MINISTERE DE L'ÉQUIPEMENT

MISSION D'AMÉNAGEMENT DE L'ÉTANG DE BERRE
Gorges de Cabriès - CD. 19 - 13 Vitrolles
Tél. 02.80.01

CONFIDENTIEL

RECONNAISSANCE GÉOLOGIQUE ET GÉOTECHNIQUE PRÉLIMINAIRE DES ZONES EST ET OUEST DE L'ÉTANG DE BERRE

(Bouches-du-Rhône)

par

M. BLANCHIER et Ch. GLINTZBOECKEL

Fascicule 1

GÉNÉRALITÉS

BRGM
Service géologique régional
PROVENCE - CORSE

CETE AIX EN PROVENCE
LABORATOIRE
Centre d'études techniques
de l'Équipement-Division laboratoire

N° 70.6.087.46

71 SGN 186 PRC

Marseille, mars 1971

La présente étude a été réalisée par Ch. GLINTZBOECKEL sous la direction de J. GERARD, Chef du Service géologique régional du B.R.G.M. à Marseille, et par M. BLANCHIER dirigé par G. COLAS, Chef de la Section géologie aux Milles et supervisé par P. BUS, Directeur des Laboratoires du C.E.T.E.

Ont participé :

- aux levers géologiques : E. COLOMB, Cl. FROGET et M. ROUX collaborateurs du Service géologique régional Provence-Corse.
- à l'étude géophysique : B. LAMBOLEZ et B. STANUDIN du Département géophysique du B.R.G.M.
  P. ALLARD de la Section géophysique du C.E.T.E.

R E S U M E

La reconnaissance géologique et géotechnique préliminaire des nouvelles zones à urbaniser autour de l'Etang de Berre (liées au développement du golfe de Fos) a été confiée conjointement au B.R.G.M. et au C.E.T.E. par la Mission d'Aménagement de l'Etang de Berre (M.A.E.B.)

L'étude couvre une superficie voisine de 7.200 ha et comporte deux zones

- la zone orientale située à l'Est de Marignane et au Sud de Vitrolles,
- la zone occidentale axée sur les villes de Martigues, Istres et Miramas.

Les travaux réalisés à l'échelle du 1/5000° ont comporté pour chaque feuille :

- l'établissement et l'exploitation d'un inventaire documentaire (sondages, puits, sources, profils géologiques),
- une étude photogéologique et géomorphologique,
- un lever géologique détaillé au cours duquel une attention particulière a été portée aux formations superficielles,
- une étude hydrogéologique,
- une cartographie sélective des pentes.

Au total 14 feuilles au 1/5000° ont été établies et présentées en deux atlas.

Les zones couvertes par un épais manteau de formations superficielles ont fait l'objet, par ailleurs, d'une reconnaissance complémentaire soit par géophysique (300 sondages électriques) soit par sondages à faible profondeur (75 sondages totalisant 310 m de forage).

En outre, quatre sondages carottés et quatre sondages pressiométriques ont été réalisés dans des secteurs particuliers où un complément d'information apparaissait nécessaire.

La synthèse des principales données a été présentée sous forme de cartes à l'échelle du 1/5000°.. Celles-ci comportent des ensembles classés suivant leurs aptitudes à l'aménagement en prenant en considération les différents facteurs suivants : lithologie, structure, épaisseur et constitution des formations superficielles, morphologie, pente, présence de zones soumises à un ravinement intense, caractéristiques mécaniques des sols et des roches, aptitudes aux fondations et au terrassement.

Les résultats de cette étude sont présentés en trois fascicules :

- fascicule 1 : Généralités.
- fascicule 2 : Etude de la zone est.
- fascicule 3 : Etude de la zone ouest.

TABLE DES MATIERES

Résumé 3

1 - INTRODUCTION 6

2 - SITUATION DE L'ETUDE 6

3 - APERCU GEOLOGIQUE 8

4 - OBJECTIF DE L'ETUDE ET STRATEGIE EMPLOYEE 8

5 - TRAVAUX REALISES 10

51 - Première phase 10

511 - Inventaire documentaire 10
512 - Etudes photogéologiques et géomorphologiques 10
513 - Levers géologiques détaillés au 1/5000° et synthèse au 1/20.000 10
514 - Etude hydrogéologique 11
515 - Etude des pentes 11

52 - Deuxième phase 11

521 - Prospection géophysique et sondages à la tarière 12
522 - Sondages de reconnaissance 12

53 - Troisième phase 12

531 - Réalisation de la synthèse 12

6 - PRESENTATION DES RESULTATS 16

7 - CONCLUSIONS 16

1 - INTRODUCTION

L'aménagement du golfe de Fos et le développement de son complexe industriel vont entraîner la mise en place, en bordure de l'Etang de Berre, de nouvelles zones d'urbanisation. Vers 1980 - 1990, l'accueil à prévoir est de l'ordre de 4 à 500.000 personnes.

Avant d'aborder les problèmes de localisation de l'habitat, il est apparu souhaitable d'avoir une meilleure connaissance des sites, en vue de leur aménagement futur.

L'étude géologique et géotechnique de ces zones a été confiée conjointement au B.R.G.M. et au C.E.T.E. par la Mission d'Aménagement de l'Etang de Berre.

2 - SITUATION DE L'ETUDE (voir fig. 1)

L'étude se situe en bordure de l'Etang de Berre et couvre une superficie voisine de 7.200 hectares. Elle peut être divisée en une zone orientale et une zone occidentale en fonction de la localisation et des caractères géologiques distincts.

La reconnaissance a porté sur quatre secteurs définis sur le plan de situation à l'échelle du 1/250.000 (fig. 1) :

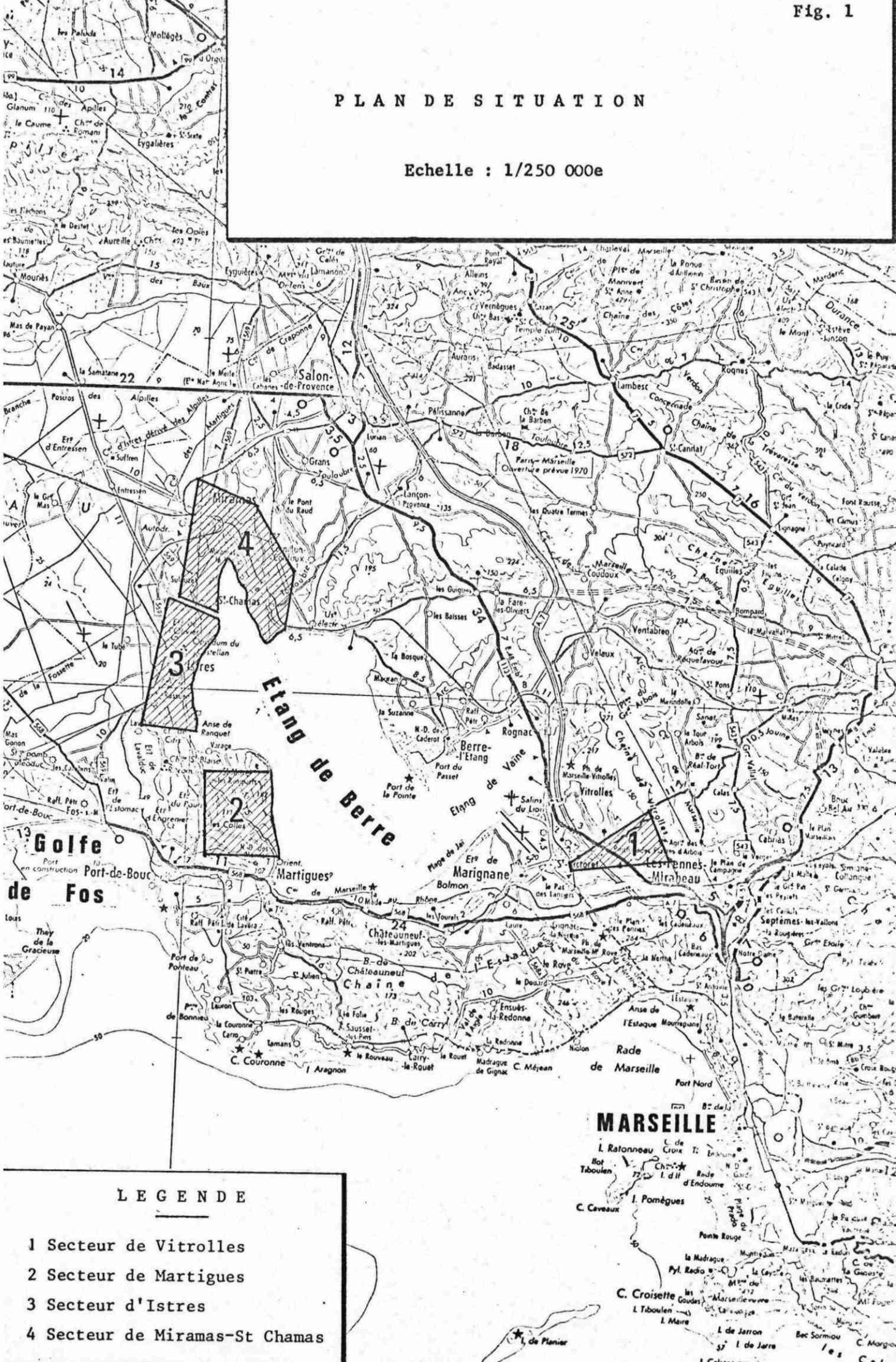
1 - Secteur de Vitrolles
2 - Secteur de Martigues
3 - Secteur d'Istres
4 - Secteur de Miramas-Saint Chamas

Le secteur de Miramas-Saint Chamas n'a donné lieu qu'à une reconnaissance géologique préliminaire (8 cartes au 1/5.000). Des compléments d'études restent à réaliser (levers géologiques complémentaires, reconnaissance de certains secteurs particuliers par géophysique et sondages, établissement de documents de synthèse mettant en valeur l'aptitude des formations de l'aménagement).

Fig. 1

PLAN DE SITUATION

Echelle : 1/250 000e



3 - APERCU GEOLOGIQUE

Les bordures de l'Etang de Berre se caractérisent par deux unités bien distinctes :

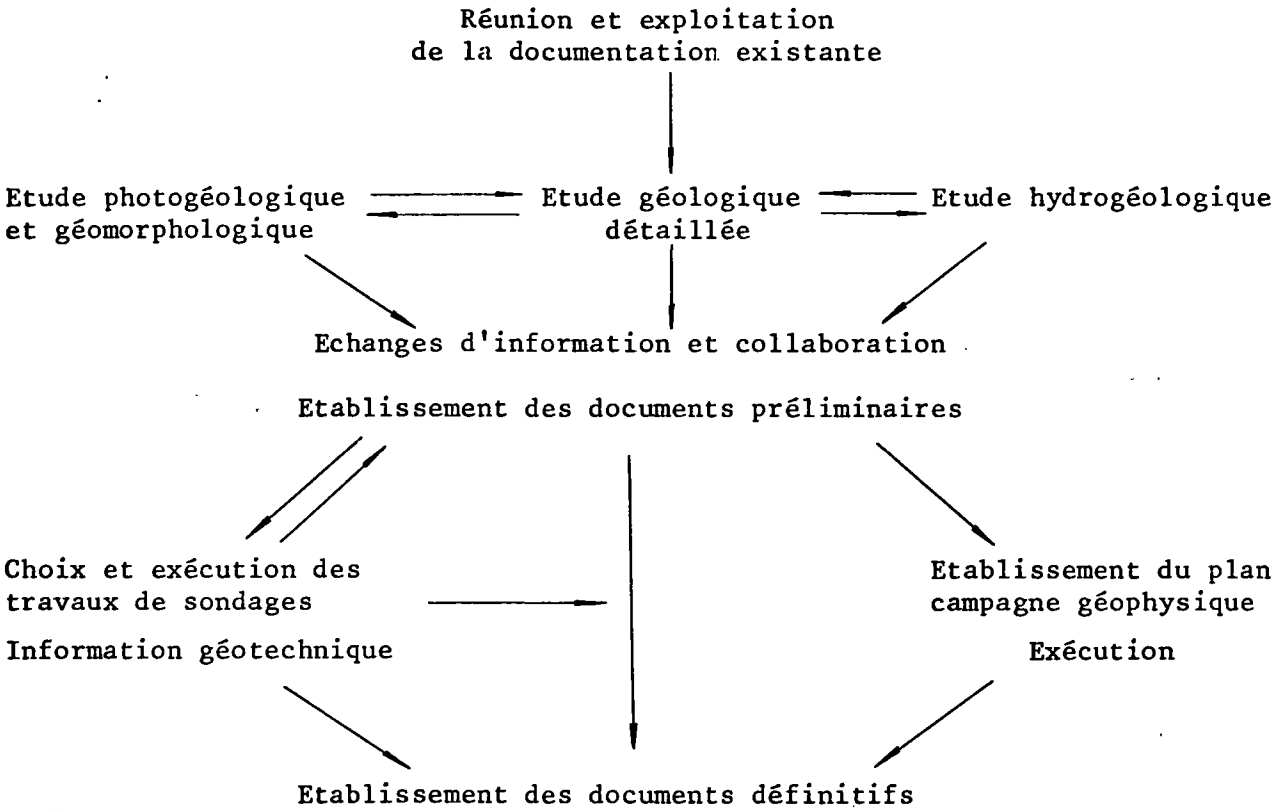
- la zone orientale (secteur de Vitrolles) appartenant à la série fluvio-lacustre du bassin d'Aix, principalement constituées de marnes et de calcaires du Crétacé terminal et de l'Eocène inférieur (Rognacien - Vitrollien).

- la zone occidentale appartient au Miocène et au Bégudien; ce dernier se présente en position synclinale et s'ennoie vers le Nord sous des dépôts de plus en plus récents du Miocène transgressif (Burdigalien à Tortonien).

4 - OBJECTIFS DE L'ETUDE ET STRATEGIE EMPLOYEE

L'objectif de l'étude était d'acquérir une meilleure connaissance de la nature du sol, du sous-sol, des structures géologiques, des caractéristiques hydrogéologiques et géotechniques générales des formations en vue d'aboutir d'une part à l'établissement de documents de synthèse mettant en valeur l'aptitude des terrains à l'aménagement, et de poser, d'autre part, les principaux problèmes qui risquent d'apparaitre lors de la réalisation des travaux.

La stratégie employée est représentée sur le schéma ci-après.



Cartes photogéologiques et géomorphologiques

Cartes géologiques détaillées

Cartes hydrogéologiques, coupes de sondages, géotechnique.

Cartes d'interprétation des résultats de la géophysique

Cartes des pentes

→ Etablissement de cartes d'aptitude des sols à l'aménagement

5 - TRAVAUX REALISES

Les travaux ont été réalisés en trois phases répondant à la chronologie suivante :

51 - Première phase

511 - Inventaire documentaire

Il a été procédé à la réunion de la documentation existante (sondages, puits, sources, tracés routiers), à son exploitation lors des diverses phases de travail, et à son classement. Cette documentation provient des archives Code minier (B.R.G.M.) et des archives du C.E.T.E.

14 cartes documentaires à l'échelle du 1/5000° ont été réalisées.

512 - Etudes photogéologiques et géomorphologiques

Les études mettent en évidence les contacts et accidents géologiques, les structures, la nature des formations, l'allure des dépressions, la forme des versants et des falaises, les cônes d'éboulis, les zones de ravinement torrentiel, les marécages ainsi que les canaux, drains ou cours d'eau.

Les différentes données ont été cartographiées sur 14 cartes à l'échelle du 1/5000°.

513 - Levers géologiques détaillés au 1/5000° et synthèse au 1/20.000°

Les levers géologiques au 1/5000° ont été exécutés avec le souci constant de bien répondre aux différents problèmes posés (aptitude des sols à l'aménagement). En effet, nous nous sommes efforcés à mettre en valeur la lithologie (niveaux marneux, calcaires, conglomérats) et la structure des formations (pendage, fracturation, failles, etc...).

Au cours des levers, une attention particulière a été portée aux formations superficielles (nature, aspect, épaisseur des alluvions, colluvions, éboulis, dépôts de pente, dépôts de fond de vallon).

14 cartes géologiques au 1/5000° furent levées.

La géologie de la zone occidentale, très étendue, a été synthétisée sur une carte à l'échelle du 1/20.000.

514 - Etude hydrogéologique

Nous avons procédé à un inventaire des ressources hydrauliques en complément aux données déjà acquises antérieurement; des données nouvelles (observations sur 85 puits complémentaires) ont été recueillies permettant ainsi d'avoir une meilleure connaissance des conditions hydrogéologiques des sites. Sur chaque carte documentaire ont été positionnés d'une part, les puits avec la cote absolue des plans d'eau et, d'autre part, les sources avec leurs débits (si ceux ci sont connus).

515 - Etude des pentes

Le relief joue un rôle important dans le choix des sites et dans les options d'aménagement. 14 cartes des pentes ont été réalisées à l'échelle du 1/5000° et reproduites sur supports transparents; elles font apparaitre les valeurs de pentes suivantes : 0 à 5 % - 5 à 15 % - 15 à 30 % - > 30 %.

52 - Deuxième phase

Dans certains secteurs caractérisés par d'épaisses formations superficielles un complément de reconnaissance a été réalisé; les techniques mises en oeuvre ont été la prospection géophysique étalonnée par des sondages à la tarière et la reconnaissance par sondages carottés ou pressiométriques.

521 - Prospection géophysique et sondages à la tarière

Afin d'obtenir des renseignements complémentaires sur l'épaisseur et la nature des formations superficielles, et sur la constitution du substratum, des sondages électriques étalonnés par des sondages à faible profondeur furent réalisés. Cette méthode a permis de lever les indéterminations sur la partie sud-est de la zone orientale, sur le Sud du Pourra et le vallon du Grand Gour pour la zone occidentale. Au total 300 sondages électriques étalonnés sur 49 sondages highways (195 m) et 26 sondages moto-tarières (115,80 m) furent réalisés. Les résultats de ces études (isopaques des formations superficielles et nature du substratum) ont été figurés sur trois cartes d'interprétation et font l'objet de rapports fournis en annexe.

522 - Sondages de reconnaissance

Quatre sondages carottés ont été exécutés dans les zones présentant des anomalies ainsi que quatre sondages pressiométriques dans les zones à recouvrement superficiel important non carottable.

Les essais de mécaniques des sols effectués sur les échantillons prélevés ont permis de vérifier les chiffres extrapolés à partir des données documentaires. Les résultats pressiométriques donnent des valeurs de portance pour les zones à recouvrement épais (voir tableau récapitulatif des sondages).

53 - Troisième phase

531 - Réalisation de la synthèse

Les différentes données réunies grâce aux travaux ci-dessus ont permis d'établir des cartes d'aptitude des sols à l'aménagement à l'échelle du 1/5000° (14 au total). Les cartes de synthèse comportent des ensembles classés selon leurs aptitudes à l'aménagement en prenant en considération successivement les facteurs suivants : lithologie, structure, épaisseur et constitution des formations superficielles, morphologie, pente, hydrogéologie, présence de zones soumises à des ravinements, caractéristiques mécaniques des sols et des roches, aptitude aux fondations et aux terrassements, substances utiles.

TABLEAU RECAPITULATIF DES SONDAGES

Localisation		Highway	Moto-tarière	Carottés	Prèssiométriques	Electriques
Vitrolles	Nombre	22	24	3	2	152
	Métrages	100,40	115,80	33,15	-	-
Martigues Istres	Nombre	27	-	1	2	150
	Métrages	101,90	-	15,30	-	-
	Total nombre	49	24	4	4	302
	Total métrages	202,30	115,80	48,45	-	-

Chaque ensemble est défini par une lettre (A à X du bon au moins bon) et une couleur (du vert et bleu au rouge) qui reflète les caractéristiques générales de l'unité. Cette codification permet de souligner l'apparenté des ensembles (AB - EF). Lorsque la pente est forte (ou risque de poser des problèmes) la lettre caractérisant l'ensemble est suivie de l'exposant prime (ex. A').

Par ailleurs, dans les zones à recouvrement superficiel assez épais pour être pris en considération, la lettre est suivie des chifres 1 ou 2 selon que l'épaisseur est comprise entre 3 et 6 m ou supérieure à 6 m. Dans ces mêmes zones une lettre en exposant indique la nature du substratum quand ce dernier n'a pas servi de critère sélectif de l'ensemble.

La description des cartes de synthèse est réalisée par ensembles. Toutefois lorsque ceux ci sont hétérogènes et afin d'éviter des répétitions les différents faciès lithologiques ont été décrits au préalable.

Pour chaque étude des tableaux récapitulatifs des caractéristiques des ensembles ont été réalisés. Enfin en dernière phase une analyse par planches permet de mentionner les points particuliers éventuels.

L'identification et les caractéristiques mécaniques des sols et des roches que nous avons utilisées sont les suivantes :

a/ Identification des sols :

- W % teneur en eau naturelle,
- WL limite de liquidité, } limites d'Atterberg
- Wp limite de plasticité, }
- Ip indice de plasticité $WL - Wp$
- Ic indice de consistance $\frac{WL - W}{Ip}$

- granulométrie : passing à 0,08 et 0,002 mm
- CO_3Ca teneur en carbonate en %
- γh poids spécifique apparent humide en g/cm^3
- γd " " " sec " "

b/ Caractéristiques mécaniques :

. Rc résistance à la compression en bars
. C cohésion
. φ angle de frottement interne.

c/ Résultats d'essais pressiométriques :

. E module pressiométrique en bars/cm^2
. Pl pression limite en bars/cm^2
. Pf pression de fluage en bars/cm^2

d/ Taux de travail (σ) en bar/cm^2, et des tassements (W) en cm.

L'aptitude des sols aux fondations est donnée en fonction des taux de travail admissibles et nous n'avons que rarement introduit les possibilités d'amélioration par encastrement plus important. La notion de tassement toujours fonction du taux de travail imposé au sol est abordé d'une manière très générale car elle est soumise à trop de paramètres variables (larguer, appui, β , profondeur, etc...).

L'aptitude des sols au terrassement est décrite en fonction des connaissances et des expériences acquises sur des terrains équivalents.

Le coefficient économique est un terme difficile à définir; il tente de refléter qualitativement la relation existante entre le coût du terrassement et le coût des fondations. En exemple les fondations sur un calcaire affleurant ne poseront pas de problème tandis que le coût du terrassement de niveaux enterrés et le creusement des systèmes de canalisation et d'assainissement sera très élevé. A l'inverse, la même couche se situant sous quelques mètres de formations meubles non aquifères procurera un coefficient économique élevé à cette zone.

Les aptitudes aux fondations et au terrassement ainsi que le coefficient économique ont été exprimés qualitativement; le tableau ci-après (fig. 2) permet d'établir une correspondance entre ces données qualitatives et les valeurs moyennes qu'elles représentent pour les principaux faciès lithologiques.

ESSAI DE L'ESTIMATION CHIFFREE DES DONNEES

Lithologie	Variations de faciès	$\bar{p}$ Kg/cm²	W cm	Termes qualitatifs des fondations	R.C bars	Termes qualitatifs terrassement	Coefficient économique	Eau
Marne plastique	Couche altérée 1 à 3 m Non altérée	3 (1) à 4	à vérifier	Passable Moyen	3 à 5	Très bonne (pelle et Bull) A. Bonne-limite pour pelle	Moyen Correct	W% élevé W% non gênant
Marne sableuse	Couche altérée peu épaisse < 1 m Couche non altérée	4 à 5	# 0	Bon Très bon ou élevé	> 10	Assez bon Riper Assez bon	Elevé Elevé	Pas de problème
Marne gréseuse	Plus ou moins marneux ou gréseux	> 5 (2)	0	Très bon ou élevé	> 15	Moyen Riper Très moyen limite explosif	Assez bon	Pas de problème
Très marneux	Plus ou moins marneux	> 5 (2)	0	Elevé	> 30	Difficile. Explosif ou Riper après ébranlement	Moyen	Pas de problème
Grès à ciment calcaire et Conglomérats	Constant	> 5 (2)	0	Très élevé	> 50	Difficile (explosif)	Très moyen	Quelques circulations
Molasse	Homogénéité douteuse Karstification possible	> 5	0	Très élevé	> 50	Difficile (explosif)	Moyen	Forte retention eau pas gènante
Formations superficielles Limoneuses	Plus argileuses	0,300 à 0,800	dépend % fine toujours gènant	Très mauvais Mauvais Mauvais à passable	/	Facile Pelle - Bull chargeur	Elevé si faible épaisseur (3 à 4 m)	Saturé et nappe Concentration des circulations
Formations superficielles Graveleuses	Plus sableuses Plus graveleuses	0,800 à 2,00			/			
Sables	Plus ou moins argileux Propres et denses	2 à 3-4	légers 0	Passable à Moyen	/	Très facile Pelle - Bull Chargeur	Elevé Très élevé	Possibilité nappe K important
Vases	Plus ou moins sableuses	<0,300	très important	Très mauvais fondations spéciales	/	Très difficile Moyens Spéciaux	Très bas	Gorgées d'eau

(1) - Taux de travail admissible pour des semelles superficielles - encastrement relatif $\frac{B}{D}$ dans le bon sol < 0,5 ou 1.

(2) - Largeur minimale limitée par l'effet Couteau.

6 - PRESENTATION DES RESULTATS

Les résultats de l'étude sont présentés en trois fascicules :

- Fascicule 1 : Généralités
- Fascicule 2 : Etude de la zone est
- Fascicule 3 : Etude de la zone ouest.

Deux atlas comportant l'ensemble des cartes ont été établis : l'un pour la zone est, l'autre pour la zone ouest.

7 - CONCLUSIONS

Pour réaliser l'étude géologique et géotechnique préliminaire du pourtour de l'Etang de Berre, le maximum de données ont été réunies du point de vue documentation. Après une longue période de travaux sur le terrain (levers géologiques, reconnaissance hydrogéologique, géophysique, sondages), une méthodologie a été mise au point en vue d'aboutir à une synthèse comportant cartes et notice explicative faisant le point sur l'aptitude des terrains à l'aménagement.

Dans l'ensemble les sîtes présentent de bonnes aptitudes à l'aménagement mis à part quelques zones particulières dont les surfaces sont d'ailleurs restreintes. Toutefois lors des travaux d'aménagement des reconnaissances détaillées et des études spécifiques seront encore nécessaires (sondages carottés, essais mécaniques, analyses des sols, essais hydrogéotechniques dans certains cas) pour tous les ouvrages présentant une certaine importance.

Le présent rapport introduit également des données économiques non négligeables qui pourront être valorisées lors du choix des zones à urbaniser.

En conclusion, les nombreuses données, recueillies au cours de la reconnaissance géologique et géotechnique préliminaire des bordures est et ouest de l'Etang de Berre et présentées sous la forme de cartes variées rassemblées dans deux atlas, constituent une contribution importante à une meilleure connaissance des sites et doivent permettre d'aborder les problèmes de la localisation de l'habitat dans les meilleures conditions.