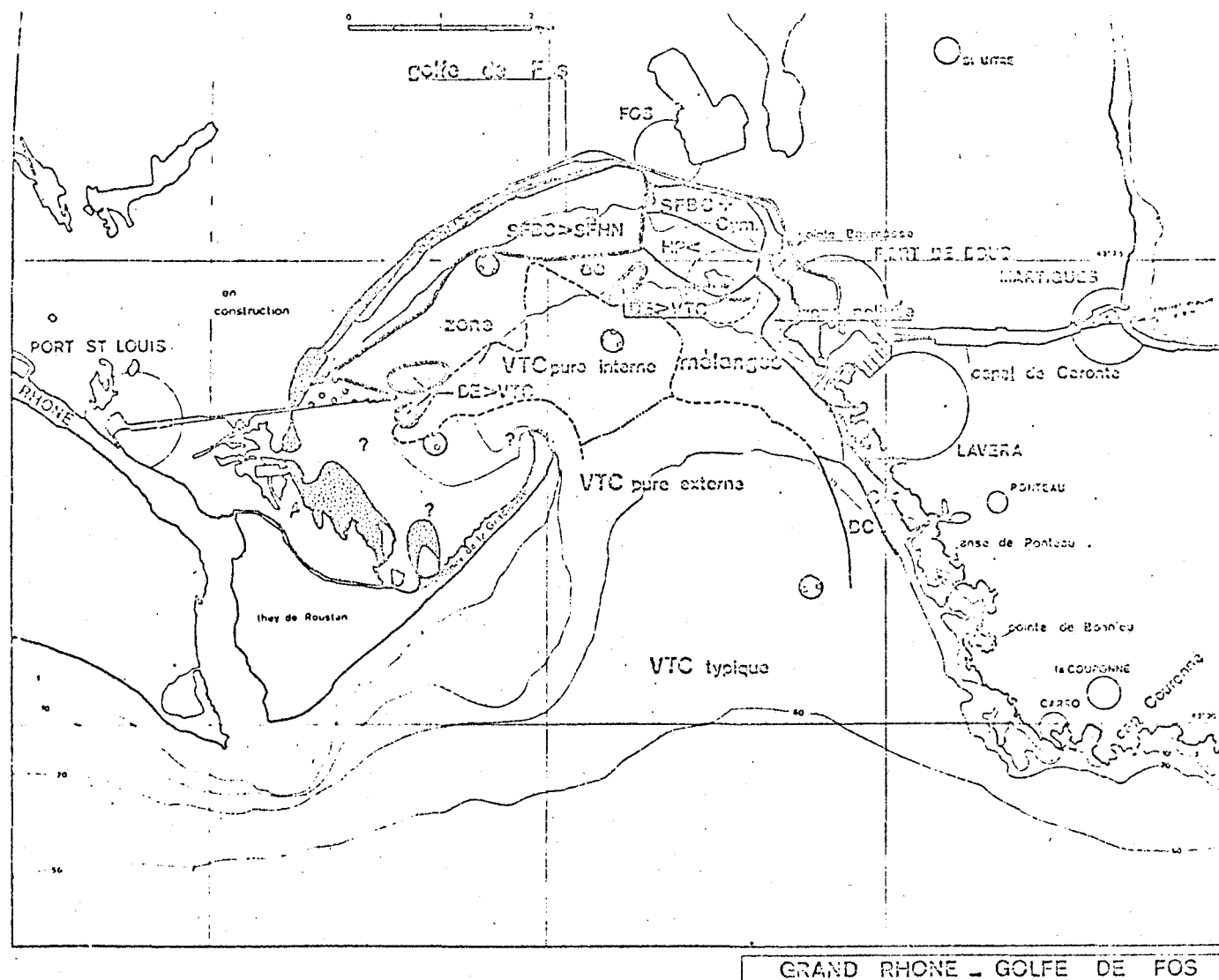


Fig 51: GOLFE DE FOS. Carte biocoenotique (état en 1964) d'après Febvre-Chevalier (1969).

SFBC = Sables fins bien calibrés ; SFBN = Sables fins de haut niveau ; DE = Détritique envasé ;
 VTC = Vase terrigène côtier ; DC = Détritique côtier ; HP = Herbier de Posidonies dégradé ; Cym =
 Cymodocees ; C = Coralligène dégradé ; ? = zone non encore étudiée ;



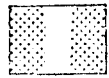
Sables fins de haut niveau



Sables vaseux de mode calme

FIG. 52

GOLFE DE FOS. Situation des peuplements benthiques en 1972 (d'après Gaillande, Romano et Salen, 1972).



Sables Fins de Haut Niveau dégradés



Sables Fins Bien Calibrés dégradés



Sables Fins Bien Calibrés recouverts par une pelouse à *Cymodocea nodosa*



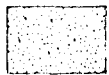
Sables vaseux de Mode Calme



Biocoenose lagunaire, euryhaline et eurytherme



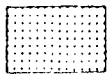
Herbier de Posidonies dégradé



Fonds Meubles Instables



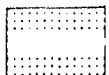
Aire d'installation d'espèces de la Biocoenose des Sables Vaseux de Mode Calme



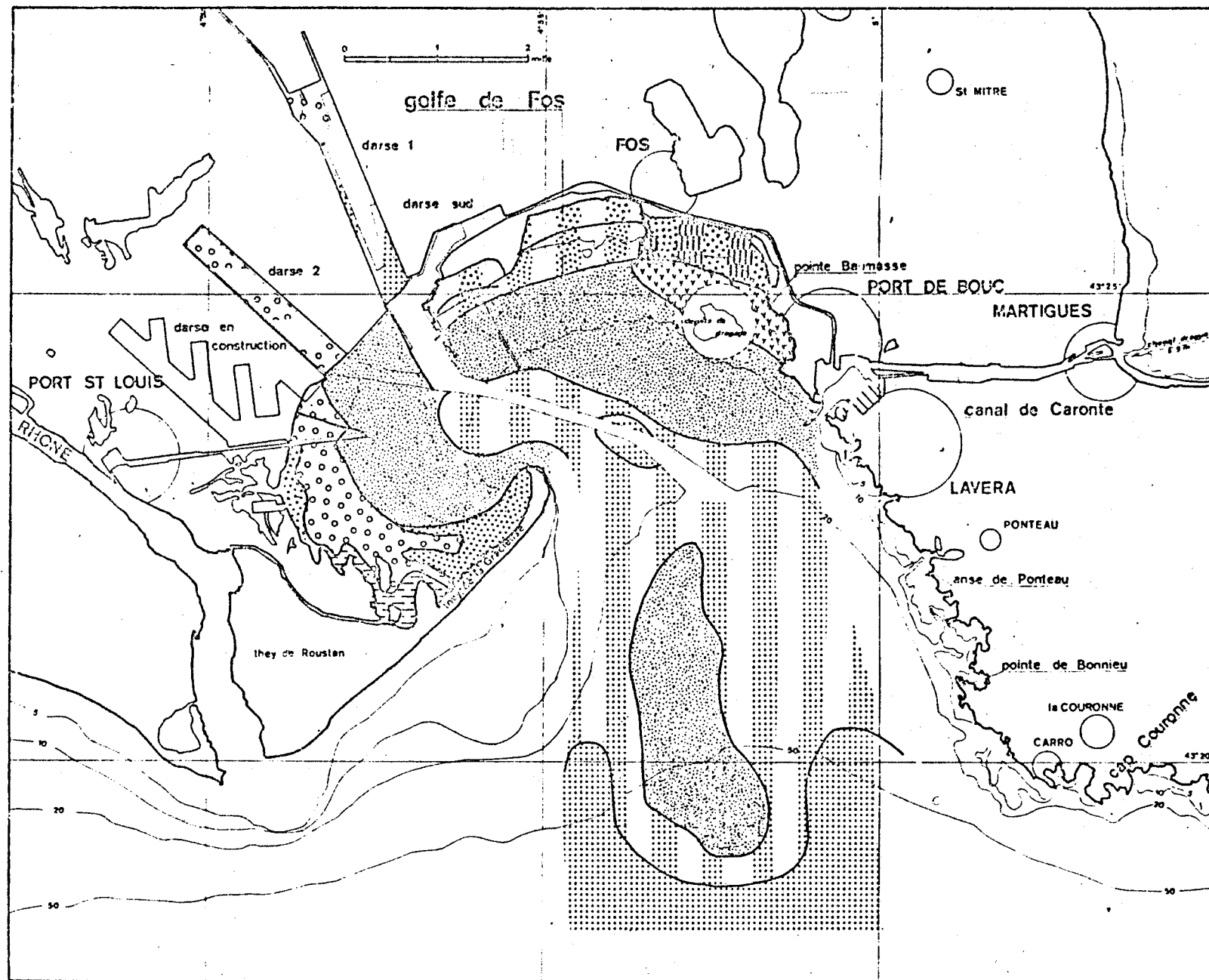
Biocoenose de la Vase Terrigène Côtière (aspect typique)



Biocoenose de la Vase Terrigène Côtière appauvrie



Aire de réinstallation de la biocoenose e la Vase Terrigène Côtière



GRAND RHONE - GOLFE DE FOS

Carte ASP PIREN-SME

