



**SOCIETE PROVENCALE D'EQUIPEMENT**

1, boulevard A. CHARRIER  
13090 AIX EN PROVENCE

## **IMPLANTATION D'UN OUVRAGE DE CAPTAGE SUR LA ZAC DE LA CRAU A SALON (13).**

par J.P. SILVESTRE  
avec la collaboration de R. ANGELINI ET J.L. GARNIER.

Mai 1992  
R 34935

DOCUMENT NON PUBLIC

**BRGM - PROVENCE - ALPES - CÔTE D'AZUR**

Marseille : 117, avenue de Luminy - 13009 Marseille, France  
Tél.: (33) 91.41.24.46 - Télécopieur : (33) 91.41.15.10 - Télex : BRGM 401 585 F  
Sophia Antipolis 1 : 06565 Valbonne cedex, France  
Tél.: (33) 93.65.42.62 - Télécopieur : (33) 93.65.35.06

## **Résumé**

*La présente étude réalisée dans le cadre de la création de la ZAC de la Crau à Salon de Provence a permis d'identifier un site prioritaire pour la réalisation d'un sondage de reconnaissance captant les alluvions aquifères de la Crau de Miramas-Salon.*

*Ce site se trouve à l'intérieur des limites de la ZAC et au droit d'un ancien lit de la Durance würmienne, lui-même superposé à la faille de socle de Salon-Lamanon-Cavaillon dont l'activité au cours du Quaternaire a permis plusieurs modifications de tracés du réseau hydrographique.*

*Sur ce site, les interprétations des données géophysiques (4 sondages électriques ont été réalisés au total sur la ZAC ou à proximité) laissent penser qu'il existerait un alluvionnement très important de l'ordre de 50 à 150 m qui contrasterait avec les épaisseurs habituelles reconnues par puits (30 à 50 m).*

*La réalisation d'un sondage de reconnaissance, d'une profondeur prévisionnelle de l'ordre de 150 m, à transformer éventuellement en ouvrage d'exploitation, et captant la totalité des alluvions aquifères, devrait permettre de livrer au maître d'ouvrage un captage moderne, pouvant répondre à tout ou partie de l'un des objectifs suivants :*

- compléments AEP pour la ville de Salon,*
- alimentation réseau incendie de la ZAC,*
- eau industrielle (agro-alimentaire) dans le cadre des activités futures de la ZAC.*

*En fonction des résultats et de la réponse apportée aux trois objectifs définis, il sera nécessaire de réaliser un pompage de longue durée pour :*

- mesurer l'impact des prélèvements sur la nappe de Crau,*
- disposer d'un état de référence et faciliter la délimitation éventuelle des périmètres de protection réglementaire en cas d'utilisation AEP ou à des fins agro-alimentaires (embouteillage, etc.).*

## Sommaire

### 1 - INTRODUCTION - PROBLEME POSE

### 2 - CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

- 2.1. Alluvionnement de la Crau
- 2.2. Substratum des alluvions
- 2.3. Piézométrie de la nappe et inventaire points d'eau
- 2.4. Caractéristiques hydrodynamiques de la nappe alluviale
- 2.5. Néotectonique

### 3 - PROSPECTION PAR GEOPHYSIQUE ELECTRIQUE

- 3.1. Sondages 1 et 2
- 3.2. Sondage 3
- 3.3. Sondage 4

### 4 - SYNTHESE DES DONNEES RECUEILLIES

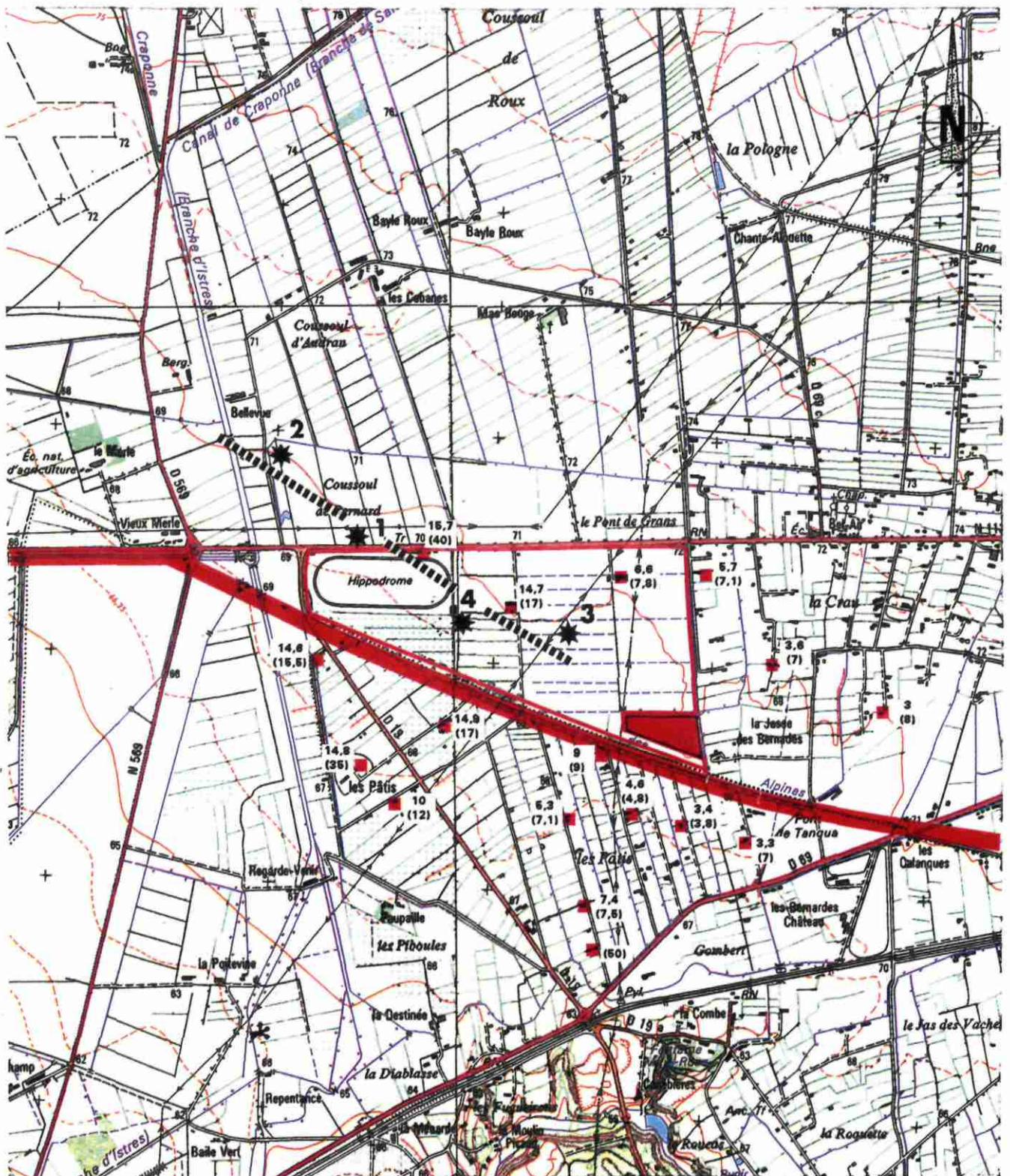
- 4.1. Choix de sites
- 4.2. Choix des techniques de foration et d'équipement

### 5 - CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

## Annexes

- 1 - Sondages électriques 1 à 4 : mesures de terrain
- 2 - Plan de délimitation de l'A 55
- 3 - Base de la consultation (CPT)
- 4 - Conditions générales de réalisation des travaux (CCAP)

**Fig. 1. LOCALISATION  
DE LA ZONE ETUDIEE  
(à l'ouest de Salon de Provence)**



----- Coupe lithologique de la figure 10.

Tracé de l'autoroute A55

Limite de la zac de La Crau.

■ Point d'eau contrôlé

★ Sondage électrique réalisé.

échelle 1/25 000e

14,9 niveau piézométrique

(17) profondeur.

## 1 - INTRODUCTION - PROBLEME POSE

Dans le cadre de la réalisation et de la promotion, auprès d'industriels de l'agro-alimentaire, de la ZAC de la Crau, à Salon-de-Provence (Bouches-du-Rhône), la Société provençale d'Equipement a confié au BRGM le soin d'implanter un sondage de reconnaissance hydrogéologique sur le site de la ZAC ou de ses éventuelles extensions au Nord de la Nationale 113 (fig. 1).

En cas de succès et en fonction des débits mis en évidence, le sondage de reconnaissance sera transformé dans une dernière phase de travaux, en ouvrage de captage pour répondre à l'un des objectifs suivants :

- complément à l'alimentation en eau potable de la ville de Salon actuellement approvisionnée par le captages des Aubes (30 %) et une station de traitement des eaux de surface du canal EDF (70 %) ;
- approvisionnement de la ZAC de la Crau en eau brute de qualité à usage industriel notamment pour l'industrie agro-alimentaire dont les besoins se situeraient à 260 m<sup>3</sup>/h à court terme et à 440 m<sup>3</sup>/h à moyen terme (projet industriel en cours de négociation) ;
- approvisionnement en eau brute du Service Sécurité Incendie de la ZAC (4 000 m<sup>3</sup>/h pendant 4 heures) ;
- premiers résultats disponibles dès la mi-juin 1992.

Pour parvenir à ces objectifs, le BRGM a proposé la réalisation préalable d'une étude hydrogéologique à partir de :

- une analyse et une synthèse de la bibliographie existante permettant de définir le contexte hydrogéologique général de ce secteur de Crau (fig. 2) ;
- une enquête de terrain, de manière à préciser dans le secteur de la ZAC l'hydrogéologie locale à partir de relevés piézométriques ou de données sur la profondeur du substratum alluvial (fig. 3) ;
- la réalisation d'une campagne de prospection par géophysique électrique de manière à vérifier et/ou préciser les points précédents et à proposer, au choix du maître d'ouvrage, un ou deux sites d'implantation.

## 2 - CONTEXTE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE

### 2. 1. - Alluvionnement de la Crau

La plaine de la Crau correspond à un alluvionnement important laissé par une Durance fossile qui s'écoulait vers le Sud-Ouest, à partir des seuils d'Eyguières et de Lamanon, au Nord de Salon (fig. 2).

On distingue généralement la Crau d'Arles, d'âge villafranchien, constituée d'un cailloutis à éléments calcaires et quartzitiques et la Crau de Miramas-Salon, d'âge würmien, essentiellement constituée de cailloutis et conglomérats à prédominance quartzitique.

L'importance de l'alluvionnement se matérialise par :

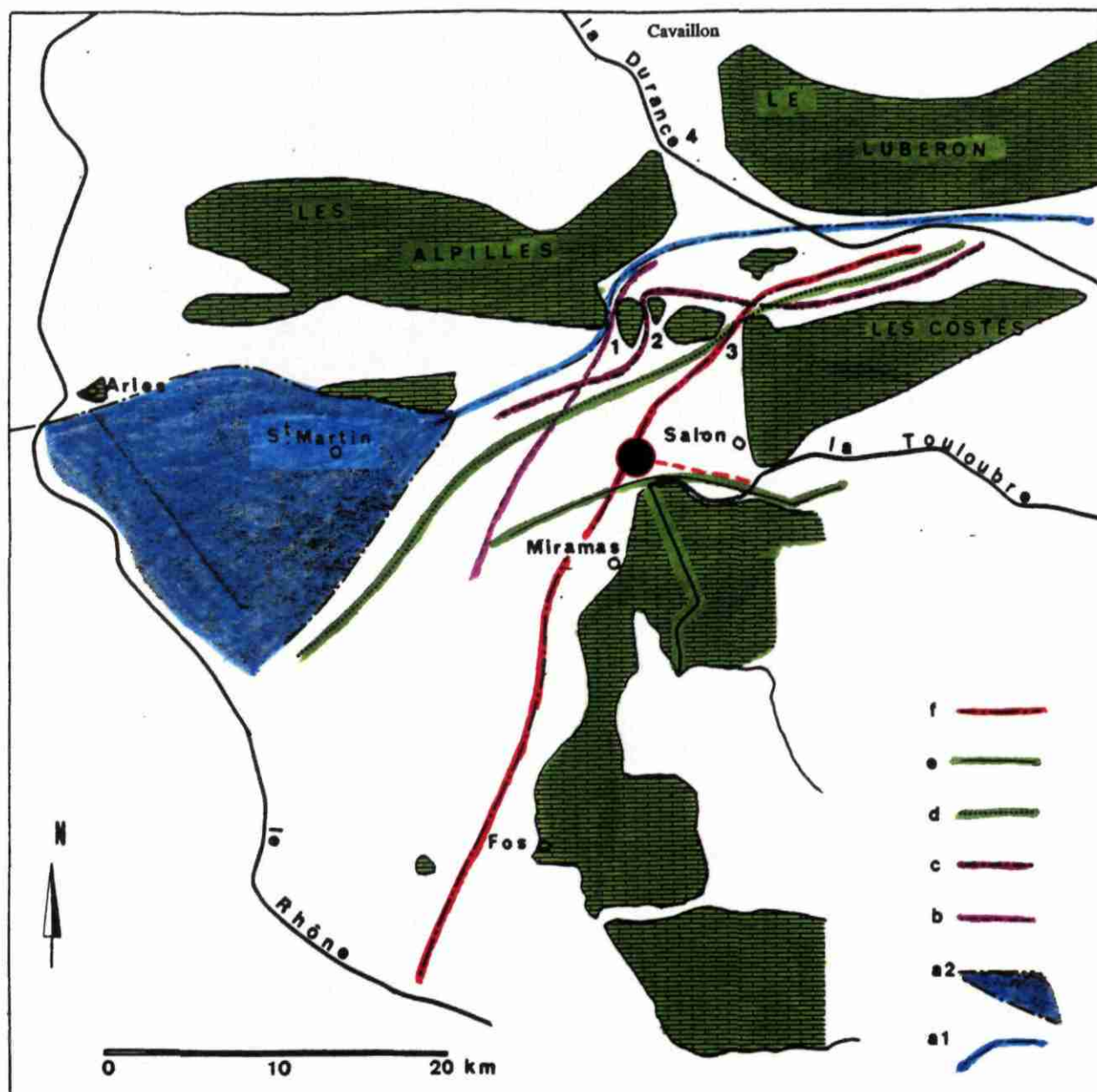
- ♦ son extension latérale en forme de "triangle équilatéral" de Lamanon à Arles, de Lamanon à Fos et d'Arles à Fos ;
- ♦ son extension verticale variable, de quelques mètres sur les bordures de la plaine à plusieurs dizaines de mètres reconnus par sondages, en particulier au droit d'un thalweg principal qui se dirigeait vers le golfe de Fos, le long des collines de Crau, Miramas, Istres, Fos et sur lequel se localise la plupart des grands captages AEP de la région.

Une fois comblée la dépression de Crau, la Durance a ouvert une nouvelle vallée en direction de Cavaillon et Rognonas, du fait de son impossibilité à surcreuser elle-même ses alluvions à l'instar de ce qu'elle a pu faire dans son cours moyen (terrasses alluviales étagées surcreusées par la Durance actuelle parfois jusqu'à son substratum rocheux).

De même, la Touloubre, affluent alors de la Durance, qui devait se jeter dans celle-ci en s'écoulant vers le Nord-Est en direction de l'hippodrome de Salon, s'est frayé un nouveau chemin vers l'Ouest et le Sud en surcreusant le substratum des alluvions sur la bordure est de la plaine de Crau remblayée (fig. 2).



Fig. 2. Reconstitution hypothétique des différents cours de la Basse-Durance pléistocène, modifié et complété d'après C. Gouvernet (1959) ; in : COLOMB et ROUX, 1978.



- a1 : au Villafranchien inférieur ;
- a2 : paléodelta du Villafranchien inférieur (Crau d'Arles)
- b : au Villafranchien supérieur (Günz) ;
- c : au Mindel ;
- d : au Riss ;
- e : cours rissien de la Touloubre ;
- f : au Würm ;
- 1 : seuil de St Pierre de Vence (ou de Roquemartine) ;
- 2 : seuil d'Eyguières ;
- 3 : seuil de Lamanon ;
- 4 : seuil d'Orgon.



Zac de Crau



chainons de bordure du couloir durancien.

## 2. 2. - Substratum des alluvions

Il affleure sur les bordures de la plaine de Crau avec en particulier, dans le secteur Grans-Salon :

- les calcaires crétacés du massif d'Auron-Vernègues qui constituent l'impluvium de la source karstique des Aubes actuellement exploitée par forage pour l'AEP de Salon (fig.3) ;
- les collines miocènes (sable, marnes grises à beiges, calcaires gréseux beiges à jaunes) du Touret, du Vieux Salon et de Grans-Miramas ;
- éventuellement les marnes et marnes sableuses de l'Astien-Plaisancien qui affleurent sur le pourtour de l'étang d'Entressen.

A l'intérieur de la plaine de Crau, des pointements très localisés de substratum apparaissent à l'Ouest de la zone d'étude, suivant une orientation SW-NE (fig.3). Ces pointements ainsi que le substratum subaffleurant ont été mis en évidence par ailleurs lors de l'étude du tracé de l'autoroute A 55 : ils délimitent autant de chenaux fossiles comblés d'alluvions.

D'après les données recueillies au cours de l'enquête (bibliographie et terrain), aucun sondage n'aurait atteint le substratum alluvial dans le secteur étudié.

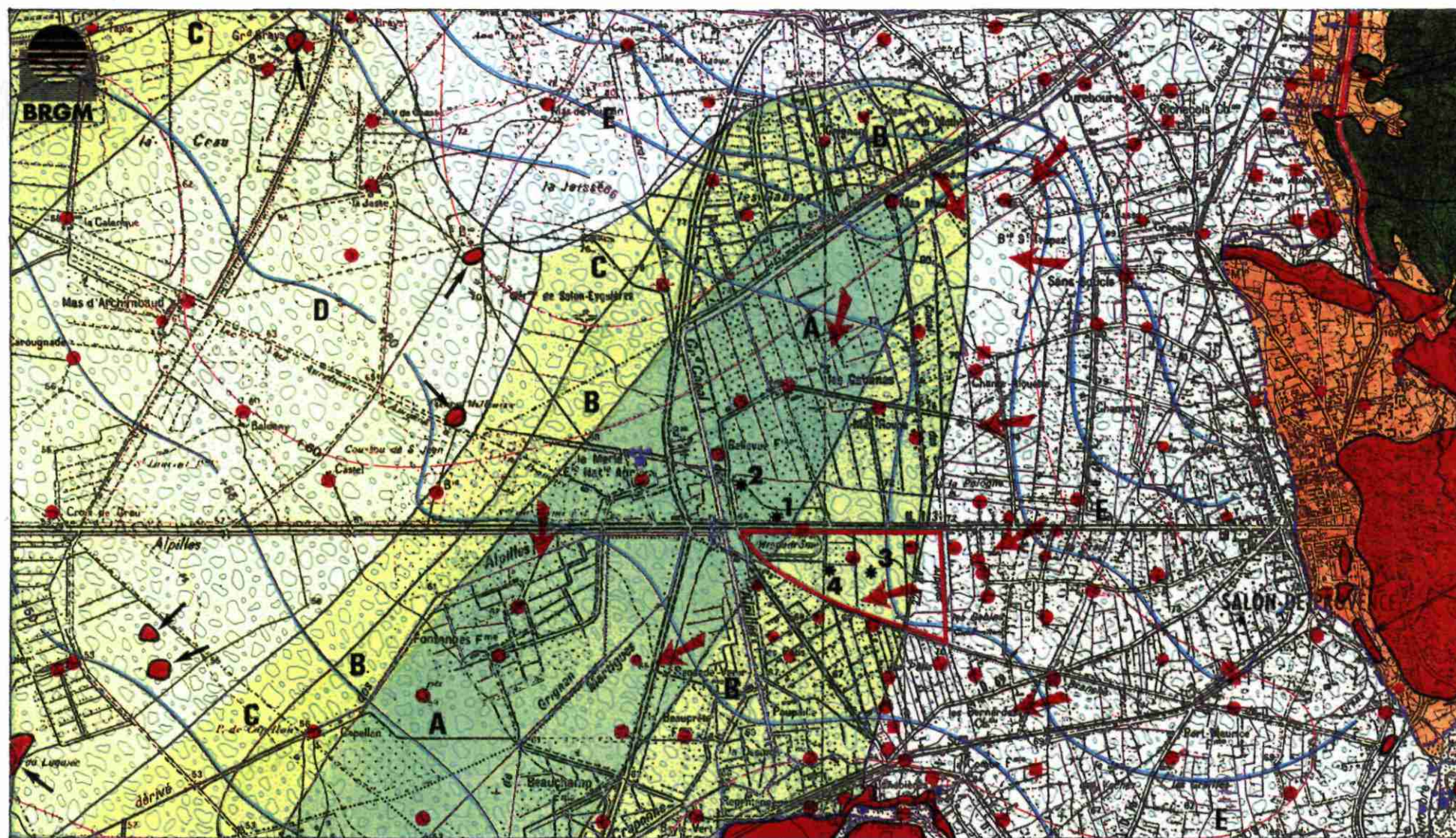
## 2. 3. - Piézométrie de la nappe et inventaire points d'eau

La piézométrie de la nappe de Crau est relativement bien connue depuis environ 40 ans et montre un drainage important de la nappe suivant un sillon NE-SW vers lequel convergent tous les écoulements souterrains de la nappe alluviale de Crau reconnue par puits traditionnel et sondages (Cf. rapport BRGM 88 SGN 224 PAC, fig. 9, page 18 et fig. 3 ci-après).

Au niveau du projet, les niveaux de la nappe se trouvent plus près du sol, à l'Est (5 à 7 m) qu'à l'Ouest (10 à 16 m environ). L'enquête points d'eau montre la méconnaissance des particuliers quant aux caractéristiques de leur ouvrage de captage (profondeur, terrains traversés, épaisseur des alluvions, débit, etc...).



Fig. 3. Contexte hydrogéologique de la Zac de Crau.



- Substratum miocène (pointement et bordure).
- Substratum crétacé.
- Colluvion.
- Alluvion de Crau (de A à E).

- Puits.
- Forage.
- Sources des Aubes

- Sondage électrique réalisé.
- Zac de la Crau.
- Courbe piézométrique et sa côte NGF.

- Sens d'écoulement de la nappe.



## 2. 4. - Caractéristiques hydrodynamiques de la nappe alluviale de la Crau

La nappe alluviale de Crau est réputée avoir globalement de bonnes caractéristiques hydrodynamiques et en particulier :

- perméabilité,
- transmissivités  $T$  (exprimées en  $10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s) comprises entre  $T > 10^{-1}$  et  $T < 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s.

Les meilleures caractéristiques du matériel alluvial apparaissent de manière concentrique et oblongue suivant une direction NE-SW parallèle ou superposée à l'axe de drainage évoqué en 2.3..

Quatre classes de transmissivité exprimées en  $10^{-2}$  apparaissent (fig. 3) :

- A (transmissivités  $> 10^{-1}$ ), au centre, concerne l'extrémité ouest de la ZAC et surtout son extension probable au Nord ;
- B (transmissivités  $10^{-1} > T > 5.10^{-2}$ ) concerne l'essentiel de la ZAC ;
- C (transmissivités  $5.10^{-2} > T > 10^{-3}$ ) ;
- D (transmissivités  $T < 10^{-3}$ ).

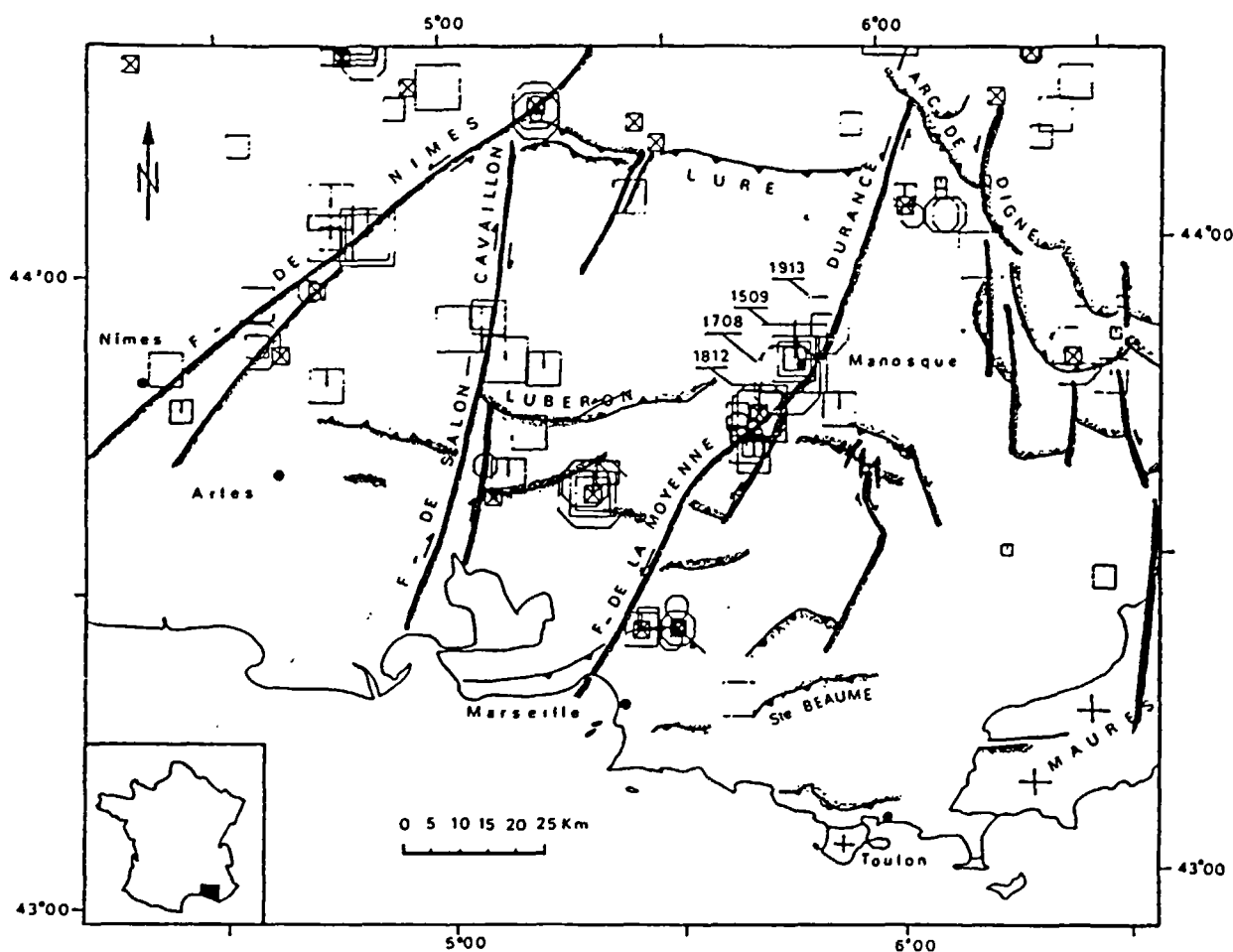
Une dernière classe (E) concerne des secteurs pour lesquels les données de pompage étaient insuffisantes pour permettre un calcul des caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère alluvial capté par puits.

## 2. 5. - Néotectonique

Il est important de signaler la présence en profondeur de la faille de socle de Salon-Lamanon dont l'activité au cours du Quaternaire s'est manifestée à plusieurs reprises et de différentes manières :

- ♦ alluvionnement important préférentiel au droit de la faille (cf. 3),
- ♦ changements du cours de la Durance et bifurcation vers Cavaillon (fig. 2).

Fig. 4 - Sismicité historique et accidents structuraux majeurs en Provence



EPICENTRE MACROSEISMIQUE:

LOCALISATION SIRENE	INTENSITE EPICENTRALE :		
	FIABLE A B	INCERTAINE C	INDETERMINEE
FIABLE A B	○	○	⊗
INCERTAINE C D	□	□	⊗

INTENSITE EPICENTRALE :

○	INFERIEURE OU EGALE A 4.0
○	4.5 ET 5.0
○	5.5 ET 6.0
○	6.5 ET 7.0
○	7.5 ET 8.0
○	8.5 ET 9.0

— DECROCHEMENT

— CHEVAUCHEMENT

- Sismicité historique (fichier SIRENE-BRGM/CEA/CEA/EDF) et accidents structuraux majeurs en Provence (France).

### 3 - PROSPECTION ELECTRIQUE

Quatre sondages ont été effectués (voir leur positionnement sur les figures 1 et 3) ; les enregistrements correspondants font l'objet des figures 5 à 8 ci-après.

#### 3. 1. - Les sondages 1 et 2

Réalisés au Nord de la ZAC (zone d'extension prévue et, pour partie, aménagement autoroutier/desserte de la ZAC) ils présentent une coupe géologique, déduite des résistivités, assez semblable :

- 0,4 à 0,7 m de limons en surface,
- 15 à 16 m d'alluvions sèches (profondeur de la nappe),
- 35 à 40 m environ d'alluvions aquifères de bonne perméabilité,
- 90 m environ de terrains marno-argileux ± sableux,
- importante épaisseur d'un dernier terrain (alluvions aquifères de bonne perméabilité ou substratum rocheux gréso-calcaire fissuré pouvant correspondre au Miocène, au Crétacé et éventuellement au Jurassique).

La limite d'investigation de cette méthode et les conditions de terrains (présence de routes à circulation importante) n'ont pas permis de préciser l'existence éventuelle d'une sixième couche et donc l'épaisseur de la couche n° 5.

#### 3. 2. - Le sondage n° 3

Réalisé à l'Est de la ZAC, il présente le même type de coupe géologique qu'en SE1 et SE2 mais avec des différences sensibles :

- épaisseur réduite des couches 2 et 3 (5 à 6 m et 25 m) ;

- niveau de la nappe plus près du sol (5 à 6 m) ;
- couche n° 4 plus argileuse.

Ces informations sont conformes à celles obtenues lors d'enquêtes bibliographiques et de terrain.

Les puits traditionnels captant la nappe alluviale étant moins profonds, certains auraient atteint le substratum des alluvions.

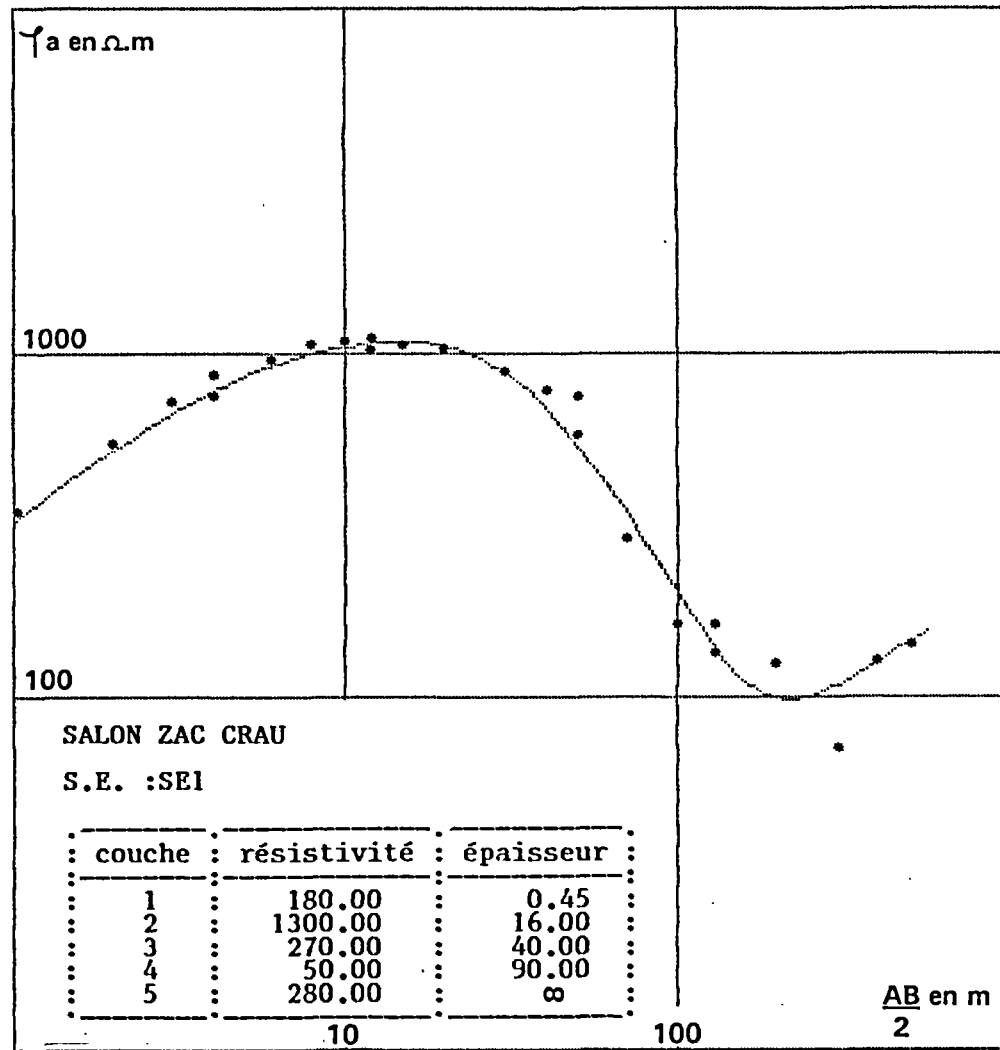
### 3. 3. - Le sondage n° 4

Exécuté sous l'angle sud-est de l'hippodrome (box des chevaux) il confirme, de haut en bas, l'existence de 5 couches de terrain de résistivités équivalentes à celles obtenues sur les précédents sondages mais avec une couche n° 3 plus épaisse qui atteindrait suivant les hypothèses de simulation (1 à 6) 50 à 200 m de développement avec une résistivité terrain plus favorable (320  $\Omega$  cm contre 270 à 300  $\Omega$ cm).

Le meilleur calage obtenu entre mesures théoriques et de terrain semble se faire pour une résistivité de 320  $\Omega$  cm et une épaisseur de 150 mètres. Par analogie avec les résultats des 3 autres sondages, la couche n° 3 correspondrait donc à des alluvions aquifères de bonnes caractéristiques.



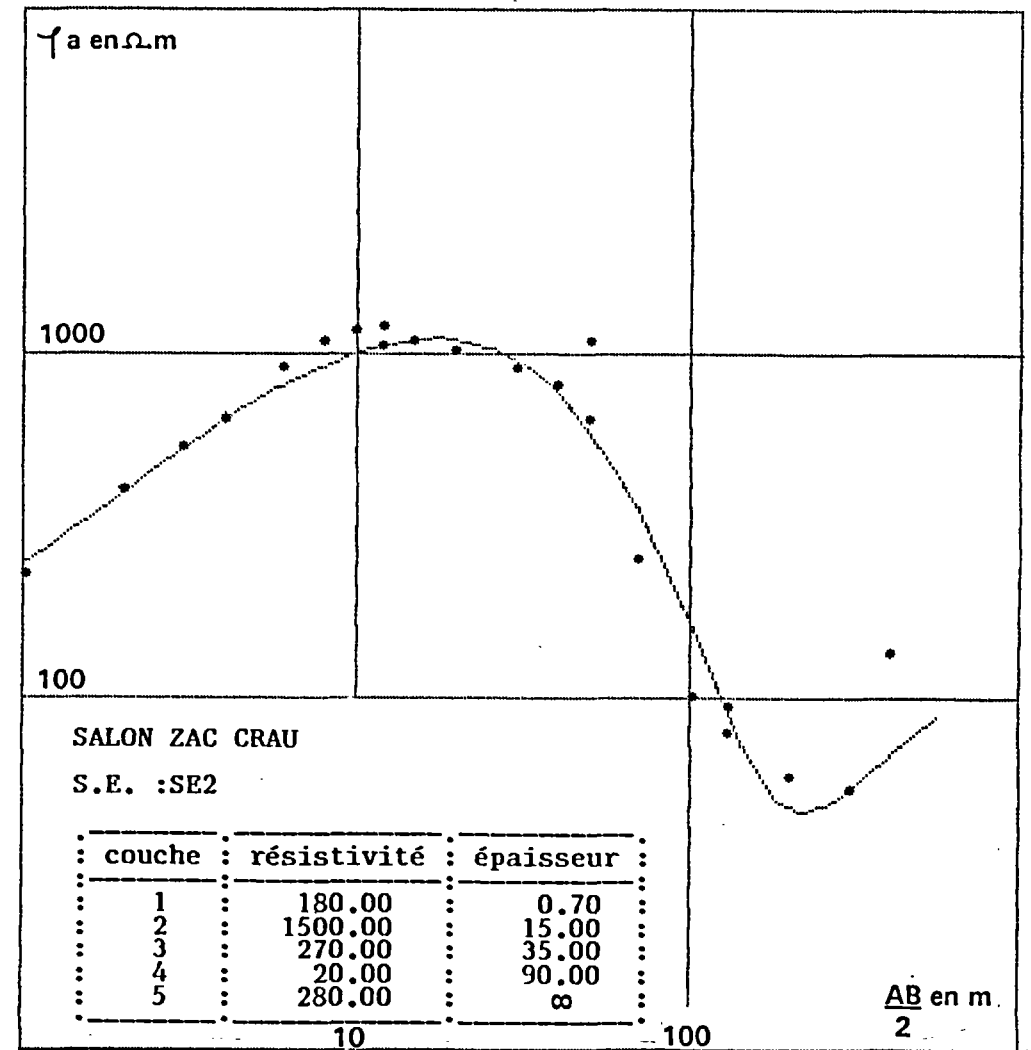
Fig. 5. Enregistrement SE1.



**Commentaire :** Le sondage met en évidence l'existence de 5 couches superposées dont la dernière, d'épaisseur inconnue, présente une résistivité de 280  $\Omega$  qui pourrait correspondre :

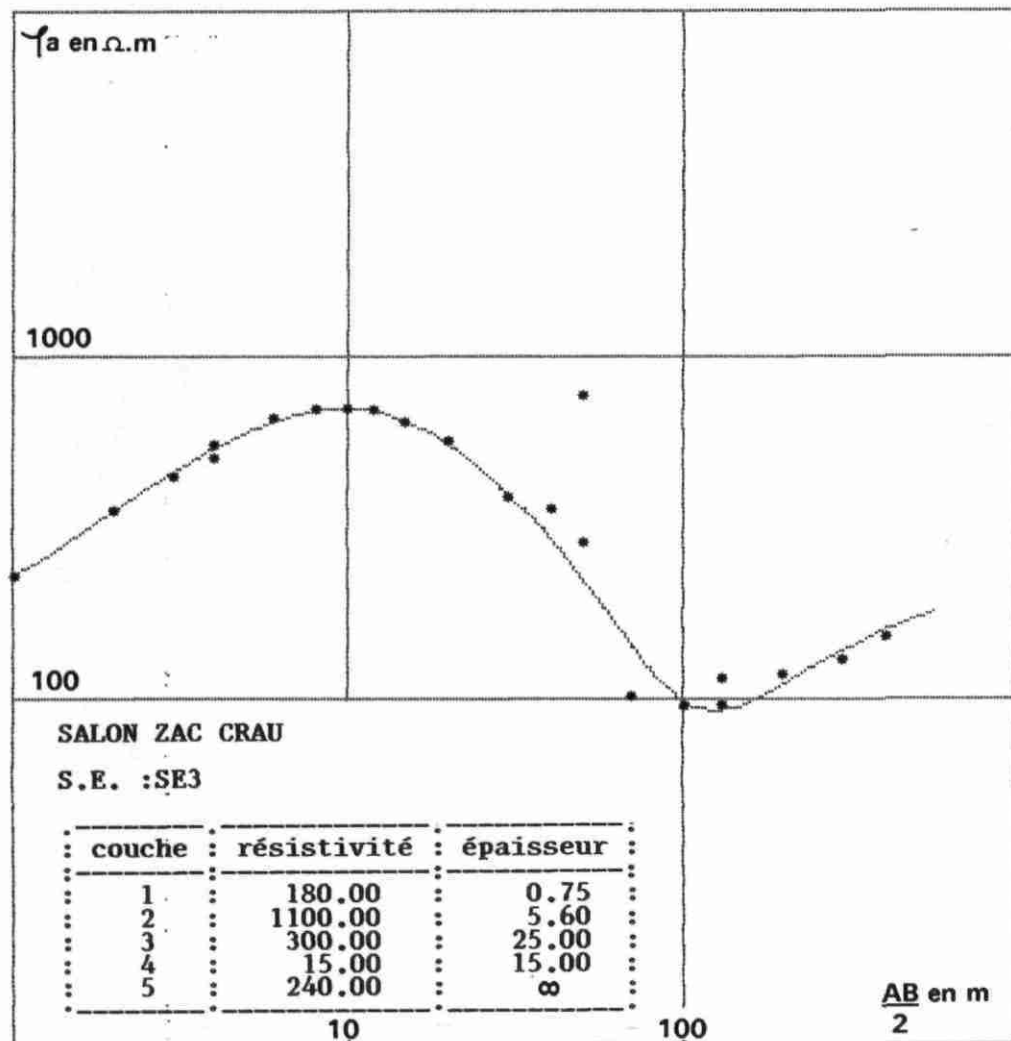
- soit à des alluvions de bonnes caractéristiques.
- soit du substratum rocheux fissuré (calcaire, grès).

Fig. 6. Enregistrement SE2.



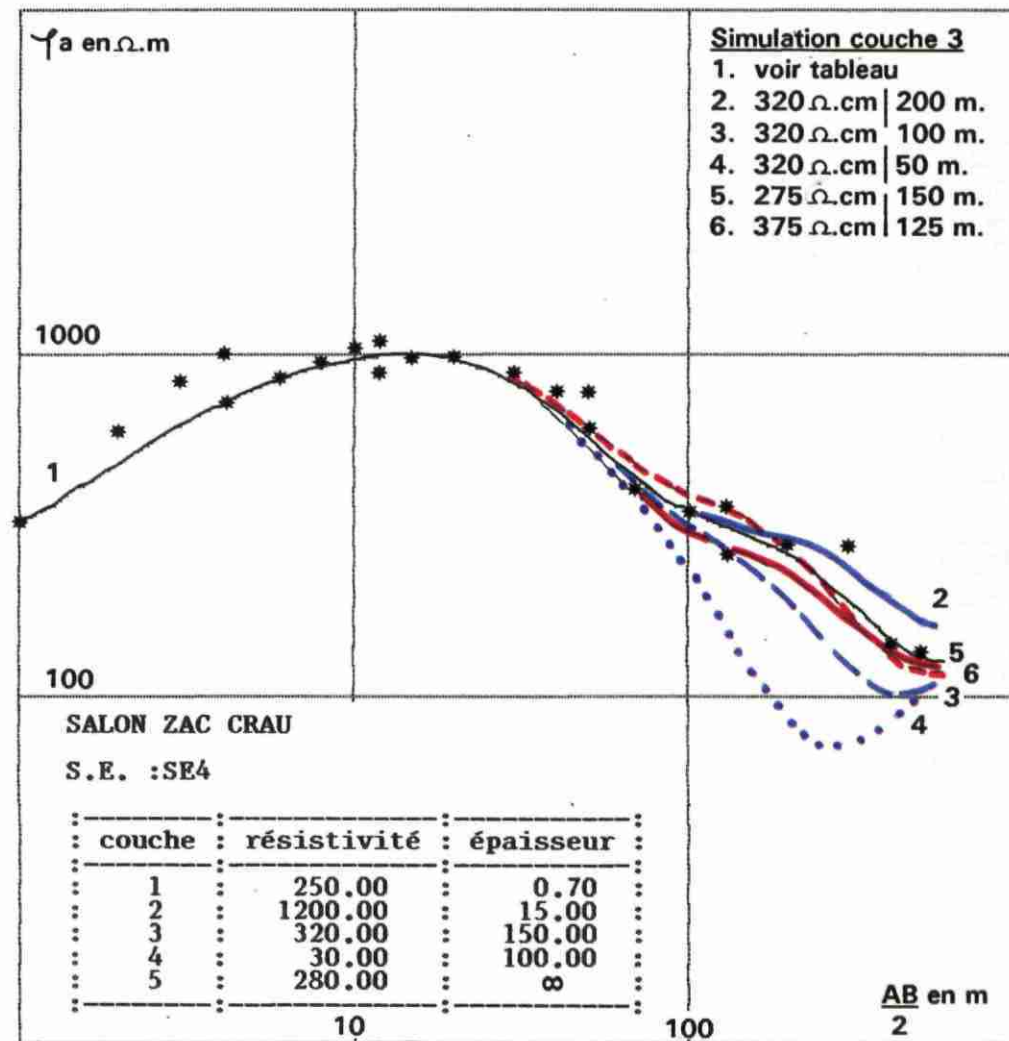
**Commentaire :** Idem à la figure 5.

Fig. 7. Enregistrement SE3.



**Commentaire :** Idem à figures 5 et 6. Ce sondage présente des épaisseurs d'alluvions réduites par rapport aux trois autres sondages électriques réalisés (45 à 50 m).

Fig. 8. Enregistrement SE4.

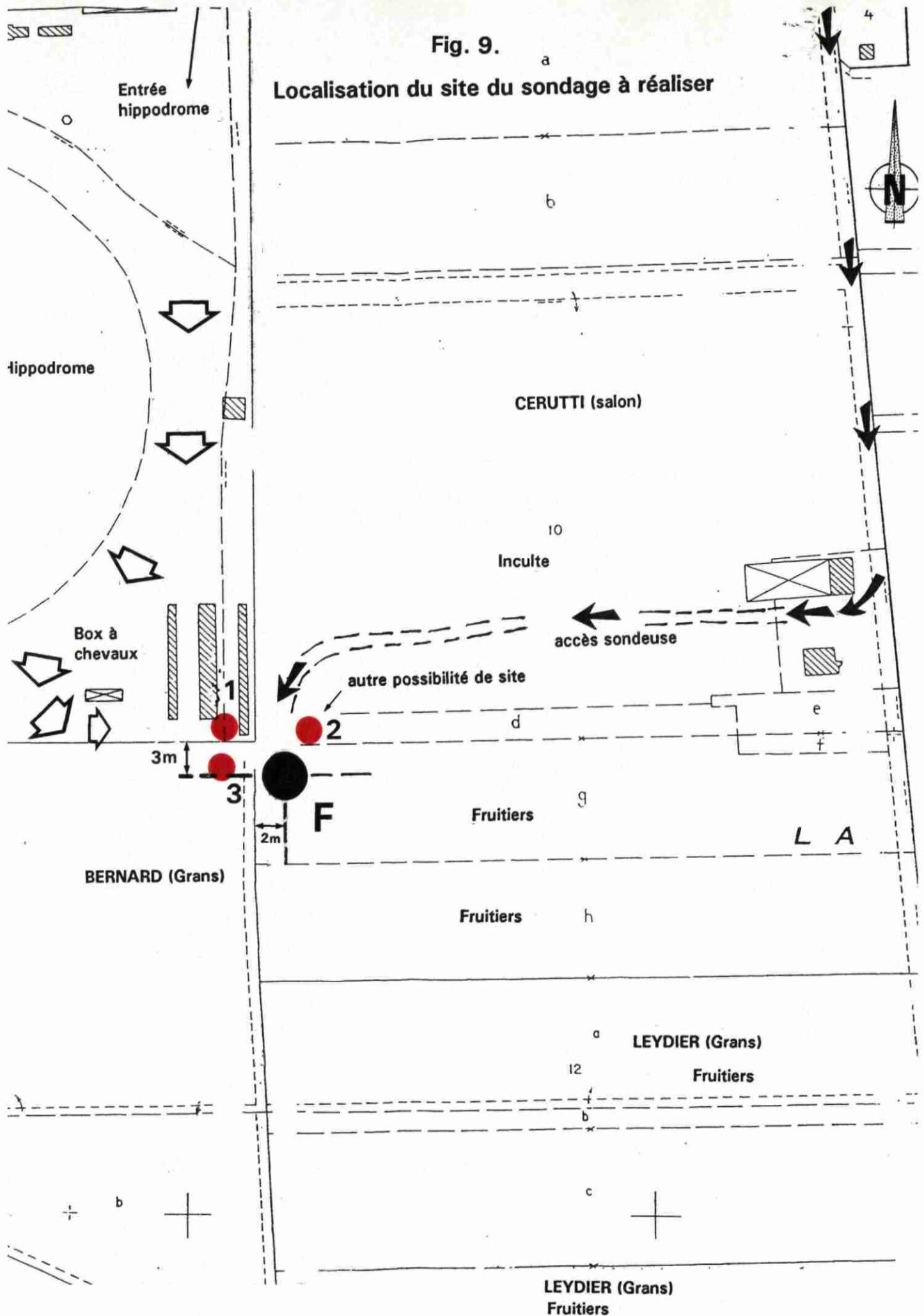


**Commentaire :** l'interprétation du sondage électrique n°4 a nécessité la prise en compte d'une cinquième couche qui n'apparaissait pas sur l'enregistrement (pas de remontée). Cette dernière couche doit vraisemblablement correspondre au substratum des alluvions compte-tenu de l'épaisseur déjà importante des alluvions sur ce sondage.

Les simulations d'épaisseurs 2 à 6 amènent à confirmer l'existence d'une couche 3 très épaisse (supérieure à 50 m).

Fig. 9.

Localisation du site du sondage à réaliser



1 Site retenu par le Maître d'ouvrage avec son accès possible ( ).

## 4 - SYNTHESE DES DONNEES RECUEILLIES

### 4. 1. - Choix de sites

En fonction de la résistivité des terrains et de leur épaisseur, le site le plus favorable (priorité 1) correspondrait au sondage électrique n° 4 réalisé sur la propriété Cerruti à l'angle sud-est de l'hippodrome (fig. 1 et fig. 9).

Un sondage de reconnaissance réalisé sur ce site devrait permettre de mettre en évidence sous 0,7 m d'un sol caillouteux remanié (labour) :

- 15 m environ d'alluvions dénoyées correspondant à un niveau de la nappe à 15 m de profondeur, ce qui est compatible avec les niveaux piézométriques relevés au cours de l'enquête de terrain (de 14,65 m à 15,75 m) ;
- 150 m maximum d'alluvions aquifères perméables ;
- 100 m de marnes argileuses plus ou moins sableuses constituant le substratum des alluvions.

Au cas où l'autorisation de travaux ne serait pas donnée par M. Cerruti, le sondage pourrait être réalisé de l'autre côté du chemin de la roubine sur la propriété de M. Bernard de Grans(\*) ou, éventuellement, dans l'angle sud-est de l'hippodrome.

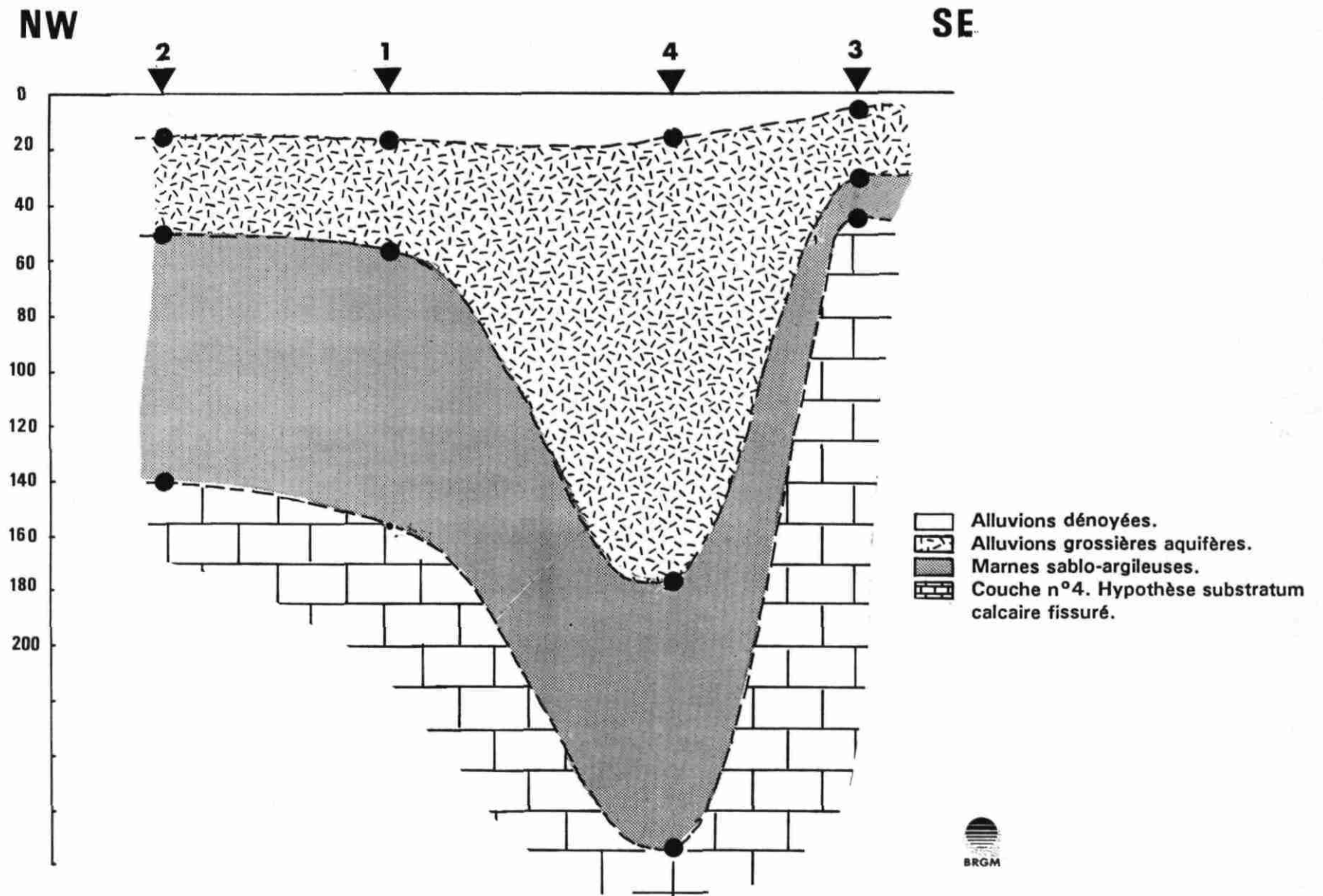
En priorité 2, (site de remplacement), on pourrait envisager de réaliser un sondage de reconnaissance au droit du sondage électrique n° 1, situé au Nord de la ZAC, en bordure de la RN 113, sur une propriété Couchounian (voir fiche 2).

La particularité du site n° 1 (SE4) apparaît sur la figure 10 ci-après, bien que déformée par les échelles choisies : ce site correspondrait à un surcreusement localisé du substratum des alluvions dans un secteur où la Touloubre conflue avec la Durance au Würm (cf. fig. 2). Cette disposition peut expliquer les variations latérales d'épaisseur des différents faciès.

---

(\*) Suite à une visite de terrain effectuée le mercredi 22 avril 1992 à 17 h 30, nous avons obtenu l'accord de M. Cerruti, moyennant un léger déplacement du site du forage (fig. 9).

Fig. 10. Coupe géologique hypothétique  
d'après les sondages électriques réalisés.





## 4. 2. - Choix des techniques de foration et d'équipement des sondages

Les fiches 1 et 2 ci-après ainsi que la figure 11 donnent les différentes informations nécessaires quant à la réalisation d'un sondage sur les sites 1 et/ou 2, définis ci-avant.

Ces trois documents serviront de document de base (cahier des prescriptions techniques) pour consulter(\*) directement (liste restreinte) les entreprises suivantes : BONIFACE, CINQUIN, COFOR, ESCO, FORACO, FORASUD.

Ces documents ne sont donnés qu'à titre indicatif notamment en ce qui concerne :

- les profondeurs annoncées,
- le choix définitif des différents diamètres de foration et d'équipement,
- les longueurs de crépines,
- la chronologie des différentes opérations, étant entendu que l'entreprise de forage restait maître du choix de mode de foration dans la mesure où elle s'engageait à atteindre les objectifs fixés avec le matériel et le personnel qu'elle proposait quelles que soient les conditions géologiques, hydrogéologiques et techniques de réalisation.

En ce qui concerne les clauses générales de réalisation des travaux (C.C.A.P.), celles-ci sont rappelées en annexe.

---

(\*) Fait par Fax le 17 avril 1992 (voir annexe).

## Fiche 1

### SONDAGE SUR LA ZAC AU SUD-EST DE L'HIPPODROME

**CONTRAINTES** : Obtenir l'accord de MM. Cerruti ou, à défaut, celui de M. Bernard

**OBJECTIF** : • reconnaître 50 à 200 m d'alluvions quaternaires (suivant hypothèses de simulation choisies) dont 16 m ne sont pas aquifères (hors d'eau) ;

• équiper le sondage de reconnaissance en ouvrage d'exploitation en installant un maximum de crépines et dans un diamètre suffisant ;

• procéder à test de débit et d'analyse d'eau avant l'échéance du 10 juin.

**MOYENS** : Deux possibilités existent au niveau de la réalisation du sondage :

1

- de 0 à 60 m environ, foration en petit diamètre A (à préciser par l'entreprise) au marteau fond de trou ou autre avec tubage à l'avancement (avantage : tests de débit et de qualité à la foration)
- de 60 à 150 m environ, foration en diamètre A ou inférieur à A suivant même méthode ou utilisation de la boue si nécessaire
- retrait des tubages provisoires
- en fonction des résultats, décision de réaliser en gros diamètre (20 à 24") jusqu'à 60 m avec tubage acier diamètre 14" crépiné sur 20 à 30 m pour mise en place ultérieure d'une pompe 12"
- alésage en 8-10" de 60 à 150 m.

2

- de 0 à 60 m environ, foration en circulation inverse à la boue, au rotary à la boue, à la benoto en diamètre 20 à 24"
- mise en place d'un tubage provisoire en PVC vissé ou acier (10 à 16")
- poursuite foration idem ci-dessus en diamètre 8 1/2 à 10" jusqu'à 150 m environ et ancrage dans le substratum

- diagraphies différées avant chaque tubage (prévoir des stand-by),
- choix d'une configuration d'équipement pour l'ouvrage de captage (position crépine),
- pose des tubages acier en diamètre 14" de 0 à 60m et diamètre 6 à 8" de 60 à 150 m,
- gravillonnage (si nécessaire), bouchon anti-contaminant, cimentation en tête,
- nettoyage forage, développement,
- ( • test de débits par paliers enchaîné
- ( avec pompage de 100 heures et 1 prélèvement
- ( eau pour analyses
- ( • inspection par vidéo-caméra

Réception ouvrage

## Fiche 2

### SONDAGE AU NORD DE LA ZAC

**CONTRAINTES** : obtenir l'accord de M. Couchounian, proximité de la RN 113.

**OBJECTIF** : • reconnaître 50 à 60 m d'alluvions quaternaires dont 15 à 17 m ne sont pas aquifères (hors d'eau),

• traverser environ 90 m d'argiles et de marnes quaternaires,

• reconnaître la nature de la dernière couche (substratum rocheux ou de nouveau, alluvions quaternaires).

**MOYENS** : deux possibilités existent au niveau de la réalisation du sondage :

1

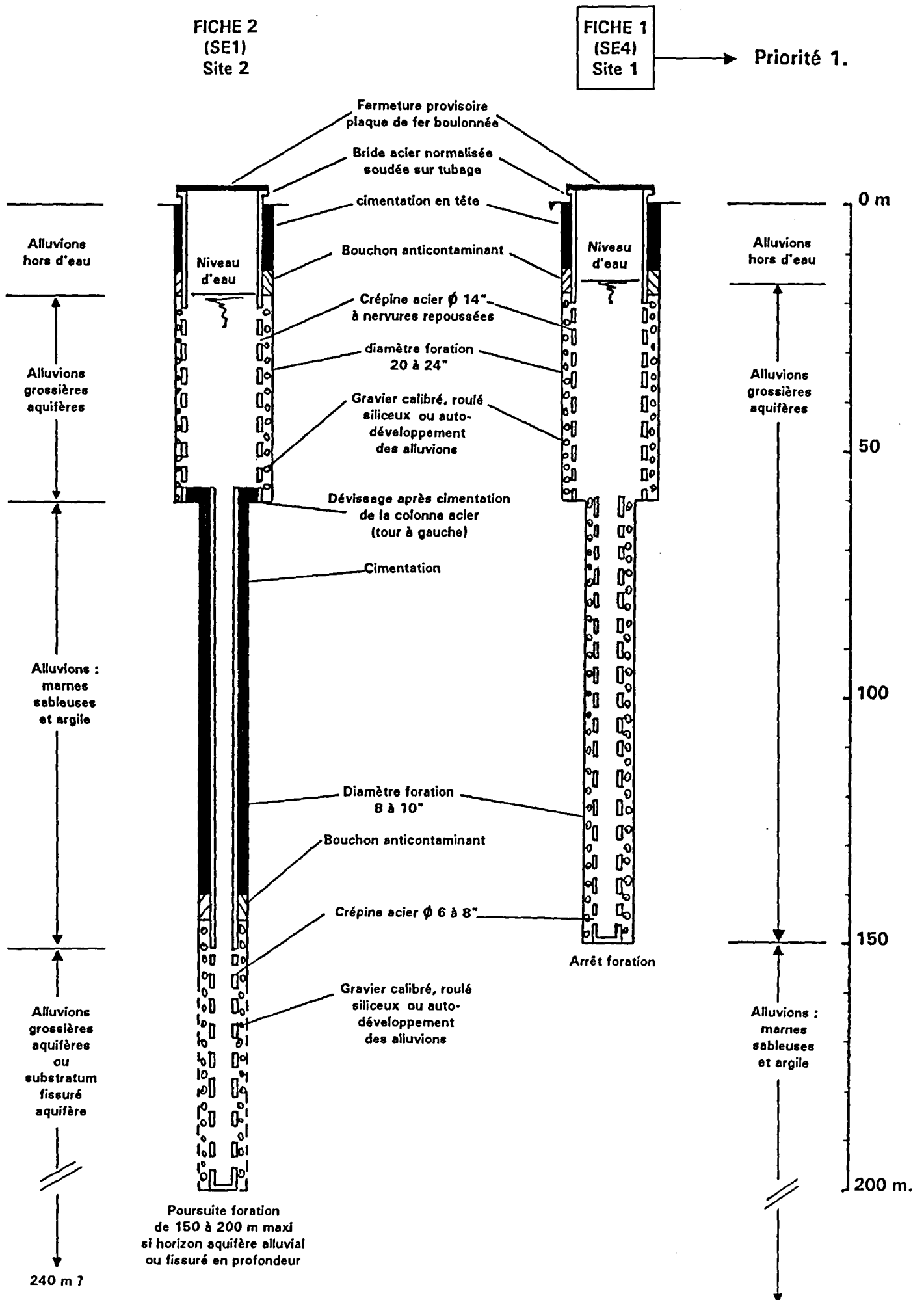
- de 0 à 60 m environ, foration en petit diamètre A (à préciser par l'entreprise) au marteau fond de trou ou autre avec tubage à l'avancement (avantage : tests de débit et de qualité à la foration),
- de 60 à 150 m, foration à l'air ou à la boue au tricone dents longues ou trilame, en diamètre inférieur à A, en tubage à l'avancement si possibilité,
- à partir de 150 m environ, reconnaissance de la dernière couche, avec :
  - si alluvions graveleuses, poursuite de la foration et arrêt entre 150 et 200 m,
  - si substratum rocheux, reconnaissance sur quelques mètres avec arrêt entre 150 et 170 m,
- retrait des tubages provisoires,
- en fonction des résultats, décision de réaliser en gros diamètre (20 à 24") jusqu'à 60 m,
- alésage en 8-10" de 60 à 200 m.

2

- de 0 à 60 m environ, foration en circulation inverse à la boue, au rotary à la boue, à la benoto, en Ø de 20 à 24",
- mise en place d'un tubage provisoire en PVC vissé ou acier Ø 10 à 16"
- de 60 à 150 m environ foration dans un diamètre inférieur (8 1/2)
- à partir de 150 m environ, reconnaissance de la dernière couche au même diamètre ou dans un diamètre inférieur avec :
  - idem à possibilité 1,
  - idem à possibilité 2.

Idem fiche 1

Fig. 11. Propositions d'ouvrage type.



## 5 - CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

En fonction des objectifs définis par le maître d'ouvrage, la présente étude a permis d'identifier un site intéressant pour l'implantation d'un sondage de reconnaissance hydrogéologique au droit de la ZAC de la Crau.

Si la réalisation du sondage de reconnaissance confirme tout ou partie des interprétations faites quant à la qualité et l'épaisseur des alluvions traversées, l'équipement de ce sondage en ouvrage d'exploitation devrait permettre de livrer au maître d'ouvrage un captage réalisé selon les règles de l'Art.

Compte tenu des brefs délais impartis à l'étude et à la réalisation des travaux et tests divers (pompage, diagraphies, analyses), il est préconisé d'effectuer ultérieurement (avant la mise en service), un pompage d'essai de longue durée (un mois minimum) avec suivis piézométriques du forage et des puits voisins, de manière à :

- mesurer l'impact de ces prélèvements sur la nappe,
- disposer d'un état de référence,
- faciliter la délimitation des périmètres de protection réglementaires (immédiat, rapproché),
- éventuellement, procéder à une modélisation de la nappe pour préciser les points précédents et permettre des simulations d'exploitations et/ou de diffusion de pollution(s) accidentelle(s) (augmentation des prélèvements, mesures à prendre en cas de pollution du captage, etc.) ou encore prévoir l'état de la nappe en cas de sécheresse prolongée et d'absence de réalimentation (précipitations, irrigations).

Dans le cas d'une utilisation dans l'industrie alimentaire (embouteillage, etc.), la présente étude ainsi que le rapport de maîtrise d'oeuvre et de suivi hydrogéologique des travaux de sondage et de tests (diagraphies, pompage préliminaire de 5 jours, analyse Institut Pasteur) permettront d'élaborer rapidement les dossiers d'autorisations nécessaires soumis à l'autorité préfectorale en fonction de la réglementation en vigueur.



## **A N N E X E S**

## **Annexe 1**

**Sondages électriques 1 à 4 : mesures de terrain**

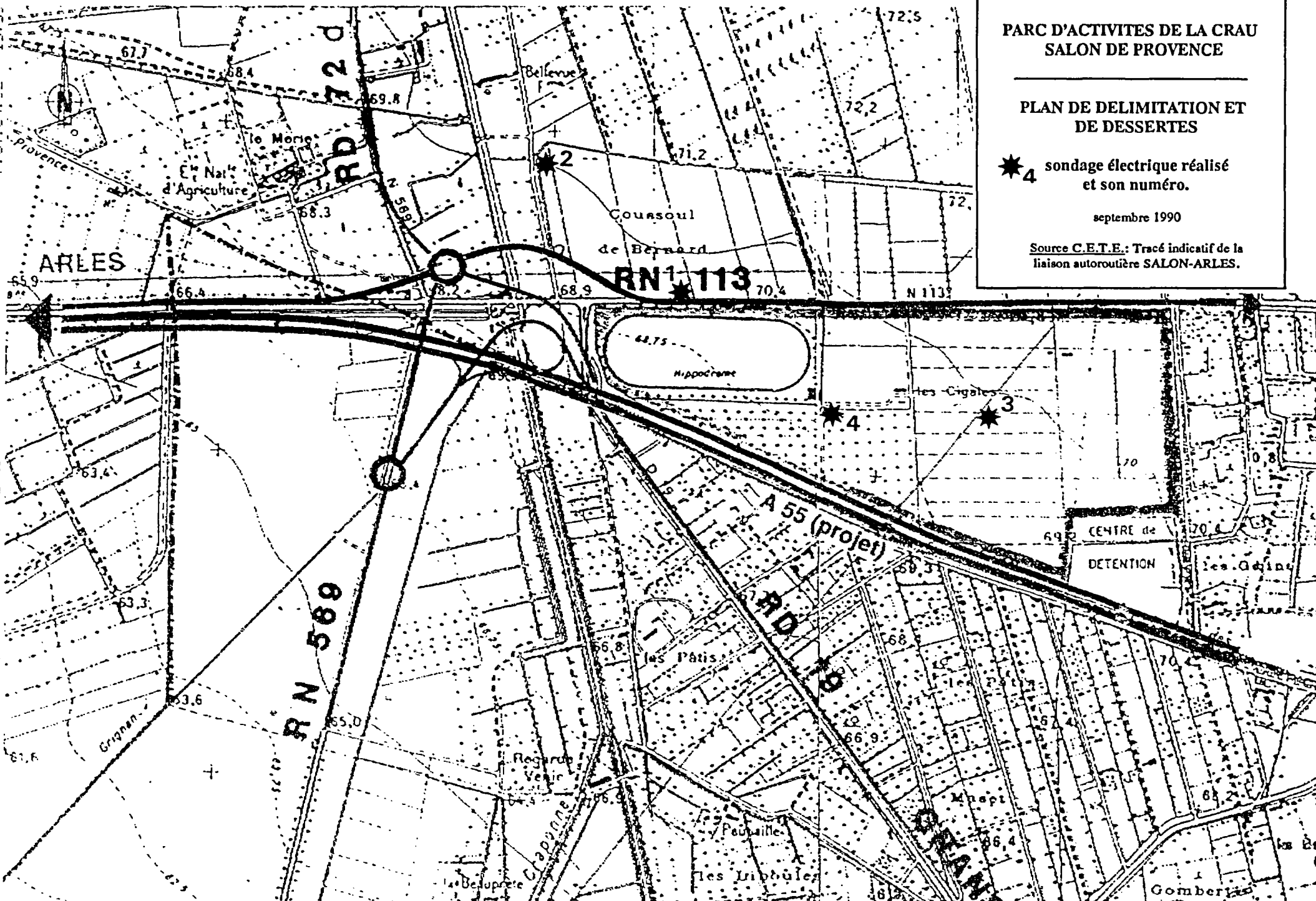
	SE1	SE2	SE3	SE4
1	343	1 224	1 232	1 317
2	555	2 407	2 355	2 604
3	728	3 542	3 444	3 838
4	884	4 636	4 508	4 996
4	752	4 667	4 548	4 729
6	970	6 924	6 664	6 869
8	1069	8 1117	8 709	8 962
10	1097	10 1190	10 707	10 1042
12	1116	12 1222	12 692	12 1117
12	1035	12 1080	12 699	12 905
15	1066	15 1107	15 642	15 976
20	1061	20 1033	20 569	20 990
30	897	30 909	30 388	30 886
40	787	40 816	40 357	40 788
50	751	50 1103	50 767	50 788
50	586	50 651	50 289	50 777
70	293	70 256	70 102	50 599
100	164	100 100	100 94	70 403
130	164	130 80	130 115	100 352
130	133	130 94	130 97	130 360
200	127	200 59	200 119	130 266
300	71	300 54	300 132	200 273
400	129	400 134	400 153	300 275
500	144			400 143
				500 136

AB en m  
2

$\varphi_a$  en  $\Omega.cm$

## Annexe 2

### PLAN DE DELIMITATION DE L'A 55



## PLAN DE DELIMITATION ET DE DESSERTES

**★4 sondage électrique réalisé et son numéro.**

septembre 1990

**Source C.E.T.E.: Tracé indicatif de la liaison autoroutière SALON-ARLES.**



## **Annexe 3**

### **BASE DE CONSULTATION (C.P.T)**



BRGM - PROVENCE-ALPES-COTE D'AZUR

117, avenue de Luminy

13009 - MARSEILLE

TEL : (33) 91 41 24 46 - FAX : (33) 91 41 15 10

TELEX : 401 585 F

SIGNATAIRE : SILVESTRE  
Signed

Nombre de pages : 1 + 5  
Number of pages

DATE : 17/4/92

DESTINATAIRE

SOCIETE : FORACO  
COMPANY

N° FAX : 54. 97. 12. 69

ATTENTION : SUPRE

Autres télécopies à :  
Other fax sent to

AFFAIRE : SALON. ZAC CRAU  
concern

OBJET : SONDAGE DE RECONNAISSANCE.  
subject

→ veuillez trouver ci-après les conditions de réalisation d'un sondage de reconnaissance sur la ZAC de la Cou à Salon. Cet ouvrage épuisé devra être IMPERATIVEMENT TERMINE le 10 juin 92. Je vous serai reconnaissant de fournir un devis pour le 30 avril au plus tard. les 2 "variantes" sont à chiffrer séparément; la solution prioritaire retenue correspond au cas de la fiche 1

→ Nature d'ouvrage : SPE  
Nature d'œuvre : BRGM

→ Paiement travaux : soit par le MO soit par sous-traitance BRGM.

→ accès : aucun problème

→ énergie : possibilité EDF sur site prioritaire en se raccordant à la ferme CERRETI ou sur l'hippodrome après accord.

→ diagraphies, analyse eau, vidéo-caméras prévues par le BRGM.

→ chiffrer ces budgets en acier NOIR et en INOX

→ prévoir olives imprévus 10% du total final

- nettoyage développement 10 heures
- ponçage 100h (remontée à intégrer dans le prix)
- HFM (en + du ponçage) 24h
- HSM (idem) 24h
- conduite de refoulement se déviant environ 300m

→ Merci de nous répondre rapidement

Clt. /

## **Annexe 4**

### **CONDITIONS GENERALES DE REALISATION DES TRAVAUX (C.C.A.P)**

## ARTICLE 1 - OBJET DES TRAVAUX

Ils consistent en la réalisation d'un sondage de reconnaissance qui constitue la tranche ferme du marché et la transformation du sondage de reconnaissance en ouvrage d'exploitation.

## ARTICLE 2 - CLAUSES APPLICABLES A L'ENTREPRISE

2.1. L'entrepreneur est soumis :

- ♦ aux prescriptions particulières émises dans le présent cahier;
- ♦ aux spécifications techniques relatives aux travaux définis dans le cahier des clauses techniques particulières.

2.2. En outre, les stipulations du cahier des clauses administratives générales, applicables aux marchés publics des travaux passés par les collectivités locales et leurs établissements publics (document désigné dans ce qui suit "C.C.A.G." - circulaire du 21 janvier 1976 - seront applicables au marché qui liera le maître d'ouvrage à l'entreprise.

## ARTICLE 3 - OBLIGATION DE L'ENTREPRENEUR

### 3.1. MATERIEL

L'entrepreneur mettra en oeuvre le matériel et les approvisionnements nécessaires à la bonne fin du chantier selon les prescriptions figurant dans le cahier des clauses techniques particulières.

### 3.2. PERSONNEL

A/ L'entrepreneur affecte aux travaux tout le personnel utile à l'exécution complète de l'opération.

B/ L'entrepreneur assure la rémunération, le transport, le logement, contracte toutes assurances utiles destinées à couvrir le personnel et assume, plus généralement, toutes les charges et servitudes afférentes à son emploi.

### **3.3. REGLES DE L'ART**

L'entrepreneur s'engage à atteindre, avec le matériel qu'il propose et *quelles que soient les conditions géologiques, hydrogéologiques et/ou techniques rencontrées en cours de foration*, les objectifs fixés dans le cahier des charges et, en particulier, atteindre la profondeur de 150 à 200 m, qui constituent les objectifs prévisionnels de la tranche ferme de travaux (site 1 ou site 2).

### **ARTICLE 4 -SECURITE ET HYGIENE DU CHANTIER (article 31-4 du CCAG)**

4.1. L'entrepreneur est soumis aux obligations résultant des lois et règlements relatifs à la protection de la main d'oeuvre et aux conditions de travail. Il est tenu d'assurer la discipline et la sécurité sur le chantier et ses abords.

4.2. L'entrepreneur doit prendre, sur le chantier, toutes les mesures d'ordre et de sécurité propres à éviter les accidents, tant à l'égard du personnel qu'à l'égard des tiers. Il est tenu d'observer tous les règlements et consignes de l'autorité compétente, ainsi que toutes prescriptions de l'Inspection du travail.

4.3. L'entrepreneur prendra toutes les précautions nécessaires pour éviter que les travaux ne causent un danger aux tiers, notamment pour la circulation publique si celle-ci n'a pas été déviée. Les points de passage dangereux, et en particulier l'accès du chantier, doivent être signalés et balisés conformément à la législation.

### **ARTICLE 5 - SUJETIONS SPECIALES POUR LES TRAVAUX EXECUTES A PROXIMITE DES LIEUX HABITES, FREQUENTES OU PROTEGES (article 31-7 du C.C.A.G.)**

Sans préjudice de l'application des dispositions législatives et réglementaires en vigueur, les travaux étant exécutés à proximité des lieux habités ou fréquentés, l'entrepreneur doit prendre à ses frais et risques, les dispositions nécessaires pour réduire, dans toute la mesure du possible, les gênes imposées aux usagers et aux voisins, notamment celles qui peuvent être causées par les difficultés d'accès, le bruit des engins, les vibrations, les fumées et les poussières, les évacuations d'eau.

## ARTICLE 6 - ASSURANCES - RESPONSABILITES

6.1. Le matériel appartenant à l'entreprise et utilisé durant les travaux devra être couvert contre le vol et tous dommages pouvant survenir durant la période du chantier.

6.2. L'entrepreneur supporte toutes les charges relatives à l'établissement et à l'entretien des installations de chantier. En outre, l'entrepreneur sera responsable des dommages résultant, entre autres, des écoulements intempestifs de liquides commis de son fait pendant les travaux, y compris tout épandage d'hydrocarbure dans les bourbiers.

6.3. L'entrepreneur doit avoir souscrit :

- ♦ une police d'assurance individuelle de "responsabilité de chef d'entreprise", couvrant les conséquences pécuniaires des dommages de toutes natures causés du fait de son activité sur le chantier ;

- ♦ une "police individuelle de base" en état de validité couvrant les responsabilités lui incombant du fait d'un effondrement des ouvrages en cours d'exécution, ou du fait de l'application des dispositions des articles 1792 et 2270 du code civil.

## ARTICLE 7 - DEMARRAGE ET CONTINUITE DES TRAVAUX

L'entrepreneur devra prendre toutes dispositions utiles pour commencer les travaux de forage proprement dits, dans un délai de 7 jours comptés à partir de la date de notification du marché et de la réception de l'ordre de service d'avoir à commencer les travaux, sauf s'il a lui-même indiqué la date de début des travaux et que cette date a été acceptée par le maître d'ouvrage. Passé ce délai, les pénalités de retard seront appliquées au prorata du nombre de jours calendaires constaté.

## ARTICLE 8 - OBLIGATION DE L'ENTREPRENEUR EN CAS D'ACCIDENT

Quelles que soient les conditions géologiques, si le forage était perdu du fait de la négligence ou de la faute de l'entrepreneur pendant l'exécution des travaux (forage, tubage, essais) réalisés conformément au programme des travaux, toute perte de matériel dans le trou serait supportée par l'entrepreneur. A ce titre, l'entrepreneur devra émettre par écrit les réserves qu'il pourrait formuler avant la mise en oeuvre d'opérations qui lui seraient demandées autres que celles prévues au présent contrat, faute de quoi les dispositions précédentes s'appliqueront de plein droit.

Par ailleurs, si le forage était endommagé du fait de la négligence ou des fautes de l'entrepreneur durant les travaux de forage, tubage, complétion et essais, la réparation des dégâts serait à la charge de l'entrepreneur, quelles que soient les conditions géologiques, hydrogéologiques, techniques et/ou financières.

## ARTICLE 9 - AUTORISATIONS ADMINISTRATIVES

Conformément à l'article 31-3 du CCAG : "le maître d'ouvrage fait son affaire de la délivrance à l'entrepreneur des autorisations administratives telles que les autorisations d'occupation temporaire du domaine public ou privé, les permissions de voirie, et tout permis nécessaire à la réalisation de l'ouvrage", mais l'entrepreneur sera tenu de les demander, si nécessaire, en temps opportun, c'est-à-dire d'avance, au maître d'ouvrage.

## ARTICLE 10 - DROITS ET DEVOIRS DU B.R.G.M.

10.1. Le B.R.G.M. fixe le point d'implantation du sondage, le programme des travaux et des essais et en détermine les spécifications techniques.

10.2. Le B.R.G.M., après consultation du maître d'ouvrage et en accord avec lui, se réserve le droit de modifier le programme en cours de travaux et de donner toutes instructions qu'il jugera utiles (en particulier diminution ou augmentation de la profondeur de forage, mise en place de tubages provisoires, essais et contrôles supplémentaires ou augmentation de la durée des pompages, etc.).

10.3. Le B.R.G.M. assure la totalité du contrôle relatif aux travaux de foration et de pompage.

10.4. Le B.R.G.M. vérifiera le décompte des travaux sur la base des quantités réellement exécutées et aux prix indiqués au bordereau de prix.

## ARTICLE 11 - DIMINUTION OU AUGMENTATION DANS LA MASSE DES TRAVAUX

L'entrepreneur s'engage pour une tranche ferme de sondage de reconnaissance et sa transformation en ouvrage d'exploitation.

En cas de diminution ou augmentation dans la masse des travaux, l'entrepreneur ne pourra élever aucune réclamation d'ordre financier et notamment si la tranche conditionnelle n'était pas engagée.

Les prestations seront facturées aux quantités réellement exécutées, aux prix indiqués au bordereau de prix.



## ARTICLE 12 - INFORMATION DU MAITRE D'OUVRAGE ET DU B.R.G.M.

L'entrepreneur fournira toutes informations utiles sur le déroulement des travaux. A cet effet, il communiquera au B.R.G.M. les rapports journaliers écrits comportant, notamment :

- ♦ la cote, le débit, la température et la conductivité des venues d'eau rencontrées à chaque fin de tige (marteau fond de trou) ;
- ♦ les vitesses d'avancement ;
- ♦ les détails des travaux réalisés dans le ou les postes ;
- ♦ la composition de la garniture de forage ;
- ♦ les outils utilisés ;
- ♦ les pertes d'air ou de boue enregistrées en foration ;
- ♦ les cotes et qualités des tubages utilisés.

Tous les incidents observés en cours de forage seront également mentionnés et reportés sur le cahier de chantier.

## ARTICLE 13 - PAIEMENTS

Le paiement des sommes dues à l'entreprise sera effectué sur présentation de situations mensuelles.

Une retenue de garantie de 5 % sera effectuée sur chacun des paiements. Cette garantie pourra être cautionnée par un établissement bancaire ou de crédit.

## ARTICLE 14 - DELAIS

Les travaux commenceront à compter de la date de notification du marché et de la réception par l'entreprise de l'ordre de service de commencer les travaux, et seront exécutés dans un délai de 1 mois à compter de cette date. Ce délai sera, éventuellement, adapté en fonction du calendrier d'exécution des ouvrages qui sera établi en concertation lors de la réunion préparatoire à l'ouverture du chantier.

## ARTICLE 15 - PENALITES

Tout retard dans l'application des délais contractuels, qui ne résulterait pas des autorités, du maître d'ouvrage, du B.R.G.M. ou d'un cas de force majeure constaté par huissier, entraînera l'application d'une pénalité. Le montant de cette indemnité, par jour calendaire de retard, sera égal à 1/1.000 du montant prévisionnel du marché ; le montant total des pénalités est toutefois plafonné à 5 % du montant prévisionnel du marché.

#### ARTICLE 16 - CONTROLES ET RECEPTION DES TRAVAUX

L'ouvrage et les essais réalisés par l'entreprise, sous le contrôle du B.R.G.M., feront l'objet d'un relevé final et d'un constat de bonne fin par le B.R.G.M. et l'entrepreneur. Une inspection vidéo-caméra sera réalisée.

#### ARTICLE 17 - ABANDON DE L'OUVRAGE, REMISE EN ETAT DES LIEUX

En cas d'incidents techniques graves et de maladroites imputables à l'entreprise et nécessitant l'abandon du forage, celle-ci sera dans l'obligation de réaliser, à ses frais et sur emplacement choisi par le B.R.G.M., un nouveau sondage.

L'entrepreneur aura à charge le démontage de l'appareil de sondage et des matériels constituant le chantier, ainsi que la remise en état des lieux.

#### ARTICLE 18 - REGLEMENTATION DES CONTESTATIONS

Les contestations éventuelles sont réglées en conformité avec les dispositions de l'article 50 du CCAG. En cas de divergence sur l'interprétation du présent document, les parties auront recours à un arbitrage qui sera rendu par au moins deux experts désignés respectivement par le maître d'ouvrage et par l'entrepreneur. Ces deux experts pourront décider, d'un commun accord, de s'en adjoindre un troisième, désigné par eux. L'avis des arbitres sera sans appel.

Les honoraires et frais d'experts des arbitres et des experts seront supportés à part égale par les deux parties.

#### ARTICLE 19 - RESILIATION DU MARCHE

Le maître d'ouvrage se réserve le droit de résilier le marché qui le lie à l'entreprise si celle-ci fait preuve d'une négligence caractérisée dans l'accomplissement des missions qui lui seront confiées ou s'il se trouve dans l'impossibilité de réaliser les travaux dans les conditions qui seront précisées lors de l'élaboration du marché.

#### ARTICLE 20 - SECRET PROFESSIONNEL

L'entrepreneur et ses agents sont tenus au secret professionnel, s'agissant des travaux eux-mêmes et des renseignements ou documents dont ils auront eu connaissance dans le cadre de l'exécution du présent contrat.