



**Office municipal de développement
(O.M.D.)**

**PROJET D'INFORMATION DU GRAND
PUBLIC SUR LE BASSIN MINIER DE
GARDANNE
(Bouches-du-Rhône)
Conditions naturelles du site
Dossier n°1 : Le Gisement : Nature,
Géométrie, Qualité**

G. GONZALEZ

Septembre 1990
R 30960 PAC 4S 90

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

S O M M A I R E

| | n° pages |
|--|----------|
| 1. INTRODUCTION | 1 |
| 2. CADRE GEOGRAPHIQUE | 2 |
| 3. CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL | 2 |
| 3.1. Paléogéographie | 2 |
| 3.2. Notion de bassins sédimentaires houillers | 3 |
| 3.3. Géologie structurale | 5 |
| 3.4. Données hydrologiques et hydrogéologiques | 16 |
| 4. LES ROCHES SEDIMENTAIRES | 22 |
| 4.1. Généralités | 22 |
| 4.2. Le charbon | 24 |
| 4.3. Lithostratigraphie du Fuvélien | 27 |
| 4.4. Le milieu de dépôt | 43 |
| 4.4.1. Les dépôts fuvéliens | 43 |
| 4.4.2. Sédimentologie des carbonates | 44 |
| 4.4.3. Formation de la pyrite | 45 |
| 4.4.4. Sédimentologie du charbon | 46 |

Liste des figures

| | |
|--|----|
| 1. Schéma structural du bassin de l'Arc et de ses massifs de bordure entre Calas et Trets | 6 |
| 2. Coupe géologique transversale du bassin de Gardanne | 9 |
| 3. Coupes dans la bordure méridionale du bassin de la Nerthe à l'Etoile d'Ouest en Est | 10 |
| 4. Variations de faciès et d'épaisseur du Fuvélien du synclinal de l'Arc | 11 |
| 5. Carte des isopaques de l'ouverture de la couche Grande Mine ... | 13 |
| 6. Carte des isopaques du lignite cumulé de la couche Grande Mine | 14 |
| 7. Carte structurale du toit de la couche Grande Mine | 15 |
| 8. Les paramètres de houillification | 26 |
| 9. Coupes lithostratigraphiques | 29 |
| 10. Coupe détaillée de la mine de Gréasque | 31 |
| 11. Coupe détaillée de la mine des 2 Pans | 32 |
| 12. Coupe détaillée de la mine de l'Eau | 33 |
| 13. Coupe détaillée de la mine du Gros Rocher | 34 |
| 14. Coupe détaillée de la mine des 4 Pans | 35 |
| 15. Coupe détaillée de la mine des 3 Ravettes | 36 |

n° pages

| | |
|--|----|
| 16. Coupe détaillée de la Mauvaise Mine | 37 |
| 17. Coupe détaillée de la Grande Mine | 38 |
| 18. Carte des variations lithologiques de la couche | 39 |
| Grande Mine | |
| 19. Carte de caractérisation de la couche de la Grande Mine .. | 40 |
| 20. Caractéristiques du charbon de Provence | 42 |

Planches hors texte

1. Localisation des sondages de reconnaissance et de sources,
"Bassin de l'Arc".
2. Coupe géologique de Berre à Gardanne.

1. INTRODUCTION

La ville de Gardanne souhaite réaliser une information "grand public" sur la géologie du bassin minier, son exploitation et la sismicité naturelle.

Dans ce but, l'Office municipal de développement (O.M.D.) a chargé le BRGM Provence-Alpes-Côte d'Azur d'élaborer des dossiers techniques qui serviront de base à des résumés qui pourront faire l'objet de publications, être mis à disposition du public, des scolaires ...

Quatre directions seront explorées :

- les conditions naturelles du site :
 - le gisement : nature, géométrie, qualité
 - la sismicité naturelle
- l'exploitation souterraine ;
lieux, modes et conditions d'exploitation - évolution dans le temps
- les secousses enregistrées depuis 20 ans
(origine, intensité, localisation)
- axes de prévention :
 - perception et comportement du public
 - aménagement du territoire et construction.

Ce présent rapport concerne le premier chapitre du premier volet : le gisement : nature, géométrie, qualité.

Il est complété :

- d'une série de documents, notes, publications, planches, figures susceptibles d'être valorisés par des professionnels de la communication dans le cadre d'une animation ciblée en fonction des publics visés (fournie en 1 exemplaire).

- d'une bibliographie de retenu sur le thème concerné qui permettra la recherche éventuelle d'autres éléments d'information, et qui a été élaboré avec le concours actif des Houillères de Bassin Centre Midi.

2. CADRE GEOGRAPHIQUE

La terminaison ouest du Bassin de l'Arc se situe topographiquement à la limite des domaines de la Crau et de l'Etang-de-Berre ; néanmoins, le bassin se prolonge structurellement sous la Crau et les formations modernes du Bas-Rhône.

Au Nord s'élèvent des reliefs différents à la fois par leur morphologie, leur constitution stratigraphique et leur structure. Ce sont, d'Ouest en Est : les chaînons de la Fare-St. Chamas, les collines d'Eguilles et les côteaux d'Aix, la montagne Ste Victoire.

La bordure est se situe, géologiquement, au niveau d'Ollières (structure anticlinale).

Le Bassin est limité au Sud par des reliefs constituant une barrière presque continue longue de près de 70 km. Ce sont d'Ouest en Est les chaînons de la Nerthe, de l'Etoile et les massifs du Regagnas, de l'Olympe et de l'Aurélien.

Le bassin de l'Arc, situé en basse Provence, doit son nom à la rivière qui le traverse dans sa partie septentrionale sur toute sa longueur.

3. CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL

3.1. Paléogéographie (Fig.1)

Au cours des temps géologiques les mers ont envahi certaines régions (phénomène de transgression) et d'autres se sont retirées (phénomène de régression). Aujourd'hui la présence de roches sédimentaires marines fossilifères (huîtres, dents de requin, algues etc.) sur le continent témoignent de l'avancée des mers à différentes époques.

Ainsi, après le Santonien, (- 76 Millions d'années) où la mer occupait périodiquement jusqu'alors le golfe de basse Provence, la mer se retira vers l'Aquitaine, et la région provençale devint continentale.

Sur les assises marines du Santonien se déposèrent alors avec ou sans niveaux saumâtres de transition (zone du Plan d'Aups), 70 mètres d'argiles rouges et de grès (anciens limons et sables fluviaux) et quelques niveaux de calcaires lacustres.

En 1878, MATHERON, père de la géologie provençale, a donné à cette série le nom de Valdonien (de Valdonne, près de Peypin, Bouches-du-Rhône), en la distinguant de celle, sus-jacente, des calcaires lacustres à lignite dont il a fait le Fuvélien (de Fuveau, Bouches-du-Rhône). L'ensemble valdo-fuvélien est daté, chronostratigraphiquement de - 76 à 70 Millions d'années.

Après le Fuvélien, une phase de déformation des terrains géologiques a créé la plupart des structures de basse Provence. Parmi ces dernières, le bassin de l'Arc représente en l'état actuel le principal vestige.

La sédimentation continentale s'est poursuivie avec des dépôts variés : argiles, avec notamment les argiles et les grès du Rognacien signant la fin de l'époque secondaire (- 65 Millions d'années), argiles et grès dits "à reptiles" à cause de la présence d'oeufs et d'ossements de dinosaures, grès, calcaires, jusqu'à la fin du Miocène (- 6 Millions d'années) où de nouvelles déformations entraînent l'exhaussement de certains reliefs.

La géomorphologie actuelle du bassin de l'Arc et de l'Etang-de-Berre est marquée par les érosions (destructions par le vent, l'eau) depuis la fin de l'ère Tertiaire (- 1,8 Millions d'années) à nos jours.

3.2. Notion de bassins sédimentaires houillers

L'accumulation de débris végétaux génératrice de bassins houillers peut avoir lieu dans des lacs : bassins limniques (ceux du Massif Central) ou en bordure de mer : bassins paraliques (Nord-Pas-de-Calais). Elle a pu se faire soit :

- sur place comme en témoigne la présence de sols de végétation, de racines et de troncs en place (formation autochtone) ;

- soit après transport fluvial des végétaux et dépôt dans un delta (formation allochtone).

Cette accumulation se fait sous forme de couche ou lentille plus ou moins étendue, en milieu réducteur anaérobie (sans oxygène)*. Cette couche est elle-même par la suite recouverte de dépôts stériles (généralement gréseux ou conglomératiques, à Gardanne calcaires). L'ensemble représente une séquence sédimentaire qui, répétée, constitue un cycle sédimentaire. L'alternance de cycles s'explique par l'affaissement du fond du bassin (phénomène de subsidence) généralement sous le poids des sédiments et par des variations climatiques, le tout aboutissant à la destruction de la végétation et à son ennoisement sous des sédiments stériles.

* dans ces conditions particulières, les débris végétaux seront partiellement conservés et connaîtront une première transformation biochimique due en particulier à l'action bactérienne avec destruction de la cellulose et production d'acides humiques.

Ce n'est qu'au cours de la diagénèse (ensemble des transformations que connaît un sédiment - dépôt originel - jusqu'à son évolution en une roche) que le sédiment d'origine végétal devient tel ou tel type de charbon.

Le charbon du bassin de l'Arc se distingue tant par son âge que par son milieu de dépôt des autres charbons français du Massif Central et du Nord-Pas-de-Calais. En effet, ces derniers se sont formés au Carbonifère supérieur à la période dite "houiller" entre - 325 et - 280 Millions d'années ; alors que le charbon du bassin de l'Arc est plus "récent" puisqu'il est d'âge dit "Fuvélien" (environ - 75 Millions d'années). De plus le charbon fuvélien s'est déposé en milieu exclusivement carbonaté (calcaire) alors que les charbons carbonifères se sont déposés en milieu détritique cristallin ou cristallophylien (grès, schistes, conglomérats) dans des bassins paraliques ou limniques.

Comparaison entre le bassin de l'Arc et les bassins houillers paraliques et limniques

Les bassins paraliques se sont formés en bordure d'une plaine maritime (bassin du Nord).

Les bassins limniques se sont formés dans une zone continentale franche (certains bassins du Massif Central : Blanzay, Brassac, St Etienne, Decazeville, ...).

Le bassin du Nord représente une partie des sédiments Namuro-West-phalliens (sédiments détritiques à caractère molassique) déposés, après le retrait des mers, dans des lagunes subsidentes sur le pourtour de la Cordillère de l'Europe moyenne créé à la fin du Dinantien par la phase Sudète (- 325 millions d'années).

Dans le Massif Central au Stéphanien s'établissent des bassins lacustres, de tailles limitées, en particulier le long des grandes dislocations de la phase Asturienne où s'accumulent conglomérats, grès, schistes et couche de charbon. "Le Stéphanien représente les premiers dépôts molassiques du démantèlement des reliefs hercyniens créés par le tronçonnement Asturien" (- 300 millions d'années) (VETTER, 1971).

Contrairement à la sédimentation houillère, la sédimentation fuvélienne précède une phase tectonique (phase anté-maestrichtienne). En basse Provence, au Campanien, commence à se manifester une régression générale annonciatrice de la surrection de la fin du Crétacé, elle amorce le retrait de la mer du golfe de basse Provence. Une sédimentation continentale s'établit alors dans la région provençale. Le Valdo-Fuvélien qui se dépose représente une méga-séquence sédimentaire

(Valdonien : principalement argileux avec des lentilles de grès et quelques bancs de calcaires ; Fuvélien : essentiellement calcaire avec des couches de lignite).

Le matériel sédimentaire des bassins houillers est essentiellement détritique, de type mollassique.

Le détritique du bassin du Nord est plus fin que celui du Massif Central, il s'étend sur des espaces plus vastes et dénote une altération plus poussée.

La sédimentation houillère présente des rythmes quelles que soient la nature et la finesse du dépôt. L'examen de surfaces polies de charbon passées au four à plasma permet d'observer une succession de rythmes élémentaires minces (8 - 10 microns) pour les charbons du bassin du Nord et plus importants (12 - 100 microns) pour les charbons de Blanzly, Decazeville, Brassac.

Le dépôt du matériel phytogène fuvélien s'est effectué sur de grandes surfaces (dimension du lac fuvélien : 30 km sur 100 km) dans un milieu essentiellement carbonaté.

On n'a pas observé de rythme particulier dans la sédimentation fuvélienne. Le charbon succède et précède n'importe quel type de calcaire, il n'est généralement pas annoncé et apparaît comme un accident dans la sédimentation carbonatée.

L'examen microscopique des charbons ne montre pas de microrhythmes dans les dépôts de calcaire et de phytogène. Le calcaire contenu dans le charbon est soit lenticulaire, soit sous forme de grains micritiques plus ou moins alignés parallèlement à la stratification. Les seuls rythmes observés apparaissent dans la composition macérale*.

Le charbon du bassin de l'Arc se rapproche du charbon du bassin paraliq du Nord par la régularité d'épaisseur des couches et les faibles variations de faciès de l'encaissant, mais on ne connaît pas d'intercalations marines.

3.3. Géologie structurale (Fig.1)

Le bassin de l'Arc est un synclinal** d'axe Est-Ouest, allongé sur 80 km environ, situé entre Marseille et Aix-en-Provence : il est limité par des structures plissées ou chevauchantes, notamment l'Etoile au Sud et la Sainte-Victoire au Nord (cf. cartes et coupes géologiques).

* Composition macérale : ensemble des composants d'origine végétale du charbon

** Synclinal : schématiquement une structure en forme de cuvette.

LEGENDE DE LA FIGURE 1

BORDURE SEPTENTRIONALE

 JURASSIQUE ET CRETACE inférieur

BORDURE MERIDIONALE

 MASSIF DE L'OLYMPE

 PLI. FAILLE DU REGAINAS

 DOME DU REGAINAS

 COLLINES D'AURIOL

 DALLE DE PEYPIN-PIERRESCA

 VERSANT MERIDIONAL DE L'ÉTOILE

 ZONE CENTRALE DOLOMITIQUE

 COLLINES JURASSIQUES DE SEPTEMES

 SYNCLINAL DU PILON DU ROI

 APTIEN DE SIMIANE-MIMET

 TRIAS ET DEMI-KLIPPE DE ST GERMAIN

 ECAILLE DE SOUSQUIERES

BASSIN DE L'ARC

 TORTONIEN

 OLIGOCENE

 PALEOCENE-EOCENE

 BEGUDO-ROGNACIEN

 VALDO-FUVELIEN

 SANTONIEN

 CONTACT CHEVAUCHANT

 FAILLE NORMALE

 DECROCHEMENT

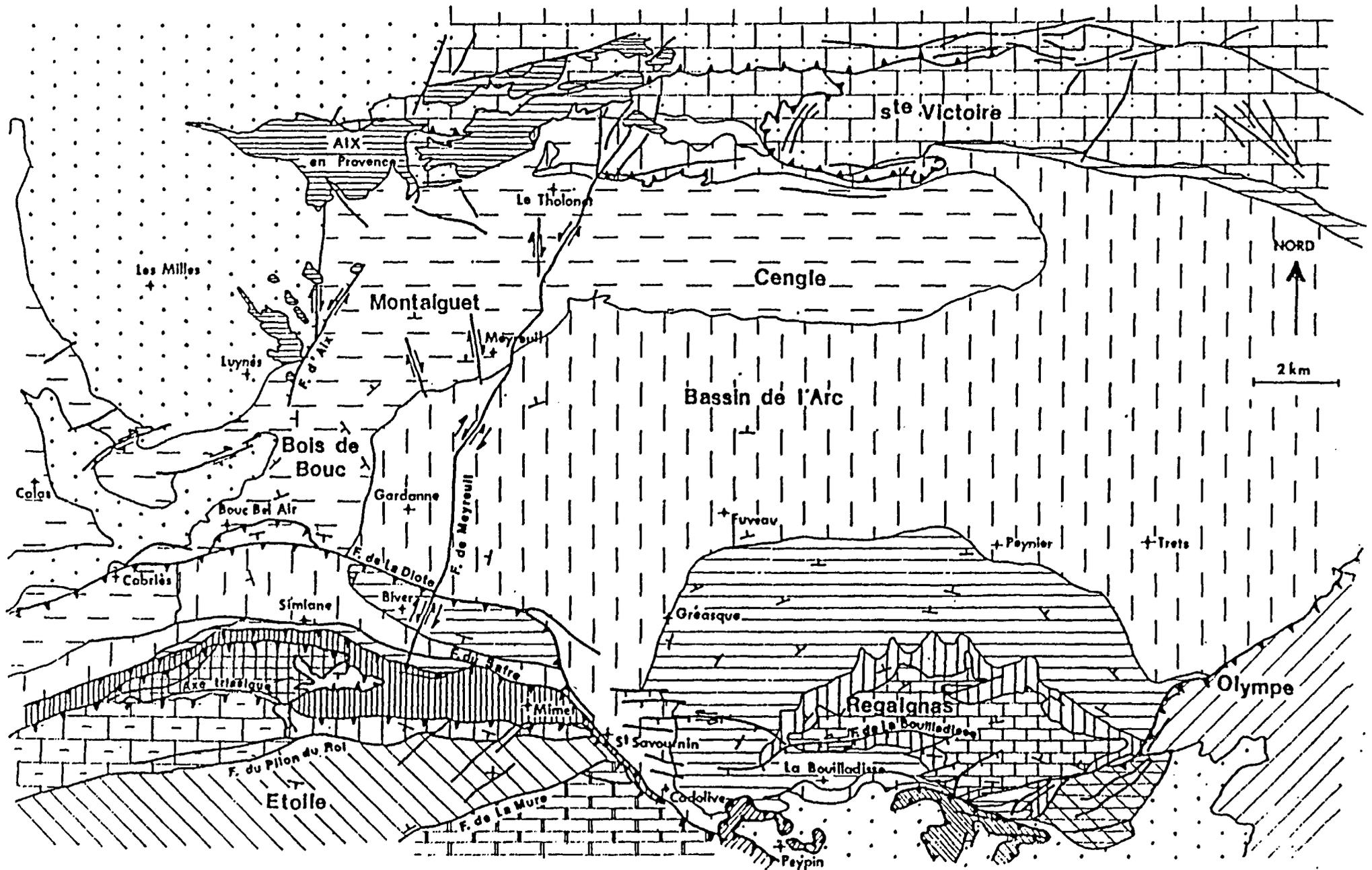


Fig.1 - SCHEMA STRUCTURAL DU BASSIN DE L'ARC ET DE SES MASSIFS DE BORDURE ENTRE CALAS ET TRETS

Sous une couverture épaisse de sédiments (morts-terrains), les campagnes de reconnaissance ont mis en évidence la complexité structurale de ce grand bassin. Une zone tectoniquement perturbée subdivise le bassin en deux unités : l'unité de Gardanne et l'unité de l'Etang-de-Berre. Les failles qui l'affectent, notamment la faille de Meyreuil, sont d'orientation N 0° à N 30° et se situent dans le prolongement de la faille de la Durance. Dans cette zone la grande Mine se situe à une profondeur de plus de 1200 m et la structuration du Fuvélien est encore mal définie.

A l'Est l'unité de Gardanne est insérée entre le massif chevauchant de la Ste Victoire au Nord et la nappe de l'Etoile au Sud ; plus à l'Est la bordure du bassin est constituée par le chevauchement de l'Olympe-Aurélien*. Entre l'Etoile et l'Olympe se trouve le massif autochtone du Regagnas (autochtone : en place).

Au Sud, le lambeau de Gardanne (charrié), est limité dans sa partie nord par la faille de Diote et s'enfonce au Sud sous le chevauchement de l'Etoile (cf. coupes, fig.2 et 3) (faille du Safre).

Dans l'Unité de Gardanne les couches plongent du Sud vers le Nord (en fait elle fait partie du flanc nord d'un anticlinal** centré sur le massif du Regagnas). L'axe du synclinal se dessine à l'emplacement du Cengle, au-delà duquel la structure se redresse brutalement à l'approche de la Ste Victoire.

A l'Ouest, l'unité de l'Etang-de-Berre occupe également une structure synclinale, orientée Est-Ouest, entre deux chaînes anticlinales complexes, celle de la Fare au Nord et celle de la Nerthe au Sud, de même orientation.

Dans le secteur de la Fare et de Coudoux, le Turonien, le Santonien, le Valdonnien et le Fuvélien affleurent sur les calcaires urgoniens et disparaissent à l'Est sous l'Oligocène du bassin des Milles. Ces formations crétacées plongent régulièrement vers le Sud sous le plateau du Grand Arbois et le plateau de Vitrolles et conservent des caractéristiques lithologiques voisines de celles connues dans l'unité de Gardanne. Les épaisseurs subissent par contre d'importantes variations.

On note cependant l'intercalation d'argiles bariolées dans le Fuvélien (30 m à l'affleurement) ainsi que la présence de couches de lignite exploitées par puits jusqu'en 1948, dans le secteur de Coudoux-La Fare-les-Oliviers.

* Massifs déplacés

** Anticlinal : schématiquement une structure en forme de dôme.

Au Sud des plaines de Velaux et de Ventabren qui bordent la vallée de l'Arc, affleurent le Rognacien (entre Velaux et Rognac) ainsi que les calcaires éocènes qui occupent le plateau du grand Arbois (Fig. 5).

La structure profonde de cette unité est monoclinale*, à plongement régulier du Nord vers le Sud ; la couche de la grande Mine se situe à plus de 1000 m de profondeur sous le plateau d'Arbois.

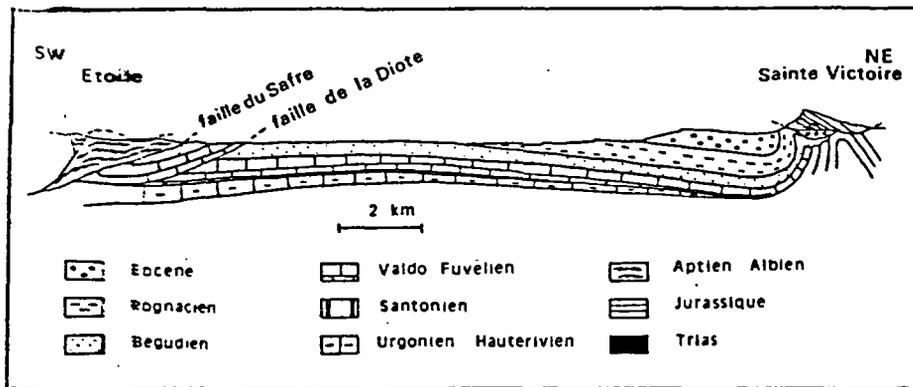
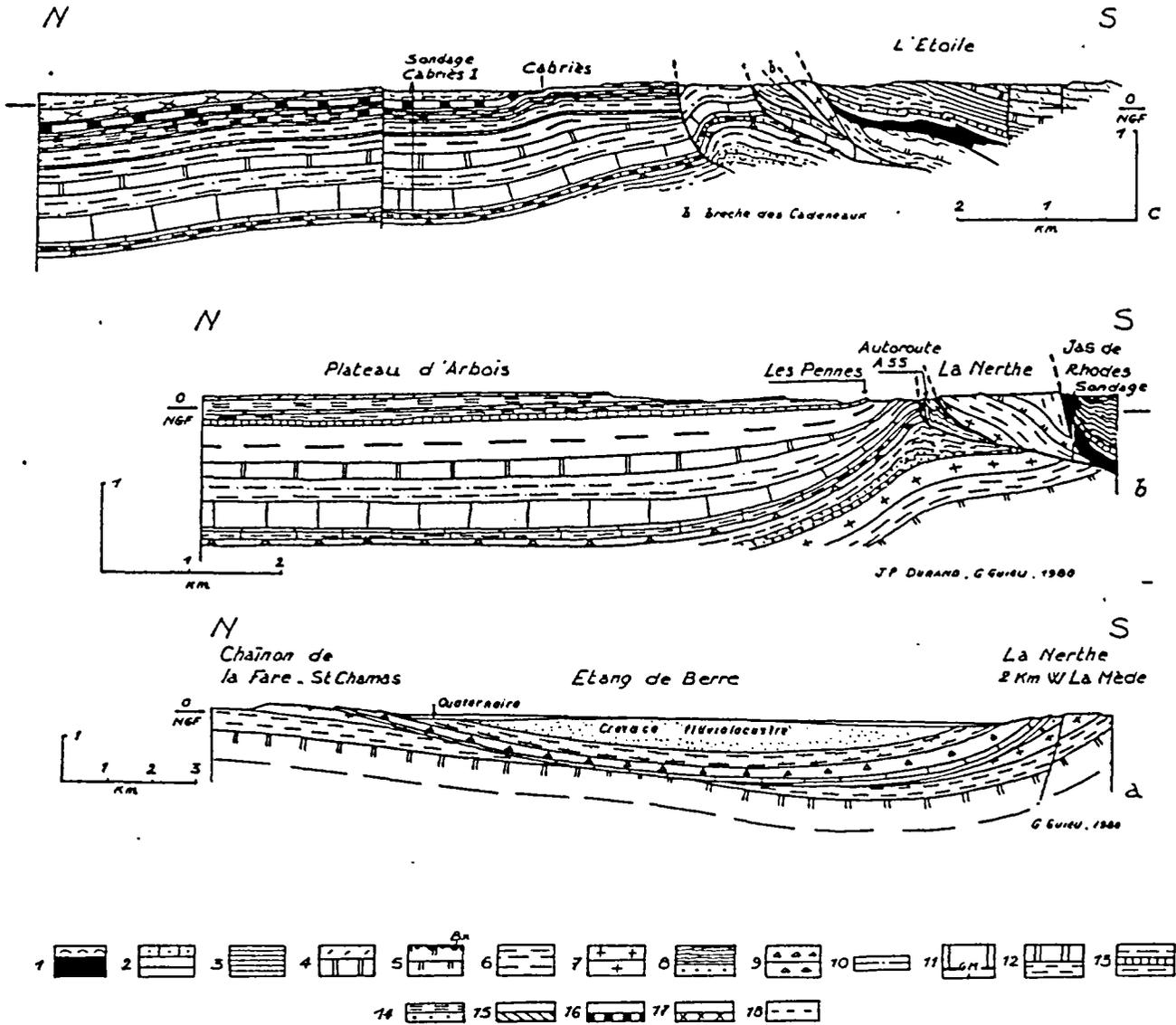


Fig.2 - Coupe géologique transversale du bassin de Gardanne

* Monoclinale : à une seule pente



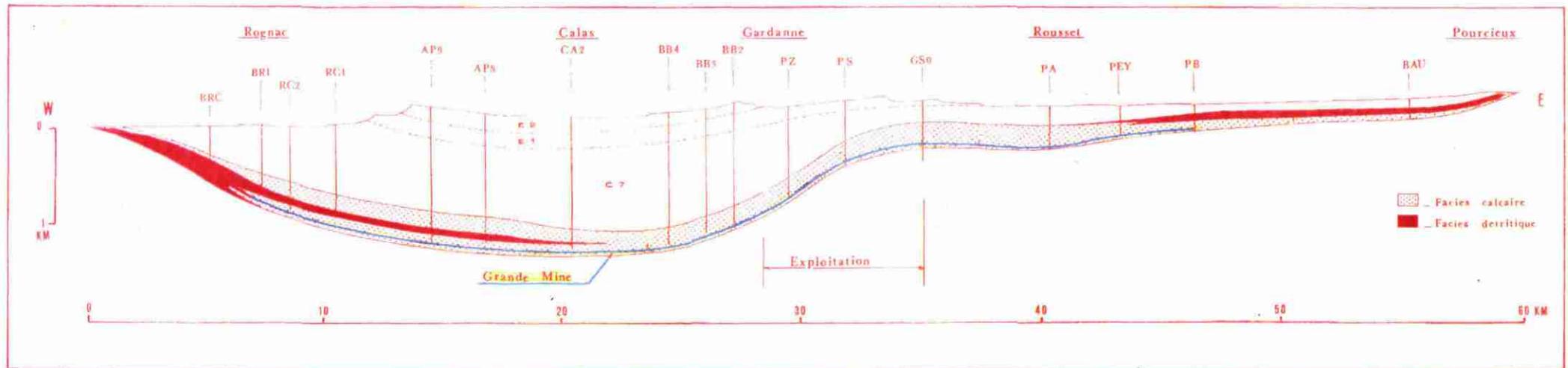
Légende

- 1 : Trias et Rhétien. 2 : Lias dolomitique et calcaire. 3 : Dogger. 4 : Kimmeridgien calcaire et dolomitique. 5 : Jurassique supérieur calcaire ; Bx : bauxite. 6 : Néocomien. 7 : Urgonien. 8 : Aptien (Bédoulien et Gargasien) et, dans l'Etoile, Albien pro parte. 9 : Crétacé supérieur marin. 10 : Valdonnien. 11 : Fuvélien (GM : Grande Mine). 12 : Bégudien inférieur et supérieur. 13 : Rognacien inférieur, barre de Rognac. Rognacien supérieur. 14 : Montien : barre de Vitrolles. 15 : Thanétien : barre de Meyreuil. 16 : Sparnacien : calcaire de Saint-Marc. 17 : Lutétien : calcaire du Montaiguet. 18 : Oligocène.

Fig. 3 - Coupes dans la bordure méridionale du bassin de la Nerthe à l'Etoile d'Ouest en Est

Fig. 4

VARIATIONS DE FACIES ET D'ÉPAISSEUR DU FUVÉLIEN DU SYNCLINAL DE L'ARC



M. DURAND, G. QUICLO, MONTAUDO.
Révisé au cours de rédaction.



Fig. 5 - Carte des isopages de l'ouverture de la couche Grande Mine

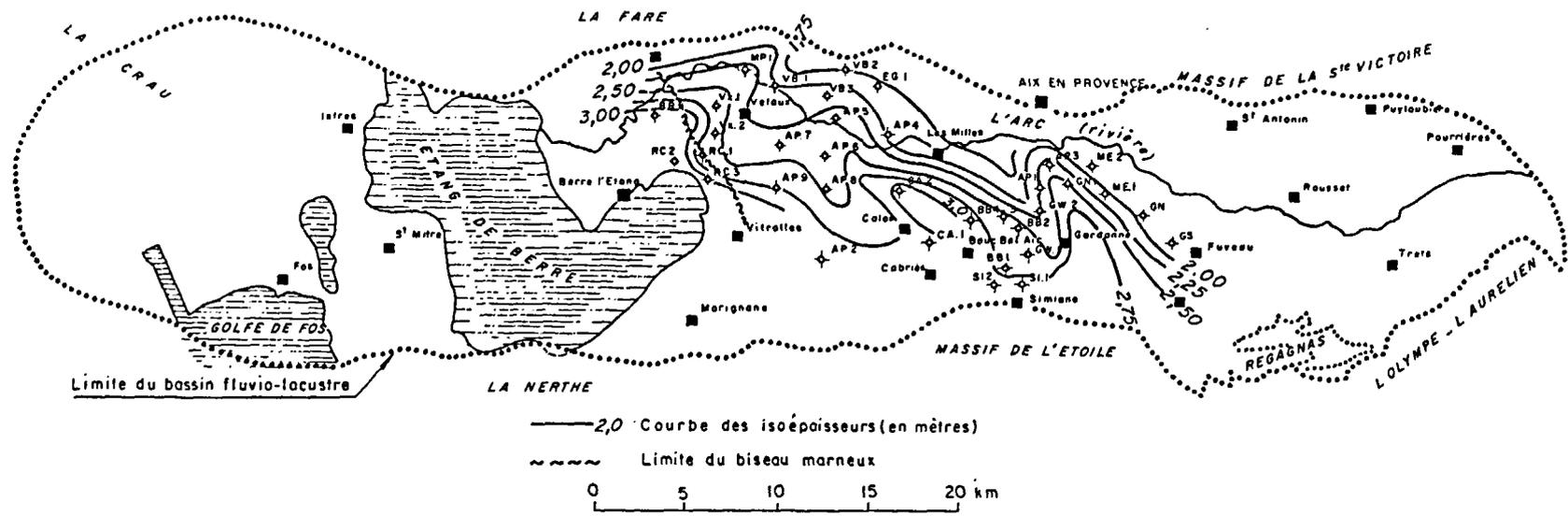


Fig. 6 - Carte des isopaches du lignite cumulé de la couche Grande Mine

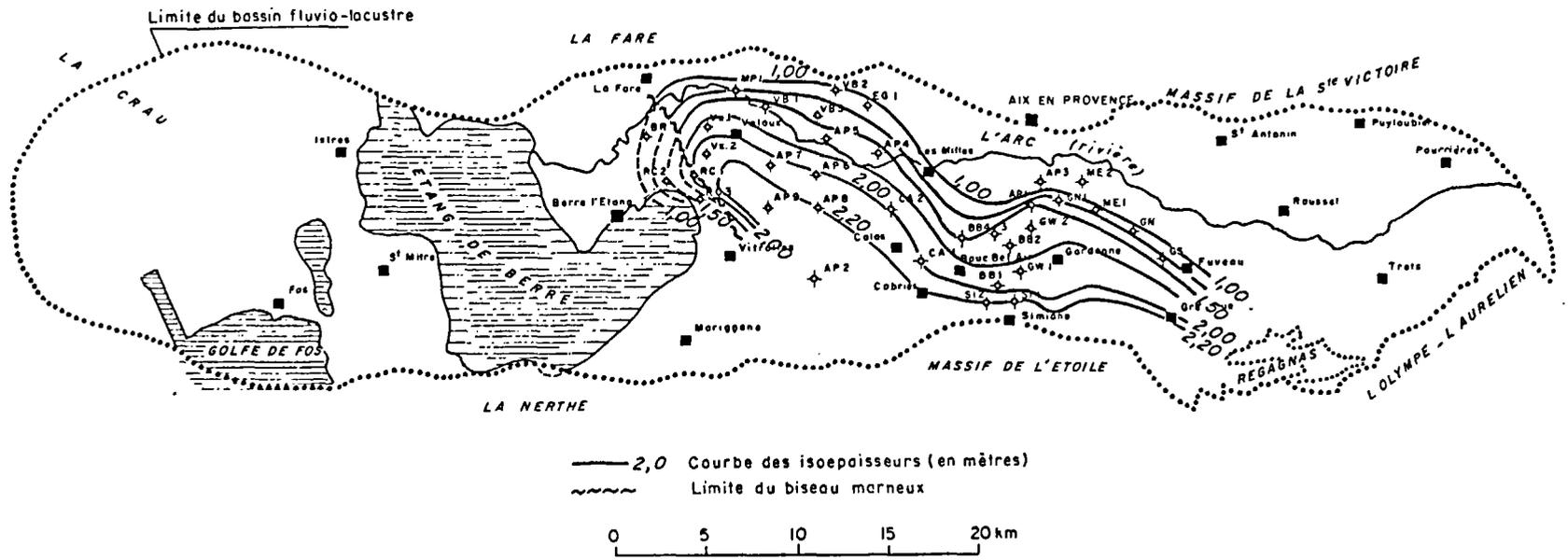
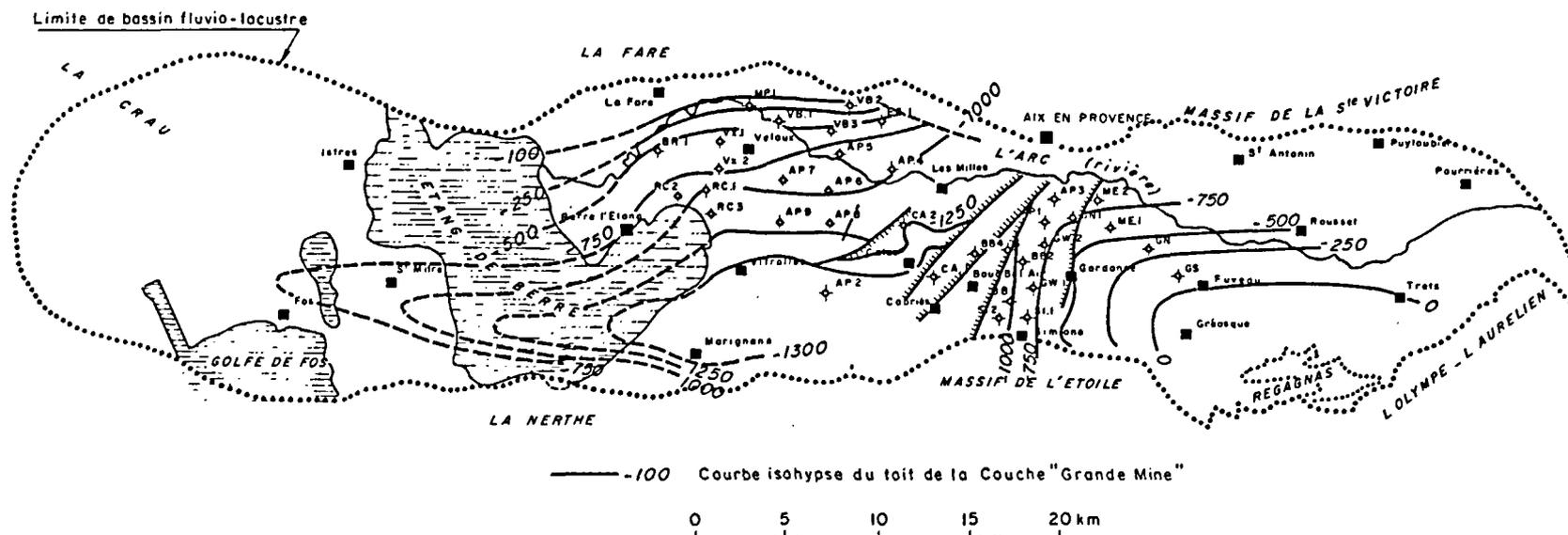


Fig. 7 - Carte structurale du toit de la couche Grande Mine



3.4. Données hydrologiques et hydrogéologiques (Pl. H.T1 et 2)

Le bassin versant de l'Arc, d'une superficie globale de 740 km², est limité au Nord par le chaînon de la Fare ainsi que par la montagne de la Ste Victoire et s'ouvre à l'Ouest sur l'Etang-de-Berre.

L'Arc se jette dans l'Etang-de-Berre qui communique avec la mer par l'étroit canal de Caronte. Au débouché du bassin d'Aix (plaine des Milles), l'Arc recoupe en gorges étroites le massif calcaire Realtor, puis la vallée s'ouvre largement au Sud du massif de la Fare. Le débit minimum de l'Arc est de 2 m³/s, mais les crues sont parfois importantes (130 m³/s en décembre 1960).

Le canal de Marseille (prise en Durance) arrive dans la zone de l'Etang-de-Berre à l'Est de Coudoux, traverse la partie nord du plateau d'Arbois, puis franchit les reliefs par des souterrains et alimente le bassin du Réaltor.

Le rôle hydrologique le plus important est joué par les dolomies et calcaires du Jurassique et de l'Urgonien qui renferment des ressources importantes et exploitables mais d'accès difficile. Par contre l'hydrogéologie du Fuvélien conditionne les conditions d'exploitation du bassin charbonnier.

3.4.1. Rôle des eaux souterraines dans les exploitations

Les premières exploitations ont été effectuées dans la partie orientale du bassin où le Fuvélien affleure (Regagnas) ; elles ont rapidement été limitées par l'importance des venues d'eau, malgré la réalisation de longues galeries de drainage évacuant les eaux au niveau de l'Arc. L'exploitation s'est donc déplacée vers l'Ouest où, sous la couverture du Crétacé supérieur, les travaux ont pu se développer avec des venues d'eau beaucoup moins importantes. L'évacuation des eaux a toujours pu être assurée, d'abord par exhaure au jour, puis par la "galerie de la Mer", longue de 14 km et qui, passant sous la chaîne de l'Etoile, débouche dans les ports nord de Marseille. Le débit de colature du bassin incluant les venues des "vieux travaux" du Regagnas est de 150 l/s environ ; il faut y ajouter les débits pompés dans les travaux situés à une côte inférieure à celle de la galerie (de l'ordre de 200 l/s). C'est la crainte de la rencontre de venues d'eau importantes en direction de ces "vieux travaux" qui a toujours limité vers l'est les exploitations actuelles.

Par ailleurs dans ce secteur la présence, sous le remplissage continental du bassin, d'un magasin aquifère très important - et naturellement en charge - dans la série calcaro-dolomitique marine, (Crétacé inférieur Jurassique supérieur) constitue une menace dont il a toujours fallu tenir compte : l'aventure du puits de l'Arc envahi, en 1918, à 425 m alors qu'il avait atteint la "Grande Mine" dans le Fuvélien, par une venue d'eau de 1,5 m³/s avait montré que des communications pouvaient exister entre Jurassique et Fuvélien ; l'étude hydrochimique permet en effet de différencier les eaux du fuvélien et celles du Jurassique et de considérer comme quasi certaine l'origine jurassique des eaux du puits de l'Arc.

A l'Ouest du secteur du Regagnas la présence de Néocomien marneux au-dessus du Jurassique permet de ne plus prendre en compte cette menace et de ne se préoccuper que des circulations existant dans le Fuvélien et sa couverture.

3.4.2. Caractéristiques hydrogéologiques du Fuvélien et des terrains sous-jacents

Le Fuvélien dans le Bassin de Gardanne

Selon les conditions qui ont été rencontrées dans le secteur des "Vieux Travaux" (Regagnas), on distingue ainsi plusieurs zones de l'Est à l'Ouest :

- entre Peynier et Trets, les travaux miniers n'ont rencontré dans le Fuvélien que des circulations relativement peu importantes, évacuées par galerie ;

- entre Fuveau et Peynier les travaux ont dû être très vite abandonnés à cause de l'importance des venues d'eau. Celles-ci sont liées à l'existence de fractures ouvertes en surface, ou "partens", se prolongeant en profondeur jusqu'au niveau des exploitations ; il n'y a pas de rejet, ou de très faible valeur. Les eaux de ruissellement s'infiltrent ; les couches de charbon, assez sulfureuses (présence de pyrite), s'altèrent au contact de l'eau ; le toit et le mur des couches sont disloqués dans les zones appelées moulières. Ces accidents sont orientés de NNW-SSE à SSW-NNE et disposés en étoile sur la périphérie du bombement jurassique ; ils seraient en liaison avec des phénomènes de distension de la couverture du Jurassique.

Lorsqu'on a tenté, à l'origine, de mettre en exploitation la partie occidentale de cette zone, on s'est heurté à des venues d'eau très importantes qui amenèrent à établir une galerie d'exhaure, dite de Fuveau, débouchant à la cote 230. Le débit moyen paraît avoir été voisin de 300 l/s et avoir pu atteindre 1250 l/s en période pluvieuse. Malgré cette galerie l'exploitation n'a jamais pu s'étendre vers l'Est en raison de l'importance des venues d'eau.

- entre Gardanne et Fuveau (zone de Gréasque) s'étendent les exploitations actuelles ; celles-ci n'ont pu se développer qu'en isolant par barrages les anciens travaux s'étendant à l'Est de Gréasque et drainés à l'origine par la galerie de Fuveau.

Les venues d'eau déterminées sont peu importantes : elles sont évacuées directement par la galerie de la Mer. Celle-ci collecte également les venues d'eau en provenance des anciens travaux de Gréasque (dont les débits sont contrôlés à volonté) et celles (une trentaine de l/s) venant des travaux de l'écaille de Gardanne (pli couché pris sous le chevauchement de l'Etoile).

Dans cette zone, à l'Est de Gardanne, existe une série de puits naturels paraissant résulter d'effondrements anciens dans des niveaux où se seraient créés des vides importants par dissolution (calcaires jurassiques ?) et qui se seraient répercutés jusqu'à la surface dans les couches de couverture (Fuvélien et Bégudien), mais ces puits naturels ne seraient pas, au contraire de ce qui se passe plus à l'Est, en communication avec des circulations d'eau importantes. C'est l'argument sur lequel s'appuyait A. VANDENBERGHE (op. cit.) pour émettre l'hypothèse que, dans cette zone, le karst jurassique sous-jacent était colmaté.

Cependant dans ce secteur (division de Gréasque) les travaux à la cote - 90 ont provoqué en 1934 une venue d'eau importante (570 l/s) liée à une fracture. Ce débit était tombé à 83 l/s un mois plus tard. Une autre fut provoquée en 1942 (167 l/s) dont le débit baissa rapidement.

Le Fuvélien dans la région de l'Etang-de-Berre

A l'Est du méridien de Ventabren le Fuvélien est calcaire. Si aux sondages Ca.1 et Ca.2 (fig.7) on n'a observé ni perte ni venue d'eau, conséquence d'une fissuration constatée comme peu importante, dans le centre du bassin par contre, plus à l'Ouest, au sondage à AP.2 (fig.7) sous le plateau du Réaltor, ont été constatées des venues d'eau et des pertes. A l'Ouest de Ventabren une épaisseur importante d'argiles s'intercale dans les calcaires fuvéliens. Les sondages VB.1 et MP.1 (fig.7) n'ont constaté ni venue d'eau, ni perte de boue dans les calcaires, mais les anciens travaux miniers dans le secteur de Coudoux ont rencontré des venues d'eau (niveau piézométrique probable à une cote voisine de celle de l'Arc).

En conclusion on peut dire que le Fuvélien est probablement toujours aquifère avec circulations préférentielles dans les zones tectonisées, notamment au voisinage des grands accidents (faille méridienne, faille de Meyreuil) et le long de la bordure redressée du bassin (Coudoux). Il semble aussi qu'il y ait accroissement de l'importance des venues d'eau dans l'axe du synclinal du bassin de Gardanne.

L'extension vers l'Est de l'exploitation du bassin lignifère de Fuveau a de tout temps été freinée par des venues d'eau importantes à l'Est du méridien de Gréasque*. Ces venues d'eau paraissent liées, au moins en partie, à l'existence de fractures ouvertes en surface (affleurements du Fuvélien) se poursuivant en profondeur.

Des exploitations minières souterraines ont dû être autrefois abandonnées à la suite de venues d'eau :

- entre Peynier et Trets, circulation peu abondante dans le Fuvélien (6 l/s) ;

- entre Fuveau et Peynier, venues d'eau très importantes liées à des fractures ouvertes (partens) se prolongeant jusqu'au niveau des exploitations ; débit infiltré voisin de 120 l/s ;

- entre Gardanne et Fuveau (exploitations actuelles) : venues peu abondantes ; elles sont évacuées à la mer par un ouvrage souterrain de 14 km débouchant au Nord de Marseille (galerie de la mer).

Différentes études ont été effectuées par les Houillères de Provence pour résoudre le problème de l'origine de ces venues d'eau : études hydrogéologiques, analyses chimiques, jaugeages et études structurales, géophysiques et photogéologiques ; à la suite de ces différentes études, deux importants sondages furent exécutés près de Gardanne : l'un au Nord-Ouest, l'autre au Sud-Ouest du méridien de Gréasque, au-delà duquel se produisent les venues d'eau (913 et 635 m). Ils ont atteint le Néocomien argilo-calcaire sans pouvoir toucher le Jurassique. Ces sondages ont mis en évidence la présence de l'Urgonien dans la partie méridionale du bassin, l'existence de nappes captives dans le Bégudien et l'indépendance des eaux du Fuvélien, du Bégudien et de l'Urgonien.

Le Valdonnien, le Santonien et le Coniacien dans le bassin de Gardanne (marnes, grès et calcaires) ont été traversés sans pertes ni venues d'eaux par les sondages.

Dans la région de l'Etang-de-Berre, les marnes sableuses et calcaires marneux du même âge ne sont perméables qu'en bordure du bassin au voisinage des affleurements.

L'Urgonien et le Jurassique supérieur sont représentés par des calcaires et de dolomies.

* Puits de l'Arc, 425 m de profondeur : venues d'eau de 1,5 m³/s. Les risques de venues d'eau de cet ordre empêchent les exploitations actuelles de s'étendre à l'Est de Fuveau.

Les débits du puits de l'Arc (420 l/s en essai de débit de longue durée 300 l/s en exploitation) sont importants et la température (18°) est supérieure à la normale régionale (14°).

Les débits s'expliquent par la grande extension des affleurements des calcaires et dolomies du Jurassique supérieur (et de sa couverture crétacée calcaire) au Nord et au Nord-Est du bassin de Gardanne (massif de la Sainte-Victoire, Bois de Concors et de la Gardiole, forêt de Pourrières). Les exutoires de ces massifs se situent dans la vallée de la Durance (sources de Meyrargues) et en tête du bassin de l'Argens à l'Est (source de l'Argens), mais l'établissement de bilans amène à penser qu'une partie de l'eau infiltrée sur l'impluvion calcaire ne se fait pas jour et peut être drainée par un paléokarst dans le Jurassique sous-jacent aux sédiments crétacés du bassin de Gardanne vers des exutoires plus lointains (sources sous-marines).

Les deux sondages Gardanne nord et sud (1965) ont été exécutés pour étudier les circulations dans les niveaux calcaires infra-fuvéliens, et dans l'Urgonien et surtout le Jurassique supérieur.

Dans l'Urgonien des venues d'eau ont été mises en évidence dans les deux sondages ; elles sont plus importantes à Gardanne sud. Les niveaux piézométriques seraient voisins de + 191 à Gardanne nord et + 174 à Gardanne sud (T° 31, 6° et 37°,7).

De plus à l'Ouest du méridien de Fuveau ont été mis en évidence les rôles d'écran joués d'une part par le Valdonnien argileux entre le Fuvélien et l'Urgonien, et d'autre part par le Néocomien marno-calcaire entre l'Urgonien et le Jurassique. Ceci établit l'indépendance des circulations dans le Fuvélien - liées aux seuls affleurements de cet étage - par rapport à des venues possibles de l'Urgonien (présence du Valdonnien) et, a fortiori, du Jurassique du fait de la présence du Néocomien. Il n'est plus besoin de faire appel à un colmatage d'un karst jurassique dans la moitié occidentale du bassin de Gardanne.

Les premiers résultats d'études en cours, par analyses isotopiques, sur le régime des eaux karstiques de la région Aix-Marseille apportent également un argument en faveur d'une origine jurassique des eaux du puits de l'Arc : la teneur en oxygène 18 et en deutérium conduit à attribuer à l'aire d'infiltration une altitude de 670 m, ± 50 m environ, ce qui correspond à la partie orientale du massif de la Sainte-Victoire.

3.4.3. Caractéristiques hydrogéologiques des terrains de couverture

Le Rognacien et le Bégudien sont compacts, non tectonisés* ; entre Fuveau et Gardanne, le Bégudien s'est cependant révélé aquifère et artésien.

* Tectonisé : affecté par des déformations.

Dans le Bégudien, les calcaires ou les grès sont le siège de circulations aquifères du fait de leur bonne perméabilité ; les puits sont nombreux et les sources, peu nombreuses, à débit faible et irrégulier drainent par les bancs gréseux intercalés dans la série :

- source : (plus importante) 20 l/s au Nord-Ouest de Fuveau et au contact du calcaire de Rognac.

Dans l'unité de Gardanne, les calcaires éocènes de Montaiguet, de St Marc, de Meyreuil et de Vitrolles, en position topographique élevée, nourrissent quelques sources en leurs points bas d'affleurement. Ils sont drainés par les vallées de l'Arc, Luynes, Grand Vallat, vers la cote 130. Traversés par quelques sondages (ME.2, AP.3, AP.1, GW.2, BB.2, partie septentrionale où ME.2 et AP.3 ont traversé les calcaires lutétiens en perte totale avec karst ouvert (fig.7).

En conclusion (planches hors texte 1-2) :

A l'Ouest du méridien de Fuveau, été mis en évidence le rôle d'écran joué, d'une part, par le Valdonnien argileux entre le Fuvélien et l'Urgonien, et d'autre part, le Néocomien marno-calcaire entre l'Urgonien et le Jurassique ; ceci établit donc l'indépendance des circulations dans le Fuvélien, essentiellement liées aux seuls affleurements de cet étage, une suralimentation par le Jurassique du Régagnas étant possible grâce aux fractures affectant le recouvrement.

Il existe, en effet, probablement dans le Jurassique, sous la couverture crétacée, une circulation karstique au sein d'un paléokarst alimenté par les affleurements calcaires du massif de la Ste Victoire et du Régagnas.

Des circulations profondes (dans le Jurassique) seraient à l'origine des eaux rencontrées par le puits d'exploitation minière de l'Arc et utilisées pour l'alimentation de la centrale thermique, de l'usine Péchiney de Gardanne.

A l'Ouest de la faille méridienne, dans l'unité de l'Etang-de-Berre les calcaires éocènes, plus élevés qu'à l'Est (dans l'unité de Gardanne), sont karstifiés et permettent les circulations de nappes souterraines sous le plateau d'allure tabulaire du Grand Arbois. Les sondages BB.4 et CA.1, sur la bordure sud du bassin ont cependant traversé l'Eocène sans pertes ni venues d'eau. Par contre, les sondages AP.7 et AP.8 ont subi des pertes importantes de circulation lors de la traversée à faible profondeur (< 100 m) des calcaires thanétiens.

Le sondage CA.2, plus septentrional (sur le Grand vallat à 3 km de son confluent avec l'Arc) a traversé un Lutétien aquifère (faible débit) et, dans les calcaires de Vitrolles, rencontré une venue d'eau thermique (30°) très minéralisée (950 mg/l de Cl et 300 mg/l de SO₄) en charge, avec un niveau hydrostatique voisin de la cote 121. Cette venue d'eau ne provient pas des affleurements du massif de Réaltor à l'Ouest drainé sur

sa bordure sud occidentale, notamment par la source de l'Infernet à la cote 106 ; elle paraît devoir être mise en liaison avec un "tronc thermal" situé au Nord, sur le chevauchement nord provençal et dont la source Sextius à Aix (T° 34°, NH 196) est une manifestation. A partir de ce tronc thermal, il y aurait cheminement vers le Sud dans les calcaires de Vitrolles. La minéralisation proviendrait des sédiments argilo-gypseux encaissants (circulations lentes et à température élevée).

Sur le flanc sud du massif calcaire de la Fare (Urgonien) existe l'importante source de Calissanne (600 l/s) mais à teneur élevée en NaCl (plus de 600 mg/l), des circulations d'eau souterraines pourraient être en relation avec le Trias.

Les collines de Vitrolles et leurs abords renferment quelques émergences : sources de la Cadière (ou de l'Infernet), source de Ste Marthe, source de Font Marignane, dépendant aussi du bassin versant de l'Etang-de-Berre.

Rappelons enfin, que lors du creusement du puits St Michel les travaux ont été perturbés par une venue d'eau salée. Rappelons par ailleurs, que le filtrat de la boue recueillie lors de la foration du Fuvélien du sondage CA.2, a été également légèrement salée (655 mg/l de chlorures).

Le rôle d'écran du Valdonnien argileux a été vérifié (sondage EG.1) ; cette formation constitue un écran imperméable, mettant à l'abri les futures exploitations de venues d'eau à partir de l'Urgonien.

En résumé, chaque ensemble calcaire constitue un système aquifère ayant ses exutoires. Le Fuvélien est probablement légèrement aquifère avec des circulations préférentielles dans les zones tectonisées, au voisinage des failles. Dans le centre du bassin de l'Etang-de-Berre, on constate des venues d'eau et des pertes (AP.2) ; dans d'autres sondages (CA.1, CA.2) ni pertes, ni venues d'eau n'ont été constatées dans le Fuvélien, conséquence d'une fissuration peu importante.

4. LES ROCHES SEDIMENTAIRES

4.1. Généralités

Les roches sédimentaires s'opposent, par la plupart de leurs caractères, aux roches éruptives (ou endogènes). Elles sont formées à la surface de la Terre, sur le sol ou au fond des eaux et résultent de l'action des agents d'érosion et de transport, de l'activité des êtres vivants ou de phénomènes purement physiques ou chimiques. On les appelle roches exogènes. Ce ne sont pas des roches originelles et la croûte terrestre primitive ne comprenait aucune roche sédimentaire.

Certaines roches, telles les argiles et les grès, proviennent de la dégradation des roches éruptives ou métamorphiques*. D'autres, comme la plupart des calcaires, le pétrole, le charbon n'ont pu se former qu'après l'apparition de la vie sur la Terre.

Presque toutes les roches sédimentaires résultent d'une longue transformation du dépôt (appelé sédiment) qui leur a donné naissance. Cette transformation, appelée diagenèse, n'efface pas cependant les caractères des roches sédimentaires tels que leur structure (ou stratification) et la présence de fossiles.

On peut classer les roches sédimentaires selon 3 critères :

- le milieu de dépôt,
- leur origine,
- leur composition chimique.

■ *Milieu de dépôt :*

- marin : calcaires à Nummulithes, à entroques
- lacustre ou lagunaire : calcaire à limnées, charbon, gypse
- continental : tillites, loess, grès dunaires.

■ *Origine*

- détritique : destruction de roches préexistantes (sables, conglomérats, grès),
- organique : accumulation d'organismes morts (charbon, faluns) ou édification par des organismes vivants (coraux, calcaire d'algues),
- chimique : précipitation de substance en solution (silex, sel gemme, phosphates).

NB. Une même roche peut avoir plusieurs origines. Par exemple :

la craie : organique (accumulation de tests)
chimique (précipitation de carbonate et de silice)
détritique (présence de grains de sable, de minéraux lourds, de glauconie).

Ainsi de nombreuses roches à la genèse desquelles participent des organismes ont une origine biochimique.

* Roche métamorphique : roche résultant de la transformation d'une roche sédimentaire ou éruptive par une augmentation de température et/ou de pression

Roche éruptive : roche provenant du manteau (région profonde magmatique) du globe terrestre.

■ *Composition chimique*

- les roches siliceuses
- les roches carbonatées
- les roches argileuses
- les roches salines ou évaporites
- les roches phosphatées
- les roches ferrifères
- les roches carbonées auxquels appartient le charbon.

4.2. Le charbon

a) Les combustibles minéraux

On subdivise généralement les combustibles minéraux en trois grandes catégories : les charbons, les schistes bitumineux et les pétroles.

Le groupe des charbons comporte les tourbes, les lignites, les houilles et les anthracites.

Les charbons sont des roches solides caractérisées par une forte teneur en carbone (55 à 95%) libre ou combiné en composés organiques combustibles.

H. POTONIE (1920) a proposé la classification des combustibles suivante :

- les sapropélites : combustibles formés d'organismes inférieurs, surtout aquatiques (plancton) dont la matière organique a une forte teneur en graisses et protéines, qui ont subi la bitumisation. Les pétroles et les schistes bitumineux dériveraient des roches initiales ou sapropèles qui, se transformeraient en saprocols ou sapropélites.
- les charbons humiques constitués essentiellement par les végétaux supérieurs terrestres, à forte teneur en hydrates de carbone. Ils correspondent, en gros, à nos charbons (de la tourbe à l'anthracite). Le charbon de l'Arc appartient à cette catégorie.
- les liptobilithes : résines, cires résultant de la décomposition des végétaux dont seules les résines ont résisté.

b) Notion de type

Le type d'un charbon nous est donné par le nom du macéral qui caractérise sa constitution pétrographique.

Les macéraux (pluriel de macéral) sont les constituants élémentaires fondamentaux des charbons comme les minéraux sont ceux des autres roches. Le terme macéral provient de la contraction de macération (des tissus végétaux) et de minéral.

Les macéraux sont caractérisés par leur nature chimique et/ou biologique.

c) Houillification et notion de rang (fig. 8)

La houillification correspond à l'évolution thermique d'un charbon. Du point de vue géochimique elle se traduit essentiellement par l'enrichissement relatif en carbone, en même temps qu'il y a diminution des matières volatiles, de l'hydrogène et de l'oxygène ; et par une augmentation du pouvoir calorifique. Les caractères des macéraux sont modifiés : couleur, anisotropie optique, dureté, résistance mécanique et augmentation du pouvoir réflecteur...

Le rang d'un charbon est le degré de houillification atteint par celui-ci au cours de sa maturation. Il faut se rappeler que le type et le rang sont des concepts bien distincts et indépendants.

On invoque généralement pour expliquer le processus de houillification l'enfouissement, la température et le temps. C'est le rang de houillification qui détermine le passage progressif du stade de tourbe aux stades lignite, houille, anthracite.

* La qualité du charbon

Le lignite fuvélien ou "flambant de Provence" contient en moyenne (les résultats des analyses sont très variables), pour une teneur en cendre de 10%, 38% de matières volatiles ; le pouvoir calorifique inférieur pour des produits lavés est de l'ordre de 5700 calories/gramme.

Le lignite contient du soufre dont la teneur est variable (inférieure à 5%) ; le soufre se trouve sous forme de pyrite mais surtout sous forme de composés organiques relativement stables. Le lignite se caractérise également par une quantité très faible de silice et par une matière minérale constituée principalement de carbonates.

L'analyse des carottes de sondages a permis de mettre en évidence une grande similitude entre le lignite actuellement exploité à Gardanne et celui reconnu dans la zone nord-ouest du bassin de l'Arc.

Les paramètres de houillification

Main parameters in coalification

(after STACH'S textbook, modified; Sovietic scale after KOUZNETSOVA et al., 1976)

| COAL RANK | | | C % | H ₂ O % | V.M. % | R _o % | TAI (E.C.) | Soor. FLUC max nm | LOM | Hydrocarbons generation | | | | | | |
|--------------------|----------------|--------------------|--------|-----------------------|-----------|---------------------|---------------------|------------------------------|-----|----------------------------|-----------------|-----|------|---|----|-----|
| U S A | USSR | GERMAN | | | | | | | | Coals | Source Rocks | | | | | |
| Peat | | Peat | 60 | 75 | 70 | .20 | 1 | 500 600 | 0 | | | | | | | |
| Lignite | B ₁ | soft | 60 | 35 | 60 | .30 | (2) | 590 630 | 2 | Early "diagenetic" | Gas | | | | | |
| | | mat | | | 56 | 2 | 6 | | | | | | | | | |
| Sub-bitum. | C | Browncal | 71 | 25 | 50 | | | .40 | 2 | 580 | 8 | Gas | Oil | | | |
| | B | | | | brilliant | 46 | .50 | 2.5 | | | | | | | | |
| Bituminous | High Volatile | Hardcoal | 77 | 8-10 | 43 | .60 | (3) | 660 675 | 11 | Wet | Gas | Oil | | | | |
| | | | | | flaming | 40 | | | | | | | .70 | | | |
| | | | | | gas | 37 | | | | | | | 80 | 3 | 10 | Oil |
| | | | | | flaming | 33 | | | | | | | 1. | 4 | 12 | 14 |
| | | | | | gas | 28 | | | | | | | 1.25 | | | |
| M. Vol | J | fat | 22 | 1.50 | (4) | 12 | Gas | | | | | | | | | |
| L. Vol | K | half fat | 19 | 1.60 | 5 | 16 | Catagenetic Dry. | Natural gas | | | | | | | | |
| | OS | lean | 14 | 1.90 | | | | | | | | | | | | |
| Semi | | | 91 | | 12 | 2.1 | 5 | no more visible fluorescence | 14 | Catagenetic Dry. | Natural gas | | | | | |
| Anthracite | T | | | | 10 | 2.3 | | | | | | | | | | |
| Anthracite | PA | Anthracite | 91 | | 8 | 2.6 | 5 | no more visible fluorescence | 16 | Catagenetic Dry. | Natural gas | | | | | |
| | | | | | 6 | 2.9 | | | | | | | | | | |
| Anthracite | PA | | 93.5 | | 5 | 3. | 5 | no more visible fluorescence | 18 | No Economical | Gas | | | | | |
| | | | | | 4 | 3.5 | | | | | | | | | | |
| Meta Anthracite | A | Meta Anthracite | | | 2 | 4. | | | 20 | | | | | | | |

- C Carbon
- H₂O Moisture content
- VM Volatile Matter
- R_o Vitrinite Reflectance in oil
- TAI Thermal Alteration Index
- (E.C.) "Etats de conservation"
- FLUC λ max fluorescence sporinites
- LOM Level of Organic Metamorphism after HOOD et al

Fig. 8 - Les paramètres de houillification

La composition moyenne de charbon de Gardanne est la suivante :
C : 67,4%, H : 4,0%, N : 2,0%, O : 17,8%, S : 4,2%, cendres environ 4%.

L'analyse élémentaire des lavés sur échantillons de carottes des sondages de l'unité de l'Etang-de-Berre a fourni les résultats suivants:

- combustibles : 62,4 - 66,65%,
- hydrogène : 3,8 - 4,5%
- soufre total : 4,1 - 4,9%
- azote : 1,53 - 1,7%

Les résultats de l'analyse des fines brutes sont les suivantes :

- combustibles : 45,5 - 51,4%
- hydrogène : 3 - 3,5%
- soufre total : 3,6 - 4,0%
- azote : 1,9 - 1,35%

* Types de charbon (définis par l'analyse microscopique)

L'analyse microscopique du charbon de l'Arc met en évidence 2 types de charbon :

- 1 charbon riche en tissu végétal ligneux,
- 1 charbon riche en spores et en cuticules (épidermes des feuilles)

Le premier a un aspect lité (avec des alternances brillantes et mates), le second a un aspect homogène, brillant, vitreux.

* Rang du charbon

Nous avons vu que le rang correspond au stade d'évolution du charbon. Il nous permet de dire à quelle catégorie appartient tel ou tel charbon. Les paramètres de mesure de rang sont multiples : teneurs en matières volatiles, en eau, pouvoir réflecteur.

Les mesures effectuées sur le charbon de la Grande Mine permettent de le classer dans la catégorie des lignites brillants à la limite inférieure de la catégorie des houilles (selon des normes françaises).

4.3. Lithostratigraphie du Fuvélien

Nous rappelons ici que le Fuvélien (cf. § précédent) est un sous-étage géologique (ou période) pendant lequel se sont déposés les sédiments calcaires et charbonneux dans le bassin lacustre de l'Arc.

Au Sud de Fuveau, les calcaires ont une épaisseur proche de 250 m; ils sont, généralement, de couleur gris bleu, très pyriteux. Assez durs, ils présentent parfois des niveaux plus tendres, plus marneux (fig.9). On y observe seulement deux niveaux gréseux : un au sommet la "barre jaune" (1 mètre d'épaisseur), un à 50 m dessous la "barre rousse" (0,6 m d'épaisseur). Dans la série calcaire s'intercalent des couches et des veinettes de charbon.

Les calcaires fuvéliens

Toujours légèrement argileux, ils ont un grain très fin. Des débris d'organismes variés sont présents et même très abondants dans certains niveaux : lamellibranches (Unios, genre de moules d'eau douce, Corbicules), ostracodes (arthropodes bivalves).

Le Fuvélien fournit des ossements de crocodiliens et surtout des carapaces de tortues visibles assez souvent dans les tailles des mines de lignite.

Des charophytes (végétaux intermédiaires entre les algues et les mousses) ont joué un grand rôle dans la précipitation de certains calcaires.

La flore est connue par les recherches de G. de SAPORTA et des études palynologiques (de pollen) récentes : entre autres fougères, lotus, eucalyptus, etc.

Les associations de faunes et de flores indiquent un climat relativement chaud et humide, une partie de la flore évoquant la région indo-malaisienne, comme une partie de la faune rappelle celle du Nil ou du lac Tchad.

* Les charbons fuvéliens (cf. Fig.10 à 17)

Les exploitants et les anciens auteurs ont distingué dans les couches de charbon sept ensembles dénommés "mine" des 4 Pans, la "mine" du Gros Rocher, la "mine" de l'Eau, la "mine" des 2 Pans et la "mine" de Gréasque. Plus récemment l'ensemble des Trois Ravettes qui se situe entre la Mauvaise Mine et la "mine" des 4 Pans, a été désigné lui aussi sous le nom de "mine". Les veinules et petits bancs sont nommés "ravettes". Elles sont de faible épaisseur et souvent sans grande continuité latérale. La Grande Mine, couche la plus ancienne, est la seule exploitée depuis 1970.

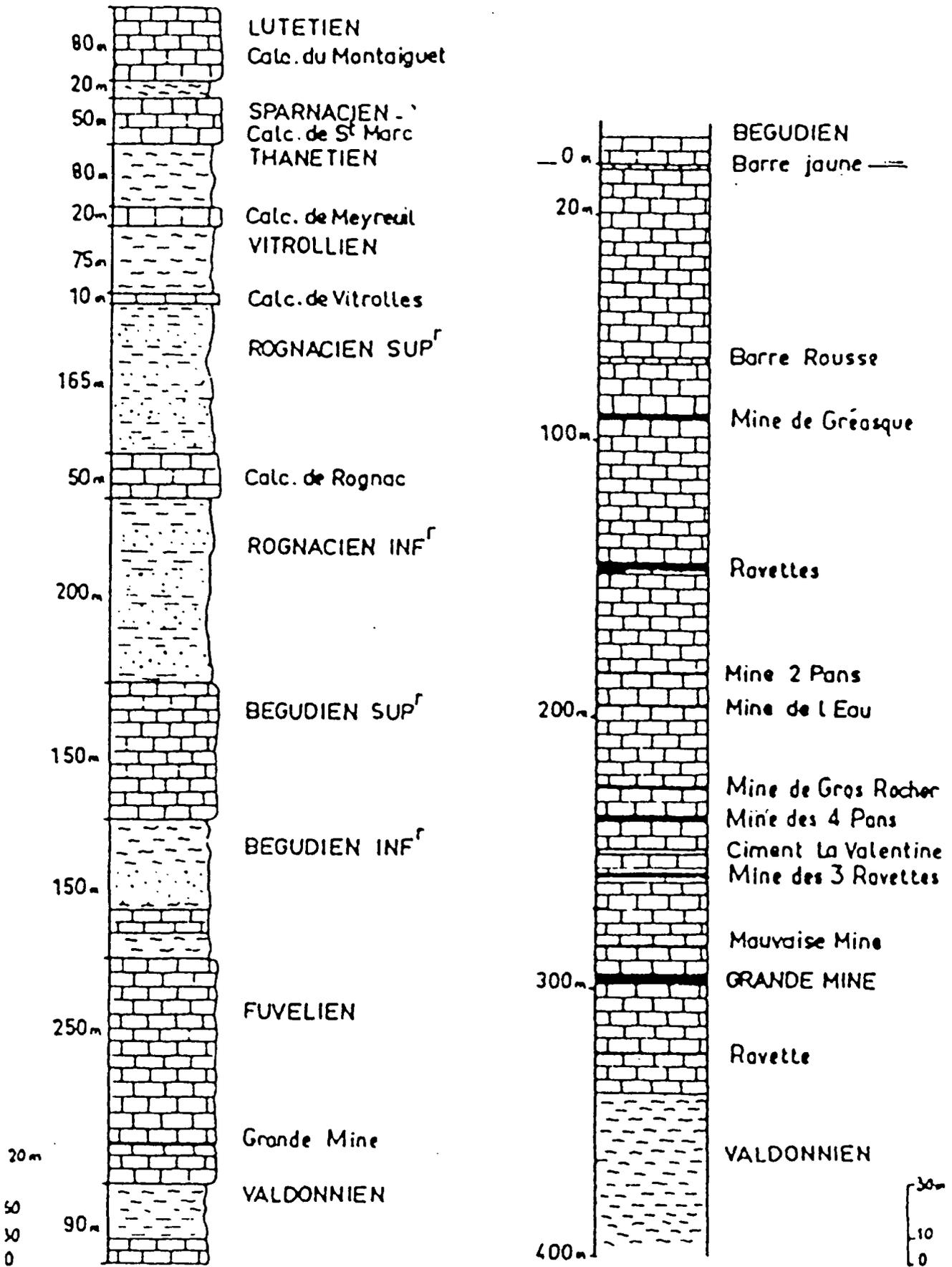


Fig. 9. — Coupes lithostratigraphiques.

Dans la région située au Sud de Fuveau on a de haut en bas sous la "barre jaune" :

- à 50 m la "barre rousse"
- 20 m dessous la couche n°1 : la Mine de Gréasque ou Fuveau (0,9 m)
- 62 m plus bas la couche n°2 : la Mine des 2 Fonds (0,4 m)
- à 7,5 m la couche n°3 : la Mine de l'Eau (0,65 m)
- à 18 m la couche n°4 : la Mine Gros Rocher (0,8 m) avec une grosse intercalation calcaire
- à 7 m la couche n°5 : la Mine des 4 Fonds (0,8 m)
- à 26 m la couche n°6 : la Mauvaise Mine (0,8 m)
- à 7 m la couche n°7 : la Grande Mine (+ 2 m)

Le faisceau des couches entre la Mine de Fuveau et la Grande Mine est de l'ordre de 130 m.

Dans chacune des sept Mines une ou plusieurs intercalations calcaires, souvent très fossilifères, réduisent nettement l'épaisseur utile.

* La Grande Mine

Cette couche de charbon, de beaucoup la plus épaisse, est la seule exploitée actuellement. Sa puissance varie de 1,8 m dans les travaux entre Fuveau et le Plan de Meyreuil jusqu'à 5 m dans le lambeau de Gardanne (Fig.18).

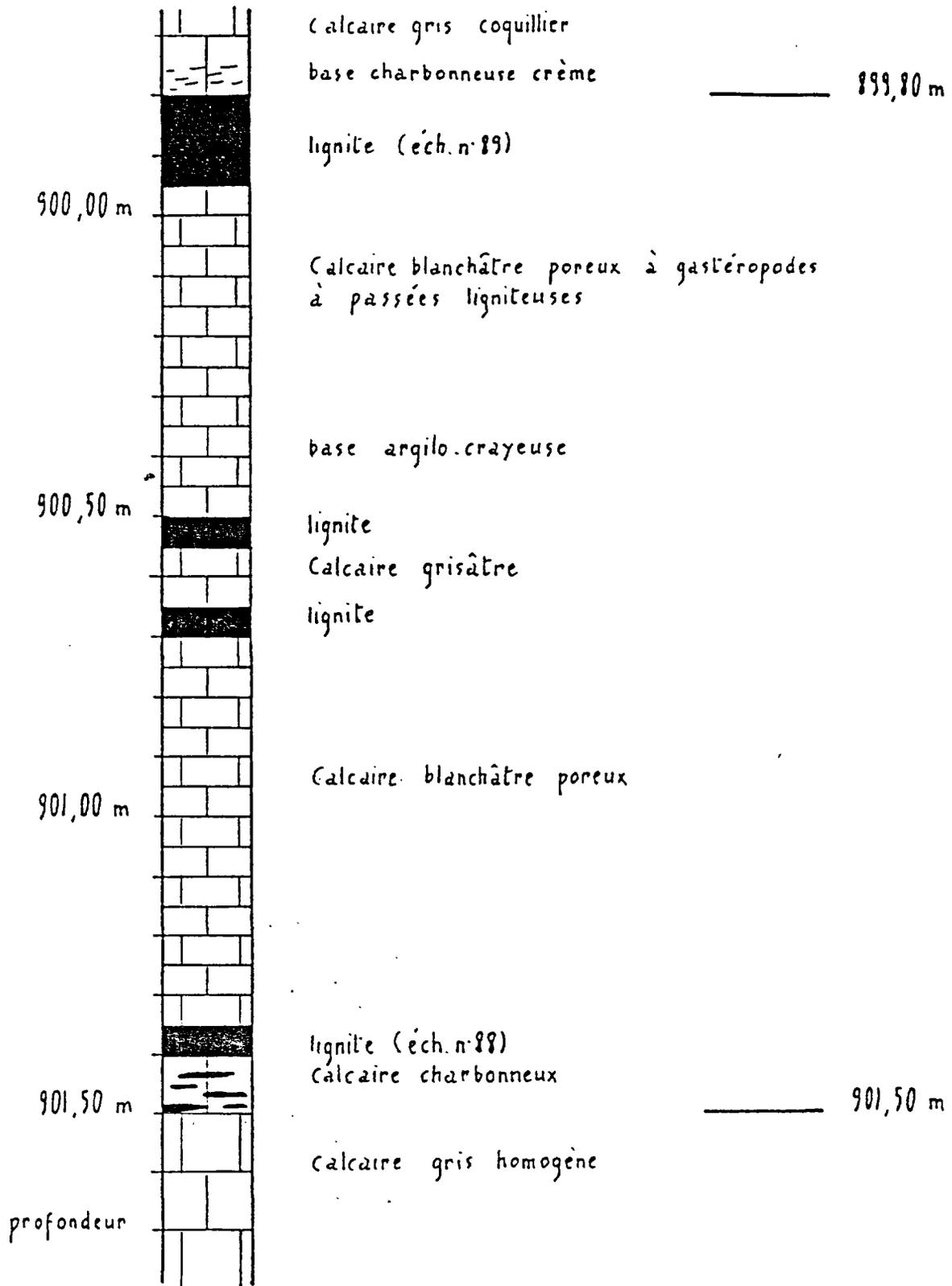
La puissance de la couche croît avec l'augmentation d'épaisseur du Fuvélien. Avec une variation d'ouverture de la couche (épaisseur de la couche, du pied à la tête), de 1,75 à 3 m, l'épaisseur cumulée de lignite peut varier de 1 à 2,3 m.

La couche "Grande Mine" se trouve dans l'ensemble du bassin avec des caractéristiques lithologiques très voisines ; dans le secteur de Berre-Rognac, la couche devient cependant atypique du fait de la substitution partielle de marnes au lignite. Cette condition limite le bassin minier dans sa partie occidentale.

Des analyses effectuées sur des carottes prélevées directement à la sortie du carottier, ont montré que dans la zone de Velaux-l'Arbois, la concentration en grisou est du même ordre que celle habituellement rencontrée dans l'unité de Gardanne.

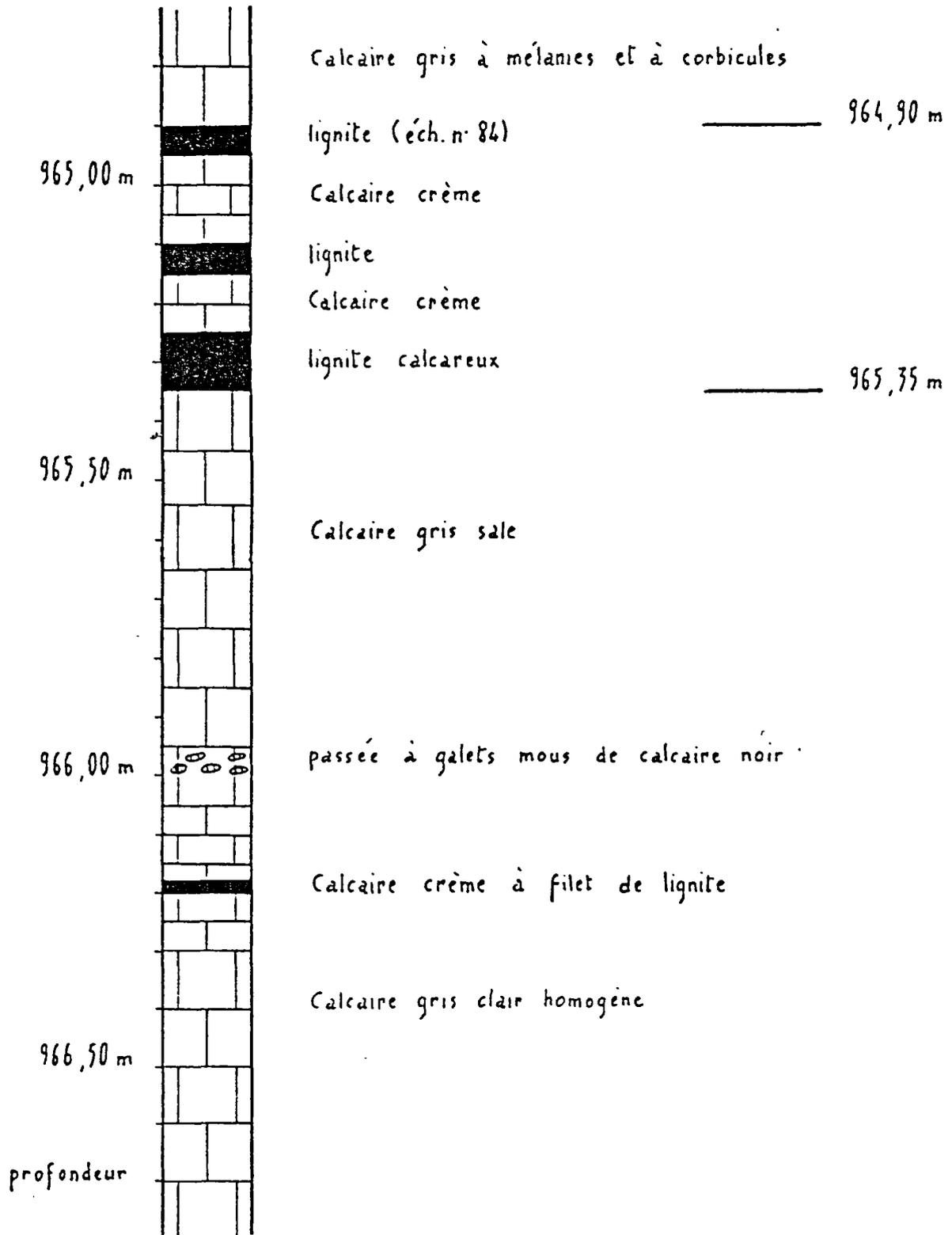
SONDAGE GW 2 - Fig. 10

Coupe détaillée de la mine de GRÉASQUE



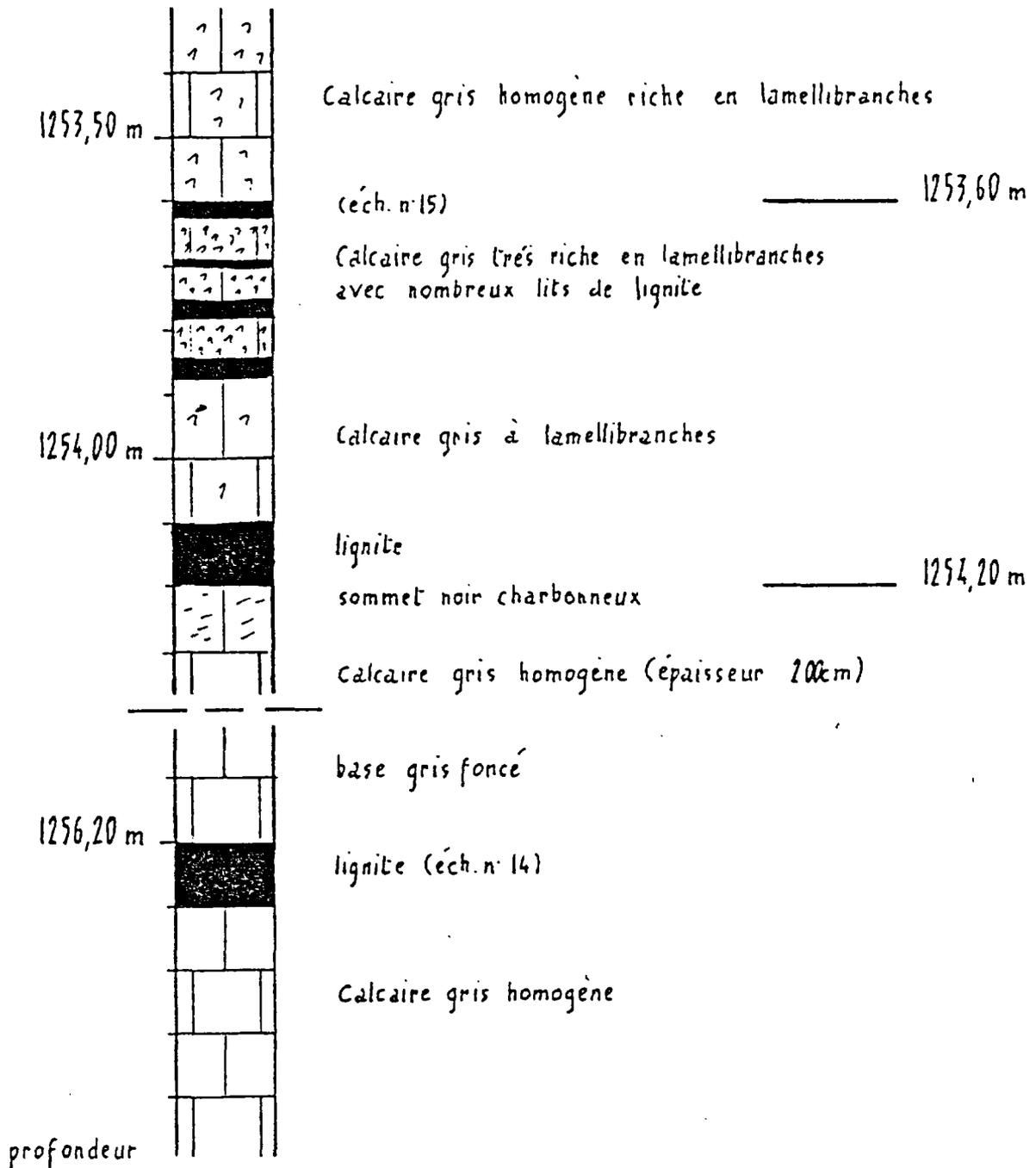
SONDAGE GW 2 - Fig. 11

Coupe détaillée de la mine des 2 PANS



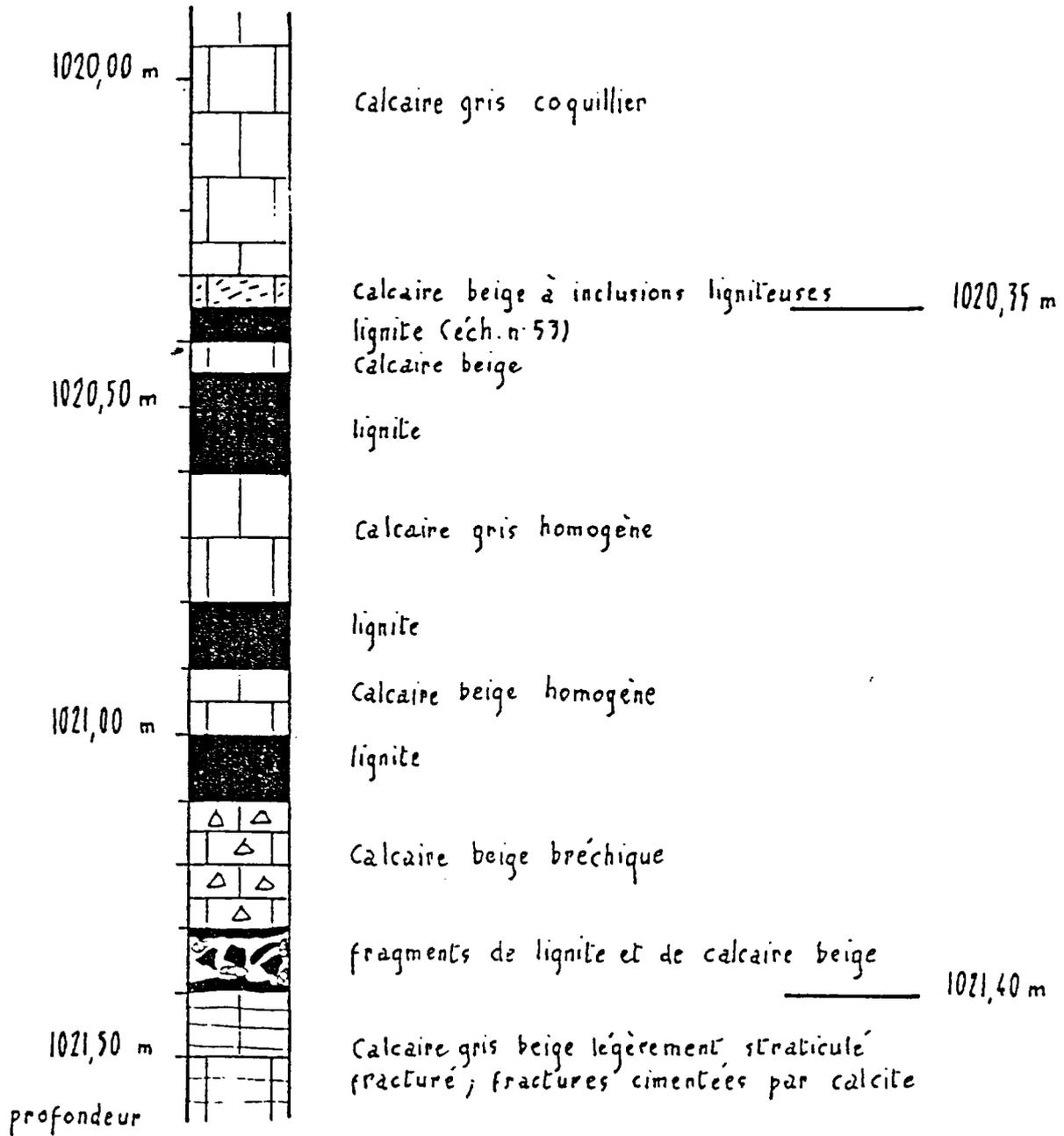
SONDAGE S12 - Fig. 12

Coupe détaillée de la mine de l'EAU



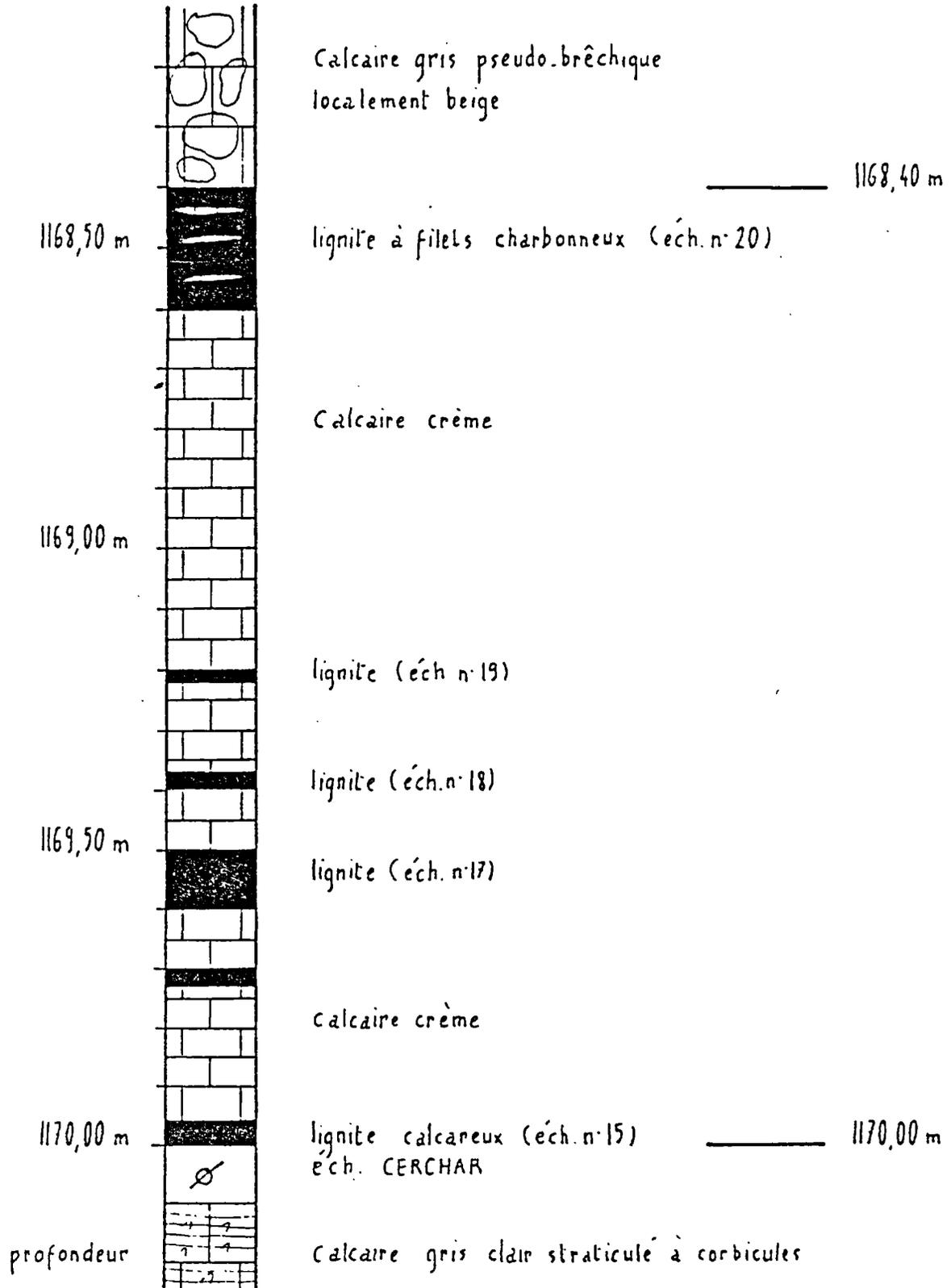
SONDAGE GW1 - Fig. 13

Coupe détaillée de la mine du GROS ROCHER



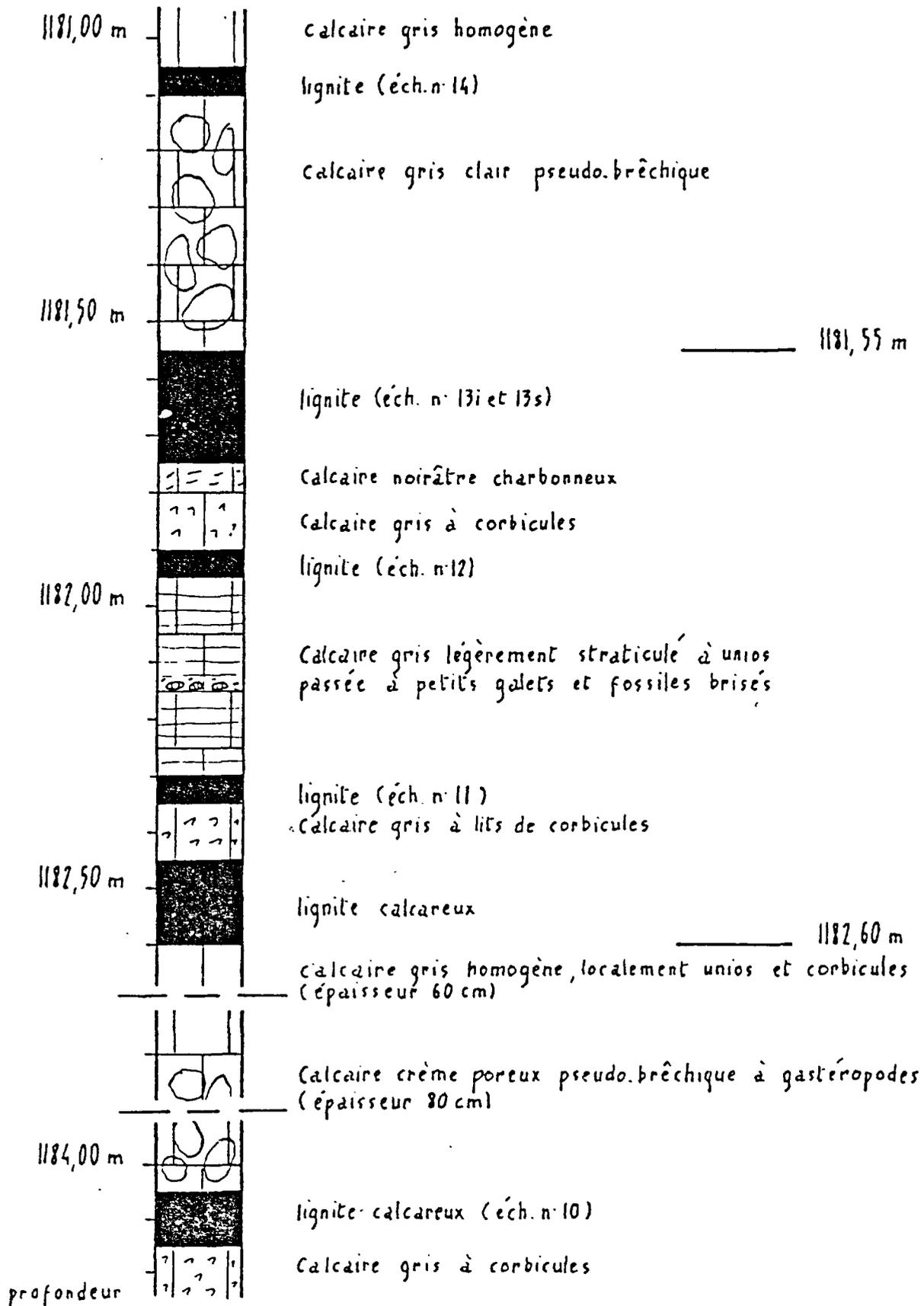
SONDAGE AP3 - Fig. 14

Coupe détaillée de la mine des 4 PANS



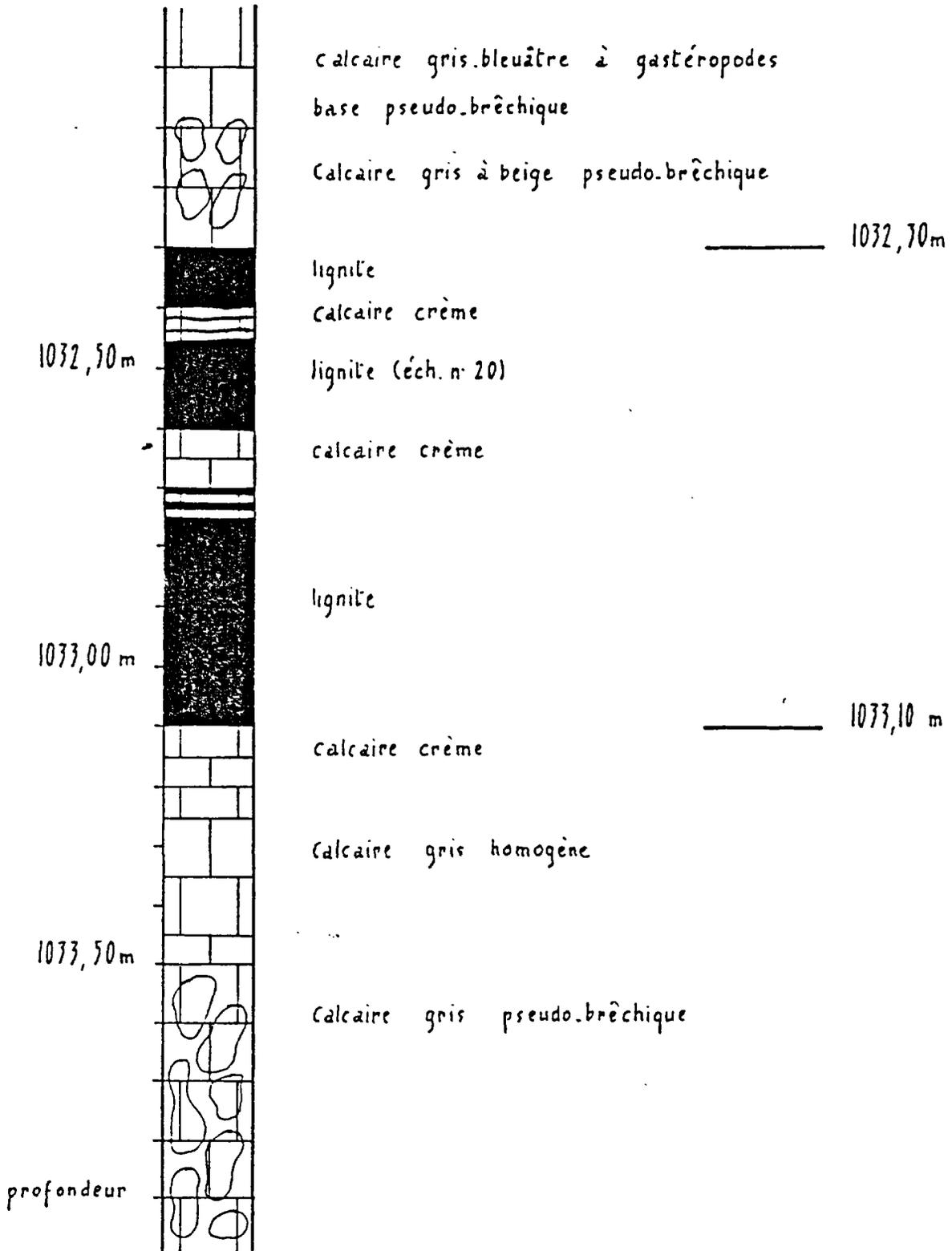
SONDAGE AP3 - Fig. 15

Coupe détaillée de la mine des 3 RAVETTES



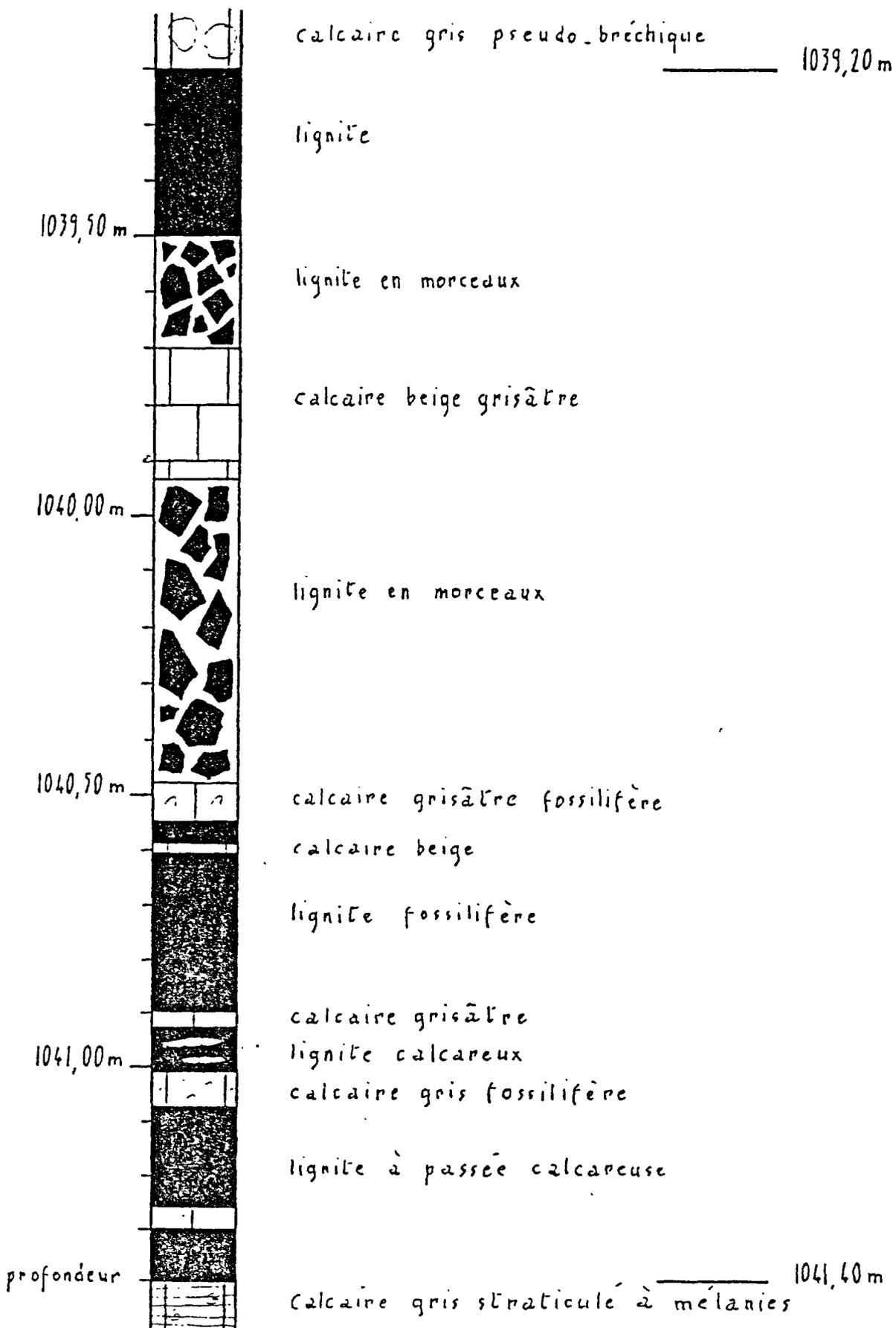
SONDAGE GW 2 - Fig. 16

Coupe détaillée de la MAUVAISE MINE



SONDAGE GW 2 - Fig. 17

Coupe détaillée de la GRANDE MINE



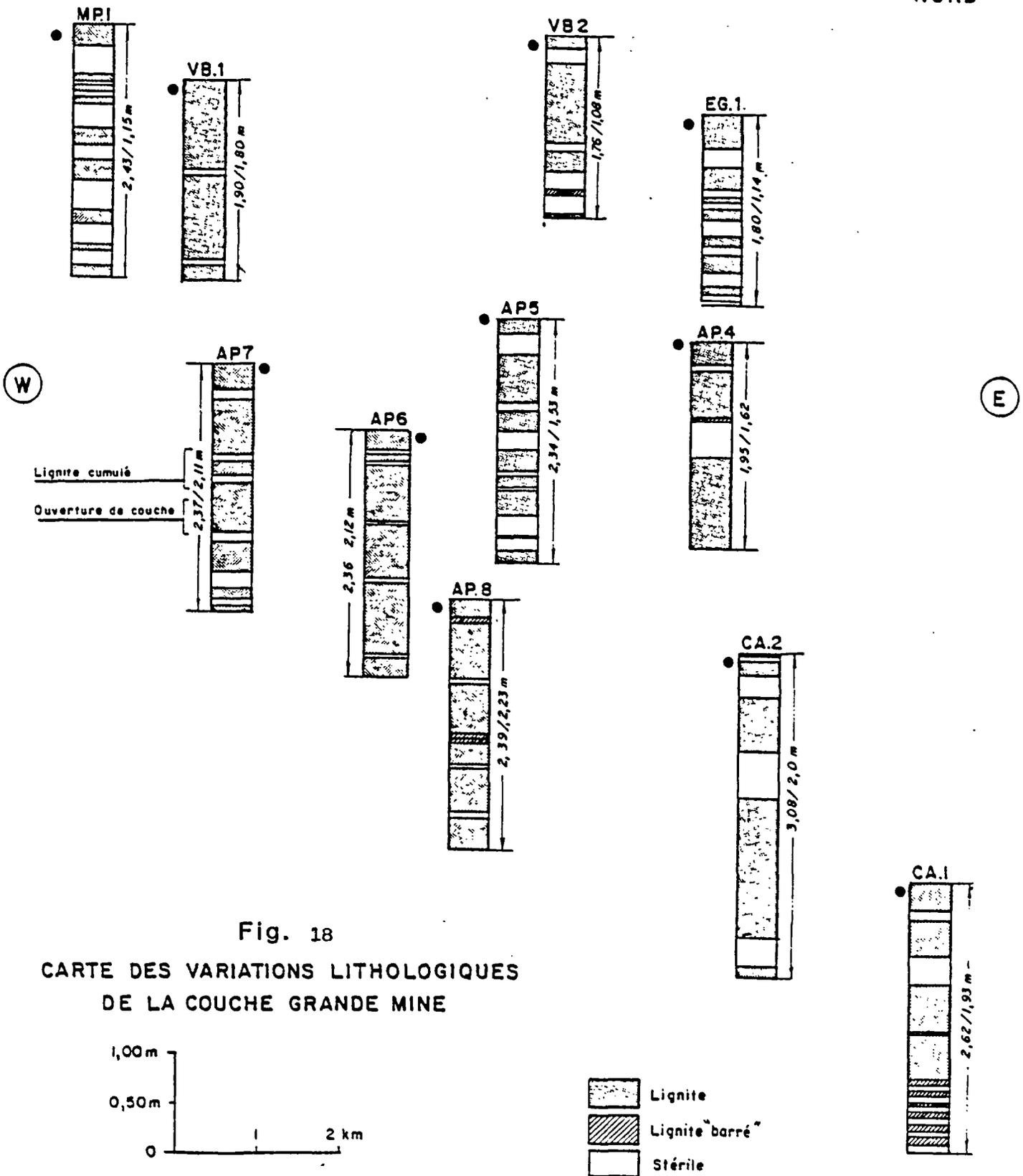
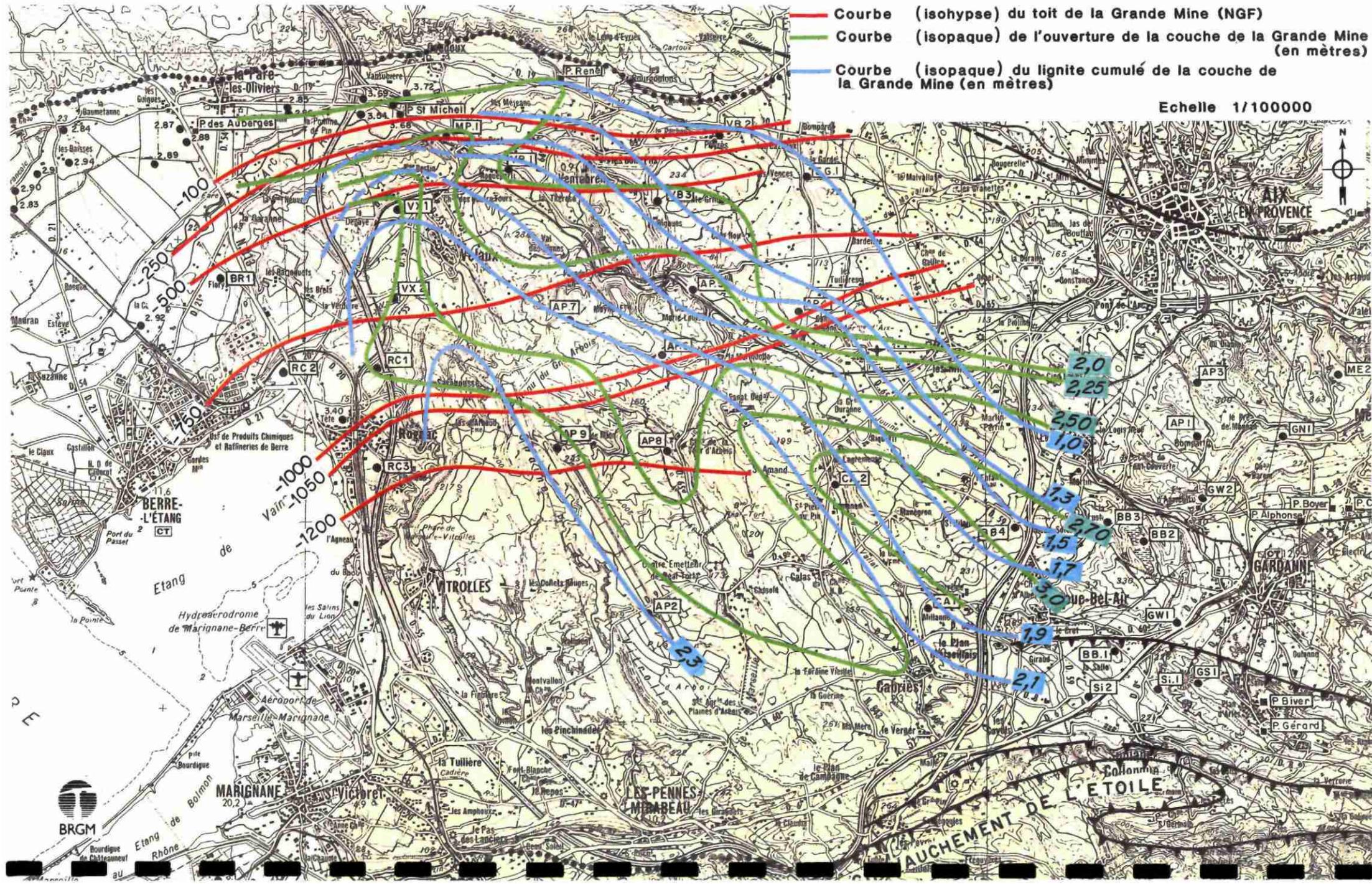


Fig.19 CARTE DE CARACTERISATION DE LA COUCHE DE LA GRANDE MINE
 (profondeur, ouverture de couche, puissance de lignite cumulée)

- Courbe (isohypse) du toit de la Grande Mine (NGF)
- Courbe (isopaque) de l'ouverture de la couche de la Grande Mine (en mètres)
- Courbe (isopaque) du lignite cumulé de la couche de la Grande Mine (en mètres)

Echelle 1/100000



Description de la Grande Mine

(coupe type du Quartier de l'Etoile) (cf. Fig.20)

Dans le quartier de l'Etoile et dans celui du Verdillon la Grande Mine présente, outre le charbon, six niveaux stériles constants qui permettent d'établir une coupe type.

- Les niveaux stériles sont de bas en haut

• L'ensemble des "Mallons" (ou "Moellons" dans les vieux documents miniers) :

Les "Mallons" sont les premiers lits calcaires bien individualisés à la base de la couche. Généralement au nombre de deux, parfois trois ou quatre, ils se rencontrent au-dessus de la "Fortune" dans un charbon impur, riche en calcaire. Le "Mallon" inférieur est un calcaire crème, à faible cohésion, à grain grossier, lenticulaire. Le "Mallon" supérieur est un niveau plus constant, c'est un calcaire marron très dur à grain fin. Le troisième et le quatrième "Mallon" quand il existe, sont toujours des calcaires marrons. Ce sont des lentilles qui passent latéralement progressivement au charbon, par l'intermédiaire d'un calcaire de plus en plus charbonneux (P₁²³/₃₃). De plus, ces calcaires peuvent être associés aux dépôts phytogènes et donner naissance au "charbon barré" des mineurs. Ce "faciès barré" est composé de petites lentilles centimétriques de calcaire noir alternant irrégulièrement avec de minces lits millimétriques charbonneux et coquilliers (Melanies et corbicules).

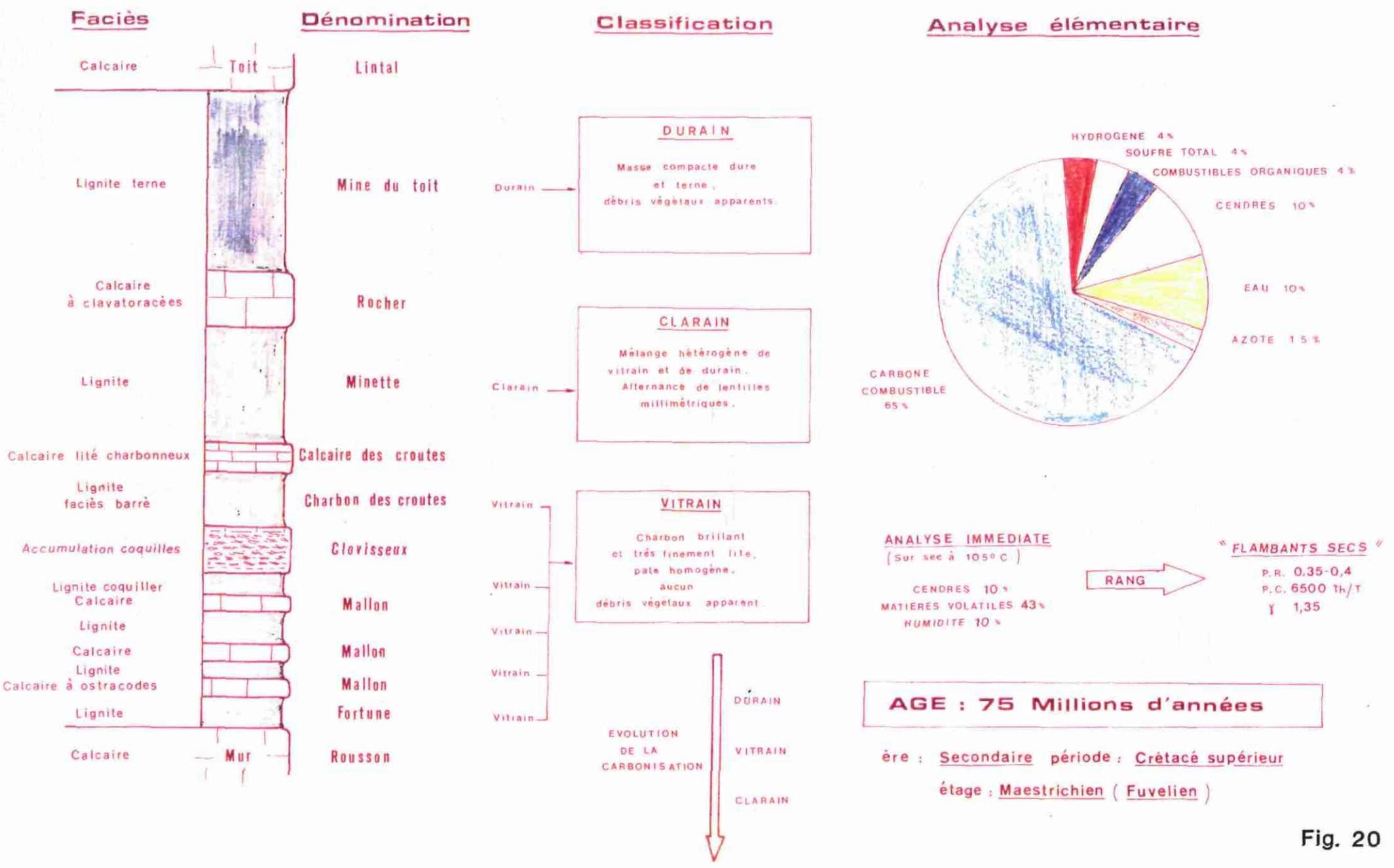
• "Le Clovisseux"

Le "Clovisseux" est un "faciès barré" coquillier remanié. Sa base est exclusivement constitué d'une accumulation coquillière blanche, de un à deux centimètres d'épaisseur. Au-dessus le calcaire se présente sous un faciès de galets mous. Le "Clovisseux" se termine par un calcaire noir qui passe progressivement au charbon sus-jacent. Il existe des termes de passage entre le "faciès barré" et le "Clovisseux" où les lentilles calcaires sont déformées, étirées, pincées.

• Le calcaire de la base de la "Minette" (calcaire des "Croûtes").

Il s'agit d'un calcaire plus ou moins charbonneux, marron, à grain fin. Au Sud-Ouest du quartier de l'Etoile il est formé d'un empilement et d'une succession de petites lentilles (vingt à trente centimètres de longueur).

CARACTERISTIQUES DU CHARBON DE PROVENCE



AGE : 75 Millions d'années

ère : Secondaire période : Crétacé supérieur
étage : Maestrichien (Fuvelien)

Fig. 20

42

- Les deux niveaux coquilliers de la "Minette"

La "Minette" est le niveau de charbon compris entre le calcaire décrit ci-dessus et le "Rocher". Elle est traversée dans sa partie inférieure et dans sa partie supérieure par un lit coquillier discontinu plus ou moins épais. Ces lits passent latéralement soit à un lignite terne chargé de calcaire soit à un lit de "faciès barré".

- Le "Rocher"

C'est un banc calcaire épais qui sépare la "Minette" de la "Mine du Toit". Il représente trois faciès différents : un calcaire crème homogène, un calcaire crème surmonté d'un calcaire gris fortement bréchiq ue et un calcaire gris-crème straticulé (alternance de calcaire clair et de calcaire charbonneux sombre). Néanmoins, il possède toujours la même texture à grain grossier identique à celle du "mallon" inférieur. Il peut localement se dédoubler. A sa surface inférieure s'observent fréquemment des poches boueuses parfois isolées dans le charbon sous-jacent.

- Le charbon terne qui traverse la "Mine du Toit" dans sa partie supérieure. Ce lignite, chargé en carbonate, peut être directement surmonté par un mince lit de marnes ou passer latéralement à une lentille d'argiles.

- Le charbon

Les niveaux charbonneux sont désignés par des noms locaux donnés par les mineurs ; de bas en haut : "Fortune", "charbon du Clovisseux", "charbon des Croûtes", "Minette" et "Mine du Toit" (fig..20).

4.4. Le milieu de dépôt

4.4.1. Les dépôts fuvéliens

On observe dans la sédimentation fuvélienne deux principaux types de calcaires :

- les calcaires à ostracodes (mollusques), lamellibranches, gastéropodes qui correspondent à des milieux calmes ;

- les calcaires à nombreux débris de claratoracées (algues calcaires) qui correspondent à un milieu d'énergie plus agité que le précédent.

Le charbon apparaît comme un accident dans la sédimentation carbonatée : il n'est généralement pas annoncé ; il succède et précède n'importe quel type de calcaire. Sa présence témoigne de l'existence d'une longue phase de développement du couvert végétal.

Le nombre de ravettes pour une même "mine" est différent d'un sondage à l'autre. Les dépôts de végétaux sont donc parfois lenticulaires. Ceci est dû essentiellement au mode d'arrivée des sédiments. La sédimentation phytogène pouvait ne pas recouvrir la totalité des surfaces disponibles dans un même temps, laissant ainsi la possibilité au calcaire de se déposer en d'autres parties de l'aire de sédimentation.

La subsidence (affaissement du fond du bassin) dans l'ensemble du bassin est lente et régulière ; certains bancs ligniteux comme la Grande Mine sont suivis par diagraphie nucléaire sur des distances de plusieurs dizaines de kilomètres.

4.4.2. Sédimentologie des carbonates

Les carbonates ont été transportés en solution dans le lac fuvélien. Ils proviennent du lessivage intense des terrains environnants.

Le principal facteur qui contrôle la précipitation biochimique des calcaires est la présence dans le lac de végétaux flottants (notamment *Nelumbium* cité par SAPORTA, 1882 - pas de traces de radicelles dans les stériles d'où l'idée de végétaux flottants). Les plantes aquatiques prélèvent dans les eaux chargées en CO_2 et CaCO_3 , le CO_2 et CO_3H amenant le pH à 8-9 et même 11. Ceci est encore plus important pour les charophytes (claratoracées bien représentées dans certains calcaires fuvéliens) qui ont la propriété de précipiter autour d'elles le calcaire et de provoquer ainsi un enrichissement en carbonate de leur milieu de vie. D'autres organismes tels les lamellibranches, les gastéropodes et les crustacés (ostracodes) sont des producteurs de calcaires.

Le pH de l'hypolimnion (partie inférieure stagnante du lac à condition réductrice, à sédimentation riche en produits organiques, où se déposait le matériel phytogène) pouvait être ainsi constamment neutralisé (tamponné) par le calcaire, précipité dans l'épilimnion (partie supérieure mobile des eaux du lac), qui y tombait. Une partie des carbonates devait être remise en solution jusqu'à ce que la neutralité soit atteinte. Cette hypothèse permet de comprendre la conservation de coquilles calcaires et de carbonates dans le charbon.

De plus, la partie supérieure de l'hypolimnion pouvait être localement oxygénée. On observe dans le charbon des tests de gastéropodes, des valves de corbicules et d'unios entières, parfois jointives. Cette faune, non transportée, vivait donc dans la partie supérieure de l'hypolimnion. Il est permis de penser que des courants sous-lacustres temporaires, amenant une eau oxygénée, permettaient localement le développement d'une faune à lamellibranches et gastéropodes et également l'établissement de prairies à claratoracées. Les divagations ou la disparition de ces courants expliqueraient les accumulations coquillères localement observées dans la sédimentation fuvélienne.

Les calcaires intimement associés au charbon (lignite terne calcareux, faciès "barré") sont le plus souvent des calcaires à ostracodes, lamellibranches, gastéropodes et plus rarement des calcaires à claratoracées. Les dépôts du lignite terne et du "barré" traduisent une diminution des apports de matériel phytogène.

La présence de matière organique colloïdale dans les eaux du lac devait ralentir, voire contrôler en partie le dépôt du calcaire : "pour une raison inexplicée, l'eau ne dépose pas de boues calcaires lorsqu'il y a trop de suspension et de colloïdes" (LOMBARD, 1951).

Lorsque le dépôt du matériel végétal cessait (arrêt des apports) se déposait alors le calcaire en milieu réducteur. L'établissement de prairies à claratoracées devaient être lié au degré d'oxygénation des eaux (présence de courants) et également à la luminosité.

4.4.3. Formation de la pyrite

Dans le lac fuvélien des bactéries détruisent la matière organique complexant le fer, ce qui provoque l'incorporation de ce dernier dans le sédiment. Dans des conditions de stagnation, se dégage H_2S dont le soufre provient de la matière organique, une partie du fer ferreux passe alors à l'état de sulfure qui est insoluble (BIROT).

La plupart des pyrites se rencontrent dans les charbons sous forme de framboïdes. Ce terme est la traduction française de "framboïdal structure", nom donné par RUST (1935) à des agrégats de petits cristaux de pyrite ayant l'aspect d'une framboise. L'observation sur surfaces polies à fort grossissement (500 X) montre que ces "framboises" sont formées de petits grains ayant parfois des formes octaédriques. Ces grains pouvant même s'associer en formes cristallines simples (PROUVOST, 1976). De ce fait PROUVOST considère la forme framboïdale comme une forme intermédiaire entre la précipitation du monosulfure colloïdal et le développement du cristal de pyrite. Une fois le sulfure formé, c'est le processus strictement physique de recristallisation qui prend le relai pour l'édification du cristal.

Le soufre, abondant dans les charbons du bassin de l'Arc, n'est pas seulement présent sous forme de pyrite. Il est engagé dans les composés les plus stables de la matière organique, mais il est surtout engagé à l'état organique (Save de Beaurecueil, 1935).

Par la suite, le soufre peut être éliminé naturellement du charbon par l'action des micro-organismes. Thiobacillus ferro-oxydans (bactérie) présent dans les mines, oxyde les pyrites et le soufre avec un cycle de 27 et 30 jours. On retrouve fréquemment du sulfate ferreux et l'acide sulfurique dans la mine.

4.4.4. Sédimentologie du charbon

a) Allochtonie

La structure finement stratifiée du charbon, les tendances qui se dégagent dans la distribution géographique (Nord-Sud) des macéreaux, le rythme sédimentaire observé dans la Grande Mine, l'absence de radicelles, de sols de végétation montrent que ce charbon provient de véritables alluvions végétales. Le charbon fuvélien apparaît ainsi comme un charbon probablement allochtone.

D'après M. TEICHMÜLLER et R. TEICHMÜLLER (in stach's book of coal petrology, 1975) et d'autres auteurs anglo-saxons un charbon allochtone est très riche en matières minérales. Or le charbon du bassin de l'Arc est relativement pur, notamment la "Minette" et la "Mine du Toit" qui ne contiennent que 2% en moyenne de carbonate. La pureté de ce charbon peut s'expliquer par le fait que le stérile est du carbonate et non du détritique cristallin ; le carbonate provenant de précipitation biochimique (action photo synthétique des végétaux flottants et organismes producteurs de carbonate).

b) Zonation géographique de la distribution des macéreaux - Origine du matériel végétal

La teneur en tissus végétal ligneux a tendance à augmenter vers le Sud et la teneur en spores et cuticules à augmenter vers le Nord. Cette répartition témoigne de l'existence d'un classement dans les dépôts des macéreaux.

La forêt productrice de matériel végétal devait se situer au Sud du bassin. Les tissus ligneux devaient se déposer préférentiellement en bordure de cette forêt et dans les zones avoisinantes ; alors que les cutinites et les sporinites devaient être entraînées plus au Nord : les spores, légères, étant facilement transportées par les courants et par les vents, les cuticules soit par leur légèreté, soit par leurs grandes surfaces pouvaient surnager longtemps dans les eaux du lac, dans ces conditions elles étaient entraînées très loin par des courants même très faibles.

Si on admet que des phénomènes de transport aérien et aquatique ont joué un certain rôle dans la sédimentation des couches de charbon, on comprend facilement que l'apport de tissus ligneux, de spores et de cuticules en un même point ("Minette" et "Mine du Toit") était influencé par un certain nombre de facteurs susceptibles de varier dans un court laps de temps. C'est ainsi qu'à côté des changements d'intensité de la production de végétaux terrestres, des modifications dans la direction et la vitesse des vents et des courants peuvent expliquer ces alternances et ces répétitions successives.

c) Rôle du couvert végétal

L'influence de la végétation sur un dépôt se résume en trois points (ROBERTSON, 1951) : la contribution des produits végétaux à l'accumulation du matériel déposé, l'action chimique ou mécanique des plantes en vie sur le matériel phytogène, le filtrage des apports détritiques.

Les végétaux à racines ne croissant pas dans la région du lac fuvélien étudiée, n'ont pas pu avoir d'action mécanique sur les sédiments ; par contre la présence de matière organique colloïdale, issue du matériel phytogène, a pu avoir un rôle direct sur le contrôle du dépôt du CaCO_3 ; les végétaux aquatiques ont favorisé la précipitation du calcaire.

Le rôle de filtre joué par le couvert végétal a pu être d'autant plus efficace que les reliefs étaient faibles et les étendues d'eau libre n'étaient pas alimentées par des fleuves importants.

BIBLIOGRAPHIE GENERALE

- 1960 AMAR B. CONTRIBUTION A L'ETUDE GEOLOGIQUE DE LA PARTIE ORIENTALE DU BASSIN D'AIX-EN-PROVENCE DOC EXT
D.E.S. MARSEILLE (FEUILLES AIX 3, 4, 7, 8)
- 1950 ARCHAMBAULT J. ETUDES HYDROGEOLOGIQUES EN BASSE PROVENCE DOC EXT
EAU - FRANCE, t. 37, n° 12, pp. 197-199
- 1935 ARLAUD H. LE TURONNIEN DES ENVIRONS DE CASSIS ET LES MOUVEMENTS CRETACES EN PROVENCE OCCIDENTALE DOC EXT
C.R. ACAD. SC. PARIS, t. 200, n° 24, 2029- 2031
- 1969 ARVOIS R., DUROZOT G. INVENTAIRE DES RESSOURCES HYDRAULIQUES DU BASSIN DE GARDANNE R69SGN193PR
COMITE TECHNIQUE DE L'EAU#rapport BRGM 69 SGL 193 PRC, 113 pages, 8 figures, 7 annexes
- 1963 AUBOIN J., MENNESSIER G. ESSAI SUR LA STRUCTURE DE LA PROVENCE DOC EXT
IN LIVRE A LA MEMOIRE DU PROFESSEUR FALLOT, t. II, pp. 45-98, MEM. H. SEE. SGF
- 1967 AUBOIN J., CHOROWICZ J. LE CHEVAUCHEMENT SUD-PROVENCAL : DE L'ETOILE A LA SAINTE-BAUME DOC EXT
BULL. SOC. GEOL. FRANCE, (7), t. 9, pp. 600-609, PARIS
- 1974 AUBOIN J. LA PROVENCE DOC EXT
IN GEOLOGIE DE LA FRANCE, J. DEBELMAS ED., pp. 346-386, PARIS, DOIN
- 1976 AUBOIN J., CHOROWICZ J., LA TERMINAISON ORIENTALE DU CHEVAUCHEMENT SUD-PROVENCAL : DE LA SAINTE-BAUME A LA LOUBE DOC EXT
ET AU CANDELON (VAR)
BULL. SGF, n° 7, t. XVIII, pp. 179-190
- 1980 BABINOT J.F., DURAND J.P. LE VALDONNIEN - LE FUVELIEN - LE BEGUDIEN - LE ROGNACIEN - IN. - LES ETAGES FRANCAIS ET DOC EXT
LEURS STRATOTYPES
Mem. BRGM, fs. n° 109, pp. 171-188
- 1984 BABINOT J.F., DURAND J.P. SEDIMENTS FLUVIO-LACUSTRES DU SENONIEN SUPERIEUR DE BASSE-PROVENCE ET DU LANGUEDOC DOC EXT
IN SYNTHESE GEOLOGIQUE DU SUD-EST DE LA FRANCE, MEM. BRGM n° 125, pp. 376-387
- 1952 BAILEY E.B. SOME FEATURES OF PROVENCAL TECTONICS (FRANCE) DOC EXT
EDINBURG GEOL. SOC. TR., V. 14, PT. 4, pp. 430-431
- 1960 BASTIEN C. CONTRIBUTION A L'ETUDE GEOLOGIQUE DU BASSIN D'AIX-EN-PROVENCE (FEUILLES AIX 2 ET 3) DOC EXT
DES MARSEILLE
- 1938 BELLAIR P. LE STYLE TECTONIQUE DES ACCIDENTS PROVENCAUX DOC EXT
C.R. ACAD. SC. PARIS, t. 206, n° 12, 924-925 ET t. 207, n° 22, pp. 1054-1056
- 1898 BERTRAND M. LE BASSIN CRETACE DE FUYEAU ET LE BASSIN HOUILLER DU NORD DOC EXT
ANNALES DES MINES, (9), 14, pp. 5-85
- 1898 BERTRAND M. LA NAPPE DE RECOUVREMENT DES ENVIRONS DE MARSEILLE, LAME DE CHARRIAGE ET RAPPROCHEMENT DOC EXT
AVEC LE BASSIN HOUILLER DE SILESIE
BULL. SOC. GEOL. FRANCE, t.26, n° 3, pp. 632-652
- 1898 BERTRAND M. LA NAPPE DE RECOUVREMENT DES ENVIRONS DE LA BASSE PROVENCE DOC EXT

- 1899 BERTRAND M. LA GRANDE MAPPE DE RECOUVREMENT DE LA BASSE-PROVENCE DOC EXT
 BULL. SERV. CARTE GEOL. FRANCE, t. 10, n° 68, pp. 397-467, PARIS
- 1897 BERTRAND M. LA BASSE-PROVENCE DOC EXT
 ANNALES DE GEOG., t. VI, pp. 212-229 ET t. VII, pp. 14-33
- 1943 BERTRAND L. SUR LE ROLE DES GLISSEMENTS TANGENTIELS PAR GRAVITE ET DES DECOLLEMENTS DANS LA TECTONIQUE PROVENCALE DOC EXT
 C.R. SOC. GEOL. FRANCE, n° 3, pp. 24-25
- 1984 BESSON J.C., GLINTZBOECK LE GISEMENT DE CHARBON DU BASSIN DE L'ARC - LES RESSOURCES DU NORD-EST DU BASSIN - RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE DE L'EXTENSION DU GISEMENT DE GARDANNE (1982-1983) DOC EXT
 REVUE DE L'INDUSTRIE MINERALE AOUT-SEPTEMBRE 1984, vol. 6, n° 8-9
- 1980 BIDEAUD M. UNE ETUDE SISMIQUE DANS LE BASSIN DE L'ARC DOC EXT
 REVUE DE L'INDUSTRIE MINERALE, SUPPLEMENT AU NUMERO DE JUIN 1980
- 1969 BITESNIK M., DUROZOY G. INVENTAIRE DES RESSOURCES HYDRAULIQUES DU BASSIN DE GARDANNE (BOUCHES DU RHONE-VAR) - RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE JAUGEAGE 1968-69 - ESSAI DE BILAN R69SGL269PR
 MINISTERE DE L'INDUSTRIE#rapport BRGM 69 SGL 269 PRC, 57 pages, 7 fig., 5 annexes
- 1905 BOISTEL A. RESULTATS GEOLOGIQUES DU PERCEMENT DE LA GALERIE DE GARDANNE DOC EXT
 BSGF, (4), V, pp. 724-740
- 1982 BOLT B.A. LES TREMBLEMENTS DE TERRE DOC EXT
 BIBLIOTHEQUE POUR LA SCIENCE, DIFFUSION BELIN
- 1968 BRGM, IRH BASSIN DE GARDANNE - DONNEES GEOLOGIQUES ET HYDROGEOLOGIQUES ACQUISES A LA DATE DU 31 DECEMBRE 1968 DOC EXT
 RAPPORT 69 SGL 193 PRC
- 1969 BRGM, IRH BASSIN DE GARDANNE - RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE JAUGEAGE 1968-1969 - ESSAI DE BILAN DOC EXT
 RAPPORT 69 SGL 269 PRC
- 1974 BRGM, EPH ZONE DE L'ETANG DE BERRE - BASSIN DE L'ETANG DE BERRE DOC EXT
 RAPPORT 74 SGL 267 PRC
- 1966 BUSSET T., PACHOD A. CONTRIBUTION A L'ETUDE GEOLOGIQUE DES CHAINONS COMPRIS ENTRE L'ARC ET LA VALLEE DE LAMBESC A L'OUEST D'AIX-EN-PROVENCE DOC EXT
 BULL. DE LA SGF, n° 6, t. VIII
- 1988 CAILLOL M., DELLERY B., BASSIN LIGNITIFERE DE L'ARC (13). BILAN GENERAL DES CONNAISSANCES EN VUE DE SA PRESEVATION A MOYEN ET LONG TERMES. R88SGN524PA
 C.R. Prov. Alpes Côte d'Azur, rapport BRGM 88 SGN 524 PAC, 37 pages, 11 fig., 1 annexe
- 1880 COLLOT L. DESCRIPTION GEOLOGIQUE DES ENVIRONS D'AIX-EN-PROVENCE DOC EXT
 THESE MONTPELLIER
- 1943 CORROY G., DENIZOT G. LA PROVENCE OCCIDENTALE. DOC EXT
 PARIS HERMANN EDIT., COLL. GEOLOGIE REGIONALE DE LA FRANCE
- 1950 CORROY G., BERNARD A. LES EAUX PROFONDES DU BASSIN DE L'ARC DOC EXT
 ANNALES FAC. SC. MARSEILLE, serie II, t. XIX, Fasc. III, pp. 1-9
- 1964 CORROY G., DURAND J.P., EVOLUTION TECTONIQUE DE LA MONTAGNE SAINT-VICTOIRE EN PROVENCE DOC EXT

- 1984 DEBRAND-PASSARD S. ET AL SYNTHÈSE GÉOLOGIQUE DU SUD-EST DE LA FRANCE DOC EXT
MEM. BRGM n° 125
- 1976 DELLERY B. RAPPORT DE FIN DE SONDAGE - SONDAGE DE GARDANNE OUEST (GW1) (13)
HBCM - HP# rapport BRGM 76 SGN 546 PRC, 17 pages, 1 fig., 12 annexes
- 1977 DELLERY B. EXTENSION DU GISEMENT DE LIGNITE DE GARDANNE (13) - SONDAGE BOUC BEL AIR 1 (bb1) R77SGN290PR
HBCM - HP# rapport BRGM 77 SGN 290 PRC, 23 pages, 1 fig., 13 annexes
- 1978 DELLERY B. RESULTATS DE L'APPROFONDISSEMENT DU SONDAGE GW2 - GARDANNE (13)
COMITE DE GEOTHERMIE# rapport BRGM 78 SGN 299 PRC, 27 pages, 5 fig., 3 annexes
- 1978 DELLERY B. EXTENSION DU GISEMENT DE LIGNITE DE GARDANNE (13) - SONDAGE AIX EN PROVENCE (AP 2) R78SGN702PA
HBCM HP# rapport BRGM 78 SGN 702 PAC, 28 pages, 7 fig., 10 annexes
- 1979 DELLERY B. EXTENSION DU GISEMENT DE LIGNITE DE GARDANNE (13) - RAPPORT DE FIN DE SONDAGE - SONDAGE MEYREUIL 1
HBCM# rapport BRGM 79 SGN 260 PAC, 26 pages, 6 fig., 14 annexes
- 1979 DELLERY B. EXTENSION DU GISEMENT DE LIGNITE DE GARDANNE (13) - RAPPORT DE FIN DE SONDAGE - SONDAGE MEYREUIL 2
HBCM# rapport BRGM 79 SGN 496 PCA, 30 pages, 6 fig., 3 annexes
- 1979 DELLERY B. EXTENSION DU GISEMENT DE LIGNITE DE GARDANNE (13) - RAPPORT DE FIN DE SONDAGE - SONDAGE AIX EN PROVENCE 3 (AP.3)
HBCM - HP# rapport BRGM 79 SGN 317 PAC, 28 pages, 7 fig., 11 annexes
- 1979 DELLERY B., GLINTZBOECKE EXTENSION DU GISEMENT DE LIGNITE DE GARDANNE (13) - RAPPORT DE FIN DE SONDAGE - SONDAGE R79SGN081PA
CARDANNE NORD (GN 1)
HOUILLERES DE BASSIN DU CENTRE ET DU MIDI - HOUILLERES DE PROVENCE# rapport BRGM 79 SGN 081 PAC, 36 p
- 1980 DELLERY B. H.B.C.M. - MEYREUIL (13) - CREUSEMENT DU Puits DE MINE SUR LE SITE DU FORAGE GW1 - N8057
ELEMENTS GEOMECHANQUES ET HYDROGEOLOGIQUES DOCUMENTAIRES
HBCM-HP# note BRGM 80.57, 4 pages
- 1981 DELLERY B., GARNIER J.L. INFLUENCE DES EFFLUENTS DE LA CENTRALE DE GARDANNE (13) - TRANCHE 5 SUR L'ENVIRONNEMENT AQUIFERE (COURS D'EAU ET NAPPE)
BETEREM MARSEILLE - HBCM# rapport BRGM 81 SGN 186 PAC, 27 pages, 6 fig.
- 1983 DELLERY B., SYSSAU A. RECONNAISSANCE DE L'EXTENSION DU GISEMENT DE LIGNITE DE GARDANNE (13) - (CAMPAGNE 1983)
- RAPPORT DE FIN DE SONDAGE - SONDAGE DE VENTABREN N.3 (VB.3)
HBCM - HP# rapport BRGM 83 SGN 338 PAC, 31 pages, 7 fig., 4 annexes
- 1942 DENIZOT M.G. BASSIN DE FUYEAU ET DE L'ARC - FEUILLES D'AIX-MARTIGUES A 1/50 000 DOC EXT
BULL. SERV. CARTE GEOLOGIQUE, FR.
- 1966 DESCHAMPS J.M. ETUDE DU LAMBEAU DE GARDANNE (BORDURE NORD DE LA CHAÎNE DE L'ÉTOILE) DOC EXT
DES
- 1938 DESROUSSEAUX J. BASSINS HOUILLETS ET LIGNITIFÈRES DE LA FRANCE DOC EXT
STAT. IND. MIN., MEM. ANNEXE, PARIS, pp 3-390
- 1905 DOMAGE M. BASSIN LIGNITIFÈRE DE FUYEAU DOC EXT
C.R. CONGR. INT. MIN. MEC. GEOL. APPL., LIEGE, 15 p.
- 1980 DONSIMONI M., FARJANEL G ETUDE DES MICROFACIES ET DE LA MICROFLORE DES ASSISES FUYEULIENNES DU SONDAGE GW.1 DOC EXT

- 1980 DONSIMONI M., FARJANEL G. ETUDE DES MICROFACIES ET DE LA MICROFLORE DES ASSISES FUVELIENNES DU SONDAGE GW.1 DOC EXT
 REVUE DE L'INDUSTRIE MINERALE - supplement au numero de Juin 1980
- 1967 DUFAURE Ph., LEGUILLETTE COUPES DE DEUX SONDAGES FORES DANS LA REGION DE GARDANNE (B. du Rh.) DOC EXT
 BSGF, 7^e SERIE, n^o 4, t. IX, pp. 547-548
- 1967 DUGHI-SIROGUE LA LIMITE SUPERIEURE DES GISEMENTS D'OEUF DE DINOSAURIENS DANS LE BASSIN D'AIX DOC EXT
 C.R. AC. SC., 246 p. 907
- 1960 DUPONT M. CONTRIBUTION A L'ETUDE GEOLOGIQUE DU BASSIN DE L'ARC DOC EXT
 DES, SC. NAT., MARSEILLE
- 1962 DURAND J.P., TEMPIER CL. ETUDE TECTONIQUE DE LA ZONE DES BRECHES DU MASSIF DE LA SAINTE-VICTOIRE DANS LA REGION DOC EXT
 DU THOLONET (B. DU RH.)
 BSGF, (7), t. IV, pp. 97-101
- 1963 DURAND J.P. LES FORMATIONS FLUVIO-LACUTRES EOCENES DU PLATEAU DU CENGLE PRES D'AIX -EN-PROVENCE DOC EXT
 ANN. FAC. SC. MARSEILLE, 34, pp. 83-105
- 1964 DURAND J.P., MENNESSIER SUR L'EXISTENCE D'UNE DISCORDANCE ENTRE LE BEGUDIEN-ROGNACIEN ET LE FUVELIEN A DOC EXT
 L'EXTREMITÉ ORIENTALE DU SYNCLINAL DE L'ARC EN BASSE PROVENCE OCCIDENTALE
 C.R. SOM. SGF, p.253
- 1966 DURAND J.P., GUIEU G. LA REGION SUD ORIENTALE DU BASSIN DE L'ARC ET LA BORDURE DE L'AURELIEN ET DU DEFENDS DE DOC EXT
 SAINT MAXIMIN (VAR)
 BULL. MUSEUM HIST. NAT. DE MARSEILLE, t. XXVI, pp. 53-68
- 1977 DURAND J.P. LES LIGNITES FUVELIENS DE PROVENCE DOC EXT
 REVUE DE L'INDUSTRIE MINERALE - serie speciale Mine, pp. 101-110 PARIS
- 1980 DURAND J.P. LES SEDIMENTS FUVELIENS DU SYNCLINAL DE L'ARC (PROVENCE) DOC EXT
 REVUE DE L'INDUSTRIE MINERALE - supplement au numero de Juin 1980
- 1980 DURAND J.P., GUIEU G. CADRE STRUCTURAL DU BASSIN DE L'ARC DOC EXT
 REVUE DE L'INDUSTRIE MINERALE - supplement au numero de Juin 1980
- 1981 DURAND J.P., TEMPIER CL. IMPORTANCE DE L'EPISODE TECTONIQUE D'AGE CRETACE SUPERIEUR DANS LA STRUCTURE DU VERSANT DOC EXT
 MERIDIONAL DE LA MONTAGNE DE SAINTE-VICTOIRE (PROVENCE)
 C. R. ACAD. SC. PARIS, t. 293, (II), pp. 629-632
- 1984 DURAND J.P. GEOLOGIE DU BASSIN DE L'ARC DOC EXT
 REVUE DE L'INDUSTRIE MINERALE - AOUT-SEPTEMBRE 1984, vol. 66, n^o 8-9
- 1984 DURAND J.P., GAVIGLIO P. SEDIMENTS FLUVIOLACUSTRES DU CRETACE SUPERIEUR, DU PALEOCENE ET DE L'Eocene DANS LE DOC EXT
 SYNCLINAL DE L'ARC (REGION D'AIX-EN-PROVENCE)
 5^e CONG. EUR. DE SEDIM. A MARSEILLE; IAS ET ASF. EXC. DU 12 ET 13 AVRIL, LIVRET GUIDE 44 p.
- 1984 DURAND J.P., GAVIGLIO P. SEDIMENTS FLUVIOLACUSTRES DU CRETACE SUPERIEUR, DU PALEOCENE ET DE L'Eocene DANS LE DOC EXT
 SYNCLINAL DE L'ARC (REGION D'AIX-EN-PROVENCE)
 RESUMES COMM. 5^e CONG. EUR. DE SEDIM. (MARSEILLE) : 146-147
- 1966 DUROZOY G. et al LE BASSIN DE GARDANNE (13) - NOUVELLES DONNEES SUR L'HYDROGEOLOGIE ET COMPLEMENTS DOC EXT
 D'ETUDE POSSIBLE
 BRGM FAC. SC. MARSEILLE - HOUILLERES B.P. # Rapport BRGM DSGR 66 A 35 04.1966, 39 pages, 12 fig.
- 1966 DUROZOY G., GOUVERNET C. ESQUISSE HYDROGEOLOGIQUE BASSIN DE GARDANNE PROGRAMME RECONNAISSANCE NAPPE JURASSIQUE
 DII# Rapport BRGM DSGR 66 A 45 05.1966, 11 pages, 4 fig., 1 annexe

DII# Rapport BRGM DSGR 66 A 45 05.1966, 11 pages, 4 fig., 1 annexe

- 1967 DUROZOY G., GOUVERNEMENT CL DONNEES NOUVELLES SUR L'HYDROGEOLOGIE DU BASSIN DE GARDANNE DOC EXT
 BULL. BRGM, n°4, pp. 55-72
- 1967 DUROZOY G. et al DONNEES NOUVELLES SUR L'HYDROGEOLOGIE DU BASSIN DE GARDANNE
 # BULL. BRGM No 4 1967, 11 pages, 9 fig.
- 1969 DUROZOY G., GOUVERNEMENT CL LES EXUTOIRES DU MASSIF DE LA SAINTE-VICTOIRE DOC EXT
 BULL. BRGM, 2° SERIE, n°3, pp. 13-23
- 1974 DUROZOY G. NOTE SUR LES CONDITIONS HYDROGEOLOGIQUES EXISTANT DANS LE BASSIN HOUILLER DE GARDANNE (13)
 DII# note BRGM SGR PRC 74 68 N, 7 pages
- 1978 DUROZOY G. ETABLISSEMENT SELLIER-LEBLANC - BASSIN DE GARDANNE Puits de L'ARC (13) - DONNEES HYDROGEOLOGIQUES R78SGN648PA
 ETABLISSEMENT SELLIER-LEBLANC# Rapport BRGM 78 SGN 648 PAC, 11.1978, 19 pages, 13 annexes, 2 tabl.
- 1980 DUROZOY G. HYDROGEOLOGIE DU BASSIN DE L'ARC DOC EXT
 REVUE DE L'INDUSTRIE MINERALE - supplement au numero de Juin 1980
- 1980 DUROZOY G. HYDROGEOLOGIE DU BASSIN DE L'ARC DG1799
 REVUE DE L'INDUSTRIE MINERALE, supplement au numero de juin 1980, pp 69-74, 3 fig.
- 1977 ELF AQUITAINE ESSAI DE CARACTERISATION SEDIMENTOLOGIQUE DES DEPOTS CARBONATES DOC EXT
 VOL. 2, 231 p.
- 1965 FALINI F. ON THE FORMATION OF COAL DEPOSITS OF LACUSTRINE ORIGIN DOC EXT
 GEOL. SOC. AM. BULL., VOL. 76, 12 : 1317-1346
- 1976 FERRANDINI J. GEOLOGIE ET GEOTECHNIQUE DU CHAINON DE LA FARE (B. DU R.) DOC EXT
 THESE III° CYCLE, MARSEILLE, 131 p.,
- 1906 FOURNIER E. SUR LA GALERIE A LA MER PRES DE GARDANNE DOC EXT
 BSGF, (4), t. V, pp. 743-749
- 1906 FOURNIER E. SUR LES TERRAINS RENCONTRES PRES DE LA GALERIE DE GARDANNE A LA MER ET SUR LES CONCLUSIONS QUE L'ON PEUT EN TIRER RELATIVEMENT A LA TECTONIQUE DE LA BASE PROVENCE DOC EXT
 BSGF, (1), t. VI, pp. 101-107
- 1908 FOURNIER E. OBSERVATIONS A LA NOTE DE M. BOISTEL - RESULTATS GEOLOGIQUES DU PERCEMENT DE LA GALERIE DE GARDANNE A LA MER DOC EXT
 BSGF, (4), t. VI, pp. 243-244
- 1978 GAVIGLIO P. CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE DE LA STRUCTURE GEOLOGIQUE DU GISEMENT DE LIGNITE DE GARDANNE. DOC EXT
 RAPPORT HOUILLERES DE PROVENCE, 31 p.
- 1980 GAVIGLIO P. LA FRACTURATION DANS LE GISEMENT DE LIGNITE DU BASSIN DE L'ARC DOC EXT
 REVUE DE L'INDUSTRIE MINERALE - supplement au numero de Juin 1980
- 1985 GAVIGLIO P., GUIEU G., G TECTONIQUE EN COMPRESSION AU FRONT DU CHEVAUCHEMENT DE L'ETOILE ET DANS LE GISEMENT DE CHARBON DE GARDANNE DOC EXT
 LIVRET-GUIDE DE L'EXCURSION DE LA SOC. GEOL. FR. EN PROVENCE, DOC; BRGM, 94 : 77-96
- 1985 GAVIGLIO P. LA DEFORMATION CASSANTE DANS LES CALCAIRES PHYLITISÉS DU BASSIN DE L'ARC (PROVENCE) - DG.2725

- 1985 GAVIGLIO P. LA DEFORMATION CASSANTE DANS LES CALCAIRES FUVELIENS DU BASSIN DE L'ARC (PROVENCE) - COMPORTEMENT DES TERRAINS ET EXPLOITATION MINIERE THESE DE DOCTORAT D'ETAT, UNIV. DE PROVENCE (AIX-MARSEILLE I), LE 18 DECEMBRE 1985, 220 pages, 3 Pl., DG.2725
- 1987 GAVIGLIO P., GONZALES J. FRACTURATION ET HISTOIRE TECTONIQUE DU BASSIN DE GARDANNE (B. DU R.) DOC EXT
BULL. SOC. GEOL. FRANCE, (8), t. III, N° 4, pp. 680-682
- 1968 GLINTZBOECKEL CH., DUROZ ETUDE DES RESSOURCES HYDROLOGIQUES ET HYDROGEOLOGIQUES DU SUD-EST - FASCICULE 5 - BASSIN DE L'ARC ET DE L'HUVEAUNE MINISTERE DE L'AGRICULTURE, SERVICE REGIONAL DE L'AMENAGEMENT DES EAUX#rapport BRGM 68 SGL 166 PRC, 9
- 1978 GLINTZBOECKEL CH. EXTENSION DU GISEMENT DE LIGNITE DE GARDANNE (13) - RAPPORT DE FIN DE SONDAGE - SONDAGE DE GARDANNE OUEST 2 (GW.2) HBCM - HP# RAPPORT BRGM 78 SGN 134 PRC, 41 pages, 10 fig., 14 annexes
- 1978 GLINTZBOECKEL CH. EXTENSION DU GISEMENT DE LIGNITE DE GARDANNE (13) - RAPPORT DE FIN DE SONDAGE - SONDAGE DE BOUC BEL AIR N.3 (BB.3) HBCM - HP# rapport BRGM 78 SGN 296 PRC, 31 pages, 6 fig., 13 annexes
- 1978 GLINTZBOECKEL CH. EXTENSION DU GISEMENT DE LIGNITE DE GARDANNE (13) - RAPPORT DE FIN DE SONDAGE - SONDAGE DE CABRIES N.2 (CA 2) HBCM - HP# rapport BRGM 78 SGN 415 PRC, 39 pages, 8 fig., 13 annexes R78SGN415PR
- 1978 GLINTZBOECKEL CH. EXTENSION GISEMENT DE LIGNITE DE GARDANNE (13) - RAPPORT DE FIN DE SONDAGE - SONDAGE DE CABRIES N.1 (CA 1) HBCM - HP# rapport BRGM 78 SGN 414 PRC, 33 pages, 6 fig., 12 annexes R78SGN414PR
- 1978 GLINTZBOECKEL CH. EXTENSION DU GISEMENT DE LIGNITE DE GARDANNE (13) - RAPPORT DE FIN DE SONDAGE - SONDAGE D'AIX EN PROVENCE N.1 (AP.1) HBCM-HP# rapport BRGM 78 SGN 563 PAC, 34 pages, 7 fig., 10 annexes R78SGN563PA
- 1978 GLINTZBOECKEL CH. EXTENSION DU GISEMENT DE LIGNITE DE GARDANNE (13) - RAPPORT DE FIN DE SONDAGE - SONDAGE DE BOUC BEL AIR N.4 (BB 4) HBCM - HP# rapport BRGM 78 SGN 486 PRC, 30 pages, 6 fig., 12 annexes R78SGN486PR
- 1980 GLINTZBOECKEL CH., DELLE LE GISEMENT DE CHARBON DE L'ARC (HOUILLERES DE PROVENCE) - RECONNAISSANCE DE L'EXTENSION DU GISEMENT REVUE DE L'INDUSTRIE MINERALE - supplement au numero de Juin 1980 DOC EXT
- 1980 GLINTZBOECKEL CH. RECONNAISSANCE DE L'EXTENSION DU GISEMENT DE LIGNITE DE GARDANNE - SYNTHESE DES RESULTATS HOUILLERES DE BASSIN DU CENTRE ET DU MIDI - HOUILLERES DE PROVENCE# rapport BRGM 80 SGN 357 PAC, 85 p R80SGN357PA
- 1981 GLINTZBOECKEL CH. 2EME CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE DE L'EXTENSION DU GISEMENT DE LIGNITE DE GARDANNE (1982-1985) - PROPOSITION D'UN PROGRAMME TECHNIQUE DES TRAVAUX HOUILLERES DE PROVENCE # rapport BRGM 81 SGN 353 PAC, 23 pages, 3 fig., 2 pl., 1 annexe R81SGN353PA
- 1982 GLINTZBOECKEL CH. RECONNAISSANCE DU SOUBASSEMENT DU BASSIN FLUVIO-LACUSTRE DE L'ARC (B. DU.R.) DOC EXT
PROGRAMME GEOLOGIE PROFONDE DE LA FRANCE, PARIS, BRGM ED. : 415-419
- 1982 GLINTZBOECKEL CH. RECONNAISSANCE DE L'EXTENSION DU GISEMENT DE LIGNITE DE GARDANNE (13) - CAMPAGNE 1982 - RAPPORT DE FIN DE SONDAGE - SONDAGE D'AIX EN PROVENCE N.7 (AP.7) HBCM - HP# rapport BRGM 82 SGN 1030 PAC, 49 pages, 13 fig., 6 annexes R82SGN1030P
- 1982 GLINTZBOECKEL CH. RECONNAISSANCE DE L'EXTENSION DU GISEMENT DE LIGNITE DE GARDANNE (13) - CAMPAGNE 1982 - RAPPORT DE FIN DE SONDAGE - SONDAGE AIX EN PROVENCE N.6 (AP.6) HBCM - HP# rapport BRGM 82 SGN 767 PAC, 29 pages, 5 fig., 10 annexes
- 1982 GLINTZBOECKEL CH. RECONNAISSANCE DU GISEMENT DE LIGNITE DE GARDANNE (13) - RAPPORT DE FIN DE SONDAGE - SONDAGE AIX EN PROVENCE N.5 (AP5) HBCM-HP# rapport BRGM 82 SGN 669 PAC, 33 pages, 6 fig., 8 annexes
- 1982 GLINTZBOECKEL CH. RECONNAISSANCE DE L'EXTENSION DU BASSIN DE LIGNITE DE GARDANNE (13)- CAMPAGNE 1982 - RAPPORT DE FIN DE SONDAGE - SONDAGE DE VENTABREN N.2 (VB2) HBCM-HP# rapport BRGM 82 SGN 566 PAC 21 pages 6 fig. 5 annexes

- RAPPORT DE FIN DE SONDAGE - SONDAGE DE VENTABREN N.2 (VB2)
HBCM-HP# rapport BRGM 82 SGN 566 PAC, 23 pages, 4 fig., 5 annexes
- 1982 GLINTZBOECKEL CH. RECONNAISSANCE DE L'EXTENSION DU GISEMENT DE LIGNITE DE GARDANNE (13) - CAMPAGNE 1982 -
RAPPORT DE FIN DE SONDAGE - SONDAGE EGUILLES N.1 (EG1)
HBCM-HP# rapport BRGM 82 SGN 560 PAC, 27 pages, 5 fig., 8 annexes
- 1982 GLINTZBOECKEL CH. RECONNAISSANCE DE L'EXTENSION DU GISEMENT DE LIGNITE DE GARDANNE (13) - CAMPAGNE 1982 -
RAPPORT DE FIN DE SONDAGE - SONDAGE AIX EN PROVENCE N.4 (AP4)
HBCM-HP# rapport BRGM 82 SGN 512 PAC, 33 pages, 5 fig., 12 annexes
- 1983 GLINTZBOECKEL CH. RECONNAISSANCE DE L'EXTENSION DU GISEMENT DE LIGNITE DE GARDANNE (13) - (CAMPAGNE 1983)
- RAPPORT DE FIN DE SONDAGE - SONDAGE BERRE N.1
HBCM - HP# rapport BRGM 83 SGN 503 PAC, 29 pages, 6 fig., 5 annexes
- 1983 GLINTZBOECKEL CH. RECONNAISSANCE DE L'EXTENSION DE GISEMENT DE LIGNITE DE GARDANNE (13) - (CAMPAGNE 1983)
- RAPPORT DE FIN DE SONDAGE - SONDAGE DE VELAUX N.1
HBCM - HP# rapport BRGM 83 SGN 502 PAC, 21 pages, 6 fig., 4 annexes
- 1983 GLINTZBOECKEL CH. RECONNAISSANCE DE L'EXTENSION DU GISEMENT DE LIGNITE DE GARDANNE (13) - (CAMPAGNE 1983)
- RAPPORT DE FIN DE SONDAGE - SONDAGE DE ROGNAC N.1
HBCM - HP# rapport BRGM 83 SGN 492 PAC, 21 pages, 5 fig., 5 annexes
- 1983 GLINTZBOECKEL CH. RECONNAISSANCE DE L'EXTENSION DE GISEMENT DE LIGNITE DE GARDANNE (13) - (CAMPAGNE 1983)
- RAPPORT DE FIN DE SONDAGE - SONDAGE DE ROGNAC N.3 (RC.3)
HBCM - HP# rapport BRGM 83 SGN 833 PAC, 20 pages, 8 fig., 4 annexes
- 1983 GLINTZBOECKEL CH. GISEMENT DE LIGNITE DE GARDANNE (13) - RECONNAISSANCE DE L'EXTENSION (CAMPAGNE DE
SONDAGES 1982) - SYNTHESE DES RESULTATS ET PERSPECTIVES
HBCM - HP# rapport BRGM 83 SGN 142 PAC, 55 pages, 11 fig., 10 pl., 4 annexes
- 1983 GLINTZBOECKEL CH. RECONNAISSANCE DE L'EXTENSION DU GISEMENT DE LIGNITE DE GARDANNE (13) - CAMPAGNE 1982 -
RAPPORT DE FIN DE SONDAGE - SONDAGE D'AIX EN PROVENCE N.8 (AP.8)
HBCM - HP# rapport BRGM 83 SGN 099 PAC, 27 pages, 5 fig., 9 annexes
- 1983 GLINTZBOECKEL CH, DELLER RECONNAISSANCE DE L'EXTENSION DU GISEMENT DE LIGNITE DE GARDANNE (13) - (CAMPAGNE 1983)
- RAPPORT DE FIN DE SONDAGE - SONDAGE DE VELAUX N.2
HBCM - HP# rapport BRGM 83 SGN 728 PAC, 22 pages, 7 fig., 1 annexe
- 1983 GLINTZBOECKEL CH., SYSSA EXTENSION DU GISEMENT DE LIGNITE DE GARDANNE (13) - RAPPORT DE FIN DE SONDAGE - SONDAGE
AIX EN PROVENCE N.9 (AP.9)
H.B.C.M. - H.P.# rapport BRGM 83 SGN 239 PAC, 33 pages, 7 fig., 4 an.
- 1984 GLINTZBOECKEL CH. RECONNAISSANCE DE L'EXTENSION DU GISEMENT DE LIGNITE DE GARDANNE (13) - RAPPORT DE FIN
DE SONDAGE - SONDAGE SIMIANE N. 3 (SI.3)
HBCM - HP# rapport BRGM 84 AGI 213 PAC
- 1984 GLINTZBOECKEL CH. RECONNAISSANCE DE L'EXTENSION DU GISEMENT DE LIGNITE DE GARDANNE (13) - RAPPORT DE FIN
DE SONDAGE - SONDAGE GARDANNE SUD N. 2 (GS.2)
HBCM - HP# rapport BRGM 84 AGI 147 PAC, 20 pages, 5 fig., 2 tab., 4 annexes
- 1983 GONZALES J.F. ETUDE DU ROCHER DE LA GRANDE MINE DANS LE QUARTIER DES SAMBUCS (GISEMENT DE LIGNITE DE GARDANNE) DOC EXT
D.E.A., MARSEILLE, 44 p.
- 1980 GONZALEZ G. PETROLOGIE DE LA GRANDE MINE DE GARDANNE DOC EXT

REVUE DE L'INDUSTRIE MINERALE - supplement au numero de Juin 1980
- 1981 GONZALEZ G. ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE DU LIGNITE FUVELIEN DU BASSIN DE L'ARC ET DE L'ENCAISSANT DOC EXT
CALCAIRE
THESE III° CYCLE, MARSEILLE, 109 p., 14 pl.
- 1979 GOUVERNET C., GUIEU G., PROVENCE DOC EXT

GUIDES REGIONAUX, ED. MASSON, PARIS, 2° ED.
- 1964 GUIEU G. STRUCTURE DE L'EXTREMITÉ OCCIDENTALE DE LA CHAÎNE DE L'ÉTOILE AU NORD DE MARSEILLE DOC EXT

- 1964 GUIEU G. STRUCTURE DE L'EXTREME OCCIDENTALE DE LA CHAINE DE L'ETOILE AU NORD DE MARSEILLE DOC EXT
BSGF, (7), t.6, pp. 412-418
- 1965 GUIEU G. STRUCTURES DES MASSIF DU REGAIGNAS, DE L'OLYMPPE ET DE L'AURELIEN (B. DU Rh. ET VAR) DOC EXT
ANN. FAC. SC. MARSEILLE, t. XXXVII, pp. 3-20, MARSEILLE
- 1967 GUIEU G. UN EXEMPLE DE TECTONIQUE TANGENTIELLE : L'EVOLUTION DU CADRE MONTAGNEUX DE MARSEILLE DOC EXT
BULL. SOC. GEOL. FRANCE, (7), t.9, pp. 610-630, PARIS
- 1967 GUIEU G. EROSION ET TECTONIQUE : LES SURFACES CRETACEES DANS LE MASSIF D'ALLAUCH DOC EXT
C.R. SOM. SOC. GEOL. FRANCE, FASC. 3, pp. 94-95, PARIS
- 1968 GUIEU G. ETUDE TECTONIQUE DE LA REGION DE MARSEILLE DOC EXT
THESE, MARSEILLE, ARCH. ORIG. CNRS N° 2583, 608 p., 139 fig.
- 1973 GUIEU G. L'EVOLUTION TECTONIQUE DE LA CHAINE DE LA NERTHE, AU NORD-OUEST DE MARSEILLE DOC EXT
C. R. ACAD. SC. PARIS, t 276, (D) : 13-16
- 1977 GUIEU G. LA TECTONIQUE DU BASSIN DE MARSEILLE A L'OLIGOCENE DOC EXT
ANN. UNIV. DE PROV., GEOL. MEDIT., t. IV, n°1, pp. 9-24
- 1978 GUIEU G., ROUSSET CL. STRUCTURES, PALEOSTRUCTURES, PALEOGEOGRAPHIE ET GENESE DES BAUXITES EN PROVENCE DOC EXT
BUL. BRGM, SECT. II, n° 3
- 1979 GUIEU G., ROUSSET CL. LES MASSIFS DE L'OLYMPPE ET DE L'AURELIEN REPRESENTENT LA ZONE FRONTALE DU CHEVAUCHEMENT DE LA SAINTE-BAUME (B. DU RH. ET VAR) DOC EXT
C.R. ACAD. SC., t. 289, pp. 623-626
- 1980 GUIEU G. PERSPECTIVES DE RECHERCHE DU GISEMENT LIGNITIFERE AU SUD DU MASSIF DE L'ETOILE EN BORDURE DU BASSIN DE MARSEILLE DOC EXT
REVUE DE L'INDUSTRIE MINERALE - supplement au numero de Juin 1980
- 1980 GUIEU G. UNE PALEOSTRUCTURE ANTICLINALE AU CRETACE MOYEN SUR L'EMPLACEMENT DE L'ETANG DE BERRE (B. DU R.) DOC EXT
C. R. 8° R.A.S.T., MARSEILLE : p. 178
- 1980 GUIEU G., ROUSSET CL. LA PROVENCE DOC EXT
IN INTRODUCTION A LA GEOLOGIE DU SUD-EST (FRANCE). LIVRET-GUIDE 26° CONGR. GEOL. INT. : 65-79
- 1969 GUILLIEN J. ETUDE GEOLOGIQUE ET GEOTECHNIQUE DES AMENAGEMENTS DU CANAL DE PROVENCE ENTRE RIANES ET SAINT-MAXIMIN (VAR) DOC EXT
THESE 3° CYCLE, GRENOBLE
- 1925 JARLIER M. ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DU BASSIN DE FUYEAU DOC EXT
ANNALES DES MINES VII
- 1925 JARLIER M. VENUES D'EAU ET COUPS DE TOIT DANS LE BASSIN DE FUYEAU DOC EXT
ANNALES DES MINES, 12° SERIE, MEMOIRES, t. VII, n° 271-562
- 1970 LATRON CONTRIBUTION A L'ETUDE PALYNOLOGIQUE DU FUYELIEN DE LA REGION DE GARDANNE (B. DU RH.) DOC EXT
THESE 3° CYCLE
- 1980 LEBRETON F. APPORT DES DIAGNOSTICS A L'ETUDE DE LA SUBSURFACE DANS LES SONDAGES DE GARDANNE DOC EXT
REVUE DE L'INDUSTRIE MINERALE - supplement au numero de Juin 1980

- 1962 LEDANTEC J. ETUDE STRATIGRAPHIQUE ET TECTONIQUE DU CHAINON DE LA FARE ET DE LA BORDURE NORD DU BASSIN D'AIX DES, MARSEILLE DOC EXT
- 1957 LENHARDT O., ROUX M.R. MORPHOLOGIE DU SUBSTRATUM DE L'ETANG DE BERRE DOC EXT
BULL. SOC. GEOL. FRANCE, (1), t.9, PARIS
- 1976 MASSE J.P., PHILIP J. PALEOGEOGRAPHIE ET TECTONIQUE DU CRETACE MOYEN EN PROVENCE DOC EXT
REV. GEOGR. PHYS. ET GEOL. DYN., (2), VOL. XVII, FASC. 1, pp. 49-66, PARIS
- 1864 MATHERON PH. REUNION EXTRAORDINAIRE A MARSEILLE DE LA SOCIETE GEOLOGIQUE DE FRANCE. 9-17 OCTOBRE DOC EXT
BULL. SOC. GEOL. FRANCE, (1), VOL. XXV, p. 109
- 1986 MICHEL F. ROCHES ET PAYSAGES ONT UNE HISTOIRE DOC EXT
TOTAL ED.-PRESSE PARIS, ED. DU BRGM ORLEANS
- 1982 MONTEAU R. RAPPORT FIN DE SONDAGE. SONDAGE DE GARDANNE SUD 1 (GS1) DOC EXT
RAPPORT BOUILLERES DE PROVENCE, 5 p.
- 1959 NIVIERE A. ETUDE STRATIGRAPHIQUE ET SEDIMENTOLOGIQUE DE LA BARRE DE ROGNAC DES DOC EXT
- 1892 OPPERMANN M. MEMOIRE SUR LE BASSIN DE FUYEAU DOC EXT
BULL. SOC. IND. MINER., (3), VI, 3 : 833-876
- 1969 PARIS A. RELATION ENTRE LA DEFORMATION ET LA FRACTURATION DES ROCHES EN PROVENCE DOC EXT
THESE 3^e CYCLE, GRENOBLE
- 1980 PHILLIP J. CRETACE SUPERIEUR DE PROVENCE DOC EXT
GEOBIOS - MEM. SPEC. 4, LYON, pp. 99-109, 5 FIG., 1 PL.
- 1975 POMEROL CH. LE CRETACE EN FRANCE : LA PROVENCE DOC EXT
IN STRATIGRAPHIE ET PALEOGEOGRAPHIE, ERE MESOZOIQUE, pp. 274-282, PARIS, DOIN
- 1963 ROUSSET CL. FACIES CONTINENTAUX ET FLUVIO-LACUSTRES CRETACES DU BASSIN DE JOUQUES DOC EXT
C.R. SGF, N° 4, p. 114
- 1977 ROUSSET CL. DE L'IMPORTANCE REGIONALE DE LA FAILLE D'AIX-EN-PROVENCE DOC EXT
C.R.SOM. ACAD. SC., D 871
- 1965 SAUZEDDE, VETTER RAPPORT SUR LES SONDAGES GARDANNE NORD ET GARDANNE SUD DG37
HBCM - HP, rapport ined, HBCM-HP AY-1 N. 249, 28 pages, 2 pl.
- 1966 TOURAINE F. NOUVELLE CONSTATATION STRATIGRAPHIQUE AU SOMMET DU CENGLE DOC EXT
BULL. SGF, N° 5, t. VIII
- 1961 VAN KREVELEN D. W. COAL. TYPOLOGY, CHEMISTRY, PHYSICS, CONSTITUTION DOC EXT
ELSEVIER ED., 514 p.
- 1961 VANDENBERGHE A. ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DE LA REGION DE GARDANNE ET DU BASSIN CRETACE D'AIX-EN-PROVENCE DOC EXT

| | | | |
|------|-----------------|--|-----------|
| 1961 | VANDENBERGHE A. | ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DE LA REGION DE GARDANNE ET DU BASSIN CRETACE D'AIX-EN-PROVENCE ANNALES DE LA SOC. GEOL. DU NORD, t. LXXXI, p. 121 | DOC EXT |
| 1961 | VANDENBERGHE A. | ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DE LA REGION DE GARDANNE ET DU BASSIN CRETACE D'AIX EN PROVENCE # AN. SOC. GEOL. DU NORD, t. LXXXI, seance du 7.06.1961, p. 121 - LILLE | DG28 DG17 |
| | VILLO M. | ETUDE SUR LE BASSIN DE FOVEAU ET SUR UN GRAND TRAVAIL A Y EXECUTER ANNALES DES MINES, 8° SERIE, t. IV | DOC EXT |
| 1968 | | CARTE GEOL. DE LA FR., AUBAGNE-MARSEILLE 2° ED. D'AUBAGNE | DOC EXT |
| 1969 | | CARTE GEOL. DE LA FR., AIX-EN-PROVENCE 2° ED. | DOC EXT |
| 1978 | | CARTE GEOL. DE LA FR., MARTIGUES-MARSEILLE 2° ED. DE MARTIGUES | DOC EXT |

BIBLIOGRAPHIE DES DOCUMENTS REMIS AU MAITRE D'OUVRAGE

- 1974 AUBOIN J. LA PROVENCE DOC EXT
IN GEOLOGIE DE LA FRANCE, J. DEBELMAS ED., pp. 346-386, PARIS, DOIN
- 1984 BABINOT J.F., DURAND J.P. SEDIMENTS FLUVIO-LACUSTRES DU SENONIEN SUPERIEUR DE BASSE-PROVENCE ET DU LANGUEDOC DOC EXT
IN SYNTHESE GEOLOGIQUE DU SUD-EST DE LA FRANCE, MEM. BRGM N° 125, pp. 376-387
- 1984 BESSON J.C., GLINTZBOECK LE GISEMENT DE CHARBON DU BASSIN DE L'ARC - LES RESSOURCES DU NORD-EST DU BASSIN - RESULTATS DE LA CAMPAGNE DE RECONNAISSANCE DE L'EXTENSION DU GISEMENT DE GARDANNE (1982-1983) DOC EXT
REVUE DE L'INDUSTRIE MINERALE AOUT-SEPTEMBRE 1984, vol. 6, n° 8-9
- 1980 BIDEAUD M. UNE ETUDE SISMIQUE DANS LE BASSIN DE L'ARC DOC EXT
REVUE DE L'INDUSTRIE MINERALE, SUPPLEMENT AU NUMERO DE JUIN 1980
- 1982 BOLT B.A. LES TREMBLEMENTS DE TERRE DOC EXT
BIBLIOTHEQUE POUR LA SCIENCE, DIFFUSION BELIN
- 1988 CAILLOL M., DELLERY B., BASSIN LIGNITIFERE DE L'ARC (13), BILAN GENERAL DES CONNAISSANCES EN VUE DE SA PRESERVATION A MOYEN ET LONG TERMES. R88SGN524PA
C.R. Prov. Alpes Côte d'Azur, rapport BRGM 88 SGN 524 PAC, 37 pages, 11 fig., 1 annexe
- 1980 DONSONI M., FARJANEL G. ETUDE DES MICROFACIES ET DE LA MICROFLORE DES ASSISES FUVELIENNES DU SONDAGE GW.1 DOC EXT
REVUE DE L'INDUSTRIE MINERALE - supplement au numero de Juin 1980
- 1977 DURAND J.P. LES LIGNITES FUVELIENS DE PROVENCE DOC EXT
REVUE DE L'INDUSTRIE MINERALE - serie speciale Mine, pp. 101-110 PARIS
- 1980 DURAND J.P. LES SEDIMENTS FUVELIENS DU SYNCLINAL DE L'ARC (PROVENCE) DOC EXT
REVUE DE L'INDUSTRIE MINERALE - supplement au numero de Juin 1980
- 1980 DURAND J.P., GUIEU G. CADRE STRUCTURAL DU BASSIN DE L'ARC DOC EXT
REVUE DE L'INDUSTRIE MINERALE - supplement au numero de Juin 1980
- 1984 DURAND J.P. GEOLOGIE DU BASSIN DE L'ARC DOC EXT
REVUE DE L'INDUSTRIE MINERALE - AOUT-SEPTEMBRE 1984, vol. 66, n° 8-9
- 1980 DUROZOY G. HYDROGEOLOGIE DU BASSIN DE L'ARC DOC EXT
REVUE DE L'INDUSTRIE MINERALE - supplement au numero de Juin 1980
- 1980 GAVIGLIO P. LA FRACTURATION DANS LE GISEMENT DE LIGNITE DU BASSIN DE L'ARC DOC EXT
REVUE DE L'INDUSTRIE MINERALE - supplement au numero de Juin 1980
- 1985 GAVIGLIO P., GUIEU G., G. TECTONIQUE EN COMPRESSION AU FRONT DU CHEVAUchement DE L'ETOILE ET DANS LE GISEMENT DE CHARBON DE GARDANNE DOC EXT
LIVRET-GUIDE DE L'EXCURSION DE LA SOC. GEOL. FR. EN PROVENCE, DOC. BRGM, 94 : 77-96
- 1985 GAVIGLIO P. LA DEFORMATION CASSANTE DANS LES CALCAIRES FUVELIENS DU BASSIN DE L'ARC (PROVENCE) - DG.2725
COMPORTEMENT DES TERRAINS ET EXPLOITATION MINIÈRE
THESE DE DOCTORAT D'ETAT, UNIV. DE PROVENCE (AIX-MARSEILLE I), LE 18 DECEMBRE 1985, 220 pages, 3 Pl.,

- 1985 GAVIGLIO P. LA DEFORMATION CASSANTE DANS LES CALCAIRES FUVELIENS DU BASSIN DE L'ARC (PROVENCE) - COMPORTEMENT DES TERRAINS ET EXPLOITATION MINIERE
THESE DE DOCTORAT D'ETAT, UNIV. DE PROVENCE (AIX-MARSEILLE I), LE 18 DECEMBRE 1985, 220 pages, 3 Pl., DG.2725
- 1987 GAVIGLIO P., GONZALES J. FRACTURATION ET HISTOIRE TECTONIQUE DU BASSIN DE GARDANNE
BULL. SOC. GEOL. FR., (8), III, N° 4, pp. 675-682 DOC EXT
- 1980 GLINTZBOECKEL CH., DELLE LE GISEMENT DE CHARBON DE L'ARC (HOUILLERES DE PROVENCE) - RECONNAISSANCE DE L'EXTENSION DU GISEMENT
REVUE DE L'INDUSTRIE MINERALE - supplement au numero de Juin 1980 DOC EXT
- 1980 GONZALEZ G. PETROLOGIE DE LA GRANDE MINE DE GARDANNE
REVUE DE L'INDUSTRIE MINERALE - supplement au numero de Juin 1980 DOC EXT
- 1981 GONZALEZ G. ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE DU LIGNITE FUVELIEN DU BASSIN DE L'ARC ET DE L'ENCAISSANT CALCAIRE
THESE III° CYCLE, MARSEILLE, 109 p., 14 pl. DOC EXT
- 1980 GUIEU G. PERSPECTIVES DE RECHERCHE DU GISEMENT LIGNITIFERE AU SUD DU MASSIF DE L'ETOILE EN BORDURE DU BASSIN DE MARSEILLE
REVUE DE L'INDUSTRIE MINERALE - supplement au numero de Juin 1980 DOC EXT
- 1980 LEBRETON F. APPORT DES DIAGRAPHIES A L'ETUDE DE LA SUBSURFACE DANS LES SONDAGES DE GARDANNE
REVUE DE L'INDUSTRIE MINERALE - supplement au numero de Juin 1980 DOC EXT
- 1986 MICHEL F. ROCHES ET PAYSAGES ONT UNE HISTOIRE
TOTAL ED.-PRESSE PARIS, ED. DU BRGM ORLEANS DOC EXT
- 1975 PONEROL CH. LE CRETACE EN FRANCE : LA PROVENCE
IN STRATIGRAPHIE ET PALEOGEOGRAPHIE, ERE MESOZOIQUE, pp. 274-282, PARIS, DOIN DOC EXT



**Office municipal de développement
(O.M.D.)**

CONDITIONS NATURELLES DU SITE

**Dossier n°2 : La sismicité
naturelle**

G. GONZALEZ

**Juin 1990
R 30960 PAC 4S 90**

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

S O M M A I R E

n° pages

| | |
|---------------------------------------|----|
| 1. INTRODUCTION | 1 |
| 2. GENERALITES SUR LA SISMICITE | 2 |
| 2.1. Définitions | 2 |
| 2.2. Notion de sismotectonique | 5 |
| 2.3. Notion de tectonique | 6 |
| 3. LA SISMICITE REGIONALE | 11 |
| 3.1. Sismicité historique | 11 |
| 3.2. Sismicité instrumentale | 16 |
| 4. CADRE SISMOTECTONIQUE | 20 |
| 4.1. Données générales | 20 |
| 4.2. Le domaine méditerranéen | 20 |
| 4.3. A l'échelle régionale | 23 |

Liste des figures

| | |
|--|----|
| 1. Ondes sismiques | 4 |
| 2. Schéma structural du bassin de l'Arc et de ses massifs de bordure entre Calas et Trets | 7 |
| 3. Coupe géologique transversale du bassin de Gardanne | 9 |
| 4. Coupes dans la bordure méridionale du bassin de la Nerthe à l'Etoile d'Ouest en Est | 10 |
| 5. Carte de sismicité historique | 12 |
| 6. Carte des épacentres des séismes du bassin d'Aix | 13 |
| 7. Epicentres macrosismiques sélectionnés | 14 |
| (extrait fichier SIRENE/BRGM) | |
| 8. Principales stations courte période existant en France Métropolitaine | 17 |
| 9. Réseau régional Provence | 18 |
| 10. La sismicité en Provence de 1983 à 1986 d'après le réseau local | 21 |
| 11. Les principales plaques tectoniques | 22 |
| 12. Zonation sismotectonique de la Provence | 24 |
| 13. Déformations décrochantes compressives | 25 |

Liste des annexes

- I Echelle macrosismique d'intensité (MSK, 1964)
- II Extrait fichier SIRENE/BRGM
- III Extraits de Presse, 1984
- IV Carte de sismicité instrumentale (hors texte).

1. INTRODUCTION

La ville de Gardanne souhaite réaliser l'information "grand public" sur la Géologie du bassin minier, son exploitation, et la sismicité naturelle.

Dans ce but, l'Office municipal de développement (O.M.D.) a chargé le BRGM Provence-Alpes-Côte d'Azur d'élaborer des dossiers techniques qui serviront de base à des résumés qui pourront faire l'objet de publications, être mis à disposition du public, des scolaires ...

Quatre directions seront explorées :

- les conditions naturelles du site :
 - le gisement, nature, géométrie, qualité,
 - la sismicité naturelle
- l'exploitation souterraine : lieux, modes et conditions d'exploitation - évolution dans le temps.
- les secousses enregistrées depuis 20 ans (origine, intensités, localisation).
- axes de présentation :
 - ♦ perception et comportement du public
 - ♦ aménagement du territoire et construction.

Ce présent rapport concerne le 2ème chapitre du 1er volet : la sismicité naturelle.

Il est complété :

- d'une série de documents, notes, publications, planches, figures susceptibles d'être valorisés par des professionnels de la communication dans le cadre d'une animation ciblée en fonction des publics visés (fournie en 1 exemplaire).

- d'une bibliographie de retenu sur le thème concerné qui permettra la recherche éventuelle d'autres éléments d'information, et qui a été élaboré avec le concours actif des Houillères de Bassin Centre Midi.

2. GENERALITES SUR LA SISMICITE

2.1. Définitions

Un séisme, ou tremblement de terre, est une secousse ou une série de secousses plus ou moins violente du sol. La cause généralement invoquée est la relaxation de contraintes profondes (rebord élastique) se manifestant par un glissement de deux blocs le long d'un plan de failles.

L'origine des séismes se trouve en profondeur à l'hypocentre ou foyer. L'épicentre est le point de la surface situé à la verticale du foyer. Selon la profondeur de ce dernier, on distingue les séismes superficiels à moins de 100 km, les intermédiaires de 100 à 300 km, profonds de 300 à 700 km (il n'y en a pas au-delà).

On voit immédiatement que la cause et l'origine des secousses observées font partie intégrante de la définition du séisme. Nombres de secousses, notamment celles enregistrées par des sismographes (appareils de détection, voir ci-dessous) et qui ne sont pas perceptibles par nos sens, peuvent avoir des causes très diverses : coup de vent, glissement et éboulement de terrain, explosions, etc. et sont considérées, notamment par J. VOGT, comme de "faux séismes".

Lors d'un séisme on constate que les effets s'atténuent lorsqu'on s'éloigne de la zone épiscopentrale. Il est nécessaire d'apprécier quantitativement ces effets pour évaluer la force des tremblements de terre.

On a cherché, depuis un siècle, à préciser ces notions, en définissant des degrés d'intensité, d'après les effets ressentis dans les différentes localités.

Plusieurs échelles ont été élaborées jusqu'ici, telles l'échelle de Mercalli et l'échelle M.S.K. 1964 (du nom de ses auteurs, MEDVEDEV, SPONHEUER et KARNIK) la plus courante en Europe (donnée en annexe).

Lorsqu'on dispose d'une enquête complète dans une région peuplée on peut dessiner une carte isoséiste, où les isoséistes (ou courbes isoséistes) limitent les zones ayant subi la même intensité sismique. Ces courbes permettent de définir une aire centrale où l'intensité est maximale. Le centre de cette aire est l'épicentre macrosismique.

Les échelles s'appuient sur trois types de critères pour définir les intensités : effets sur les hommes, les bâtiments et les terrains. L'attribution d'une intensité n'est donc jamais qu'une estimation, souvent subjective et discutable.

Il existe une autre manière de caractériser l'importance d'un séisme, tout à fait différente de l'intensité et qui ne doit pas être confondue avec elle : la magnitude.

La magnitude se déduit de l'amplitude du mouvement du sol, à une certaine distance, mesurée par un sismographe de référence ; un sismographe étant un appareil servant à enregistrer les tremblements de terre et utilisant généralement l'inertie d'une masse pesante qui a tendance à rester sur place lorsque le sol, auquel le bâti de l'appareil est fixé, se déplace.

La plus forte magnitude connue dans cette échelle, dite de Richter est de 8,6. Notons que le sismographe décèle des secousses d'intensité de degré I sur l'échelle MSK qui se situe en-dessous du seuil de perception humaine.

Intensité maximale à l'épicentre, et magnitude varient en gros dans le même sens, mais la première dépend aussi de la profondeur du foyer. Il est des séismes peu profonds, comme celui d'Agadir de 1960, avec une forte intensité sur une faible étendue, qui ont une magnitude plus faible que celle de séismes profonds, pour lesquels l'intensité maximale est moindre.

Les ébranlements dus aux séismes, qui se déplacent sous forme d'ondes, traversent le globe terrestre qui comme tout milieu élastique, transmet des ondes de volumes et des ondes de surface (Fig.1).

Les ondes de volume se divisent d'une part en ondes P ou ondes primaires appelées aussi de compression, de distension, de dilatation, de distension, longitudinales et, d'autre part en ondes S ou ondes secondaires appelées aussi de cisaillement, de distorsion, de rotation, transversales.

Les ondes P sont plus rapides que les ondes S et sont donc enregistrées avant elles par les sismographes, et souvent plus nettement. La différence des temps d'arrivée de ces ondes suffit, connaissant leur vitesse, à donner une indication sur la distance du séisme. A noter que les ondes S ne se propagent pas dans les liquides.

Les ondes de surface se propagent comme leur nom l'indique à la surface d'un milieu élastique comme des ronds dans l'eau ; on y distingue les ondes de Rayleigh et les ondes de Love.

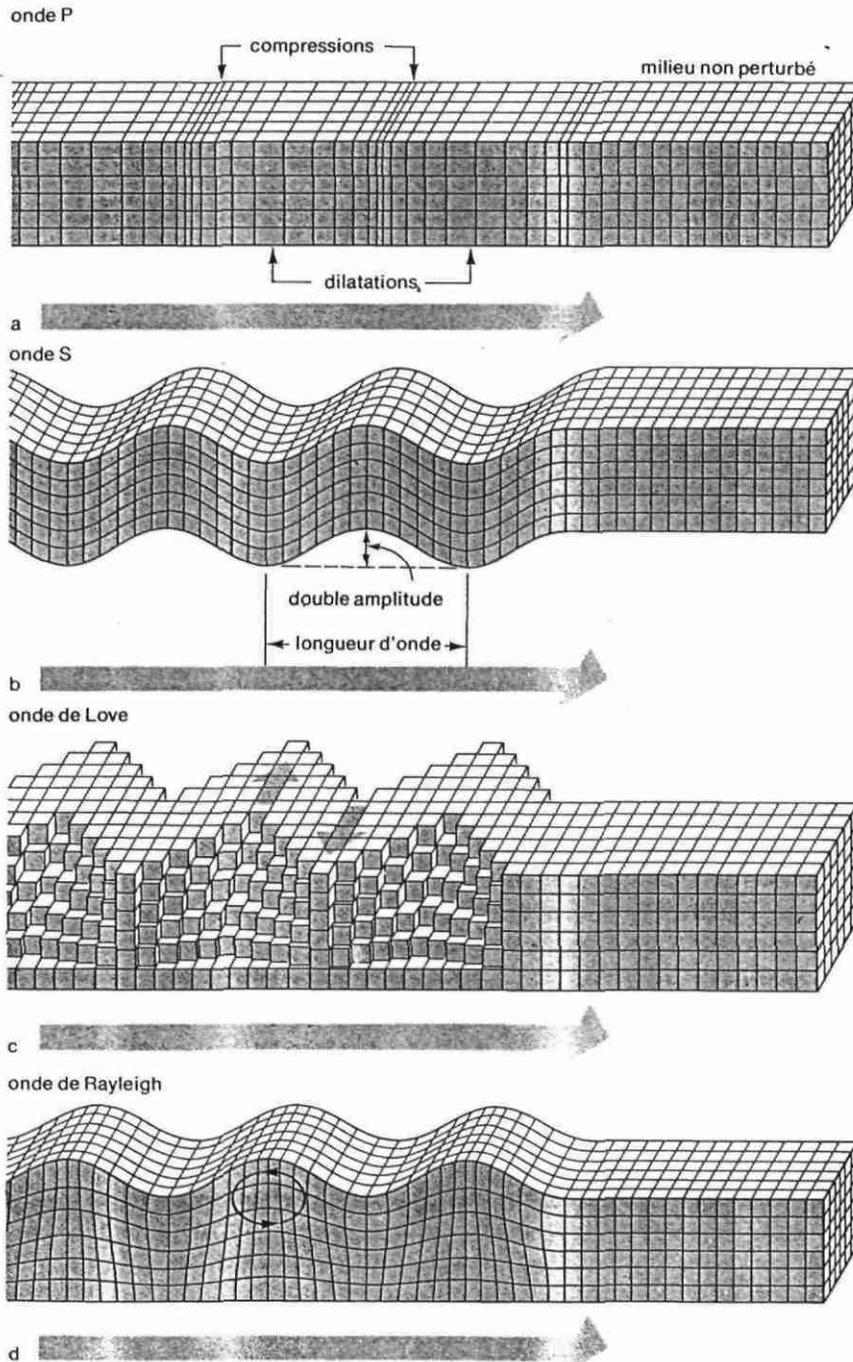


Figure 1
Ondes sismiques

2.2. Notion de sismotectonique

Les séismes se produisent, d'une manière très générale, le long de fractures majeures préexistantes. Ceci impose de connaître la tectonique (déformations des terrains) générale de la région et ses structures profondes pour en déterminer par les études des déformations récentes (néotectonique) les mouvements actuels.

Sur un plan fondamental, une bonne connaissance de la géologie régionale est indispensable. En effet, c'est cette dernière qui définit les grandes unités et le cadre dans lequel viendront s'inscrire les observations sur les mouvements actuels.

Bien que la France ne figure pas parmi les pays les plus exposés aux séismes destructeurs (à l'inverse de la Grèce, le Sud de l'Italie ...), un bref retour dans le passé nous rappelle que certaines régions comme le fossé rhénan, les Pyrénées, les Alpes, la Côte d'Azur ou la Provence ont été le siège d'importants séismes ayant entraîné la perte de nombreuses vies humaines et des dégâts matériels considérables.

De plus, l'accroissement permanent de la population dans certaines de ces régions ainsi que l'implantation d'industries particulièrement sensibles aux risques sismiques (industries chimiques et nucléaires) ont majoré le risque encouru par les populations.

A ce titre, plusieurs actions ont été entreprises depuis plus d'une dizaine d'années pour répondre à la demande de la collectivité scientifique et industrielle et aux préoccupations des autorités locales et régionales.

Notamment et sous l'impulsion de l'INAG* on a cherché à développer l'implantation de réseaux de surveillance régionaux dans les zones où l'activité sismique paraît la plus importante. Parallèlement, certains organismes (CEA, EDF, BRGM, Ministère de l'Industrie) ont dressé un bilan des données sismotectoniques. Ainsi l'état des connaissances en 1977 a permis d'élaborer la lère carte sismotectonique à 1/1000000 de la France. Cette carte reflète une première démarche sismotectonique, qui consiste à prendre en compte non seulement la sismicité historique et actuelle, mais aussi les déformations tectoniques.

En 1981, à l'initiative de l'INAG, l'IPG** de Strasbourg a été chargé d'installer un réseau de surveillance régional en Provence (spécialement dans les Bouches-du-Rhône), comprenant 8 sismographes.

* INAG : Institut Nat. d'Astronomie et de Géophysique.

** IPG : Institut de Physique du Globe.

2.3. Notion de tectonique

Dans la région provençale, depuis le Crétacé, la tectonique (c'est-à-dire la déformation des roches après leur dépôt) se décompose de la façon suivante :

- à l'Albo-Cénomaniens (- 100 M.A.), une phase encore mal caractérisée a entraîné l'émersion d'une partie de la Provence et la formation de bauxite.

- au Maestrichtien (- 65 M.A.), s'est réalisée la structuration en anticlinaux et en synclinaux de la région.

- au Bartonien (- 40 M.A.), la phase de compression pyrénéo-provençale provoque dans le Sud de la Provence le décollement de la couverture sédimentaire et le déplacement des grandes unités (mise en place des chevauchements de l'Etoile et de la Ste Victoire notamment) (cf. § Géologie structurale - Dossier Géologie) à l'Oligocène (entre - 25 et - 37 M.A.). Une distension E-W est à l'origine de la création de bassins ou fossés d'effondrement (bassin de Marseille, bassin d'Aix, par exemple).

- au Pontien (- 6 M.A.), un nouvel épisode (phase alpine) compressif met en place quelques chevauchements d'extension limitée, au Nord de la Provence (Luberon, Alpilles, Costes, ...).

En outre, la phase tectonique alpine provoque le rejeu d'anciens accidents (tel que le chevauchement de la Sainte Victoire, faille d'Aix).

Les grands accidents géologiques qui affectent le bassin de l'Arc sont (cf. Fig.2, 3, 4) :

- le chevauchement de la Ste Victoire au Nord,
- le chevauchement de l'Etoile (avec les failles de la Diote et du Safre), et celui de l'Olympe-Aurélien au Sud),
- la faille d'Aix et celle de Meyreuil qui appartiennent au système de failles de la Moyenne Durance.

LEGENDE DE LA FIGURE 2.

BORDURE SEPTENTRIONALE

 JURASSIQUE ET CRETACE inférieur

BORDURE MERIDIONALE

-  MASSIF DE L'OLYMPE
-  PLI. FAILLE DU REGAINAS
-  DOME DU REGAINAS
-  COLLINES D'AURIOL
-  DALLE DE PEYPIN-PIERRESCA
-  VERSANT MERIDIONAL DE L'ETOILE
-  ZONE CENTRALE DOLOMITIQUE
-  COLLINES JURASSIQUES DE SEPTEMES
-  SYNCLINAL DU PILON DU ROI
-  APTIEN DE SIMIANE-MIMET
-  TRIAS ET DEMI-KLIPPE DE ST GERMAIN
-  ECAILLE DE SOUSQUIERES

BASSIN DE L'ARC

-  TORTONIEN
-  OLIGOCENE
-  PALEOCENE, EOCENE
-  BEGUDO. ROGNACIEN
-  VALDO. FUVELIEN
-  SANTONIEN
-  CONTACT CHEVAUCHANT
-  FAILLE NORMALE
-  DECROCHEMENT

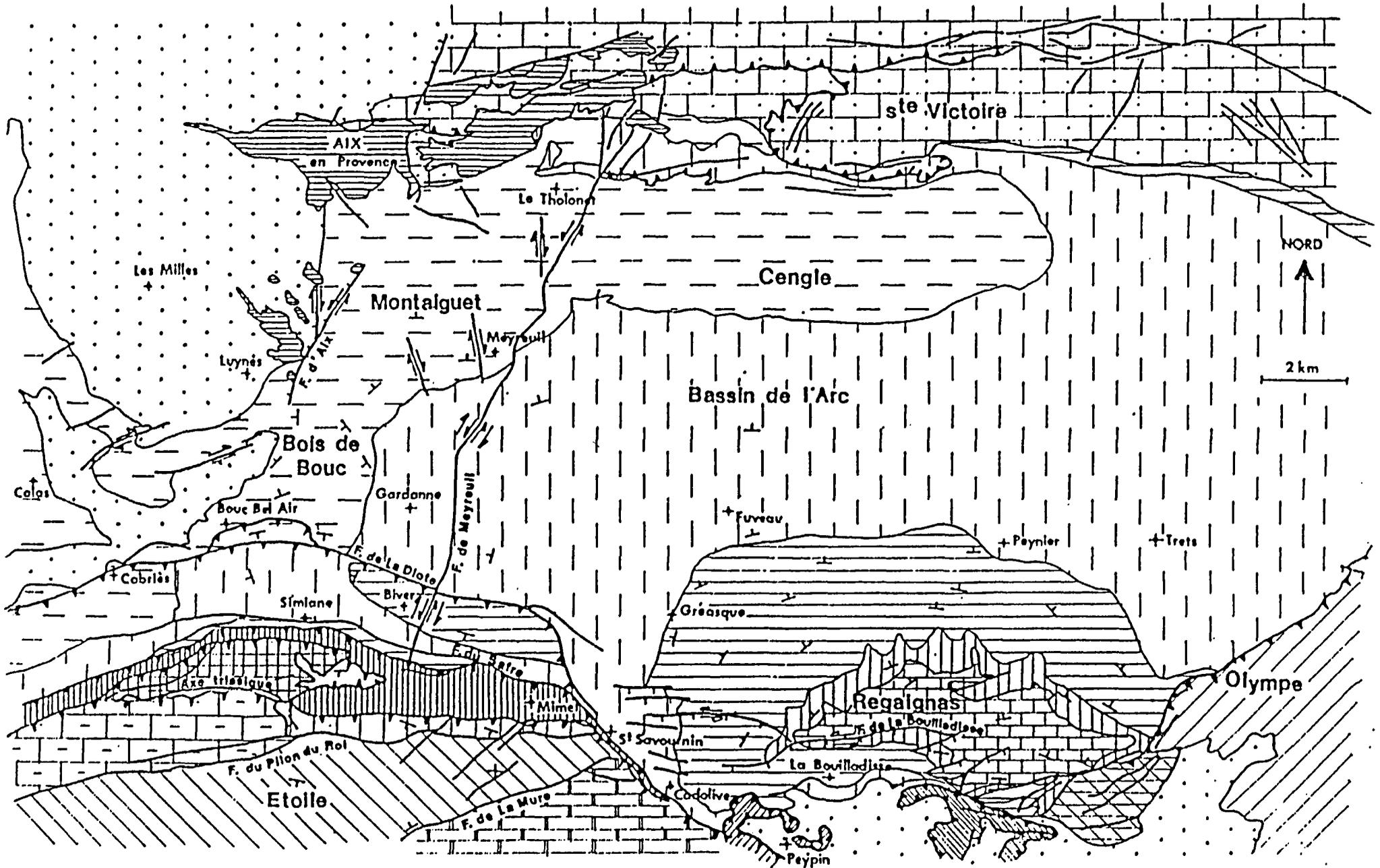


Fig.2 - SCHEMA STRUCTURAL DU BASSIN DE L'ARC ET DE SES MASSIFS DE BORDURE ENTRE CALAS ET TRETS

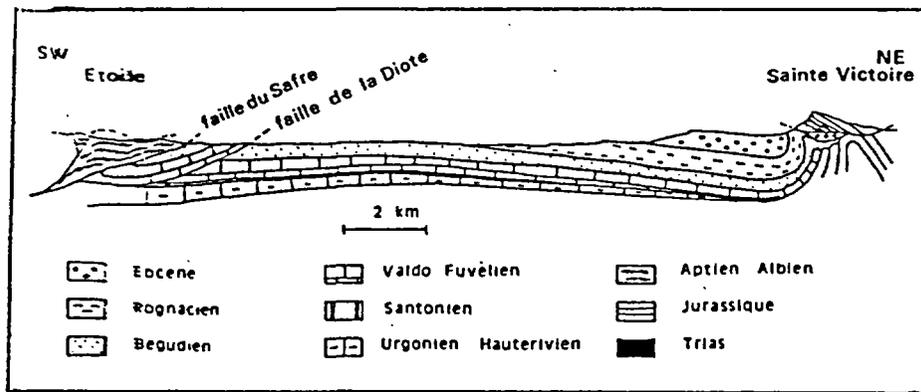
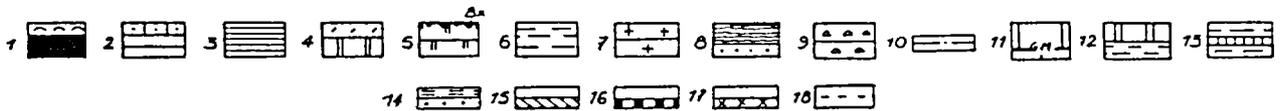
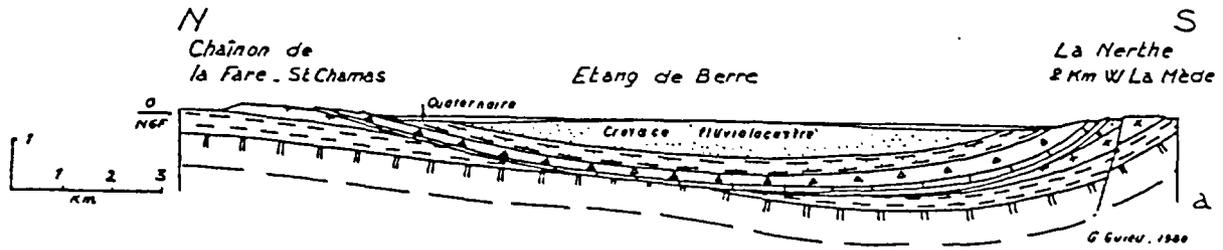
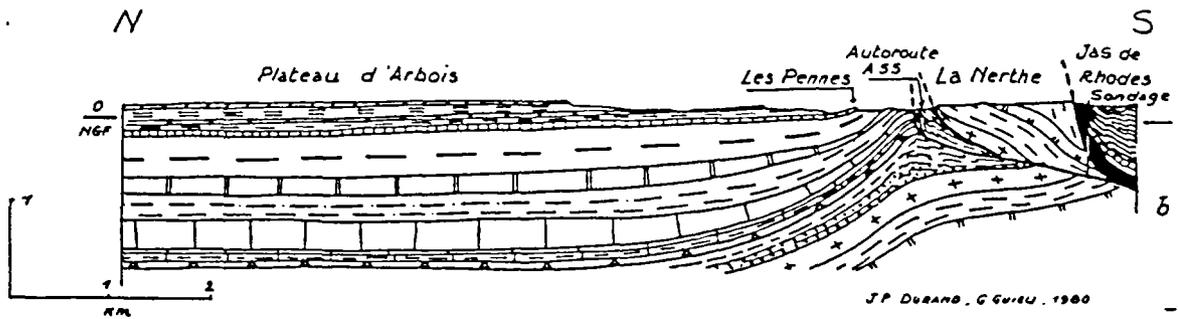
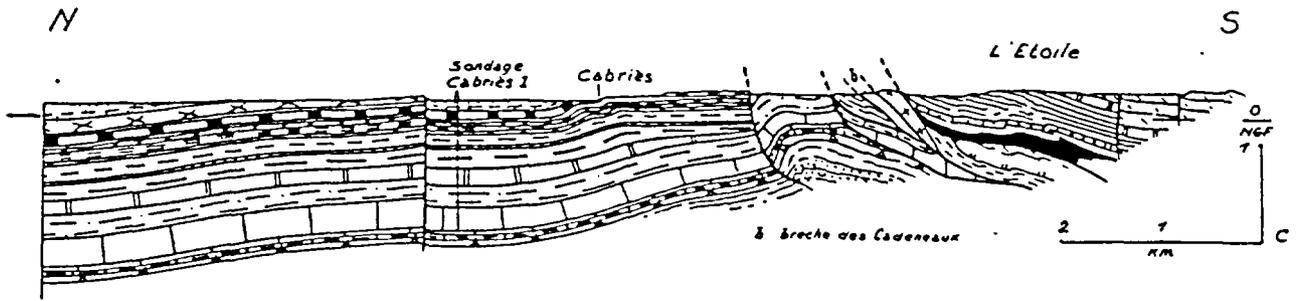


Fig.3 - Coupe géologique transversale du bassin de Gardanne



Légende

1 : Trias et Rhétien. 2 : Lias dolomitique et calcaire. 3 : Dogger. 4 : Kimmeridgien calcaire et dolomitique. 5 : Jurassique supérieur calcaire ; Bx : bauxite. 6 : Néocomien. 7 : Urgonien. 8 : Aptien (Bédoulien et Gargasien) et, dans l'Etoile, Albien pro parte. 9 : Crétacé supérieur marin. 10 : Valdonnien. 11 : Fuvélien (GM : Grande Mine). 12 : Bégudien inférieur et supérieur. 13 : Rognacien inférieur, barre de Rognac. Rognacien supérieur. 14 : Montien : barre de Vitrolles. 15 : Thanétien : barre de Meyreuil. 16 : Sparnacien : calcaire de Saint-Marc. 17 : Lutétien : calcaire du Montaiguët. 18 : Oligocène.

Fig. 4 - Coupes dans la bordure méridionale du bassin de la Nerthe à l'Etoile d'Ouest en Est

3. LA SISMICITE REGIONALE

3.1. La sismicité historique

C'est l'ensemble des données sismiques relevées et notées depuis 5 siècles environ. Ces données sont regroupées et mises à jour annuellement pour la France, par le fichier informatisé "SIRENE", élaboré par le BRGM* (cf., Fig. 5).

La région de la Moyenne Durance a connu depuis le XVe siècle, 4 séismes importants d'intensité M.S.K. supérieure ou égale à 7 (cf. annexe I) :

- 1509, intensité VIII, épicentre MANOSQUE
- 1708, intensité VIII, épicentre MANOSQUE
- 1812, intensité VIII, épicentre BEAUMONT
- 1913, intensité VII-VIII, épicentre VOLX

Plus proche du bassin de l'Arc, dans la région aixoise de la Trevaresse, le séisme majeur de 1909, épicentre Lambesc, dont l'intensité a atteint VIII-IX.

En ce qui concerne le bassin de l'Arc nous avons exploité les données du fichier SIRENE/BRGM dans un secteur s'étendant à l'Ouest jusqu'à Berre-l'Etang, à l'Est jusqu'à St Maximin, au Nord jusqu'à Puyricard et au Sud jusqu'à Allauch (cf. fig. 6). 7 séismes, dont l'intensité est comprise entre 4 et 6, y ont leurs épicentres (Fig. 7). Ils ont été ressentis comme de simples secousses et n'ont pas provoqué de dégâts notables.

Les plus récents sont ceux de 1984 et 1985. Le premier s'est produit le 19 février 1984 dans la région d'AIX-MARSEILLE (Provence) - (cf. fiche technique du 20.02.84). Les 20 et 21 février, les journaux régionaux tels "Le Méridional", "Le Provençal", "La Marseillaise" ou "Le Soir" titraient en première page cet événement ("La Provence a encore tremblé", "les Provençaux secoués : mini séisme et maxi panique") et relaient longuement les effets de cette secousse largement ressentie par la population dans un rayon d'environ 50 à 80 km autour de l'épicentre (cf. Annexe). Il est vrai que c'est l'évènement sismique le plus important survenu dans les Bouches-du-Rhône depuis le séisme meurtrier de Lambesc en 1909.

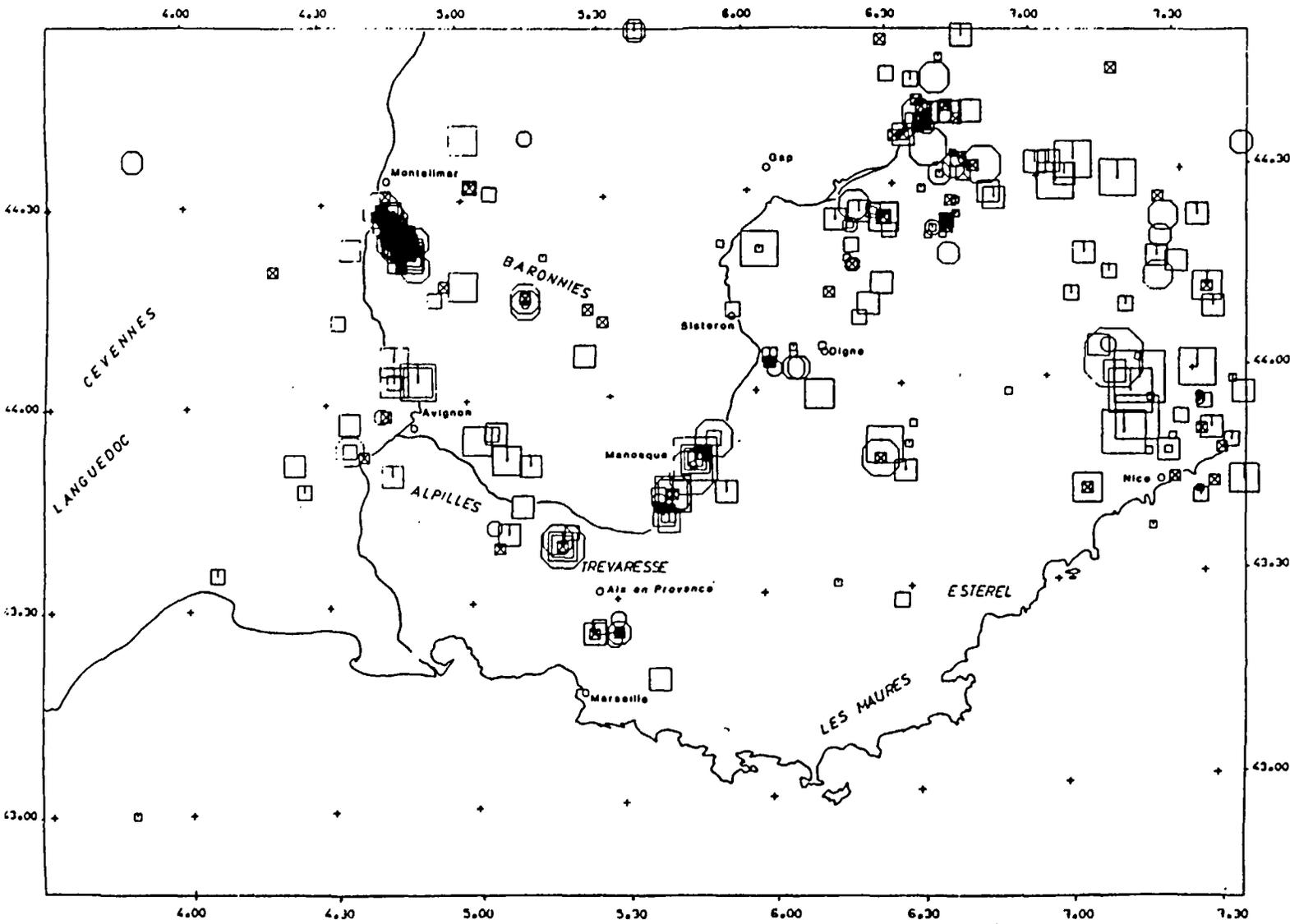
* En collaboration avec le CEA et EDF.

CARTE DE SISMICITE

EPICENTRES SELECTIONNES SUR LA ZONE : 3.30 7.30
42.00 44.50

ELIMINATION DES EPICENTRES MACROSISMQUES
DE QUALITE DE LOCALISATION INFERIEURE A 1 D

Figure 5 : CARTE DE
SISMICITE HISTORIQUE,
d'après les données du
fichier SIRENE



LEGENDE

EPICENTRE MACROSISMQUE :

INTENSITE EPICENTRALE :

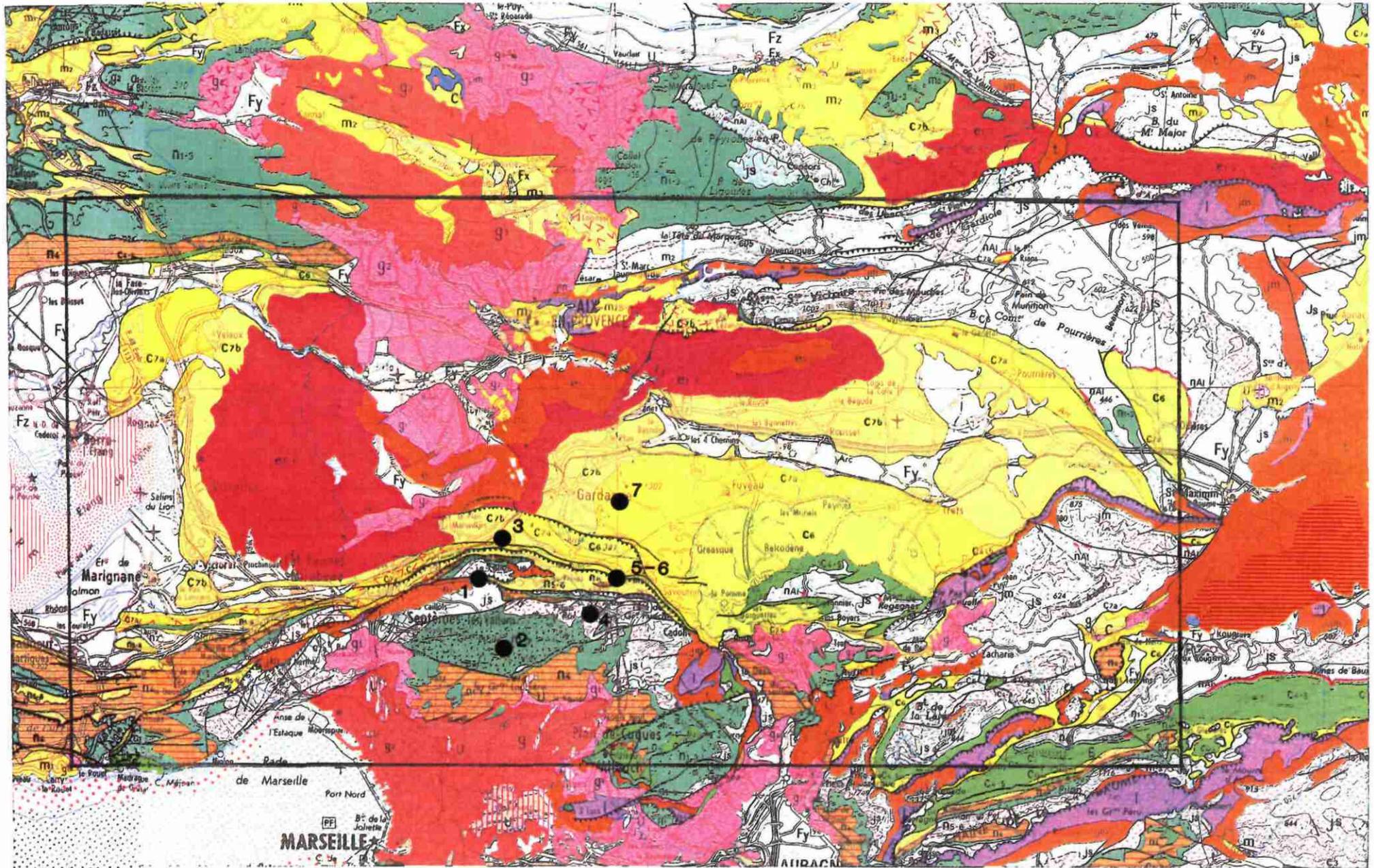
FIABLE A B INCERTAINE C INDETERMINEE

| LOCALISATION SIRENE | 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 |
| ○ □ | 9.5 ET 10.0 |

Fig. 6 Carte des épicentres des séismes du bassin de l'Arc



● Epicentre (numéro du séisme sur extrait SIRENE/BRGM fig. 6)



BRGM

Figure 7

EPICENTRES MACROSISMIQUES SELECTIONNES (Extrait fichier SIRENE/BRGM)
ENTRE 5°10'E ET 5°50'E, 43°20'N ET 43°35'N

Intensité épiscopentrale supérieure ou égale à : 3
qualité de la localisation comprise entre A et E

| NUMEVT | JOUR | MOIS | ANNEE | Q | LONGITUDE | LATITUDE | Q I | INTENSITE | N° du séisme sur fig.5 |
|-------------|------|------|-------|-----|-----------|----------|-------|-----------|------------------------|
| * 0130044 * | 5 | 2 | 1803 | * D | 5.25 | 43.25 | * C + | 5.0 * | 1 |
| * 0130117 * | 7 | 11 | 1922 | * E | 5.26 | 43.23 | * C + | 4.5 * | 2 |
| * 0130084 * | 19 | 11 | 1959 | * D | 5.26 | 43.26 | * B | 4.5 * | 3 |
| * 0130121 * | 28 | 5 | 1985 | * A | 5.29 | 43.24 | * B | 5.0 * | 4 |
| * 0130118 * | 19 | 2 | 1984 | * B | 5.30 | 43.25 | * A | 6.0 * | 5 |
| * 0130119 * | 20 | 2 | 1984 | * B | 5.30 | 43.25 | * B | 4.0 * | 6 |
| * 0130085 * | 23 | 2 | 1961 | * B | 5.30 | 43.27 | * B | 4.5 * | 7 |

A

B

C

7 records selected.

A : n° séisme du fichier SIRENE

C : qualité de la connaissance de l'intensité

B : qualité de la localisation

(A : très bonne, E : médiocre)

(A : très bonne, E : médiocre)

Les quelques répliques qui ont suivi la secousse principale du 19 ont maintenu les autorités locales et régionales du département des Bouches-du-Rhône sur le qui-vive.

D'après la localisation IPGS, l'épicentre se situe à environ 1 km au Nord du village de Mimet situé au pied de la chaîne de l'Etoile (Fig. 6).

La zone comprise entre le village, celle de Cadolive et la Bouilladisse au S.E. et de Belcodène et Gréasque au N.NE., correspond grossièrement à la surface d'intensité maximale V-VI ressentie par la population (échelle MSK).

L'étude du séisme (cf. COMBES, 1984) a montré que le mécanisme tectonique (déformation des terrains) mis en jeu est une réactivation actuelle des failles inverses "en relais" le long de l'accident de la Moyenne Durance (cf. § 2.3.) et que son épicentre est situé à proximité des accidents chevauchants du chaînon de l'Etoile et en arrière de la faille inverse de la Diote (Fig. 3).

Le séisme de mai 1985 est considéré comme une réplique tardive du séisme de 1984.

On note que les épicentres des 7 séismes locaux extraits du fichier SIRENE/BRGM sont tous précisément localisés au niveau du massif de l'Etoile qui n'est pas, d'un point de vue géologique, en place (ou chevauchant).

Si seulement 7 séismes ont leurs épicentres dans le secteur considéré, il n'empêche qu'un nombre plus important de séismes y ont été ressentis (cf. annexe II). Leurs épicentres sont distincts, extérieurs au bassin de l'Arc. Ainsi le séisme de 1887, de forte intensité VII, ressenti dans tout le SE de la France (à Antibes à 6h, le 28.02.1887, la mer s'est retirée de 2 mètres) a une origine lointaine, son épicentre se situant en Ligurie.

Notons qu'hormis les séismes de Ligurie et de 1909, les intensités des séismes sont, ici inférieures à VI, c'est-à-dire sans dommage aux constructions (d'après l'échelle MSK, annexe). Le plus ancien séisme historiquement ressenti dans le secteur date de 1644.

3.2. Sismicité instrumentale

Les études de sismicité instrumentale sont relativement récentes. En effet, l'implantation de grands réseaux de stations télémétrées assurant un contrôle fiable de l'activité sismique, et l'utilisation de réseaux mobiles localisant avec précision les répliques, n'ont été possibles qu'avec les progrès récents de la technologie (semi-conducteurs, horloges à quartz, etc.), et leur application à la géophysique, il y a environ 25 à 30 ans.

De plus les réseaux instrumentaux étendent le champ d'investigation des phénomènes sismiques : seuls les sismographes dont ceux équipant ces réseaux permettent de déceler et d'enregistrer des secousses infimes de degré I sur l'échelle d'intensité MSK ; c'est-à-dire celles dont l'intensité de la vibration se situe en-dessous du seuil de perception humaine.

En Provence, on dispose de 2 réseaux d'enregistrement des séismes :

- 1 réseau national français LDG/CEA mis en place en 1962 (Fig. 8)
- 1 réseau régional Provence I.P.G.S. mis en place en 1981 (Fig.9)

3.2.1. Réseau national français LDG/CEA

Le premier grand réseau télémétré est construit en France en 1962 par le Laboratoire de Détection et de Géophysique du Commissariat à l'Energie Atomique (LDG/CEA) (Fig. 8). Il est constitué de 28 stations (soient 28 sismographes) dont les données sont transmises en permanence à un centre d'enregistrement. A ces données homogènes s'ajoutent toutefois celles des autres stations françaises (principalement des Instituts de Physique du Globe de Strasbourg et de Paris) et étrangères (Espagne, Italie, RFA, Suisse, Belgique, pour l'essentiel), particulièrement utiles au contrôle de la sismicité des zones frontalières.

Depuis 1976, ont en outre fonctionné plusieurs réseaux temporaires dans les Alpes (Institut de Recherches Interdisciplinaires de Géologie de Grenoble), dans les Pyrénées (Instituts de Physique du Globe de Paris et de Strasbourg) (Fig. 8).

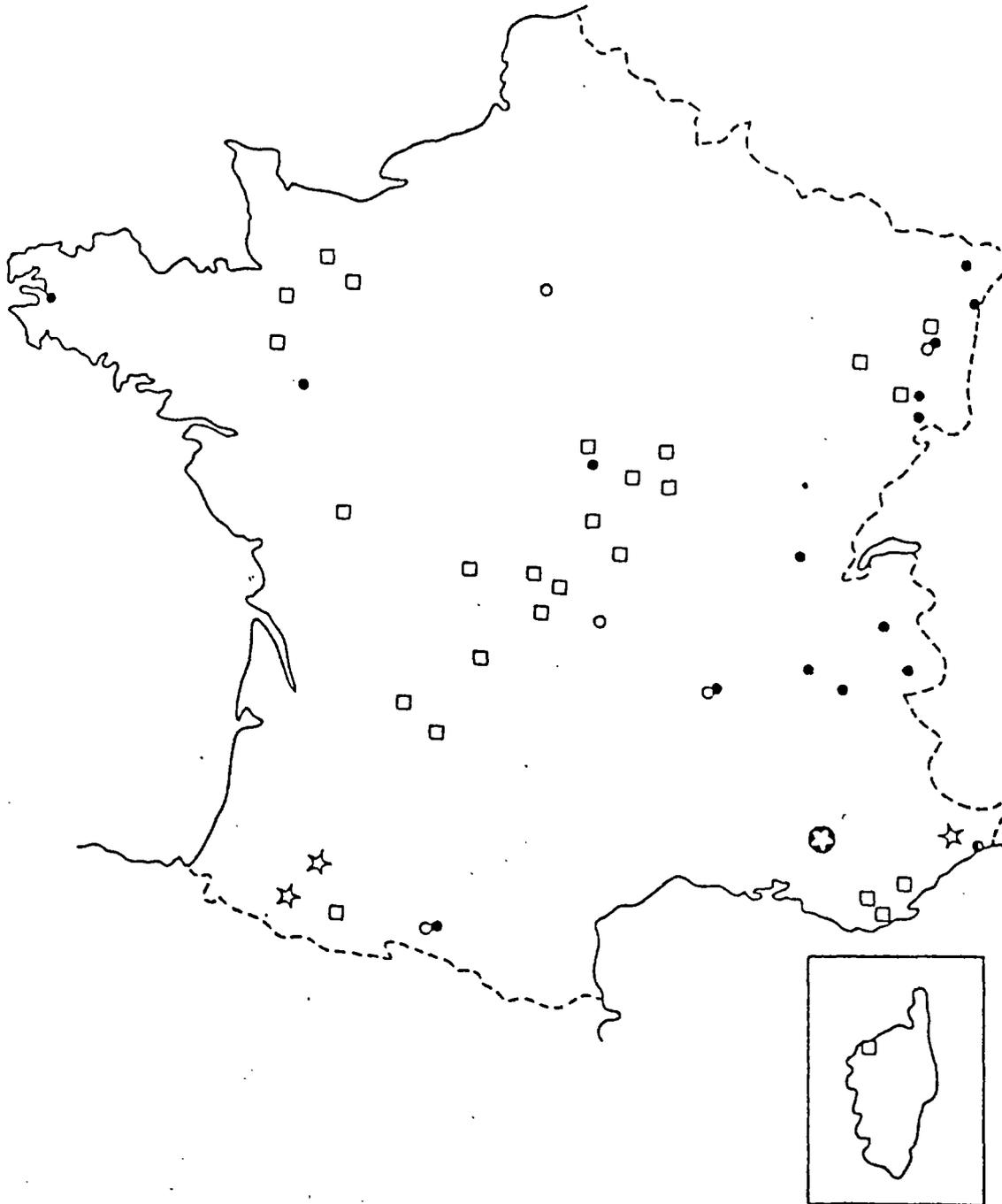


Fig. 8 : -Principales stations courte période existant en France métropolitaine. □, Station Courte-Période CEA-LDG; ●, Station Courte-Période IPG-Université; ○, Station Longue-Période ou Large Bande; ☆, Réseau Local à Faible Ouverture; ★, Station CEA, Cadarache.

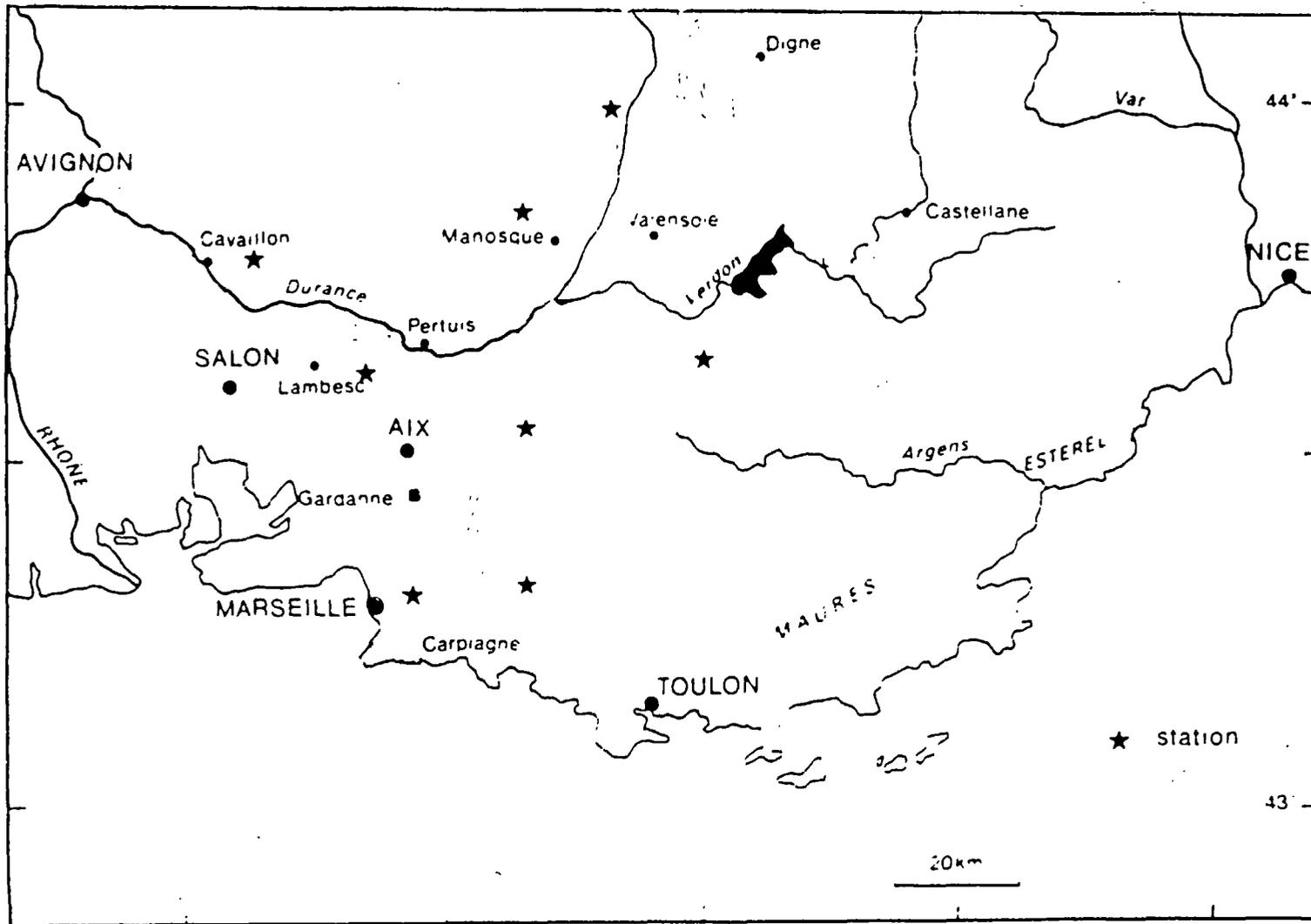


Figure 9 - Réseau régional Provence

3.2.2. Réseau régional Provence

Le réseau sismique local de Provence réalisé sous l'égide de l'INSU et dont l'Institut de Physique du Globe (I.P.G.) de Strasbourg assure la responsabilité opérationnelle (HOANG, 1982), a une ouverture d'environ 80 km et se compose de 8 stations (Fig. 9) dont 7 télémétrées, et d'une station centrale de réception et d'enregistrement.

Le choix des sites des stations (tableau ci-dessous) a été guidé par la sismicité historique de manière à encadrer le mieux possible les zones actives et tout particulièrement les zones épacentrales de Lambesc et de la Moyenne Durance. Chaque station se compose d'un sismographe vertical courte période (fréquence propre de 1 Hz), d'un amplificateur-modulateur et d'un émetteur associé à son antenne assurant une liaison de 100 km environ.

La station centrale de réception et d'enregistrement magnétique à détection par seuil est installée au Pic de Bertagne dans le massif de la Sainte-Baume (BER 8, Fig. 1). Seule la station de la Grande Etoile (GEL 3, tableau 1) est visualisée en temps réel à l'Université d'Aix-Marseille III et l'exploitation des données est faite en temps différé par l'I.P.G. de Strasbourg.

| CODE | SITE | LATITUDE | LONGITUDE | ALTITUDE |
|-------|---|-----------|-----------|----------|
| GEL 3 | Grande Etoile, Massif de l'Etoile (B.-du-Rh.) | 43,383° N | 5,427° E | 550 m |
| BER 8 | Pic de Bertagne (B. du Rh.) Massif de la Sainte Baume | 43,313° N | 5,690° E | 1040 m |
| PUY 4 | Montagne Sainte-Victoire près de Puyloubier (B. du Rh.) | 43,532° N | 5,700° E | 460 m |
| TRE 2 | Chaîne de la Trévaresse (B. du Rh.) | 43,624° N | 5,384° E | 460 m |
| PRA 5 | Montagne du Luberon Bastidon du Pradon (Vaucluse) | 43,804° N | 5,169° E | 700 m |
| VIL 6 | Prolongement NE du Luberon Villemus (Alpes-Hte-Provence) | 43,852° N | 5,715° E | 770 m |
| TAV 7 | Le Gros Bois, près de Tavernes (Var) | 43,617° N | 6,058° E | 690 m |
| GAN 1 | Plateau de Ganagobie (Alpes-de-Haute-Provence) | 43,997° N | 5,908° E | 650 m |

Le bilan instrumental montre que la sismicité (naturelle) est relativement peu fréquente et de faible magnitude (cf. Fig. 10 et Annexe IV, de la sismicité en Provence d'après le réseau régional et le réseau national).

La sismicité se caractérise essentiellement, par une activité très modérée reflétant le rejeu des systèmes de fractures.

Dans le bassin de Gardanne, les principales zones sismiques correspondent à la région du massif de l'Etoile où s'est produit, rappelons-le, le séisme de février 1984 de magnitude 4,3.

4. CADRE SISMOTECTONIQUE

La sismotectonique est une branche des sciences de la terre au développement récent. En effet, son objet est d'étudier les structures géologiques en mouvement, d'en décrire le mécanisme et de tenter d'en prédire l'évolution. Or, l'idée de comparer les données de la tectonique et de la sismologie n'a pu prendre tout son intérêt qu'à partir du moment où plusieurs éléments ont été réunis. L'établissement au début des années soixante-dix des concepts de base de la tectonique* des plaques a fixé le cadre nécessaire aux investigations entreprises. La mise au point des techniques d'études de la néotectonique** a permis, dans les régions les plus favorables, de caractériser les déformations actuelles et de les comparer avec la tectonique en cours d'élaboration. Enfin, l'accroissement du nombre de réseaux sismiques et la multiplication des déterminations de mécanismes au foyer des séismes, ainsi que des mesures géodésiques et de contraintes in situ, ont fourni des résultats corroborant les autres approches.

4.1. Données générales

La surface du globe est constituée d'une mosaïque de plaques rigides en mouvements (cf. fig 11). Ces plaques, de tailles variables, s'éloignent, se rapprochent ou coulissent les unes par rapport aux autres. L'activité de l'écorce terrestre est localisée aux frontières de ces plaques. Volcanisme et séismes sont généralement associés aux mouvements de ces plaques.

4.2. Le domaine méditerranéen est "une zone mobile" comprise entre les domaines stables, peu déformables, des plateformes nord-européenne et africaine qui ont convergé suivant une direction plus ou moins N-S depuis 70 M.A.

* Tectonique : déformation des terrains

** Néotectonique : tectonique récente, depuis 1,9 MA.

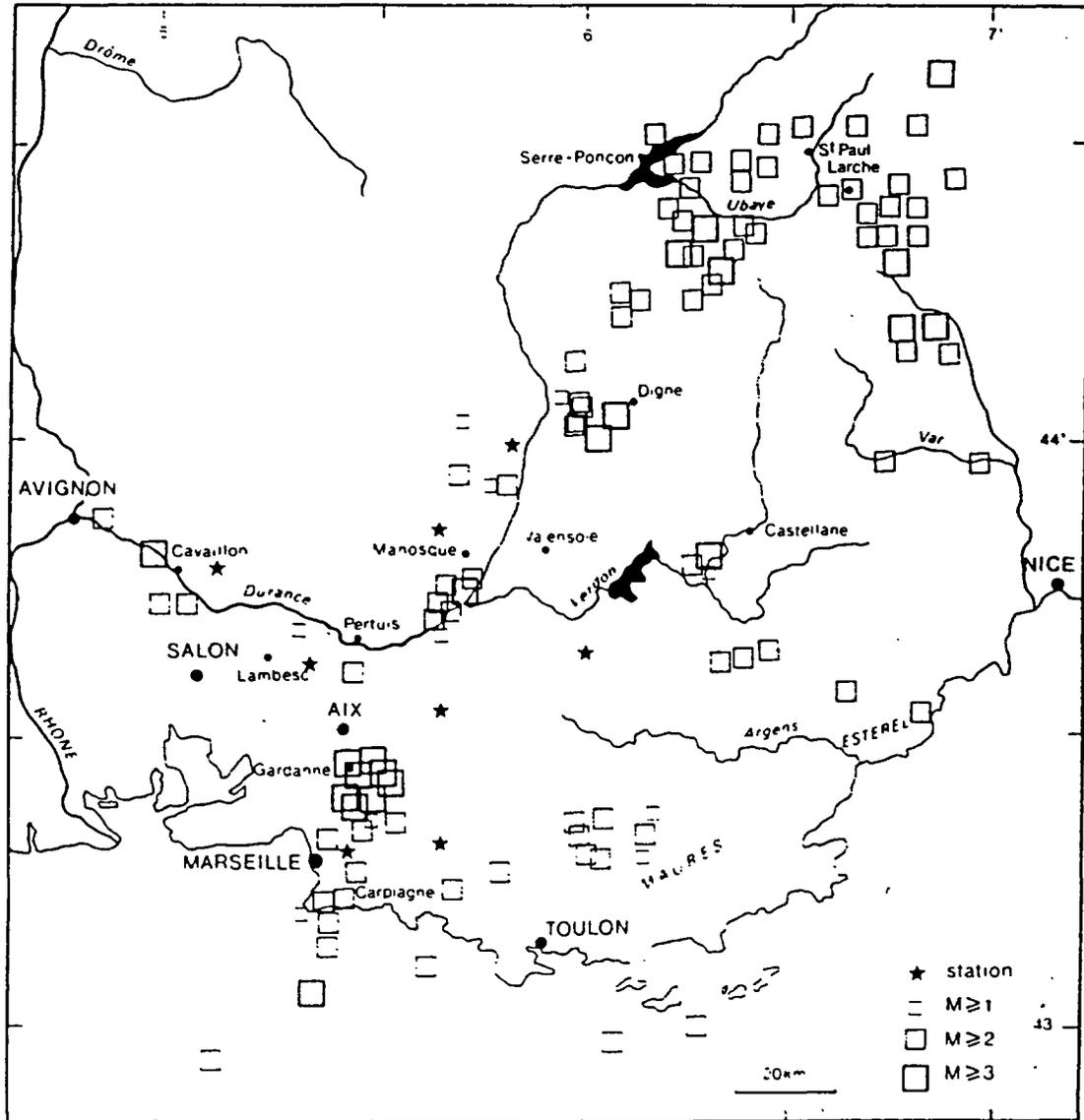
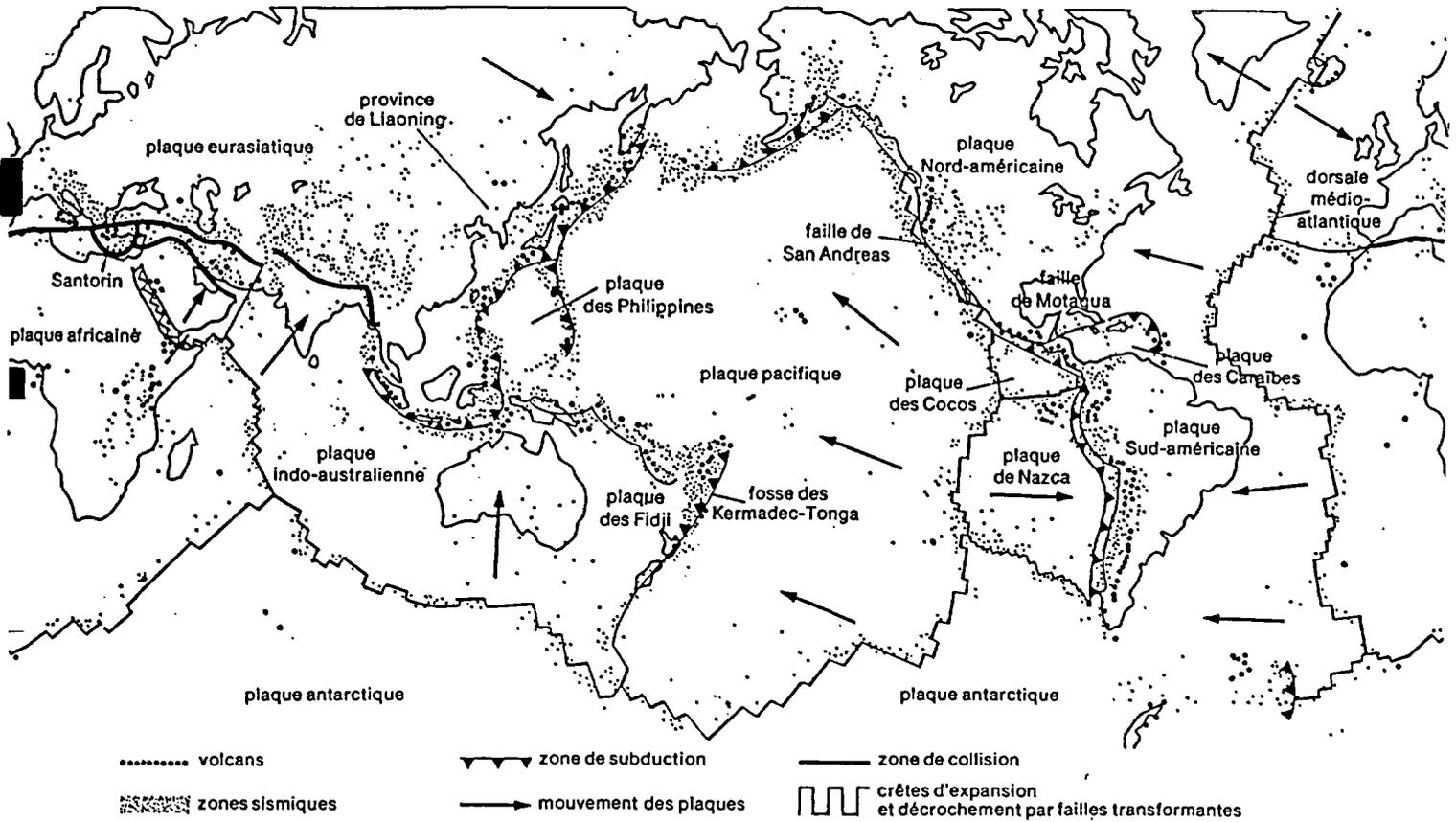


Figure 10

La sismicité en Provence de 1983 à 1986 d'après le réseau local.
Trois classes de magnitude sont considérées



. Les principales plaques tectoniques et leur liaison avec les séismes récents (petits points) ainsi que les volcans (gros points).

Figure 11
Les principales plaques tectoniques

Cette grande mobilité de blocs plus ou moins rigides peut expliquer que ce domaine n'a été le siège que de phénomènes géodynamiques successifs (ouvertures océaniques, subduction, collision) vite avortés, se traduisant au niveau de la déformation par des phases successives brèves. Cette "image méditerranéenne" s'oppose à d'autres secteurs dans le monde comme les régions péripacifiques où les conditions aux limites des grands phénomènes géodynamiques sont stables depuis plusieurs millions d'années.

4.3. A l'échelle régionale de la Provence occidentale, à partir d'une zonation tectonique et des données de la sismicité, P. COMBES (1984) établit une zonation sismotectonique. Il distingue 3 types de domaines (cf. fig 12) :

- domaine de type 1 :
relative stabilité
sismicité nulle à faible,
- domaine de type 2 :
déformations linéaires concentrées aux
abords d'accidents décrochants,
sismicité alignée sur ces accidents, de
fréquence relativement élevée, de
magnitude ou d'intensité moyenne à faible,
- domaine de type 3 :
zones à déformation compressive diffuse
(type chevauchement),
sismicité de fréquence plus faible mais
d'intensités généralement plus fortes que
celles des domaines de type 2.

Cette première zonation sismotectonique a pu être affinée grâce à des recherches récentes sur la sismicité et la néotectonique (déformations des terrains récents). Elles ont conduit à la réalisation d'un nouveau schéma sismotectonique par le BRGM et le CEA (COMBES et al., 1990 ; COMBES et al., à paraître). Ce schéma distingue 5 types de structures sismogènes :

a) Les structures compressives septentrionales (Fig. 13) auxquelles est associé un séisme maximal du type de celui du 11.6.1909 (intensité VIII-IX, magnitude voisine de 6.0, profondeur focale 3 km) : accidents des Costes, de la Trevaresse, des Alpilles, du Luberon, de la Fare, de la Ste Victoire, du Ventoux et de Lure.

La faille de Saint-Martin-de-Crau est associée à ce groupe même si son expression morphologique en surface diffère nettement de celles des autres structures qui s'y rapportent.

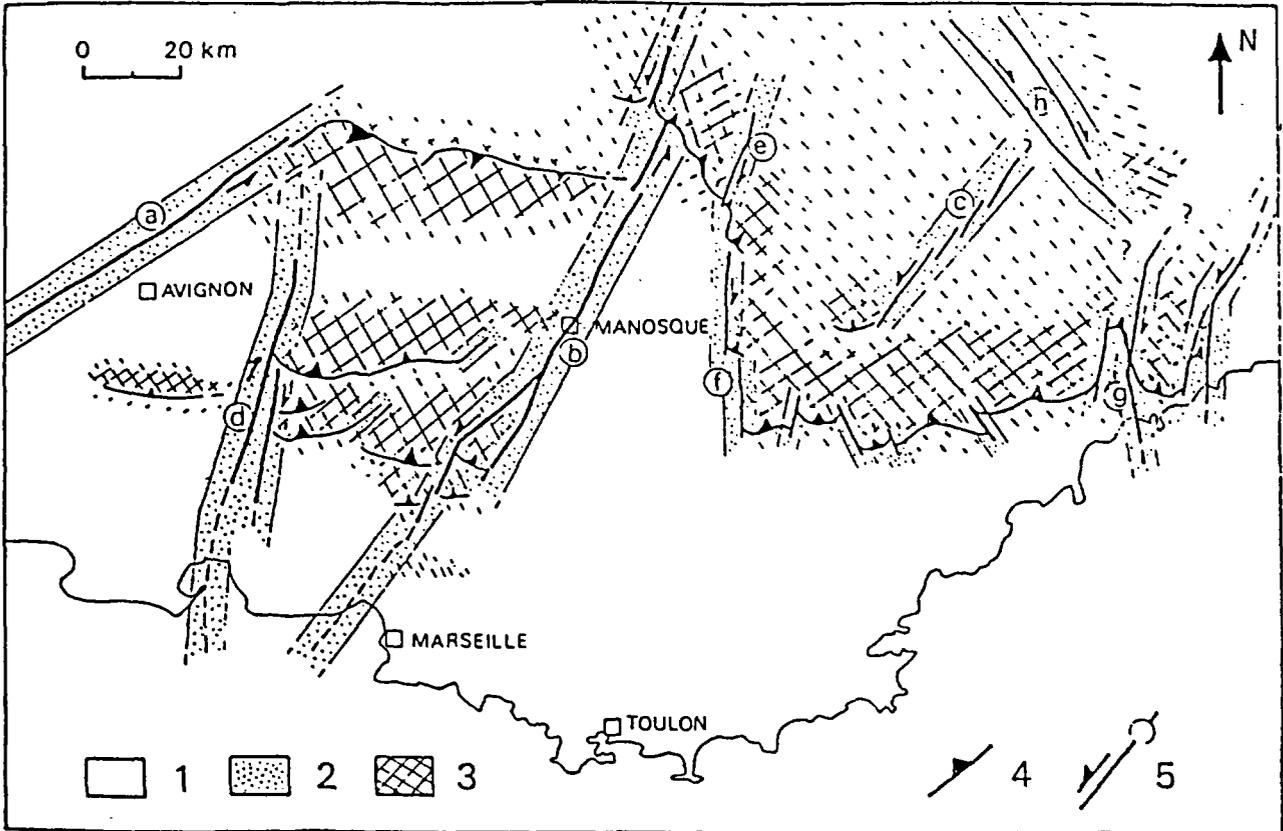


Figure 12 : ZONATION SISMOTECTONIQUE DE LA PROVENCE
in P. COMBES (1984)

1- Domaine sismotectonique de type 1; 2- Domaine sismotectonique de type 2;
3- Domaine sismotectonique de type 3; 4- Chevauchement; 5- Decrochement;
a- faille de Nîmes; b- accident durancien; d- faille de Salon- Cavaillon

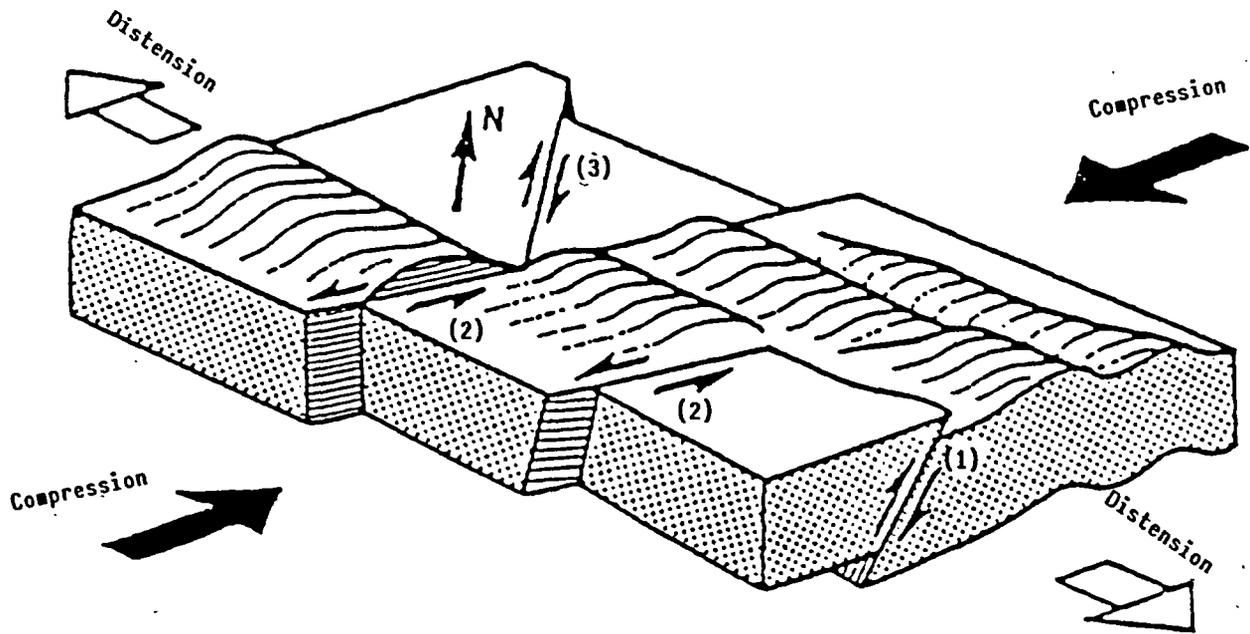


Figure 13

Déformations décrochantes compressives

- (1) Faille inverse
- (2) Décrochement sénestre
- (3) Décrochement dextre

b) Les structures compressives méridionales (Fig. 13) sont associées à un séisme du type de celui du 12.12.1846 (intensité VI, magnitude voisine de 4.5, profondeur du foyer 2 km) ; il s'agit des accidents de l'Etoile, de la Nerthe, de la Ste Baume, d'Olympe-Aurélien et de Carpiagne.

c) Les systèmes de décrochements senestres NE-SW (Fig. 13) : ils sont associés à un séisme maximal du type de celui du 13.12.1509 ou du 17.08.1708 (intensité VIII, magnitude 5.0 à 5.5, profondeur du foyer 3 km). Ils regroupent les failles de la Moyenne Durance et de Nîmes.

d) Le système subméridien de failles de Salon-Cavaillon : le séisme maximal correspondant est représenté par la secousse du 12.07.1763 (intensité VII, magnitude 4.5 à 5.0, profondeur du foyer 3 km).

e) Les failles NW-SE de l'Etang-de-Berre et du système camarguais : ces accidents ne sont pas associés à une sismicité de niveau significatif. Notons que, en outre, ils se distinguent des autres types de structures par leurs caractéristiques structurales et néotectoniques.

BIBLIOGRAPHIE GENERALE

- 1909 ANGOT A. SUR LE TREMBLEMENT DE TERRE DU 11 JUIN 1909 DOC EXT
C.R. ACAD. SC., 14 JUIN, p. 1640, p. 527
- 1909 ANGOT A. SUR LES TREMBLEMENTS DE TERRE DES 11 ET 23 JUIN 1909 DOC EXT
C.R. ACAD. SC., 5 JUILLET, p. 71
- 1986 ANONYME LES MOYENS EXPERIMENTAUX AU SERVICE DU GENIE PARASISMIQUE DG.2681
ITBTP" ANNALES ITBTP, REUNION A.F.P.S. DU 23.01.1986, 48 p.
- 1986 ANONYME DOUZE CLES POUR L'ENVIRONNEMENT DG.2693
MINIST. DE L'ENV. 12 FICHES
- 1974 AUBOIN J. LA PROVENCE DOC EXT
IN GEOLOGIE DE LA FRANCE, J. DEBELMAS ED., pp. 346-386, PARIS, DOIN
- 1976 BARBEAU A., BODELE J., ESCALLIER DES ORRES P., MOHAMMADIOUN B., VOGT J. ESSAI DE CONFRONTATION DE LA SISMICITE HISTORIQUE ET DE DONNEES STRUCTURALES NOUVELLES EN PROVENCE OCCIDENTALE ET CENTRALE DOC EXT
BULL. SOC. GEOL. FR., (7), t.XVIII, N°5, pp. 1111-1117
- 1985 BARD P.Y., DURVILLE J.L., MOUROUX P. LES RISQUES NATURELLES : CAS DES SEISMES DOC EXT
BULL. SOC. GEOL. FR., (8), I, 7, pp. 1129-1141
- 1988 BIBERON B. MECANISMES ET EVOLUTION DE CHEVAUchemENTS A VERGENCES OPPOSES DOC EXT
THESE, GRENOBLE
- 1976 BIJU-DUVAL B., DERCOURT J., LE PICHON X. LA GENESE DE LA MEDITERRANEE DOC EXT
LA RECHERCHE, 71 (7), p. 817
- 1982 BOLT B.A. LES TREMBLEMENTS DE TERRE DOC EXT
BIBLIOTHEQUE POUR LA SCIENCE, DIFFUSION BELIN
- 1981 BOUSQUET J.C., PHILIP H. LES CARACTERISTIQUES DE LA NEOTECTONIQUE EN MEDITERRANEE OCCIDENTALE DOC EXT
IN SEDIMENTARY BASINS OF MEDITERRANEAN MARGINA, pp. 389-405, C. WESEL ED., TECTOPRINT BOLOGNA
- 1985 BOUSQUET J.C., FAURE J., FERRIEUX H., PHILIP H. DE L'ANALYSE SISMOTECTONIQUE - APPROCHES DU SCIENTIFIQUE ET DE L'INGENIEUR DOC EXT
IN GENIE PARASISMIQUE, PRESSE ECOLE NAT. PONTS ET CHAUSSEES
- 1987 BRGM LYON FICHIER NATIONAL - MOUVEMENTS DE TERRAIN DG.2826
BRGM# DOCUMENT COMPORTANT LES ECRANS DE SAISIE ET LEXIQUES DE LA BASE DES DONNEES "MOUVEMENTS DE TER
- 1990 BROUARD V., RIESS P. QUAND LA PROVENCE TREMBLERA DOC EXT
IN L'EXPRESS SPECIAL SEISME, N° 2016 DU 22 FEVRIER AU 1 MARS
- 1974 CHOROWICZ J., HENDRICKX APPORT DE LA TELEDETECTION A UNE HYPOTHESE DE CORELATION ENTRE LES SEISMES DU SUD-EST DE LA FRANCE ET LES STRUCTURES DES ALPES ET DE LA PROVENCE DOC EXT
C.R. ACAD. SC. PARIS, t.290, SERIE D, pp. 1467-1470
- 1974 CHOROWICZ J., HENDRICKX APPORT DE LA TELEDETECTION A UNE HYPOTHESE DE CORELATION ENTRE LES SEISMES DU SUD-EST DE LA FRANCE ET LES STRUCTURES DES ALPES ET DE LA PROVENCE DOC EXT

- 1974 CHOROWICZ J., PAUL S. MISE EN EVIDENCE DE LINEAMENTS, EN PROVENCE OCCIDENTALE, SUR LES IMAGES OBTENUES PAR LE DOC EXT
SATELLITE ERTS-1; LEUR SIGNIFICATION STRUCTURALE
BULL. SOC. GEOL. FR., (7), t. XVI, N° 5; pp. 491-497
- 1982 CLAUZON G. OROGENESE, EVOLUTION GEODYNAMIQUE ET MORPHOGENESE D'UNE MONTAGNE PROVENCALE ET DE SON DOC EXT
PIEMONT : L'EXEMPLE DU LUBERON (VAUCLUSE)
IN COLLOQUE "MONTAGNES ET PIEMONTS", TOULOUSE
- 1984 COMBES P. LA TECTONIQUE RECENTE DE LA PROVENCE OCCIDENTALE : MICROTECTONIQUE, CARACTERISTIQUES DYN DOC EXT
AMIQUES ET CINEMATIQUES. METHODOLOGIE DE ZONATION TECTONIQUE ET RELATIONS AVEC LA SISMIC
THESE 3° CYCLE, UNIVERSITE DE STRASBOURG, 182 p.
- 1984 COMBES P. COMPTE RENDU DE MISSION DANS LA REGION EPICENTRALE DU SEISME DU 19.02.1984 DOC EXT
(AIX-MARSEILLE); ANALYSE DU SEISME ET RELATION AVEC LE CADRE SISMOTECTONIQUE REGIONAL
NOTE TECHNIQUE CEA/IPSN/SAER N° 84/399, FONTENAY-AUX-ROSES, MARS 1984
- 1984 COMBES P. LE SEISME DU 19.06.1984 DE LA REGION DE DIGNE DOC EXT

NOTE TECNIQUE CEA/IPSN/SAER N° 84/415, FONTENAY-AUX-ROSES, JUILLET 1984
- COMBES P. ET AL. EVALUATION DETERMINISTE DE L'ALEA SISMIQUE EN PROVENCE OCCIDENTALE DOC EXT
- 1964 CORROY G., TENPIER C., EVOLUTION TECTONIQUE DE LA MONTAGNE SAINTE-VICTOIRE EN PROVENCE DOC EXT
DURAND J.P.

C.R. ACAD. SC. FR., 258, (D), pp. 1556-1557
- 1986 DAVIDOVICI V. GENIE PARASISMIQUE DG.2668

ITBTP# N.441 JANVIER 1986, 47 p.
- 1983 DELAUNAY J. CARTE DES ZONES EXPOSEES A DES GLISSEMENTS, ECROULEMENTS, EFFONDREMENTS ET CLASSE EN L
AFFAISSEMENTS DE TERRAIN EN FRANCE
BRGM# MEMOIRE DU BRGM, N.124
- 1935 DENIZOT G. LES PHASES TECTONIQUES SUCCESSIVES AUX ENVIRONS DE MARSEILLE DOC EXT

C.R. ACAD. SC. FR., 201, pp. 90-92
- 1966 DUBOIS P. SUR LA SEDIMENTATION ET LA TECTONIQUE DU MIOCENE DE LA PROVENCE OCCIDENTALE DOC EXT

B.S.G.F., (7), VIII, pp. 793-801
- 1977 FOURNIGUET J. MISE EN EVIDENCE DE MOUVEMENTS ACTUELS VERTICAUX DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE, PAR DOC EXT
COMPARAISON DE NIVELLEMENTS SUCCESSIFS
RAPPORT BRGM (77 SGN 081 GEO)
- 1978 FOURNIGUET J. NOTICE DE LA CARTE NEOTECTONIQUE DE FRANCE AU 1.1 000 000 DOC EXT

RAPPORT BRGM, ORLEANS - INEDIT
- 1981 FOURNIGUET J., VOGT J., SEISMICITY AND RECENT CRUSTAL MOVEMENTS IN FRANCE DOC EXT
WEBER C.

TECTONOPHYSICS, 71, pp. 195-216
- 1978 FRECHET J. SISMICITE DU SUD-EST DE LA FRANCE, ET UNE NOUVELLE METHODE DE ZONAGE SISMIQUE. DG.2910

THESE 3° CYCLE, GRENOBLE, 159 p.
- 1985 GAVIGLIO P., GUIEU G., TECTONIQUE EN COMPRESSION AU FRONT DU CHEVAUCHEMENT DE L'ETOILE ET DANS LE GISEMENT DE DOC EXT
GONZALES J.F.,
CARRIO-SCHAFFHAUSER
LIVRET-GUIDE DE L'EXCURSION DE LA SGF EN PROVENCE. DOC. BRGM 94, pp. 77-96
- 1985 GAVIGLIO P. LA DEFORMATION CASSANTE DANS LES CALCAIRES FUVELIENS DU BASSIN DE L'ARC (PROVENCE). DOC EXT
COMPORTEMENT DES TERRAINS ET EXPLOITATION MINIERE

| | | | |
|------|--|--|-------------|
| 1985 | CAVIGLIO P., GONZALES J.F. | LA DEFORMATION ENDOGENE DANS LES CALCAIRES PUYEVIENS DU BASSIN DE L'ARC (PROVENCE). COMPORTEMENT DES TERRAINS ET EXPLOITATION MINIERE THESE DOCT. ETAT, MARSEILLE, 220 p. | DOC EXT |
| 1987 | CAVIGLIO P., GONZALES J.F. | FRACTURATION ET HISTOIRE TECTONIQUE DU BASSIN DE GARDANNE (B. DU R.) BULL. SOC. GEOL. FR., (8), III, 4, pp. 675-682 | DOC EXT |
| 1987 | CAVIGLIO P., GONZALES J.F. | FRACTURATION ET HISTOIRE TECTONIQUE DU GISEMENT DE GARDANNE (B. DU R.) BULL. SOC. GEOL. FR., (8), t. III, N° 4, pp. 675_682 | DOC EXT |
| 1980 | GODEFROY P., THIRION S., LAMBERT J., CADIOT B. | INFORMATISATION DU PATRIMOINE DE SISMICITE HISTORIQUE DE LA FRANCE BULL. BRGM, 2° SERIE, SECTION IV, N° 2, pp. 139-145 | DOC EXT |
| 1985 | GODEFROY P., LEVRET A. | NATURE ET DEFINITION DE L'ALEA SISMIQUE IN GENIE PARASISMIQUE (DAVIDOVICI V. ED.); PRESSES DE L'ECOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSEES, pp. | DOC EXT |
| 1988 | GODEFROY P. | VOL.2 : SISMICITE ET SISMOTECTONIQUE REGIONALES. DETERMINATION DES SEISMES DE REFERENCE (SMHV et SMS). COFAZ NEUILLY-SUR-SEINE, RAPPORT BRGM, 88 SGN 151 AQI, 60 p. | R88SGN151AQ |
| 1989 | GODEFROY P. | RISQUE SISMIQUE, CONSTRUCTION ET AMENAGEMENT EN PROVENCE SCIENCE TECHNIQUE TECHNOLOGIE N°9, pp. 17-28 | DOC EXT |
| 1989 | GODEFROY P. | LA PRISE EN COMPTE DU RISQUE SISMIQUE DANS LES REGLEMENTS A LA CONSTRUCTION ET L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE; QUELQUES EXEMPLES DANS LE DEPARTEMENT DES B. DU R. BRGM NOTE 89.47 | DOC EXT |
| 1985 | GOULA X., GODEFROY P. | EVALUATION DE L'ALEA SISMIQUE REGIONAL; ZONAGE A PETITE ECHELLE IN GENIE PARASISMIQUE (DAVIDOVICI V. ED.); PRESSES DE L'ECOLE NATIONALE DES PONTS ET CHAUSSEES, pp. | DOC EXT |
| 1968 | GUIEU G. | ETUDE TECTONIQUE DE LA REGION DE MARSEILLE THESE DOCT. ETAT, MARSEILLE, 604 p. | DOC EXT |
| 1981 | HENDRICKX S. | PREVISION A LONG TERME DE SEISMES DANS UN CONTEXTE DE PRISE DE DECISION. APPLICATION A LA REGION DU SUD-EST DE LA FRANCE THESE DOCTEUR-INGENIEUR, ECOLE CENTRALE DES ARTS ET MANUFACTURES | DOC EXT |
| 1988 | HUMBERT M. | LE POINT SUR LA PRISE EN COMPTE DES RISQUES NATURELS PAR LA LEGISLATION ET LA REGLEMENTATION DE LA DECENNIE EN COURS. NOTE TECHNIQUE BRGM, SGN/CEG, n°14/88, 12 p. | NT88.14 |
| 1911 | LALLEMAND CH. | SUR LES CHANGEMENTS AU NIVEAU DU SOL EN PROVENCE, A LA SUITE DU TREMBLEMENT DE TERRE DU 11 JUIN 1909 C.R. ACAD. SC., 6 JUIN, p. 1560 | DOC EXT |
| 1984 | LAMBERT J. | ETUDE MACROSISMIQUE DU TREMBLEMENT DE TERRE DU 11 JUIN 1909 IN SIMULATION DU SEISME PROVENCAL DE 1909, RAPPORT CETE, AIX-LES-MILLES, JANVIER 1984 (12 VOLUMES) | DOC EXT |
| 1984 | LAMBERT J., VOGT J. | SEISME PROVENCAL DE 1909, DETERMINATION DE L'AIRE DES INTENSITES EGALES OU SUPERIEURES A VIII BRGM, RAPPORT 4 SGN 115 GEG/ARGES | DOC EXT |
| 1986 | LANDRY J. | MOUVEMENTS DE TERRAIN - SYNTHESE PRELIMINAIRE DE L'EXPERIENCE ACQUISE ET DES METHODES D'ETUDES ET D'INTERVENTION DU BRGM RAPPORT BRGM 86 SGN 628 GEG | R86SGN628GE |
| 1909 | LEMOINE P. | SUR LES RELATIONS TECTONIQUES DU TREMBLEMENT DE TERRE DE PROVENCE C.R. ACAD. SC., 21 JUIN, p. 1696 | DOC EXT |
| 1909 | LEMOINE P. | OBSERVATIONS FAITES SUR LE TREMBLEMENT DE TERRE DE PROVENCE 11 JUIN 1909 | DOC EXT |

- 1909 LEMOINE P. OBSERVATIONS FAITES SUR LE TREMBLEMENT DE TERRE DE PROVENCE, 11 JUIN 1909 DOC EXT
BULL. SOC. PHILOMATIQUE P., 10^e SERIE, t. XII, p. 112
- 1910 LEMOINE P. LE TREMBLEMENT DE TERRE DU 11 JUIN 1909 DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE, OBSERVATIONS SUR PLACE DANS LA REGION DEVASTEE DOC EXT
ANNALES DE GEOGRAPHIE, N° 103, 15 JANVIER, p. 15
- 1988 LEVILLAIN CH. MISE EN PLACE D'UNE BASE DE DONNEES RELATIONNELLE RELATIVE A LA MACROSISMICITE R88SGN326GE
HISTORIQUE ET CONTEMPORAINE DE LA FRANCE.
rapport BRGM, 88 SGN 326 GEG, 76 p.
- 1986 LEVRET A., LOUP C., GOULA X. LE SEISME DE PROVENCE DU 11 JUIN 1909, DEPOUILLEMENT DU DOSSIER INEDIT DE COMMANDANT SPIESS ET INTERPRETATION DES OBSERVATIONS MACROSISMICIQUES. DOC EXT
RAPPORT CEA/IPSN/DAS N° 284, FONTENAY-AUX-ROSES, SEPT. 86, 130 p.
- 1957 LUTAUD L. LA TECTOGENESE ET L'EVOLUTION STRUCTURALE DE LA PROVENCE DOC EXT
REV. GEOGR. PHYS. GEOL. DYN., 2, 1, pp. 103-112
- 1979 MASSINON B. VUE D'ENSEMBLE DE LA SISMICITE DE LA FRANCE DE 1962 A 1976 DOC EXT
IN J. VOGT ET AL., LES TREMBLEMENTS DE TERRE EN FRANCE. MEM. BRGM, 96, pp. 193-202
- 1979 MENARD G. RELATIONS ENTRE STRUCTURES PROFONDES ET STRUCTURES SUPERFICIELLES DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE; ESSAI D'UTILISATION DES DONNEES GEOPHYSIQUES DOC EXT
THESE 3^e CYCLE, GRENOBLE
- 1986 MICHEL F. ROCHES ET PAYSAGES ONT UNE HISTOIRE DOC EXT
TOTAL ED.-PRESSE PARIS, ED. DU BRGM ORLEANS
- 1982 MOHAMMADICOUN G. SITUATION DE LA SURVEILLANCE SISMIQUE DU SUD-EST DE LA FRANCE ET RAPPEL DE LA SISMICITE RECENTE DANS LA REGION DE CADARACHE-AIX-MARSEILLE A L'OCCASION DU PHENOMENE SIGNALE LE 5 DOC EXT
NOTE TECHNIQUE CEA/DAS/SAER-82-329
- 1984 MOUROUX P. EVALUATION DE L'ALEA SISMIQUE AUX PLANS REGIONAL ET LOCAL DOC EXT
JOURNEE NATIONALE D'ETUDE HABITAT ET SEISMES, CIPP, AIX-EN-PROVENCE
- 1989 MOUROUX P., TERRIER M. SELECTION D'EPICENTRES DES SEISMES POUR LA PERIODE 1977-1988 DANS LA REGION DE MARSEILLE-ETANG -de- BERRE (B. du R.). R89SGN010GE
rapport BRGM, 89 SGN 010 GEG, 2 p.
- 1973 FERRIER G. LA SISMOLOGIE EXPERIMENTALE (EXTRAIT DU § 10 : LA CROUTE TERRESTRE) DOC EXT
TRAITE DE GEOPHYSIQUE INTERNE, t. I, REDACTEURS J. COULOMB ET G. JOBERT, MASSON ED.
- 1976 PHILIP H., TAPPONNIER P. TECTONIQUE ACTUELLE ET SISMICITE EN PROVENCE. ESSAI D'INTERPRETATION CINEMATIQUE. DOC EXT
IN : ATP, GEODYNAMIQUE DE LA MEDITERRANEE OCCIDENTALE ET DE SES ABORDS, COLLOQUE FINAL, MONTPELLIER,
- 1980 PHILIP H. TECTONIQUE RECENTE DE LA FRANCE, CARACTERISTIQUES GEODYNAMIQUES DOC EXT
IN GEOLOGIE DE LA FRANCE, 26^e CGI MEMOIRE DU BRGM, N° 107, p. 42-46
- 1983 PHILIP H. LA TECTONIQUE ACTUELLE ET RECENTE. SES RELATIONS AVEC LA SISMICITE DANS LE DOMAINE MEDITERRANEEN ET SES BORDURES. EVOLUTION DU CHAMP DE CONTRAINTE DEPUIS 5 M.A. DEFINITION D'UN DOC EXT
THESE DOC. ETAT, UNIVERSITE DE MONTPELLIER, 147 p.
- 1988 PHILIP H. RECENT AND PRESENT TECTONICS IN THE MEDITERRANEAN REGION DOC EXT
SEISMIC HAZARD IN MEDITERRANEAN REGIONS, J. BONNIN ET AL. (EDS), pp. 283-300
- 1975 POMEROL CH. LE CRETACE EN FRANCE : LA PROVENCE DOC EXT

| ANNEE | AUTRES | LE CENTRE DE RECHERCHES EN PROVENCE | DOC EXT |
|-------|--|---|---------|
| | | IN STRATIGRAPHIE ET PALEOGEOGRAPHIE - ERE MESOZOIQUE, pp. 274-282, PARIS DOIN | |
| 1909 | REPELIN J. | ROLES DES DISLOCATIONS LES PLUS RECENTES (POST-MIOGENES) LORS DU SEISME DU 11 JUIN 1909 C.R. ACAD. SC., 29 NOVEMBRE, p. 1023 | DOC EXT |
| 1909 | REPELIN J., LAURENT L. | LE TREMBLEMENT DE TERRE DE PROVENCE, 11 JUIN 1909 BULL. SOC. GEOG. ET D'ETUDES COLONIALES DE MARSEILLE, t. XXXIII, p. 181 | DOC EXT |
| 1954 | ROTHE J.P., DECHEVOY N. | LA SISMICITE DE LA FRANCE DE 1940 A 1950 ANN. INST. PHYS. GLOBE, STRASBOURG, t. 7, 3 ^e PARTIE, pp.24-62 | DOC EXT |
| 1967 | ROTHE J.P. | CARTES DE SISMICITE DE LA FRANCE. ANN. INST. PHYS. GLOBE, STRASBOURG, t. 8, 3 ^e PART. GEOPHYSIQUE, pp. 3-10 | DOC EXT |
| 1967 | ROTHE J.P., DECHEVOY N. | LA SISMICITE DE LA FRANCE DE 1951 A 1960 ANN. INST. PHYS. GLOBE, STRASBOURG, t. 8, pp.19-84 | DOC EXT |
| 1970 | ROTHE J.P. | CATALOGUES DEPARTEMENTAUX, ANNUAIRES DE L'IPGS (1919-1935), ANNALES DE L'IPGS : 1936 A 1970 INSTITUT DE PHYSIQUE DU GLOBE DE STRASBOURG | DOC EXT |
| 1970 | ROTHE J.P. | NOTE SUR LA SISMICITE DE LA FRANCE METROPOLITAINE ET TABLEAU ANNEXE. LISTE DES SECOUSSES RESSENTIES EN FRANCE AVEC UNE INTENSITE AU MOINS EGALE A VII SOC. DE DIP. DES TECH. DU BAT. ET T.P. 9, RUE LA PEROUSE, PARIS ANNEXE A2, pp. 150-168 | DOC EXT |
| 1972 | ROTHE J.P. | LA SISMICITE DE LA FRANCE DE 1961 A 1970 ANN. INST. PHYS. GLOBE, STRASBOURG, t. 9, pp.3-134 | DOC EXT |
| 1974 | ROTHE J.P. | SISMICITE DE LA FRANCE, RAPPORT DE SYNTHESE, SOL ET SOUS-SOL ET SECURITE DES CONSTRUCTIONS, SYMPOSIUM DE CANNES (1973) PUBLIC. BRGM, 2, pp. 49-64, 5 CARTES DE SISMICITE | DOC EXT |
| 1977 | ROTHE J.P. | GEOGRAPHIE SISMOLOGIQUE REGIONALE : L'EXEMPLE DE LA FRANCE, SEISMES ET VOLCANS QUE SAIS-JE ?, N ^o 217, P.U.F., PARIS, 7 ^e ED., pp. 65-68 | DOC EXT |
| 1982 | ROUIRE J., GAVIGLIO P., GUIEU G., GODEFROY P. | LA ZONE EPICENTRALE D'UN SEISME HISTORIQUE MAJEUR (11 JUIN 1909) PROGRAMME GEOLOGIE PROFONDE DE LA FRANCE. COLLOQUE NATIONAL DE PARIS 15 JUIN, pp. 399-404 | DOC EXT |
| 1978 | ROUSSET CL. | DE L'IMPORTANCE REGIONALE DE LA FAILLE D'AIX-EN-PROVENCE C.R. ACAD. SC. PARIS, t. 286, SERIE D, pp. 189-192 | DOC EXT |
| | SAURET B., TERRIER M. | PLACE DE LA NEOTECTONIQUE DANS L'EVALUATION DE L'ALEA SISMIQUE : EXEMPLE DE LA PROVENCE (FRANCE) COLLOQ. AGSE/RISQUE NATUREL, AVIGNON 1989, GEOLOGIE ALPINE A PARAITRE | DG.2910 |
| 1977 | TAPPONNIER P. | EVOLUTION TECTONIQUE DU SYSTEME ALPIN EN MEDITERRANEE : POINCONNEMENT ET ECRASEMENT RIGIDE-PLASTIQUE BULL. SOC. GEOL. FR., (7), t. XIX, N ^o 3, pp. 437-460 | DOC EXT |
| 1981 | TEMPIER C., DURAND J.P. | IMPORTANCE DE L'EPISODE TECTONIQUE D'AGE CRETACE SUPERIEUR DANS LA STRUCTURE DU VERSANT MERIDIONAL DE LA MONTAGNE SAINTE-VICTOIRE (PROVENCE) C. R. ACAD. SC., PARIS, 293, II, pp. 629-632 | DOC EXT |
| 1987 | TEMPIER C. | MODELE NOUVEAU DE MISE EN PLACE DES STRUCTURES PROVENCALES BULL. SOC. GEOL. FR., (8), t. III, N ^o 3, pp. 533-540 | DOC EXT |
| 1988 | TERRIER M. CERAUD Y | CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE NEOTECTONIQUE DE LA PROVENCE. APORTS DE LA | DOC EXT |

BIBLIOGRAPHIE DES DOCUMENTS REMIS AU MAITRE D'OUVRAGE

- 1976 BARBEAU A., BODELE J., ESCALLIER DES ORRES P., MOHAMMADIOUN B., VOGT J. ESSAI DE CONFRONTATION DE LA SISMICITE HISTORIQUE ET DE DONNEES STRUCTURALES NOUVELLES EN PROVENCE OCCIDENTALE ET CENTRALE
BULL. SOC. GEOL. FR., (7), t.XVIII, N°5, pp. 1111-1117 DOC EXT
- 1985 BARD P.Y., DURVILLE J.L., MOUROUX P. LES RISQUES NATURELLES : CAS DES SEISMES
BULL. SOC. GEOL. FR., (8), I, 7, pp. 1129-1141 DOC EXT
- 1988 BIBERON B. MECANISMES ET EVOLUTION DE CHEVAUCHEMENTS A VERGENCES OPPOSES
THESE, GRENOBLE DOC EXT
- 1982 BOLT B.A. LES TREMBLEMENTS DE TERRE
BIBLIOTHEQUE POUR LA SCIENCE, DIFFUSION BELIN DOC EXT
- 1985 BOUSQUET J.C., FAURE J., FERRIEUX H., PHILIP H. DE L'ANALYSE SISMOTECTONIQUE - APPROCHES DU SCIENTIFIQUE ET DE L'INGENIEUR
IN GENIE PARASISMIQUE, PRESSE ECOLE NAT. PONTS ET CHAUSSEES DOC EXT
- 1990 BROUARD V., RIESS P. QUAND LA PROVENCE TREMBLERA
IN L'EXPRESS SPECIAL SEISME, N° 2016 DU 22 FEVRIER AU 1 MARS DOC EXT
- 1974 CHOROWICZ J., HENDRICKX S. APPORT DE LA TELEDETECTION A UNE HYPOTHESE DE CORRELATION ENTRE LES SEISMES DU SUD-EST DE LA FRANCE ET LES STRUCTURES DES ALPES ET DE LA PROVENCE
C.R. ACAD. SC. PARIS, t. 290, SERIE D, pp. 1467-1470 DOC EXT
- 1984 COMBES P. COMPTE RENDU DE MISSION DANS LA REGION EPICENTRALE DU SEISME DU 19.02.1984 (AIX-MARSEILLE); ANALYSE DU SEISME ET RELATION AVEC LE CADRE SISMOTECTONIQUE REGIONAL
NOTE TECHNIQUE CEA/IPSN/SAER N° 84/399, FONTENAY-AUX-ROSES, MARS 1984 DOC EXT
- COMBES P. ET AL. EVALUATION DETERMINISTE DE L'ALEA SISMIQUE EN PROVENCE OCCIDENTALE DOC EXT
- 1981 FOURNIGUET J., VOGT J., WEBER C. SEISMICITY AND RECENT CRUSTAL MOVEMENTS IN FRANCE
TECTONOPHYSICS, 71, pp. 195-216 DOC EXT
- 1987 GAVIGLIO P., GONZALES J.P. FRACTURATION ET HISTOIRE TECTONIQUE DU BASSIN DE GARDANNE (B. DU R.)
BULL. SOC. GEOL. FR., (8), III, 4, pp. 675-682 DOC EXT
- 1989 GODEFROY P. RISQUE SISMIQUE, CONSTRUCTION ET AMENAGEMENT EN PROVENCE
SCIENCE TECHNIQUE TECHNOLOGIE N°9, pp. 17-28 DOC EXT
- 1989 GODEFROY P. LA PRISE EN COMPTE DU RISQUE SISMIQUE DANS LES REGLEMENTS A LA CONSTRUCTION ET L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE; QUELQUES EXEMPLES DANS LE DEPARTEMENT DES B. DU R.
BRGM NOTE 89.47 DOC EXT
- 1984 LAMBERT J., VOGT J. SEISME PROVENCAL DE 1909, DETERMINATION DE L'AIRES DES INTENSITES EGALES OU SUPERIEURES A VIII
BRGM, RAPPORT 4 SGN 115 GEG/ARGES DOC EXT
- 1986 LEVRET A., LOUP C., GOULA X. LE SEISME DE PROVENCE DU 11 JUIN 1909, DEPOUILLEMENT DU DOSSIER INEDIT DE COMMANDANT SPIESS ET INTERPRETATION DES OBSERVATIONS MACROSISMQUES.
RAPPORT CEA/IPSN/DAS N° 284, FONTENAY-AUX-ROSES, SEPT. 86, 130 p. DOC EXT

| | | | |
|------|------------------------|--|-------------|
| 1980 | SAURET B., GOULA X. | LES SEISMES DE PROVENCE DU 11 JUIN 1907, DEFOUILLEMENT DU DOSSIER INEDIT DE COMMANDANT SPIESS ET INTERPRETATION DES OBSERVATIONS MACROSISMQUES. RAPPORT CEA/IPSN/DAS N° 284, FONTENAY-AUX-ROSES, SEPT. 86, 130 p. | DOC EXT |
| 1986 | MICHEL F. | ROCHES ET PAYSAGES ONT UNE HISTOIRE TOTAL ED.-PRESSE PARIS, ED. DU BRGM ORLEANS | DOC EXT |
| 1984 | MOUROUX P. | EVALUATION DE L'ALEA SISMIQUE AUX PLANS REGIONAL ET LOCAL JOURNEE NATIONALE D'ETUDE HABITAT ET SEISMES, CIFP, AIX-EN-PROVENCE | DOC EXT |
| 1989 | MOUROUX P., TERRIER M. | SELECTION D'EPICENTRES DES SEISMES POUR LA PERIODE 1977-1988 DANS LA REGION DE MARSEILLE-ETANG-de-BERRE (B. du R.). rapport BRGM, 89 SGN 010 GEG, 2 p. | R89SGNO10GE |
| 1988 | PHILIP H. | RECENT AND PRESENT TECTONICS IN THE MEDITERRANEAN REGION SEISMIC HAZARD IN MEDITERRANEAN REGIONS, J. BONNIN ET AL. (EDS), pp. 283-300 | DOC EXT |
| 1978 | ROUSSET CL. | DE L'IMPORTANCE REGIONALE DE LA FAILLE D'AIX-EN-PROVENCE C.R. ACAD. SC. PARIS, t. 286, SERIE D, pp. 189-192 | DOC EXT |
| | SAURET B., TERRIER M. | PLACE DE LA NEOTECTONIQUE DANS L'EVALUATION DE L'ALEA SISMIQUE : EXEMPLE DE LA PROVENCE (FRANCE) COLLOQ. AGSE/RISQUE NATUREL, AVIGNON 1989, GEOLOGIE ALPINE A PARAITRE | DG.2910 |
| 1977 | TAPPONNIER P. | EVOLUTION TECTONIQUE DU SYSTEME ALPIN EN MEDITERRANEE : POINCONNEMENT ET ECRASEMENT RIGIDE-PLASTIQUE BULL. SOC. GEOL. FR., (7), t. XIX, N° 3, pp. 437-460 | DOC EXT |
| 1988 | TERRIER M., GERAUD Y. | CONTRIBUTION A LA CONNAISSANCE NEOTECTONIQUE DE LA PROVENCE; APPORTS DE LA TELEDETECTION, DES NIVELLEMENTS, DE LA MICROTTECTONQIE. RAPPORT BRGM 88 SGN 388 GEG, MARSEILLE, MAI 1988, 103 p. | DOC EXT |
| 1989 | TERRIER M., LENOTRE N. | RECONNAISSANCE NEOTECTONIQUE D'UN ACCIDENT MAJEUR EN PROVENCE (FRANCE) : UTILISATION DE LA COMPARAISON DES NIVELLEMENTS ET DE L'ANALYSE MORPHOSTRUCTURALE SUBMITTED TO BULL. APEQ | DOC EXT |
| 1979 | VOGT J. ET COLL. | LES TREMBLEMENTS DE TERRE EN FRANCE MEM. BRGM, ORLEANS, N° 96, 220 p. | DOC EXT |
| 1981 | VOGT J. ET AL; | CARTE SISMOTECTONIQUE DE LA FRANCE A 1/1 000 000 ET NOTICE MEMOIRE DU BRGM, N° 111 | DOC EXT |

A N N E X E S

Annexe 1

Echelle macrosismique

d'intensité (MSK, 1964)

Annexe I : Echelle macrosismique d'intensité (MSK 1964)

1 - Terminologie et classification des termes utilisés dans l'échelle

1 — Classification des constructions (constructions non antiséismiques)

— Type A : maisons en argile, pisé, briques crues ; maisons rurales ; constructions en pierres tout venant ;

— Type B : constructions en briques ordinaires ou en blocs de béton ; constructions mixtes maçonnerie-bois ; constructions en pierres taillées ;

— Type C : constructions armées ; constructions de qualité en bois.

2 — Définition des termes de quantités

Quelques : 5 % environ
Beaucoup, nombreux : 50 %
La plupart : 75 %

3 — Degrés d'endommagement des constructions

1^{er} degré : dommages légers : fissurations des plâtres ; chutes de petits débris de plâtre.

2^e degré : dommages modérés : fissurations des murs ; chutes d'assez gros blocs de plâtre, chutes de tuiles ; fissurations de cheminées ou chutes de parties de cheminées.

3^e degré : sérieux dommages : lézardes larges et profondes dans les murs ; chutes de cheminées.

4^e degré : destruction : brèches dans les murs ; effondrements partiels éventuels ; destruction de la solidarité entre parties différentes d'une construction ; destruction de remplissages ou de cloisons intérieures.

5^e degré : dommage total : effondrement total de la construction.

4 — Effets considérés dans l'échelle

Effets sur les personnes et leur environnement ;
Effets sur les structures de toute nature ;
Effets sur les sites naturels.

2 - Degré de l'échelle d'intensité

Degré I - Secousse non perceptible

L'intensité de la vibration se situe en dessous du seuil de perception humaine ; la secousse est détectée et enregistrée seulement par les séismographes.

Degré II - Secousse à peine perceptible

La secousse est ressentie seulement par quelques individus au repos dans leur habitation, plus particulièrement dans les étages supérieurs des bâtiments.

Degré III - Secousse faible ressentie seulement de façon partielle

La secousse est ressentie par quelques personnes à l'intérieur des constructions et n'est ressentie à l'extérieur qu'en cas de circonstances favorables. La vibration ressemble à celle causée par le passage d'un camion léger. Des observateurs attentifs notent un léger balancement des objets suspendus, balancement plus accentué dans les étages supérieurs.

Degré IV - Secousse largement ressentie

Le séisme est senti à l'intérieur des constructions par de nombreuses personnes et par quelques personnes à l'extérieur. Des dormeurs isolés sont réveillés mais personne n'est effrayé. La vibration est comparable à celle due au passage d'un camion lourdement chargé. Les fenêtres, les portes et les assiettes tremblent. Les planchers et les murs font entendre des craquements. Le mobilier commence à être secoué. Les liquides contenus dans des récipients ouverts s'agitent légèrement. Les objets suspendus se balancent légèrement.

Degré V - Réveil des dormeurs

Le séisme est senti à l'intérieur par tout le monde et à l'extérieur par de nombreuses personnes. De nombreux dormeurs s'éveillent, quelques-uns sortent en courant. Les animaux sont nerveux. Les constructions sont agitées d'un tremblement général. Les objets suspendus sont animés d'un large balancement. Les tableaux cognent sur les murs ou sont projetés hors de leur emplacement. En cer-

tains cas, les pendules à balancier s'arrêtent. Les objets peu stables peuvent être renversés ou déplacés. Les portes ou les fenêtres ouvertes battent avec violence. Les liquides contenus dans des récipients bien remplis se répandent en petite quantité. La vibration est ressentie comme celle due à un objet lourd dégringolant dans le bâtiment.

De légers dommages du 1^{er} degré sont possibles dans les bâtiments de type A.

Modification en certains cas du débit des sources.

Degré VI - Frayeur

Le séisme est ressenti par la plupart des personnes, aussi bien à l'intérieur qu'à l'extérieur des bâtiments. De nombreuses personnes sont effrayées et se précipitent vers l'extérieur. Quelques personnes perdent l'équilibre. Les animaux domestiques s'échappent de leur stalle. Dans quelques cas, les assiettes et les verres peuvent se briser ; les livres tomber. Le mobilier lourd peut se déplacer et dans les clochers les petites cloches peuvent tinter spontanément.

Dommages du 1^{er} degré dans quelques constructions du type B et dans de nombreuses constructions du type A. Dans quelques bâtiments de type A, dommages du 2^e degré.

En certains cas, des crevasses de l'ordre du centimètre peuvent se produire dans les sols détrempés, des glissements de terrains peuvent se produire en montagne ; on peut observer des changements dans le débit des sources et le niveau des puits.

Degré VII - Dommages aux constructions

La plupart des personnes sont effrayées et se précipitent au-dehors. Beaucoup ont de la difficulté à rester debout. La vibration est ressentie par des personnes conduisant des voitures automobiles. De grosses cloches se mettent à sonner.

Dans de nombreux bâtiments du type C, dommages du 1^{er} degré ; dans de nombreux bâtiments de type B, dommages du 2^e degré. De nombreux bâtiments de type A sont endommagés au 3^e degré et quelques-uns au 4^e degré. Dans quelques cas, glissement des routes le long des pentes raides ; fissures en travers des routes ; joints de canalisations endommagés ; fissures dans les murs de pierres.

Des vagues se forment sur l'eau et celle-ci est troublée par la boue mise en mouvement. Les niveaux d'eau dans les puits et le débit des sources changent. Dans quelques cas, des sources tarries se remettent à couler et des sources existantes se tarissent. Dans des cas isolés des talus de sable ou de gravier s'éboulent partiellement.

Degré VIII - Destruction de bâtiments

Frayeur et panique ; même les personnes conduisant des voitures automobiles sont effrayées. Dans quelques

cas des branches d'arbres cassent. Le mobilier, même lourd, se déplace ou se renverse. Les lampes suspendues sont endommagées en partie.

De nombreux bâtiments du type C subissent des dommages du 2^e degré et quelques-uns du 3^e degré ; quelques bâtiments de type B sont endommagés au 3^e degré et quelques-uns au 4^e degré. De nombreux bâtiments du type A sont endommagés au 4^e degré et quelques-uns au 5^e degré. Ruptures occasionnelles de joints de canalisations. Les monuments et les statues se déplacent ou tournent sur eux-mêmes. Les stèles funéraires se renversent. Les murs de pierres s'effondrent.

De petits glissements de terrains peuvent se produire dans les ravins et le long des routes en talus sur de fortes pentes.

Les crevasses dans le sol atteignent plusieurs centimètres de largeur. L'eau des lacs devient trouble. De nouvelles retenues d'eau se créent dans les vallées. Des puits asséchés se remplissent et des puits existants se tarissent. Dans de nombreux cas, changement dans le débit et le niveau de l'eau.

Degré IX - Dommages généralisés aux constructions

Panique générale ; dégâts considérables au mobilier. Les animaux affolés courent dans toutes les directions et poussent des cris.

De nombreux bâtiments du type C subissent des dommages du 3^e degré, quelques-uns du 4^e degré. De nombreux bâtiments du type B subissent des dommages du 4^e degré et quelques-uns du 5^e degré. De nombreux bâtiments du type A sont endommagés au 5^e degré. Les monuments et les colonnes tombent. Dommages considérables aux réservoirs au sol ; rupture partielle des canalisations souterraines. Dans quelques cas, des rails de chemins de fer sont pliés, des routes endommagées.

Des projections d'eau, de sable et de boue sur les plages sont souvent observées. Les crevasses dans le sol atteignent 10 cm ; elles dépassent 10 cm sur les pentes et les berges des rivières. En outre, un grand nombre de petites crevasses s'observent dans le sol ; chutes de rochers ; nombreux glissements de terrain ; grandes vagues sur l'eau ; des puits asséchés peuvent retrouver leur débit et des puits existants peuvent s'assécher.

Degré X - Destruction générale des bâtiments

De nombreux bâtiments de type C subissent des dommages du 4^e degré et quelques-uns du 5^e degré. De nombreux bâtiments du type B subissent des dommages du 5^e degré ; la plupart des bâtiments du type A subissent des destructions du 5^e degré ; dommages dangereux aux barrages et aux digues ; dommages sévères aux ponts. Les lignes de chemin de fer sont légèrement tordues. Les canalisations souterraines sont tordues ou rompues. Le pavage des rues et l'asphalte forment de grandes ondulations.

Les crevasses du sol présentent des largeurs de plusieurs centimètres et peuvent atteindre 1 m. Il se produit de larges crevasses parallèlement aux cours d'eau. Les terres meubles s'éboulent le long des pentes raides. De considérables glissements de terrain peuvent se produire dans les berges des rivières et le long des rivages escarpés. Dans les zones littorales, déplacements de sable et de boue ; changement des niveaux d'eau dans les puits ; l'eau des canaux, des lacs, des rivières est projetée sur la terre. De nouveaux lacs se créent.

Degré XI - Catastrophes

Domages sévères même aux bâtiments bien construits, aux ponts, aux barrages et aux lignes de chemins de fer ; les grandes routes deviennent inutilisables ; les canalisations souterraines sont détruites.

Le terrain est considérablement déformé aussi bien par

des mouvements dans les directions horizontales et verticales que par de larges crevasses, de nombreux glissements de terrains et chutes de rochers. La détermination de l'intensité de la secousse nécessite des investigations spéciales.

Degré XII - Changement du paysage

Pratiquement toutes les structures au-dessus et au-dessous du sol sont gravement endommagées ou détruites.

La topographie est bouleversée. D'énormes crevasses accompagnées d'importants déplacements horizontaux et verticaux sont observés. Des chutes de rochers et des affaissements de berges de rivières s'observent sur de vastes étendues. Des vallées sont barrées et transformées en lacs ; des cascades apparaissent et des rivières sont déviées. La détermination de l'intensité nécessite des investigations spéciales.

Annexe 2

Extrait fichier SIRENE/BRGM

and 1. between and d lon etween d 5.5

Annex : 2 110 110

- A = (ENU) numéro séisme dans fichier
- B = (R) relation avec d'autres évènements
- C = (Q) qualité de la localisation (A : très bon, E : médiocre)
- D = (LONGEPC LATEPC) localisation épicentre
- E = (QE) qualité de la connaissance de l'intensité à l'épicentre
- F = (IEPC) intensité à l'épicentre
- G = (DIST) distance à l'épicentre
- H = (IOBS) intensité observée

| A | | | | B | | C | | D | | E | | F | | G | | H | | | | |
|---------|-----|-----|------|-----|-----|-----|---------|--------|------|---------|--------|-----|---|------|------|-----------------|--------|-----------|----------|------|
| ENU | JJ1 | MM1 | AN1 | HH1 | MM1 | SS1 | R | REFEVT | Q | LONGEPC | LATEPC | Q | E | IEPC | DIST | Q | NOMLCC | LONGITUDE | LATITUDE | IOBS |
| 0040045 | 19 | 5 | 1866 | 9 | 5 | * | * | C | 6.02 | 44.21 | * A + | 7.0 | * | 102 | * A | AIX-EN-PROVENCE | 5.27 | 43.32 | 5.0 | |
| 0050043 | 19 | 3 | 1935 | 7 | 3 | 17 | * | B | 6.38 | 44.35 | * A + | 7.0 | * | 151 | * B | AIX-EN-PROVENCE | 5.27 | 43.32 | 2.5 | |
| | | | 1935 | 7 | | * | | | | | | | | 160 | * B | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | 4.0 | |
| 0050057 | 19 | 7 | 1938 | 7 | | * | * | B | 6.36 | 44.40 | * B + | 6.5 | * | 153 | * B | TRETS | 5.41 | 43.27 | 0.0 | |
| | | | 1938 | | | * | | | | | | | | 166 | * B | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | 0.0 | |
| 0060028 | 15 | 2 | 1644 | 4 | 2 | * 2 | * | C | 7.13 | 43.57 | * C + | 8.0 | * | 150 | * A | AIX-EN-PROVENCE | 5.27 | 43.32 | | |
| 0060044 | 25 | 2 | 1818 | 11 | 2 | * R | 0060042 | D | 7.07 | 43.43 | * | | | 136 | * C | AIX-EN-PROVENCE | 5.27 | 43.32 | | |
| 0130002 | | | 1588 | | | * | | E | 5.18 | 43.43 | * | | | 24 | * C | AIX-EN-PROVENCE | 5.27 | 43.32 | | |
| 0130003 | 10 | 7 | 1664 | 8 | 7 | * | | E | 6.21 | 43.37 | * | | | 73 | * C | AIX-EN-PROVENCE | 5.27 | 43.32 | | |
| 0130004 | 10 | 11 | 1664 | | 11 | * | | I | 5.27 | 43.32 | * | | | 0 | * C | AIX-EN-PROVENCE | 5.27 | 43.32 | | |
| 0130005 | 2 | 9 | 1678 | 3 | 9 | * | | E | 5.27 | 43.32 | * | | | 0 | * A | AIX-EN-PROVENCE | 5.27 | 43.32 | | |
| 0130032 | 3 | 7 | 1756 | 2 | 7 | * | | I | 5.27 | 43.32 | * I | 6.0 | * | 0 | * B | AIX-EN-PROVENCE | 5.27 | 43.32 | 6.0 | |
| 0130034 | 22 | 1 | 1774 | | 1 | * | | I | 5.27 | 43.32 | * | | | 0 | * A | AIX-EN-PROVENCE | 5.27 | 43.32 | | |
| 0130035 | 10 | 6 | 1775 | | 6 | * | | I | 5.27 | 43.32 | * | | | 0 | * A | AIX-EN-PROVENCE | 5.27 | 43.32 | | |
| 0130039 | 1 | 5 | 1784 | | 5 | * | | I | 5.27 | 43.32 | * | | | 0 | * A | AIX-EN-PROVENCE | 5.27 | 43.32 | | |
| 0130041 | 1 | 12 | 1786 | 20 | 12 | * | | E | 5.35 | 43.27 | * | | | 12 | * A | SAINT-ZACHARIE | 5.42 | 43.23 | | |
| | | | 1786 | 20 | | * | | | | | | | | 13 | * A | AIX-EN-PROVENCE | 5.27 | 43.32 | | |
| 0130042 | 2 | 12 | 1786 | | 12 | * | | E | 5.35 | 43.27 | * | | | 12 | * A | SAINT-ZACHARIE | 5.42 | 43.23 | | |
| | | | 1786 | | | * | | | | | | | | 13 | * A | AIX-EN-PROVENCE | 5.27 | 43.32 | | |
| 0130044 | 5 | 2 | 1803 | 23 | 2 | * | | D | 5.25 | 43.25 | * C + | 5.0 | * | 10 | * A | ALLAUCH | 5.29 | 43.20 | | |
| | | | 1803 | 23 | | * | | | | | | | | 12 | * A | AIX-EN-PROVENCE | 5.27 | 43.32 | | |
| 0130049 | 22 | 1 | 1825 | 13 | 1 | * | | D | 5.25 | 43.25 | * | | | 12 | * B | AIX-EN-PROVENCE | 5.27 | 43.32 | | |
| 0130052 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130053 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130054 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130055 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130056 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130057 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130058 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130059 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130060 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130061 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130062 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130063 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130064 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130065 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130066 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130067 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130068 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130069 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130070 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130071 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130072 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130073 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130074 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130075 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130076 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130077 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130078 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130079 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130080 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130081 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130082 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130083 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130084 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130085 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130086 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130087 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130088 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130089 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130090 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130091 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130092 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130093 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130094 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130095 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130096 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130097 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130098 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | 5 | * A | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | | |
| 0130099 | 12 | 12 | 1846 | 10 | 12 | * 2 | | D | 5.38 | 43.18 | * A | 6.0 | * | | | | | | | |

| ENU | JJ1 | MM1 | AN1 | MM1 | SS1 | R | REFEVT | Q | LONGEP | LATEPC | Q | E | IEPC | DIST | Q | NOMLOC | LONGITUDE | LATITUDE | IOBS | | | | |
|---------|-----|-----|------|------|-----|----|--------|----|--------|--------|---------|-------|------|------|-------|--------|-----------|---------------------------|------|-------|------|-------|--|
| 0130118 | * | 19 | 2 | 1984 | * | 21 | 2 | 37 | * | B | 5.30 | 43.25 | * | A | 6.0 | 21 | B | SAINT-VICTORET | 5.14 | 43.25 | 4.0 | | |
| * | * | 2 | 1984 | * | 21 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 21 | B | POURRIERES | 5.44 | 43.30 | 4.0 | | |
| * | * | 2 | 1984 | * | 21 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 22 | B | MARIGNANE | 5.13 | 43.25 | 4.0 | | |
| * | * | 2 | 1984 | * | 21 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 23 | B | MANS-LES-PINS | 5.47 | 43.22 | 2.5 | | |
| * | * | 2 | 1984 | * | 21 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 23 | B | POURCIEUX | 5.47 | 43.28 | 3.0 | | |
| * | * | 2 | 1984 | * | 21 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 23 | B | ROGNAC | 5.14 | 43.29 | 3.0 | | |
| * | * | 2 | 1984 | * | 21 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 23 | B | VELAUX | 5.15 | 43.31 | 3.0 | | |
| * | * | 2 | 1984 | * | 21 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 25 | B | ENSUES-LA-REDDONE | 5.12 | 43.21 | 3.0 | | |
| * | * | 2 | 1984 | * | 21 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 27 | A | CHATEAUNEUF-LES-MARTIGUES | 5.10 | 43.23 | | | |
| * | * | 2 | 1984 | * | 21 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 27 | B | BERRE-L'ETANG | 5.10 | 43.29 | 3.0 | | |
| 0130119 | * | 20 | 2 | 1984 | * | 3 | 2 | 51 | * | R | 0130118 | * | B | 5.30 | 43.25 | * | 4.0 | 0 | A | MIMET | 5.30 | 43.25 | |
| * | * | 2 | 1984 | * | 3 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 2 | A | SAINT-SAVOURNIN | 5.32 | 43.24 | | | |
| * | * | 2 | 1984 | * | 3 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 3 | B | GREASQUE | 5.33 | 43.26 | 4.0 | | |
| * | * | 2 | 1984 | * | 3 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 4 | A | CADOLIVE | 5.33 | 43.24 | | | |
| * | * | 2 | 1984 | * | 3 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 5 | A | GARDANNE | 5.28 | 43.27 | | | |
| * | * | 2 | 1984 | * | 3 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 6 | B | FUVEAU | 5.34 | 43.27 | 3.5 | | |
| * | * | 2 | 1984 | * | 3 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 7 | A | BELCODENE | 5.35 | 43.26 | | | |
| 0130120 | * | 20 | 2 | 1984 | * | 8 | 2 | 11 | * | R | 0130118 | * | B | 5.30 | 43.25 | * | | 0 | A | MIMET | 5.30 | 43.25 | |
| * | * | 2 | 1984 | * | 8 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 2 | A | SAINT-SAVOURNIN | 5.32 | 43.24 | | | |
| * | * | 2 | 1984 | * | 8 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 3 | A | GREASQUE | 5.33 | 43.26 | | | |
| * | * | 2 | 1984 | * | 8 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 4 | A | CADOLIVE | 5.33 | 43.24 | | | |
| * | * | 2 | 1984 | * | 8 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 6 | A | FUVEAU | 5.34 | 43.27 | | | |
| 0130121 | * | 28 | 5 | 1985 | * | 5 | 42 | * | * | A | 5.29 | 43.24 | * | B | 5.0 | 2 | B | MIMET | 5.30 | 43.25 | 5.0 | | |
| * | * | 5 | 1985 | * | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 3 | B | SAINT-SAVOURNIN | 5.32 | 43.24 | 4.0 | | |
| * | * | 5 | 1985 | * | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 4 | B | SIMIANE-COLLONGUE | 5.26 | 43.26 | 4.5 | | |
| * | * | 5 | 1985 | * | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 5 | B | CADOLIVE | 5.33 | 43.24 | 4.0 | | |
| * | * | 5 | 1985 | * | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 6 | B | PLAN-DE-CUQUES | 5.28 | 43.21 | 4.0 | | |
| * | * | 5 | 1985 | * | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 6 | B | GARDANNE | 5.28 | 43.27 | 4.0 | | |
| * | * | 5 | 1985 | * | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 6 | B | GREASQUE | 5.33 | 43.26 | 4.0 | | |
| * | * | 5 | 1985 | * | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 7 | B | ALLAUCH | 5.29 | 43.20 | 4.0 | | |
| * | * | 5 | 1985 | * | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 8 | B | BELCODENE | 5.35 | 43.26 | 0.0 | | |
| * | * | 5 | 1985 | * | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 8 | B | FUVEAU | 5.34 | 43.27 | 4.0 | | |
| * | * | 5 | 1985 | * | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 9 | B | SEPTIENES-LES-VALLONS | 5.22 | 43.24 | 3.0 | | |
| * | * | 5 | 1985 | * | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 9 | B | CABRIES | 5.23 | 43.26 | 0.0 | | |
| * | * | 5 | 1985 | * | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 11 | B | ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | 3.0 | | |
| * | * | 5 | 1985 | * | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 12 | B | AURIOL | 5.38 | 43.22 | 3.0 | | |
| * | * | 5 | 1985 | * | | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 14 | B | AIX-EN-PROVENCE | 5.27 | 43.32 | 3.0 | | |
| 0830003 | * | 20 | 12 | 1861 | * | 8 | 12 | * | * | E | 6.30 | 42.58 | * | * | * | 79 | A | SAINT-ZACHARIE | 5.42 | 43.23 | | | |
| * | * | 12 | 1861 | * | 8 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 105 | B | AIX-EN-PROVENCE | 5.27 | 43.32 | 3.5 | | |
| 0830006 | * | 1 | 5 | 1932 | * | 3 | 5 | * | * | E | 5.19 | 42.49 | * | C + | 5.0 | 59 | B | ALLAUCH | 5.29 | 43.20 | 5.0 | | |
| * | * | 5 | 1932 | * | 3 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 66 | B | PEYPIN | 5.35 | 43.23 | 3.5 | | |
| * | * | 5 | 1932 | * | 3 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 76 | A | TRETS | 5.41 | 43.27 | | | |
| * | * | 5 | 1932 | * | 3 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 78 | B | ROUSSET | 5.37 | 43.29 | 3.0 | | |
| * | * | 5 | 1932 | * | 3 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 83 | B | EBUILLES | 5.21 | 43.34 | 3.5 | | |
| * | * | 5 | 1932 | * | 3 | * | * | * | * | * | * | * | * | * | * | 85 | B | VAUVENARGUES | 5.36 | 43.33 | 3.0 | | |
| 0840015 | * | 20 | 3 | 1812 | * | 3 | * | * | * | B | 5.42 | 43.45 | * | B | 7.5 | 32 | A | AIX-EN-PROVENCE | 5.27 | 43.32 | | | |

LONGITUDE LATITUDE IOBS

| | | | | | | | | | | | | | |
|---------|------|---------|--------|---|-----|------------|-------|-----|-------|---------------------|------|-------|-----|
| 0830003 | # 20 | 12 1861 | # 8 12 | # | # E | 6.30 42.58 | # | # | # 79 | # A SAINT-ZACHARIE | 5.42 | 43.23 | |
| | # | 12 1861 | # 8 | # | # | | # | # | # 105 | # B AIX-EN-PROVENCE | 5.27 | 43.32 | 3.5 |
| 0830006 | # 1 | 5 1932 | # 3 5 | # | # E | 5.19 42.49 | # C + | 5.0 | # 59 | # B ALLAUCH | 5.29 | 43.29 | 5.0 |
| | # | 5 1932 | # 3 | # | # | | # | # | # 66 | # B PEYPIN | 5.35 | 43.23 | 3.5 |
| | # | 5 1932 | # 3 | # | # | | # | # | # 76 | # A TRET | 5.41 | 43.27 | |
| | # | 5 1932 | # 3 | # | # | | # | # | # 78 | # B ROUSSET | 5.37 | 43.29 | 3.0 |
| | # | 5 1932 | # 3 | # | # | | # | # | # 83 | # B EGUILLES | 5.21 | 43.34 | 3.5 |
| | # | 5 1932 | # 3 | # | # | | # | # | # 85 | # B VAUVENARGUES | 5.36 | 43.33 | 3.0 |
| 0840015 | # 20 | 3 1912 | # 3 | # | # B | 5.42 43.45 | # B | 7.5 | # 32 | # A AIX-EN-PROVENCE | 5.27 | 43.32 | |

| ENJ | JJ1 | MM1 | AN1 | HH1 | MM1 | SS1 | R | REFEVT | Q | LONGEPC | LATEPC | Q E | IEPC | DIST | Q | NOMLOC | LONGITUDE | LATITUDE | IOSS | |
|---------|------|---------|---------|-----|-----|-----|---|--------|---------|---------|--------|-------|-------|------|-------------------------------|--------|---------------------|----------|-------|--|
| 0840062 | # 14 | 11 1987 | # 9 11 | # | # | # | # | # C | 5.02 | 43.54 | # B + | 6.0 | # | 53 | # A AIX-EN-PROVENCE | 5.27 | 43.32 | 0.0 | | |
| 1130005 | # 9 | 2 1767 | # 4 2 | # | # | # | # | # E | 6.55 | 43.39 | # C + | 6.5 | # | 119 | # A AIX-EN-PROVENCE | 5.27 | 43.32 | | | |
| 1130016 | # 29 | 12 1854 | # 3 12 | # | # | # | # | # B | 7.51 | 43.44 | # B + | 7.5 | # | 195 | # A AIX-EN-PROVENCE | 5.27 | 43.32 | 4.5 | | |
| 1130045 | # 23 | 2 1887 | # 5 2 | # | # | # | # | # C | 8.05 | 43.43 | # B + | 10.0 | # | 187 | # A POURCIEUX | 5.47 | 43.28 | 7.0 | | |
| | # | 2 1887 | # 5 | # | # | # | # | # | | | # | | # | 214 | # A AIX-EN-PROVENCE | 5.27 | 43.32 | 5.0 | | |
| 1130045 | # 23 | 2 1887 | # 6 2 | # | # | # | # | # R | 1130045 | # D | 8.05 | 43.43 | # C + | 4.0 | # | 214 | # A AIX-EN-PROVENCE | 5.27 | 43.32 | |
| 1130047 | # 23 | 2 1887 | # 8 2 | # | # | # | # | # R | 1130045 | # D | 8.05 | 43.43 | # C + | 7.0 | # | 214 | # A AIX-EN-PROVENCE | 5.27 | 43.32 | |
| 1130086 | # 19 | 7 1963 | # 5 7 5 | # | # | # | # | # D | 8.10 | 43.17 | # C + | 6.0 | # | 193 | # B NANS-LES-PINS | 5.47 | 43.22 | 4.5 | | |
| | # | 7 1963 | # 5 | # | # | # | # | # | | | # | | # | 198 | # B POURRIERES | 5.44 | 43.30 | 4.0 | | |
| | # | 7 1963 | # 5 | # | # | # | # | # | | | # | | # | 200 | # B SAINT-ZACHARIE | 5.42 | 43.23 | 4.0 | | |
| | # | 7 1963 | # 5 | # | # | # | # | # | | | # | | # | 202 | # B TRET | 5.41 | 43.27 | 3.5 | | |
| | # | 7 1963 | # 5 | # | # | # | # | # | | | # | | # | 206 | # B AURIOL | 5.38 | 43.22 | 4.0 | | |
| | # | 7 1963 | # 5 | # | # | # | # | # | | | # | | # | 207 | # B ROUSSET | 5.37 | 43.29 | 3.0 | | |
| | # | 7 1963 | # 5 | # | # | # | # | # | | | # | | # | 208 | # B ROQUEVAIRE | 5.36 | 43.21 | 4.5 | | |
| | # | 7 1963 | # 5 | # | # | # | # | # | | | # | | # | 210 | # B BELCODENE | 5.35 | 43.26 | 3.0 | | |
| | # | 7 1963 | # 5 | # | # | # | # | # | | | # | | # | 210 | # B VAUVENARGUES | 5.36 | 43.33 | 4.0 | | |
| | # | 7 1963 | # 5 | # | # | # | # | # | | | # | | # | 211 | # B SAINT-ANTONIN-SUR-BAYON | 5.35 | 43.31 | 3.5 | | |
| | # | 7 1963 | # 5 | # | # | # | # | # | | | # | | # | 213 | # B GREASQUE | 5.33 | 43.26 | 4.0 | | |
| | # | 7 1963 | # 5 | # | # | # | # | # | | | # | | # | 214 | # B BEAURECUEIL | 5.33 | 43.31 | 3.5 | | |
| | # | 7 1963 | # 5 | # | # | # | # | # | | | # | | # | 216 | # B MINET | 5.30 | 43.25 | 4.0 | | |
| | # | 7 1963 | # 5 | # | # | # | # | # | | | # | | # | 216 | # B LE THOLONET | 5.31 | 43.31 | 3.5 | | |
| | # | 7 1963 | # 5 | # | # | # | # | # | | | # | | # | 218 | # B ALLAUCH | 5.29 | 43.20 | 4.0 | | |
| | # | 7 1963 | # 5 | # | # | # | # | # | | | # | | # | 222 | # B SIMIANE-COLLONGUE | 5.26 | 43.26 | 4.0 | | |
| | # | 7 1963 | # 5 | # | # | # | # | # | | | # | | # | 222 | # A AIX-EN-PROVENCE | 5.27 | 43.32 | | | |
| | # | 7 1963 | # 5 | # | # | # | # | # | | | # | | # | 230 | # B EGUILLES | 5.21 | 43.34 | 3.5 | | |
| | # | 7 1963 | # 5 | # | # | # | # | # | | | # | | # | 239 | # B ROGNAC | 5.14 | 43.29 | 3.0 | | |
| | # | 7 1963 | # 5 | # | # | # | # | # | | | # | | # | 244 | # B CHATEAUNEUF-LES-MARTIGUES | 5.10 | 43.23 | 3.0 | | |

08/01/1987 08:00:00
 08/01/1987 08:00:00

Annexe 3

Extraits de Presse, 1984

Routiers : encore quelques barrages

PAGE 5

LE SOIR

LUNDI 20 FEVRIER 1984

N° 12.054

3 F 20 (TTC)

248, Avenue Roger-Salengro
13015 Marseille - Tél. (91) 84.45.45

Editeur du « Provençal » Commission paritaire N. 63123

INDISPENSABLE

LE SOIR
chaque lundi, no
complet possible,
les beaux soirs d
d'Avignon à Istres
culturel », ça n'exi
Pour être « branché
désormais fidèles

La secousse a été ressentie dans toute la Provence, de Salon à Draguignan

La région aixoise épïccentre du séisme

Les chercheurs du C.N.R.S. à Marseille étudient le phénomène, évaluent les risques pour l'avenir et donnent des conseils pratiques sur les règles de sécurité à observer.

L'article de Robert BOUVIER en page 3 et notre dossier en page 5

Retrouvé par M^e Klarsfeld

Un télex accuse Klaus Barbie

LE DOCUMENT prouve, de façon irréfutable, que le nazi a bien participé à la déportation de 41 enfants pensionnaires du foyer d'Izien-Ain.

L'article de François de MUIZON en dernière page

16 millions de francs !

C'est l'incroyable butin raflé dans un appartement parisien

DES BIJOUX ET DE LA VAISSELLE de très grande valeur, estimés à 16 millions de francs, ont été volés durant le week-end au domicile de M. et Mme Vassiliou, 16, avenue Montaigne, Paris 8^e.

En rentrant de voyage, Mme Laura Vassiliou s'est aperçue que son appartement avait été visité par un cambrioleur qui s'est emparé des plus belles pièces de ses collections : des bijoux, notamment une parure en émeraudes et brillants de 76 carats et un service à café en or. Aucune trace d'effraction n'a été relevée.

L'information à la télé

Tous en baisse !



marseille

LA « GROSSE PEUR »

Soudain, en pleine
« Poudre d'escampette »

La terre se mit à trembler



Dans la rue, les commentaires allaient bon train sous les sourires... la peur...

Plus de peur que de mal. C'est ainsi que se solde le bilan du « tremblement de terre » qui, hier soir, en pleine « Poudre d'escampette » (titre prophétique du film de TFI) a secoué Marseille et sa région : Aix, Salon, La Ciotat, Martigues et même jusqu'à Nice. Pas de victimes. Pas de dégâts matériels. Seul inconvenient, on n'a pas vu la fin du film. Il est 22 h. 15 : quatre secondes de surprise et presque de terreur pour certains :

Robert Giroux : « Je regardais la télé. Tout à coup mon fauteuil s'est mis à flotter. Je croyais que c'était le petit qui s'amusa à me promener. J'ai ouvert la bouche pour le réprimander. Je me retourne et j'aperçois ma femme debout, bouche ouverte, revêtue de son manteau ! Elle a pu articuler :

« Descendons, j'ai peur ». Il a fallu descendre dans la rue, sinon c'était la crise de nerfs. On est remonté un peu plus tard ».

Sébastien Tamaert, avenue Cantini : lui aussi regardait le film, son chat sur les genoux. Après la secousse, il n'a fait ni une ni deux. Il a enfilé son blouson par dessus son pyjama et, son chat aux bras, il est allé passer la nuit chez des amis. « J'habite un 5^e étage, c'est risqué ».

Monique Manel : « A un moment, j'ai voulu me lever de mon siège. A cet instant précis, j'ai senti qu'il se passait quelque chose. J'ai eu un vertige de ma part. Mais j'ai vite compris. Non, je n'ai pas eu peur. Même rétrospectivement.

Réaction piquante, celle d'André T. Il était au lit et il a senti son ventre bouger !

Hier soir, impossible de joindre les manns-pompiers. Infatigablement, la même voix enregistrée répétait : « Vous avez demandé les pompiers, ne quittez pas... vous avez ». J'ai quitté avant de le savoir. Pas plus de chance avec le standard du journal, il a croulé sous les appels. Dans certains quartiers, des gens ont vu leur appartement en emportant l'argent et quelques couvertures. Quelquefois ils avaient les mains vides.

Ce matin, ça allait mieux. Chacun, plus ou moins, soupirait de sa soudaine frayeur. Ainsi, Jacqueline Lopez : « Je me trouvais dans le couloir lorsque j'ai ressenti le séisme. Ça a vibré très fortement. J'ai cru que c'était mon frigo qui se mettait en marche d'une manière anormale. Ensuite, j'ai compris. Mais cela a été si rapide et,

en fin de compte si léger, que je n'ai pas eu le temps d'avoir peur. Vous savez, j'en ai vu d'autres. Je suis originaire d'Orléansville, alors, maintenant je suis plutôt optimiste ».

« Moi, confie Adrienne Viguetama, j'ai eu quand même grand-peur. J'étais couchée et j'ai très bien senti bouger mon lit. Je me suis demandé ce qui se passait. Quand j'ai compris j'ai eu peur, surtout que j'étais toute seule. Mais enfin, ça ne m'a pas empêchée de dormir le reste de la nuit ».

Jean-Marie Couloumiat : « Non, je n'ai pas eu peur le moins du monde. Bien sûr, j'ai senti que ça bougeait. Toute la maison a tremblé. Sur l'instant c'était assez impressionnant. Mais la surprise a été tellement forte et le phénomène si bref que je n'ai pas eu le

temps d'avoir peur. J'ai passé une excellente nuit, je vous remercie ».

Léon Derderian ne peut en dire autant : « Avec ma femme, impossible de fermer l'œil ensuite ! La secousse a été très forte, le buffet s'est mis à danser dans la salle de séjour. Et puis ça a duré pas mal de temps. De toute façon on ne peut rien contre les cataclysmes naturels. Je crois que dans ces cas-là, il faut être fataliste : même si on perd le sommeil.

En tout cas, tout Marseille a bougé hier soir : de Mazargues à Saint-Antoine en passant par Saint-Loup et les Chutes-Lavies, où la secousse a été observée par de très nombreux habitants.

La secousse tellurique ressentie hier soir dans les alentours de Salon a été principalement dans les habitations élevées. Dans le quartier des Canourgues, où de nombreuses tours d'une dizaine d'étages sont élevées, les habitants ont connu une grande frayeur.

Certains, comme cette dame du 8^e étage, a passé la nuit dans sa voiture avec ses enfants. D'autres, qui avaient déjà connu ça en Sicile, sont allés à la gendarmerie et avaient peur de retourner chez eux. De nombreux coups de téléphone nous ont confirmés cette impression. A Salon, le souvenir du 11 juin 1909 est encore bien présent.



« Nous avons eu très peur ». (Photo André TOUBOUL)

Et que va-t-il se passer demain ?

Mais faut-il craindre pour l'avenir ? La réponse à cette vraie question est fournie par le laboratoire de mécanique et d'acoustique du CNRS qui s'intéresse à la prévention des séismes. D'ailleurs, ce service a mis au point deux systèmes de protection dont l'un est actuellement appliqué en Californie, région particulièrement sensible aux secousses telluriques.

« Malheureusement, la Provence se situe sur un plissement qui part de la Méditerranée et va jusqu'en Chine. Sous ce plissement, existent encore des montagnes en perpétuelle formation. C'est donc admettre que notre région est particulièrement visée par les séismes. C'est même la plus menacée de France, avec la Côte d'Azur. »

Est-ce à dire que le danger est immédiat ? Réponse des spécialistes du CNRS : « On ne

peut encore le dire. Une première secousse peut être le signe avant-coureur d'un séisme plus fort. Mais au niveau du temps, cela n'a guère de signification. Un premier symptôme peut annoncer un cataclysme pour 80, 120 ou même 200 ans plus tard. Ce qui est plus évident, c'est que lorsqu'une secousse comme celle d'hier soir se produit, si elle est suivie d'une autre quelques heures ou quelques jours après, cette fois le risque est grand. »

Que faire si, bientôt, nous sommes confrontés à la même peur, même légère, que telle que beaucoup ont vécue hier soir ?

Les spécialistes du CNRS nous indiquent quelques conseils pratiques : « d'abord savoir que ce sont les étages les plus élevés qui sont les plus menacés. Le mouvement de tremblement part de la base et se répercute

très vite vers les étages supérieurs : l'immeuble ondule, le phénomène se poursuit en redescendant vers le bas de la construction. Première chose à faire dans ces cas-là, ouvrir très vite la porte de l'appartement pour empêcher son blocage. Ensuite sortir en empruntant les escaliers. Surtout pas l'ascenseur. Les escaliers sont la partie d'un édifice qui est détruite en dernier lieu en cas de séisme important, car ils sont protégés par la cage de béton qui les contient ».

On sait que le point de référence de l'ampleur des secousses telluriques est la fameuse échelle de Richter. C'est à partir de six que les constructions commencent à s'effondrer. Or, la brève secousse d'hier se situait à 3. Donc, il ne pouvait y avoir de risque véritable.

Robert BOUVIER

Tazieff : « Dans un mois, dans cent ans »



La sé en q

La Société du métro de la seconde ligne, laisse ce grandeur nature d'ur blesses. Cette « répétition explique le grand nombre espérans, bien sûr, que cr



Le cri d'alarme d'Haroun Tazieff

En juillet 1979, Haroun Tazieff lançait un véritable cri d'alarme, dont voici l'essentiel :

« Les tremblements de terre, de temps à autre, secouent l'Hexagone assez pour détruire les bâtiments et faire périr des habitants sous leurs décombres. Oh, beaucoup moins souvent et beaucoup moins violemment que chez nos voisins italiens, chez les Yougoslaves, les Grecs et autres populations vivant sur les zones de forte sismicité. Assez souvent cependant pour que, partout où des chocs destructeurs se sont produits au cours des temps historiques — et où, donc, il s'en reproduira — l'on prenne la précaution indispensable et efficace qui s'impose, celle de construire des bâtiments qui ne s'effondrent pas. La chose est simple, car les règles de l'architecture parasismique sont connues désormais et les

pays qui les font respecter. Etats-Unis et Japon en tête, s'en trouvent fort bien.

La carte sismographique de la France existe, mais il semble que l'administration l'ignore. Ou, si elle ne l'ignore pas, qu'elle répuigne, dans les régions susceptibles d'être durement secouées, à obliger les promoteurs immobiliers à appliquer les règles parasismiques. Une première carte avait été dressée jadis par le professeur J.-P. Rothé, qui dirigeait l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg. Tout récemment, le Bureau de recherches géologiques et minières vient de rééditer publiquement une carte situant les épicentres des séismes qui se sont produits en France au cours de son histoire.

Cette carte montre près de 80 épicentres dans les Pyrénées, dont un (celui d'Arrette) d'intensité X dans l'échelle

internationale MSK : une cinquantaine, dont quatre d'intensité supérieure à X en Provence - Côte d'Azur, vallée du Rhône : soixante-dix en Savoie et Dauphiné, dont quatre de IX et X. Cinq séismes de même intensité s'égrènent, de surcroît au sud de la Loire et plus ou moins parallèlement à elle, un autre se situe près de Vannes et un en mer, au large du Cotentin. Plus un dans le Jura et deux en Alsace.

Ces chocs majeurs sont donc relativement rares en France : vingt-trois en tout en quelques siècles. Mais il y en a eu plusieurs centaines dont l'intensité a atteint le degré VIII, lequel est défini comme ceci : frayeur et panique ; des branches d'arbre se cassent, le mobilier même lourd se déplace ou se renverse. Dégâts à quelques bâtiments de type A (maisons rurales en pierre ordinaire), à quelques bâtiments de type B (en

briques, en blocs de béton, en pierres appareillées) et à quelques-uns de type C (constructions armées, bonnes constructions en bois). Quelques ruptures de canalisations Rotation de monuments et de statues Renversement de stèles funéraires. Effondrement de murs de pierres. Petits glissements de terrain dans les ravins. Crevasse de quelques centimètres de largeur. Dans de nombreux cas, changement dans le débit et le niveau d'eau des puits.

Le degré X a souvent été atteint et même dépassé en France. Ce degré X est caractérisé comme suit : destruction générale des bâtiments, dégâts à la plupart de type A, à de nombreux de type B, à quelques-uns de type C. Dommages aux barrages et aux digues, dommages sévères aux ponts. Lignes de chemin de fer légèrement tordues. Canalisations

souterraines tordues ou rompues. Le pavage des rues et l'asphalte forment de grandes ondulations. Crevasse pouvant atteindre un mètre de largeur. Eboulement des terres meubles. Glissements de terrain considérables. Formation de nouveaux lacs. Les degrés IX et X menacent de leur violence la France d'aujourd'hui et de demain, beaucoup plus que celle d'hier : hier, il n'y avait ni HLM ni mannas, ni immeubles de « haut standing », dans la construction desquels les règles de l'architecture parasismique n'ont quasi jamais été respectées ; hier il n'y avait pas de centrales nucléaires dans la vallée du Rhin, dans celle de la Loire ni dans celle du Rhône... Le puissant complexe du Tricastin est situé à l'endroit le pire : trois gros séismes s'y sont produits. Ceux à venir briseront le béton des centrales, celui des

usines de retraitement de minerais irradiés, celui d'Eurodif, celui des bassins de stockage, construits pour ne résister qu'à des chocs d'intensité VII ou VIII, pas IX ou X... Gouverner, c'est prévoir, dit le dicton. L'Etat se doit de prévoir l'imminence relative de tremblements de terre très violents et obliger les constructeurs à respecter les normes de l'architecture parasismique correspondant aux intensités maximales de chacune des régions instables de la France, ces constructeurs fussent-ils E.D.F. »

C'était il y a 5 ans. Depuis, Haroun Tazieff a été chargé par l'actuel gouvernement, de prendre en charge tout ce qui concerne l'information et la prévention des secours telluriques

L'épicentre à 20 km au nord-est de Marseille

Selon le CEPRIMA, centre qui collationne à Paris toutes les secousses sismiques de France et d'ailleurs, le mini-tremblement qui a été ressenti hier par la population provençale, notamment à Salon, Marseille, Aix, Aubagne, La Ciotat, Toulon, Brignoles, Draguignan, a son épicentre à quelque 20 à 25 km au nord-est de Marseille. Pour l'instant, cette secousse, qui a duré plusieurs secondes selon certains témoins, n'a pas fait de dégâts (quelques fissures dans de vieux bâtiments) n'est pas encore chiffrée sur l'échelle de Richter, mais il semblerait qu'elle s'inscrive dans le lot quasi quotidien des mini-tremblements de terre qui existent en Provence.

A Brignoles Draguignan et Toulon

« On avait l'impression que quelqu'un courait dans le couloir ou encore que la vaisselle bougeait dans le placard », a déclaré l'un des Toulonnais qui a téléphoné, hier soir, aux sapeurs-pompiers du port marchand, après avoir constaté que la terre avait tremblé vers 22 h. 35.

Au total une bonne vingtaine d'appels émanant essentiellement du centre ville et du port marchand.

Mais la secousse qui a duré moins de cinq secondes, a été également ressentie à La Loubière et au Pont-du-Las.

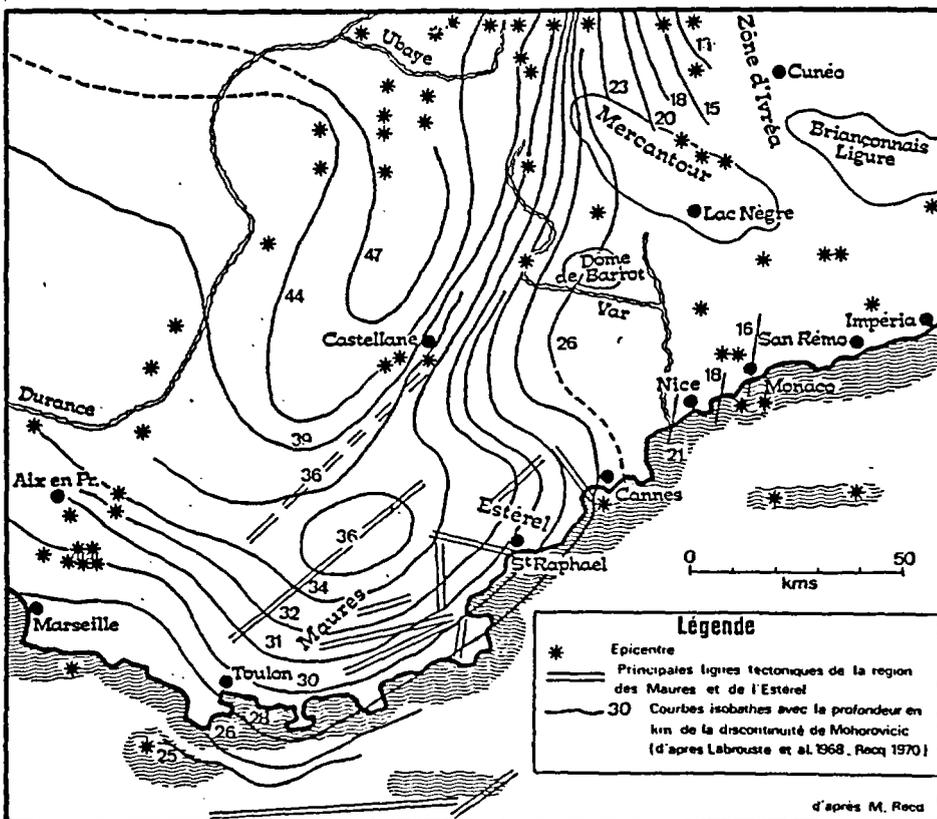
Le phénomène ne s'est pas limité au littoral. Il a touché également Brignoles et Draguignan, ainsi que nous l'ont confirmé les sapeurs-pompiers de ces deux villes.

A Salon : les habitants dans la rue

La secousse tellurique ressentie hier soir dans les alentours de Salon a été principalement dans les habitations élevées. Dans le quartier des Canourgues, où de nombreuses tours d'une dizaine d'étages sont élevées, les habitants ont connu une grande frayeur.

Certains, comme cette dame du 6^e étage, a passé la nuit dans sa voiture avec ses enfants. D'autres qui avaient déjà connu ça en Sicile, sont allées à la gendarmerie, et avaient peur de retourner chez eux. De nombreux coups de téléphone nous ont confirmés cette impression. A Salon, le souvenir du 11 juin 1909 est encore bien présent.

Les points névralgiques dans la région



Cette carte indique, avec précision, la situation tellurique de la région Provence-Côte d'Azur. Les étoiles représentent les épicentres des séismes, c'est-à-dire le point de départ d'éventuels tremblements de terre. On observe que ces points sont rapprochés et relativement nombreux dans un secteur qui se situe géographiquement

entre Marseille et Aix-en-Provence. On remarque également que les courbes d'amplitude sont nombreuses à l'intérieur de la zone qui va du massif des Maures jusque vers la partie située entre l'Ubaye et le Mercantour. On le voit, la Provence est particulièrement bien représentée dans les risques sismiques :

Municipales

On a voté dans le Var

TALBOT HORIZON

SERIE SPECIALE LITE

de jeudi 23 février

remplir
déclaration
revenus

conseils que vous devez
pour les dé-
document utile et

LE PROVENÇAL

Aix-en-Provence

3^e20 (P.T.C.)
N° 14.095

JOURNAL DES PATRIOTES SOCIALISTES ET REPUBLICAINS
248, Avenue Roger-Salengro, 13015 Marseille. Tél. (91) 84.45.45

MARDI 21 FEVRIER 1984
Saint P. Damien
(Dimanche : 5^e hebdomadaire)

La
et st
vous
Prés.
MUS-
LACO
Une
mede
mon-
à 29 h
SOFIT
Le de-
LEGR.
Pour
prende-
R
(c)

mondiale
limer

sium, destiné à
auguré hier à

largement sui-

ra le puits de Meyreuil à
visée à la mairie. (Page 17)

gouttes avant
discussions ce



le ministre des Transports
opérations et escargots à
Mitterrand est arrivé hier
avec Bettino Craxi. Pré-
Etat français devrait se
à une DS dont le conduc-
tant un barrage. (Photo

grand à Milan,
de de sa tour-

peenne en vue de la pré-
Dis, qui se tiendra les 18
Mitterrand est arrivé hier
avec Bettino Craxi. Pré-
Etat français devrait se
à une DS dont le conduc-
tant un barrage. (Photo

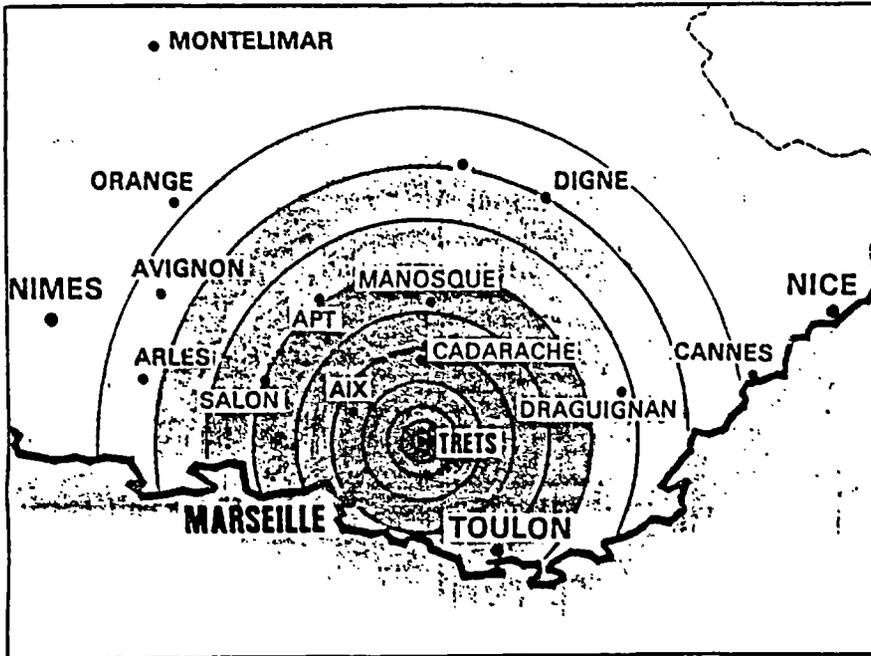
c'est le bu-
aisselle) raflé
nt parisien.

riants de 76 carats, un
un les plus belles pièces
sikos sur lesquelles un
resse, ce week-end.

De nouvelles secousses (légères) enregistrées hier

La Provence

inquiète...



Après le coup de semonce de dimanche soir, notre région a été encore ébranlée hier, à maintes reprises. Emotion de plus en plus vive parmi les populations.

PLUS DE PEUR QUE DE MAL. Mais la secousse sismique dont l'épicentre se situe à Trets, dans la région d'Aix-en-Provence, a été ressentie dimanche soir jusqu'à Marseille, provoquant beaucoup d'émotion et même un début de panique.

Si l'amplitude de ce « micro-séisme » se situe seulement entre un et deux degrés sur l'échelle de Richter qui en comporte neuf, il n'en soulève pas moins beaucoup d'inquiétudes.

Comme le montre la carte ci-dessus, ce petit tremblement de terre, après celui bien plus tragique de Lambesc au

début du siècle, confirme que la région Provence-Alpes-Côte d'Azur est une zone particulièrement sensible à l'écorce terrestre.

Des grondements souterrains et des vibrations étaient encore signalées hier dans le Vaucluse et le Nord des Bouches-du-Rhône. Des mouvements du sol qui sont suivis avec attention par les spécialistes, car ils peuvent être autant de signes prémoniteurs d'un séisme plus important. Rien cependant en l'état actuel des enregistrements ne permet de tirer des conclusions en ce sens, nous précise l'Institut du Globe à Strasbourg qui centralise toutes ces informations. (Carte GIEM)

En dernière page, les articles d'Alex PANZANI, Michel EGEE et Jean-Marc AUBERT.

La tribune
de
Jacques FAUVET

Paradoxe du

LA FRANCE va moins mal que le dit chaque matin l'Opposition et moins bien que veut le croire la Majorité. Mais l'une et l'autre ont un point commun : elles établissent un bon diagnostic puis aussitôt après discutent ou même refusent le remède.

Dieu — puisque c'est de lui qu'il s'agit — sait combien l'intégrisme khomeinyste menace le Proche-Orient, un Orient proche qui monte bien son nom puisqu'il s'étend parfois jusqu'à Paris. Mais la France aide-t-elle l'Irak contre l'Iran qu'une partie de la Gauche (et de la Droite) le déplore... mais non Monsieur Chirac qui a toujours soutenu le maître de Bagdad.

L'intégrisme islamique de Khadafi qui a échoué à l'Ouest et à l'Est de ses frontières enfonce-t-il un coin vers le Sud ? Menace-t-il l'Afrique noire ? La Droite et une partie de la Gauche critiquent l'intervention au Tchad. Les uns trouvent que la France s'est trop engagée, les autres pas assez. Pour M. Messmer il faut reprendre Faya-Largeau. Pour M. Jobert, si la ségesse eût consisté à laisser Khadafi revenir à N'Djamena. Qui croire ? En attendant la « ligne rouge » est entre les deux villes.

Le malheureux Liban est écartelé, victime de ses déchirements internes et des interventions extérieures.

Les Palestiniens en ont été chassés par les soins des Israéliens au Sud et des Syriens au Nord. La guerre n'a fait que s'ajouter à la guerre. La force d'interposition arrive puis s'en va, sauf les troupes françaises. La Droite et une partie de la Gauche le regrettent puis s'en félicitent. Car, entre temps, ce sont non seulement les chrétiens mais les musulmans chiites qui nous ont demandé de rester.

Le malheur et, paradoxalement, la chance du Liban est que cette guerre de neuf ans n'oppose pas seulement les musulmans et les chrétiens, mais divise profondément les uns et les autres. « Un grand pas en avant dans le sens de la réconciliation nationale ». Ainsi M. Couve de Murville démissionnait-il son action... en novembre 1975. Cela devrait le rendre plus indulgent pour

le gou
d'hui.
On po
des pa
la défe
Droite
sont pr
en ce
n'en ve
plus q
beauc
Comm
de Défi
que so
le M.R
tillien
de crée
europé
Précise
qui de
cessent
saient
Comm
Maurice
démarc
che et l
tement
tre », c
caux. V
l'on se
sation c
tère à r
écrasan
grain e
Mais fa
lier la
l'on bra
clure le
Depuis
plaint c
excessif
gouvern
projet a
le mérit
premier
rante a
combat
jours à
ments...
tandis c
molleme

Ses sou
ailleurs
structurat
ment r
diagnost
jourd'hu
lement l
nement
pour une
semble.
tronat et
position
Majorité
ou moni
nifester
ce pliar
ment, le
voit rep
d'aller tr
et, d'aut
lent et ti

De Gaul
les Gaul
mes sou
Encore
tous les
pas tous

STA
Ford.

Le mot du jour
Nature

QUAND la terre
frémit ou gron-
de, aussitôt l'inquié-

Deux stars pour un me

La Provence a encore tremblé

Le directeur de la Sécurité civile : « Une épée de Damoclès »

« **N**OUS vivons avec une épée de Damoclès sur nos têtes ! La phrase lancée par le colonel Egloff, directeur du Centre d'intervention Régional et de Coordination des Opérations de Sécurité Civile (CIR-COSC) de Valabre prend sa signification après la secousse tellurique de l'autre nuit. Mais il ne faut pas dramatiser, poursuit le colonel Egloff. Chacun doit rester calme. Et si par malheur le pire arrivait, nous sommes armés pour agir efficacement et rapidement ».

Il faut dire que la secousse de l'autre nuit a plongé une partie de la population dans un état de semi-panique. Etat qu'il faut éviter à tout prix en cas de séisme.

Pour en revenir aux moyens qui seraient mis en œuvre par la Sécurité Civile en cas de catastrophe, il est bon de savoir qu'en quelques heures plus de 4000 sauveteurs seraient opérationnels.

Prévision impossible

Quant à la prévision des séismes, elle est impossible. Seuls les animaux, par un comportement inhabituel, peuvent nous prévenir. Les Chinois l'ont compris et, grâce à eux, ils ont pu éviter en février 1975 une catastrophe dans la Province du Liaoning.

En ce qui concerne la secousse de dimanche soir, nous pouvons aujourd'hui affirmer que l'épicentre se trouvait dans la région de Mayreuil. Elle était de degré d'intensité 4.

Le degré d'intensité 4 ne cause pas de grands dommages, il faut attendre le degré 6 pour voir les maisons se lézarder et les degrés 7 et 8 pour obtenir des dégâts considérables. Signalons pour mémoire que le tremblement de terre qui avait ravagé la région le 11 juin 1909 était de magnitude 6,2.

Bref, plus de peur que de mal l'autre nuit, mais on ne peut désormais ignorer que nous vivons dans une région qui peut, dans quelques minutes ou dans des dizaines d'années connaître un séisme important.

Conseils utiles

Dans ce cas, il est bon de suivre ces quelques conseils. Dans un premier temps ne pas paniquer, se vêtir chaudement puis sortir des maisons. Pour avoir voulu ignorer une première secousse, des Italiens sont morts il y a quelques mois dans le Frioul. Si le séisme est subitement violent, il est recommandé de se mettre sous une table possédant un bon plateau ou en tout autre endroit protégé des chutes de pierres.

Ce sont les seuls conseils qui peuvent être donnés. En souhaitant que la secousse veuve dimanche soir soit sans suites.

Michel EGEE

Le bassin méditerranéen zone d'activité sismique

La région marseillaise ou a été produite la secousse se trouve dans une zone d'activité sismique importante qui s'étend sur le pourtour de la

LA PROVENCE, anxieuse, est depuis dimanche soir à l'écoute de sa terre. Alerte sans trêve, ou signe avant-coureur d'un séisme dévastateur ? L'étonnement plus l'émotion ont dû puiser fait place à une certaine inquiétude. Cette question était dans toutes les têtes nous ramenant à l'interrogation fondamentale de l'humanité : de quoi demain sera-t-il fait ?

Hier en tout cas, quelques heures après une secousse très nettement ressentie aux environs d'Aix-en-Provence, jusqu'à Marseille, il semble bien que l'écorce terrestre demeure en mouvement. C'est ainsi que grondements et vibrations étaient signalés en divers points de la région. Même en faisant la part de la psychose, ces phénomènes naturels et surtout leur persistance ne peuvent être ignorés.

L'ombre de Lambesc

D'autant qu'ils se produi-

sent dans une zone réputée sensible, comme l'avait mis en évidence le tragique tremblement de terre qui avait endeuillé Lambesc, mais aussi d'autres localités au début du siècle. Or la mémoire collective est vivace et ressurgit quand l'Histoire ou le destin lui en donne l'occasion. C'est sans doute ce qui explique quelques mouvements de paniques qui se sont produits sous le coup de 22 h. 15 dimanche.

Ils peuvent paraître disproportionnés avec l'événement lui-même (une secousse d'amplitude de 1 à 2 sur l'échelle de Richter qui en comporte 8) puisqu'il n'a causé aucun dégât d'importance. Mais la Provence et ses habitants n'ont pas moins été confrontés à l'espace de quelques secondes à une réalité que les hommes ne maîtrisent pas. Alors soudain, les cris d'alarme des scientifiques, lancés à plusieurs reprises ces dernières années, trouvaient un écho de masse. « Là où la terre a déjà trem-

blé, elle tremblera encore ». Haroun Tazieff ne prêchait plus dans le désert. Les encombrements de la route et des routiers étaient bien loin. En Provence, bien peu de monde put connaître en toute quiétude le déroulement de la « Poudre d'escampote », le film sacré-programme par T.F.1 le dimanche soir.

Les standards téléphoniques des pompiers, de la police, de l'observatoire, des journaux, furent alors saturés. Alors que certains cherchaient à se rassurer d'Aix à Marseille en passant par Rognes, Salon, et toutes les localités brutalement tirées de leur torpéur de fin de week-end, d'autres préféraient mettre toutes les chances de leur côté en quittant le confort douillet d'un appartement pour passer la nuit dans une voiture.

Le degré des risques

Comment en effet connaître le degré des risques encourus ? Personne n'était hier

en mesure de répondre et pour cause. Personne, chez les scientifiques ne voulait bien sûr affoler les populations, ce qui loin de diminuer les risques n'aurait fait que compliquer la situation. Mais nul non plus n'est en mesure aujourd'hui d'affirmer qu'il s'agit d'un mouvement de mauvaise humeur de l'écorce terrestre, sans lendemain. C'est la raison pour laquelle la plupart des spécialistes ont manifesté un certain étonnement à la lecture d'une dépêche qui indiquait (en reproduisant une opinion attribuée à l'observatoire) qu'il n'y avait aucune inquiétude à avoir.

La question capitale demeure entière : secousse prémonitrice ou sans suite dans un avenir à échelle humaine ? Comment ce pas se rappelle de ce léger frémissement auquel Agadir n'avait prêté aucune attention quelques heures avant la catastrophe qui rasait la ville ? L'habitude ne constitue pas heles dans ce domaine, une parade. Bien au contraire.

Une oreille vigilante

Comme l'indiquent les spécialistes du C.N.R.S., il faudra prêter une oreille vigilante aux mouvements du sol dans les jours à venir, car leur fré-

quence et leur amplitude peut constituer un sérieux avertissement. Ce sera le travail des spécialistes qui exploitent les enregistrements effectués sur un réseau très serré de huit sismographes installés dans le sol provençal.

La terre continue-t-elle à bouger dans la région ? Hier soir, l'Institut du Globe à Strasbourg, nous précisait que des « micro-séismes » n'étaient sans doute pas exclus mais « que les tracés relevés ne permettaient aucune conclusion exploitable ».

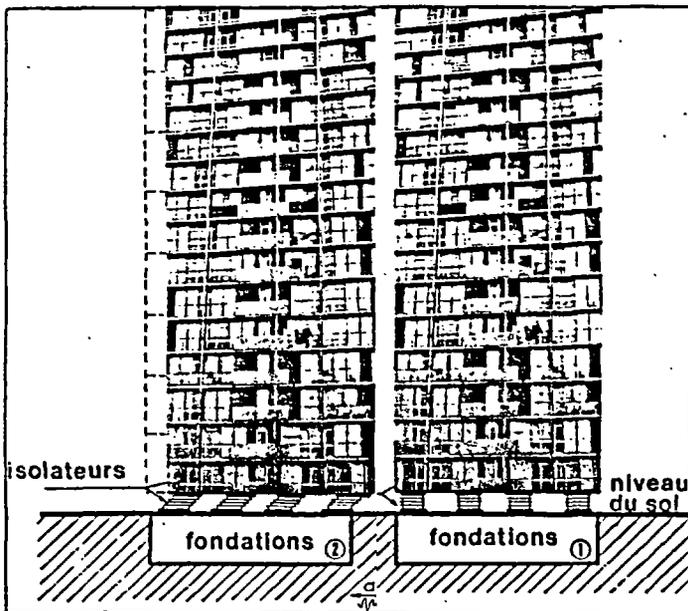
En attendant, il importe, comme toujours en pareil cas, d'éviter les deux écueils que constituent l'optimisme béat et le catastrophisme. En revanche, il s'agit de tirer profit pour l'avenir, de ce qui constitue de toute manière une alerte. En ce domaine, il reste fort à faire, notamment en matière de construction et de réglementation, pour mettre en œuvre dans des régions aussi exposées des moyens parasismiques.

Ils existent et sont d'un coût raisonnable.

S'ils sont appliqués massivement, il n'y aura plus inexorablement, en cas de séisme, une fatalité de la destruction avec toute ses conséquences.

Alex PANZANI.

Une méthode de construction parasismique



Une politique efficace de prévention en matière sismique doit avant tout s'appliquer à la construction. Une réglementation récente a prévu un certain nombre de normes, notamment pour les bâtiments publics et les immeubles d'une certaine hauteur, implantés dans des zones sismiques.

Cela semble encore insuffisant. En revanche, l'effort entrepris par un groupe d'étude (dirigé par MM. Delafosse et Bassa, du Laboratoire de mécanique et d'acoustique du CNRS à

Marseille), permet aujourd'hui de mettre en œuvre des méthodes de construction révolutionnaires, pouvant résister à des séismes de forte amplitude.

Le principe du procédé GAPEC (ainsi qu'il a été baptisé) est simple. Il s'agit d'isoler la construction du sol par un système d'isolateurs, ainsi que le montre le cliché 1. Ces isolateurs, dont le nombre des modules est minutieusement calculé en fonction de la charge à supporter, jouent en quelque sorte le rôle d'amortisseur

en cas de secousse sismique. Comme le montre le cliché 2, leur souplesse leur permet de jouer dans le sens horizontal en absorbant les accélérations et les effets de cisaillement dus à l'onde sismique transversale, évitant ainsi une rupture dans la structure de l'immeuble.

Le système GAPEC a rencontré un succès réel aux USA puisqu'il a été adopté dans une région à haut risque comme la Californie. Il équipe également le CES de Lambesc.

Les effets d'un séisme de terre en chiffres

SIL'ON connaît la magnitude du tremblement de terre de dimanche soir, c'est-à-dire, le calcul scientifique de l'énergie déployée par ce mouvement du sol, on en ignore toujours l'intensité, en d'autres termes, la façon dont a été ressentie la secousse.

Des études seront engagées pour la connaître. Quoi qu'il en soit, une échelle d'intensités (différente de celle de Richter) existe qui, très empiriquement, détaille les différents niveaux. On le voit, le vaisseau est la première à céder, mais il le fut déjà une bonne secousse. A partir de l'intensité 5, vous pouvez commencer à frémir... à la lecture.

1) Secousse imperceptible par l'homme. Inscrite seulement sur les sismographes.

2) Secousse ressentie par un petit nombre d'observateurs et surtout par ceux situés aux étages des maisons.

3) Secousse ressentie par un certain nombre de personnes comme le serait l'ébranlement produit par une voiture lancée à grande vitesse.

4) Ebranlement constaté par quelques personnes en plein air, par beaucoup à l'intérieur des maisons. Vibrations de vaisselle, craquements de planchers et plafonds.

5) Secousse perçue par toute la population. Réveil des dormeurs, ébranlement des meubles et lits.

6) Des personnes effrayées sortent des habitations. Tin-

tement général des sonnettes et arrêt des pendules. Crépis fendillés, vaisselle brisée. Cloches mises en branle et chutes de plafonds.

7) Maisons légèrement lézardées, chutes de cheminées isolées en mauvais état et écroulement d'églises mal construites.

8) Sérieux dommages et fentes béantes dans les murs. Renversement de statues, fissures dans les poutres de routes raidées et chutes de rochers en montagne.

9) Solides maisons sérieusement endommagées avec un grand nombre d'habitations rendues inhabitables.

10) La plupart des bâtiments en pierre et en charpente sont détruits et fentes dans les murs en briques. Rails de chemin de fer légèrement recourbés, dommages aux ponts, fentes et plis ondulés dans le revêtement des chaussées... éboulement. L'eau des rivières et des lacs projetée sur les rivages.

11) Destruction totale des bâtiments, des ponts et des digues. Grandes déchirures et crevasses dans le sol et grands éboulements de terrain.

12) Rien ne demeure plus de œuvres humaines. Changement de la topographie, formations de grandes failles et rivières détournées de leur cours (frissons).

La région sous le choc

Avignon : la tour de l'angoisse

A LA GRANGE-D OREL ce quartier de la banlieue d'Avignon les tours culminent jusqu'à dix étages Au 8^e. Raymond et Marcelle, deux sœurs ont nettement ressenti dimanche la secousse « C'était presque à la fin du film sur T.F.1 tout à soudain l'horreur dans la maison. Je lus-

res ! J'ai cru que la maison était hantée : j'ai téléphoné à mon grand à Monéres-les-Avignon, il a cru que je devenais folle !

Dans cette tour d'autres locataires ont ressenti le phénomène. Une dame âgée s'est précipitée à la fenêtre pour voir si les tours voisines étaient en-

• Secousses, hier à Carpentras...

La terre a également tremblé hier par deux fois à Carpentras. On a en effet enregistré des tremblements de vitres et de portes pendant plusieurs secondes entre 14 h 30 et 16 h 30. En outre de nombreux appels téléphoniques à nos bureaux ont confirmé ce « mini séisme ».

...et à Pertuis

• Une horloge s'est arrêtée à Digne

Le tremblement de terre n'a pas été ressenti par tout le monde. Dans les Alpes-de-Haute-Provence

A Manosque, quelques meubles ont tremblé, surtout chez les habitants des trux-

Jeudi, avec voi

Sud

Viticulteurs : une bouffée d'oxygène

A situation exceptionnelle, mesures exceptionnelles : Pierre Mauroy a annoncé, hier, une série de mesures d'aide aux viticulteurs du Languedoc-Roussillon.

DERNIERE PAGE

Enfant-martyr : Sylvie 4 ans grièvement blessée parce qu'elle pleurait

DERNIERE PAGE

La Marseillaise

(91) 54.92.13

C.C.P. 1046-15 A
MARSEILLE

C.P.P.A.P. 53 120

de l'Hérault

3 00 F

GRAND QUOTIDIEN REGIONAL DE LA DEMOCRATIE - N° 12103 MARDI 21 FEVRIER 1984 - Saint Paul, Damien

Grève des mineurs : un mouvement de fond

Le mouvement de grève a été suivi à 100 % dans les bassins houillers de Gardanne, de Ladrecht, et dans le Nord/Pas-de-Calais.

EN PAGE 11 UN ARTICLE DE GEORGES VALBON

Le séisme de dimanche : les Provençaux secoués

Plus de peur que de mal. Mais, hier, les conversations allaient bon train, chacun imaginant le pire, d'autant que de nouveaux grondements ont été enregistrés hier.

DERNIERE PAGE

La Seyne



HÉRAULT

Actualités

Marcoule : le ministre croit à Superphenix II

M. Jean Gatel, secrétaire d'Etat auprès du ministre de la Défense, en visite à Marcoule, où l'on prépare le plutonium pour la force de dissuasion, a déclaré qu'il croyait que « Superphenix se faisait et que la décision serait prise en 1986 ». L'usine de retraitement Mar 600, comme le proposent les communistes, pourrait ainsi être intégrée sur le site de Marcoule. Parmi les activités non nucléaires de l'usine, le traitement des déchets urbains de Marseille pourrait être envisagé d'ici deux ans (si l'expérience avec la ville de Bagnoles est concluante).

D'autre part, M. le Secrétaire d'Etat a annoncé la venue d'un nouveau régiment de la Légion à l'Ardoise, le 6^e étranger du génie de 600 unités.

Les familles de ce nouveau corps professionnel seront accueillies à Villeneuve, Bollène, Orange.

Bastia : 40 coffres fracturés en une demi-heure

Cinq malfaiteurs armés et masqués ont réussi à forcer 40 coffres en moins d'une demi-heure lundi dans une agence du Crédit Agricole de la banlieue de Bastia, apprend-on de bonne source.

Les cinq hommes ont fait irruption dans la banque où se trouvaient huit clients qui ont été neutralisés. Puis, armés de pieds de biche, ils ont réussi à forcer quarante coffres en 25 minutes avant de prendre la fuite. On ignore encore le montant du vol.

La secousse ressentie dimanche soir en Provence a atteint la magnitude 4 sur l'échelle de Richter. Son épicroentre est situé aux environs des villages de Trets et Belcodène près d'Aix-en-Provence où le sol bougeait imperceptiblement hier encore, tenant les scientifiques en état d'alerte.

Beaucoup de panique, d'inquiétude, pour finalement pas ou presque pas de dégâts ni de dommages humains. Le mini séisme qui dimanche soir à 22 h 15 a secoué la région provençale jusqu'à Nice, n'est pour les spécialistes qu'un phénomène naturel comme il s'en produit souvent dans cette zone. A cette seule différence que pour une fois, la secousse a été nettement ressentie, plongeant la population dans une profonde angoisse. Une telle angoisse n'est cependant pas partagée par les scientifiques. S'exprimant calmement, avec l'évidente volonté de concourir à dédramatiser la situation, le professeur Jacques Roussel du laboratoire de géophysique de la faculté de sciences et techniques de Marseille, rappelle que des "secousses de cette intensité sont remarquées tous les cinq ou dix ans dans la région" commentant, "ce qui ne veut pas dire que l'on n'en subira pas une plus forte dans les années voire les mois à venir. Reste que le danger encouru ici est incomparable avec les risques qui pèsent sur des pays à très forte sismicité, comme en Afrique du Nord ou en Italie".

Pas de souci à se faire

Chiffres et faits à l'appui, il est certain que la secousse tellurique de dimanche doit être qualifiée de "très modérée". Ce qui n'a pas pourtant dissipé un profond malaise. En effet, d'après les données objectives fournies par le laboratoire de détection géophysique du C.E.A. (Centre à l'énergie atomique, la manifestation a exceptionnel-

lement atteint la magnitude 4 sur la fameuse échelle de Richter qui compte 9 degrés. Il faut savoir qu'à partir de 5 de conséquents dégâts commencent à être constatés et qu'une secousse n'est perceptible pour l'être humain qu'au niveau 3. En outre, les coordonnées provisoires divulguées hier par le laboratoire permettaient d'établir que l'épicentre de ce tremblement de terre se situait entre les villages de Trets et Belcodène, donc tout près des villes de Marseille et Aix. Bien que la frayeur ait vite été oubliée, la situation était tout de même limite. Cela d'autant

plus que la cassure souterraine se prolonge jusqu'à la région niçoise où la terre a également bougé durant quatre secondes de façon nette.

Là encore, le professeur Jacques Roussel n'est pas avare d'explications aux fins de ramener le phénomène à une petite dimension : "C'est là une alerte banale dans notre région, dit-il. Il s'agit vraisemblablement d'une petite faille qui a rejoué mais il n'y a pas de souci à se faire".

S'agissant de la préoccupation tout à fait légitime par rapport à une récurrence de

scientifique n'est pas plus affirmatif que l'ensemble de ses confrères. Il estime que les "risques sont envisagés mais mal connus", se bornant à indiquer que "dans une région sismique, il peut évidemment se produire un autre séisme". Finalement, le seul qui se soit jamais mouillé reste Haroun Tazieff, aujourd'hui nommé par le gouvernement au commissariat aux catastrophes naturelles, qui n'a cessé de parler de danger grandissant dans une zone où en 1909 un séisme de forte magnitude avait causé une quarantaine de morts.

Gronnements et légers tremblements hier encore

Derrière ces querelles d'école c'est avant tout la situation présente qui ne cesse de multiplier les doutes. Si les spécialistes demeurent mesurés, il n'en quitte pas moins des yeux leurs appareils sophistiqués dont le décryptage total prendra sans doute plusieurs jours. Ceci aux fins de déterminer les causes précises de la secousse. En attendant, il semble qu'ils continuent à enregistrer de faibles secousses sur le même sol.

Ca été le cas hier où l'on a noté aux alentours d'Aix de sensibles vibrations et des gronnements qui prouvent qu'une partie du sous-sol est encore en mouvement.

N'est-ce qu'une alerte sans suite ou au contraire le signe avant-coureur d'une autre secousse ? A défaut de l'existence de moyens de détection assez perfectionnés pour avertir des jours et des jours à l'avance, personne ne peut le dire.

Sécurité civile : sur le qui vive

Naturellement cette tension extrême a conduit les services de la sécurité civile à se tenir sur le qui-vive et cela depuis dimanche soir où la réaction de ce corps a été immédiate. Elle a consisté avant tout, à mesurer les risques probables en prenant d'abord contact avec les laboratoires concernés tout en envoyant sur les points dits sensibles des équipes de sécurité renforcées par la mise en place d'un plan adéquat.

L'attention de la sécurité civile se porte en effet d'abord sur les sites à hauts dangers comme, dans les Bouches-du-Rhône, le secteur pétrochimique de la région de Berre, le barrage de Bimont la centrale de Cadarache, et plus généralement, une bonne partie de l'installation EDF ou encore la mine de Gardanne. Un état d'alerte qui, malgré les discours réconfortants, n'est pas fait pour apaiser une population plongée dans le pessimisme et la peur invouée. La peur contre la fatalité, contre ce que l'on peut ni enrayer ni réduire...

Paul TEISSEIRE

Prévention : le grand problème

Les raisons profondes de ces grouillements du sous-sol, on les connaît. La région se trouve en effet dans une zone propice aux secousses telluriques. Cette importante activité sismique s'étend d'ailleurs sur tout le pourtour de la Méditerranée. Deux grandes lignes de fractures la traversent en effet : l'arc dinarique (qui nous concerne) et l'arc anatolien. Les mouvements d'une série de plaques résultant de la scission d'un continent initial unique, il y a 200 millions d'années, sont à l'origine de l'activité sismique. Les lignes de fracture étant constituées par les limites des plaques. Sans conteste l'homme ne peut rien faire contre des manifestations naturelles d'une telle puissance.

De surcroît, plusieurs spécialistes affirment, comme Haroun Tazieff, que la périodicité des secousses en Provence annonce un séisme particulièrement puissant d'ici la fin du siècle.

La tâche, le plus important, serait de parvenir à le prévoir suffisamment tôt pour éviter le pire en permettant une évacuation de la population. Ceci ne paraît malheureusement pas possible car jusqu'à présent les appareils de détection les plus modernes, comme le rayon laser, n'enregistrent-ils les premiers signes que quelques heures avant l'irréversible. Et le délai serait trop court pour quitter les lieux sans panique générale.

Reste alors à prévenir en embrassant le problème sous son jour le plus efficace : la résistance des bâtiments aux secousses.

Il est en effet établi que leur écroulement provoque le plus grand nombre de séismes en cas de séisme. D'où la nécessité, dans une région comme la nôtre, d'observer des règles très strictes de fabrication. Ce qui n'a pas été fait dans les années passées malgré les cris d'alarme lancés par Tazieff et d'autres scientifiques et en dépit de règles très strictes obligatoires et observées dans des régions comme l'Alaska, le Japon et l'U.R.S.S. où des immeubles de 20 à 30 étages ont parfois résisté à des séismes de la magnitude de 8,4 sur l'échelle Richter.

Il existe à Marseille un procédé, le système G.A.P.E.C., mis au point par les chercheurs du C.N.R.S. et ceux de l'Institut de recherche du béton armé. Le système G.A.P.E.C. part d'une idée simple : des sortes de ressorts constitués par des plaques d'acier et de caoutchouc intercalées isolent l'immeuble du sol. Le résultat est satisfaisant jusqu'à la magnitude 7 sur l'échelle de Richter.

Mais pour l'instant, seul le C.E.S. de Lambesc a été construit avec ce procédé. C'est dire la pauvreté, la carence issue d'années et d'années d'irresponsabilité des précédents gouvernements, en matière de cette prévention anti-sismique qui demeure le grand problème. Et le constat est douloureux : en cas de secousse sérieuse peu de bâtiments, érigés de Nice à Marseille, parviendraient à résister.

P.T.

La police tire sur les voleurs de voiture : une jeune fille blessée

Une jeune fille a été blessée par balle le week-end dernier près de Lyon, lors d'une course-poursuite entre la voiture volée dans laquelle elle avait pris place et qui roulait à contre-sens sur l'autoroute A 7, et la police.

Un bébé de 7 mois

Le conducteur de la voiture, Robert Waffiez, 28 ans, était sorti de prison le 24 janvier. Il avait dérobé la voiture samedi soir dans l'Ain et était parti avec à son bord cette jeune fille — une mineure dont l'identité n'a pas été révélée — le bébé de 7 mois de cette dernière, un ami et deux autres jeunes femmes.

Le propriétaire de la voiture volée ayant très vite signalé la disparition du véhicule, celui-ci a été pris en chasse par la police vers une heure du matin dimanche, au sud de Lyon, au

Barrages routiers : l'heure est aux négociations

En principe, c'est ce matin, à 10 heures que doivent débuter les négociations sur les problèmes soulevés par les transporteurs routiers durant le week-end écoulé. Seul événement de dernière minute, Charles Filerman recevra les présidents de la Fédération nationale des transporteurs routiers (F.N.T.R.) et de l'Union nationale des organisations des transports routiers (U.N.O.S.T.R.A.). Il pourrait aussi s'entretenir avec les fédérations C.G.T. et C.F.D.T. des transports qui ont demandé à être associées aux négociations.

Une réunion de concertation entre M. Francis Ro-Tanguy, conseiller technique de M. Charles Filerman, ministre des Transports, et M. Maurice Voiron, président de la F.N.T.R., syndicat majoritaire des transporteurs routiers, s'est tenue "sur le terrain".

D'autres points noirs subsistent en France : les autoroutes A6 et A42 et A31 sont bloquées depuis 18 heures. Sur l'autoroute du Soleil (A6) la circulation est rendue impossible par un barrage de

poids lourds dans les deux sens à 4 km au nord du péage de Villierfranche-sur-Saône, d'autres camions interdisant tout trafic sur l'A42, au péage de Beynot dans l'Ain. En outre, l'A31 reliant Metz à Thionville, est coupée, depuis le milieu de la journée, par une manifestation de sidérurgistes.

Sud-est : deux points noirs

Deux points noirs subsistent lundi soir sur la circulation routière du sud-est, apprend-on auprès de la gendarmerie. L'autoroute du Soleil (A7) est barrée, dans les deux

sens, à la hauteur du péage de Lamanon, à une cinquantaine de kilomètres au nord de Marseille par une quinzaine de poids lourds. A partir de cet endroit, dans le sens Provence - Paris, une opération "escargot" a débuté vers 18 heures. Les voitures seront escortées "à train de sénateur" pendant une centaine de kilomètres, vers le nord, jusqu'à Orange.

Sur la RN 7 à hauteur de Brignoles (Var), les routiers ont maintenu depuis samedi soir leur barrage plus ou moins "filtrant" selon les moments. En début de soirée, lundi, le barrage était hermétique et l'accès à l'autoroute était bouché à cet endroit.

La suite suivra de Charles Filerman

Annexe 4

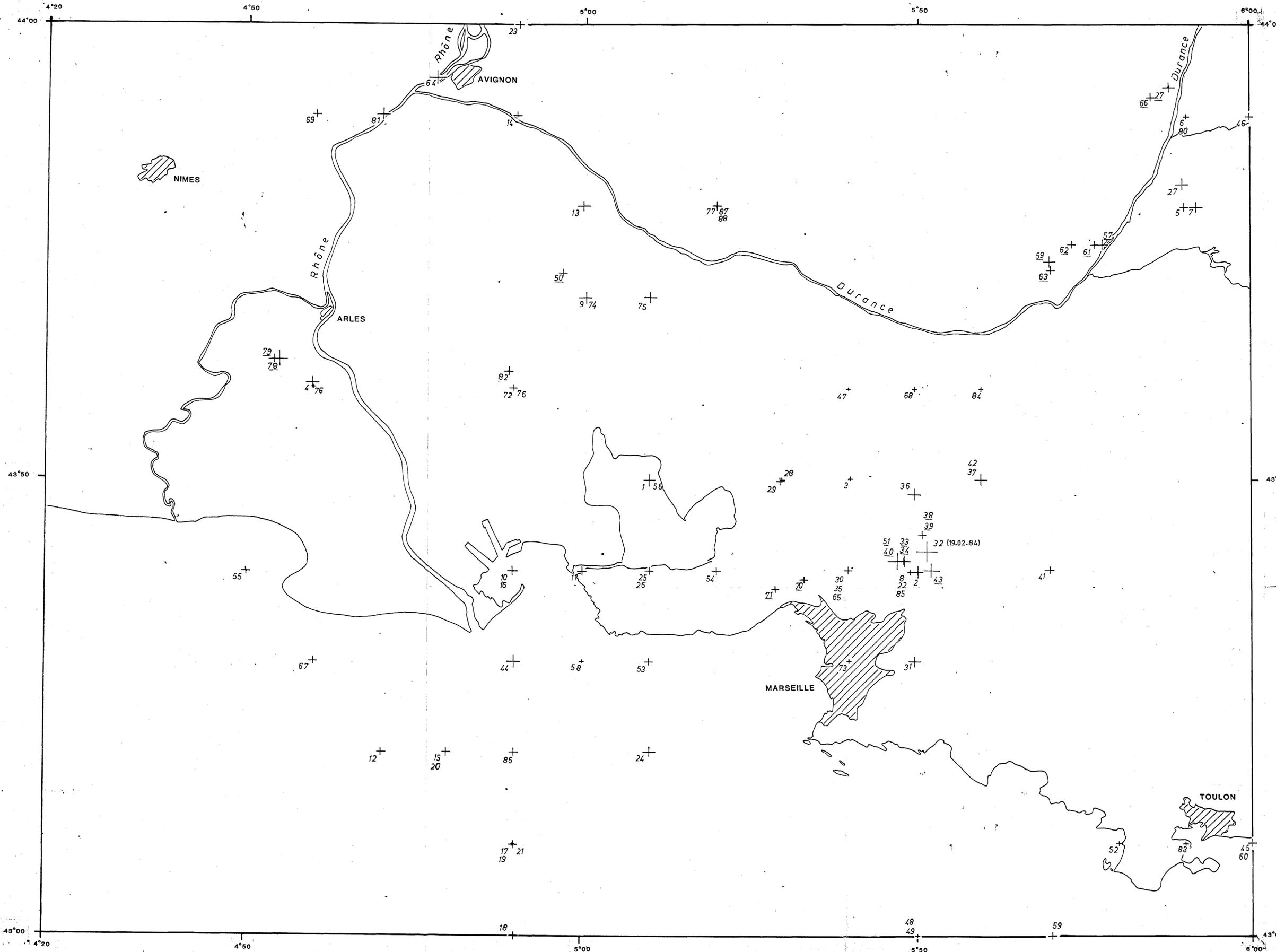
Carte de sismicité
instrumentale

HORS-TEXTE



Annexe 4

CARTE DE SISMICITE INSTRUMENTALE
confrontation des données du réseau LDG (CEA)
et du réseau Provence (IPG)
(1978 - 1988)

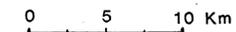


MAGNITUDE

- + 2.0 ≤ M < 2.5
- + 2.5 ≤ M < 3.0
- + 3.0 ≤ M < 3.5
- + 3.5 ≤ M < 4.0
- + 4.0 ≤ M < 4.5

- 47+ épicentre n°84, localisation LDG
- 21+ épicentre n°70, localisation Réseau Provence

ECHELLE 1/250 000





Office municipal de développement
(O.M.D.)

PROJET D'INFORMATION DU GRAND
PUBLIC SUR LE BASSIN MINIER DE
GARDANNE
(Bouches-du-Rhône)
Conditions naturelles du site
Dossier n°1 : Le Gisement : Nature,
Géométrie, Qualité

Planche 2
COUPE GEOLOGIQUE DE BERRE A GARDANNE

Septembre 1990
R 30960 PAC 4S 90

BRGM - PROVENCE - ALPES - CÔTE D'AZUR
Marseille - 117, avenue de Luminy - 13009 Marseille, France
Tel: (33) 91.61.34.46 - Télécopieur: (33) 91.41.15.10 - Telex: BRGM 401 585 F
Sophia Antipolis 1 - 06565 Vallbonne cedex, France
Tel: (33) 93.65.42.67 - Télécopieur: (33) 93.65.35.06

COUPE GEOLOGIQUE DE BERRE A GARDANNE

