

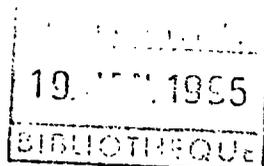


Ministère de l'Industrie,  
des Postes et Télécommunications  
et du Commerce extérieur

**DIRECTION GENERALE DE L'ENERGIE  
ET DES MATIERES PREMIERES**  
SERVICE DES MATIERES PREMIERES ET  
DU SOUS-SOL

## Synthèse bibliographique des formations argileuses cuisant clair du Bassin rhodanien, du Sud-Est, du Nord et du Nord-Est de la France

---



décembre 1994  
R 38210

numéro de référence P 10480004



**BRGM**  
L'ENTREPRISE AU SERVICE DE LA TERRE

Étude réalisée dans le cadre  
des actions de Service Public du BRGM

**94 - G - 055**

**BRGM**  
**DIRECTION DE L'EXPLORATION ET DES PROCÉDES**  
**Département Procédés et Analyses**  
B.P. 6009 - 45060 ORLÉANS CEDEX 2 - France - Tél. : (33) 38.64.34.34



## RESUME

Pour permettre aux entreprises d'exploitation d'argiles destinées à l'industrie céramique d'être en mesure de mettre rapidement en évidence de nouveaux gisements exploitables, le Service des Matières Premières et du Sous-Sol du Ministère de l'Industrie, des Postes et Télécommunications et du Commerce Extérieur a chargé le BRGM d'établir une synthèse bibliographique des informations disponibles concernant les formations argileuses susceptibles de cuire clair, dans le Bassin rhodanien, le Sud-Est, le Nord et le Nord-Est de la France.

L'objectif prioritaire est de mettre en évidence de nouvelles ressources en argiles aptes à la fabrication de carreaux céramiques en monocuisson rapide.

Après un rappel des principales caractéristiques que doivent présenter de telles argiles et des moyens mis en oeuvre pour effectuer cette synthèse documentaire, force est de constater que, d'une manière générale, peu de formations argileuses de ces régions satisfont les spécifications industrielles requises et que, parmi celles qui ne sont ni trop sableuses, ni trop carbonatées, ni trop ferrugineuses, les informations les concernant sont souvent peu nombreuses et mal adaptées pour bien juger de leur intérêt.

Dans le Bassin rhodanien et le Sud-Est de la France, les cibles les plus intéressantes sont les argiles kaoliniques du bassin d'Uzès, du synclinal de la Tave et de la partie sud-ouest du bassin de Bagnols-sur-Cèze (Gard) où des zones favorables ont été localisées. Celles du bassin de Bollène (Vaucluse), de Vallon-Pont-d'Arc (Ardèche), de Dieulefit (Drôme) et de la région de Valréas (Vaucluse) méritent également d'être vérifiées, d'après les quelques informations recueillies, bien que l'on ne dispose d'aucune donnée sur les quantités disponibles.

Des ressources en argiles smectiques de bonne qualité ont également été localisées dans les bassins du Malzieu et de Saint-Alban-sur-Limagnole (Lozère). Des tests d'utilisation industrielle ont montré que ces argiles pouvaient être utilisées dans les travaux publics et pour la fabrication de boues de forage, mais la possibilité de leur emploi dans l'industrie céramique, en tant qu'ajout aux autres matières premières, reste à contrôler.

Dans le Nord et le Nord-Est de la France, la cible la plus favorable correspond aux argiles néocomiennes du Pays-de-Bray, dont certains échantillons prélevés dans le département de l'Oise ont donné des produits de teinte claire après cuisson. Les argiles wealdiennes du Boulonnais (Pas-de-Calais), les argiles kaoliniques du bassin pliocène d'Hagueneau (Bas-Rhin) et les argiles illitiques et kaoliniques du Barrémien supérieur des régions de Saint-Dizier - Vernonvilliers (Haute-Marne) et de Venduvre-sur-Barse - Lignières (Aube et Yonne) constituent également des ressources potentielles à vérifier.

Les argiles de Levallois, qui présentent une grande extension en Lorraine, ne peuvent à priori être écartées tant que leur comportement à la cuisson restera inconnu.

## TABLES DES MATIERES

INTRODUCTION .....	9	
Objectif de l'étude.....	9	
Rappel des principales caractéristiques des formations argileuses concernées.....	9	
Moyens mis en oeuvre et régions étudiées .....	10	
 <b>PREMIERE PARTIE : FORMATIONS ARGILEUSES DU BASSIN RHODANIEN ET DU SUD-EST DE LA FRANCE</b>		
 <b>1. ARGILES KAOLINIQUES DU CRETACE SUPERIEUR DU BASSIN DE DIEULEFIT (Drôme).....</b>		<b>15</b>
1.1. Localisation - Cadre géologique.....	15	
1.2. Caractéristiques de l'argile kaolinique .....	15	
 <b>2. ARGILES KAOLINIQUES DU CRETACE SUPERIEUR DU BASSIN DE BOLLENE (Vaucluse).....</b>		<b>17</b>
2.1. Localisation - cadre géologique.....	17	
2.2. Informations disponibles.....	17	
 <b>3. ARGILES DE L'EOCENE INFERIEUR DE LA REGION DE VALREAS (Vaucluse).....</b>		<b>19</b>
 <b>4. ARGILES KAOLINIQUES DU CRETACE SUPERIEUR DU BASSIN DE VALLON-PONT D'ARC (Ardèche).....</b>		<b>21</b>
 <b>5. ARGILES KAOLINIQUES DU CRETACE SUPERIEUR DU DEPARTEMENT DU GARD (régions d'Uzès, Bagnols-sur-Cèze et Pont-Saint-Esprit).....</b>		<b>23</b>
5.1. Localisation.....	23	
5.2. Niveaux stratigraphiques argileux .....	23	
5.3. Exploitations d'argiles anciennes et actuelles.....	30	
5.4. Résultats des travaux de prospection des niveaux argileux réalisés en 1982-1983 par le BRGM.....	31	
5.4.1. Extrémité occidentale du synclinal de l'Uzège, secteur Serviers-Fontcouverte.....	33	
5.4.2. Extrémité orientale du synclinal de l'Uzège, secteur de Saint-Quentin-la-Poterie, La Capelle et Masmolène.....	37	
5.4.3. Le synclinal de la Tave, secteur de La Bruguière-Pougnadoresse .....	39	
5.4.4. Bordure sud-ouest du bassin de Bagnols-sur-Cèze .....	39	
5.4.5. Bordure nord-ouest du bassin de Bagnols-sur-Cèze .....	40	
5.5. Perspectives et conclusions .....	41	

<b>6. ARGILES SMECTIQUES DES BASSINS OLIGOCENES DU MALZIEU ET DE SAINT-ALBAN-SUR-LIMAGNOLE (Lozère)</b> .....	43
6.1. Localisation.....	43
6.2. Lithostratigraphie des bassins .....	43
6.3. Campagne de prospection BRGM de 1983.....	48
6.3.1. <i>Cartographie des argiles vertes</i> .....	49
6.3.2. <i>Caractéristiques des argiles vertes</i> .....	53
6.3.3. <i>Tests d'aptitude industrielle</i> .....	54
6.4. Perspectives .....	55
6.5. Autres indices d'argiles .....	56
<b>7. ARGILES A SMECTITE ET A ATTAPULGITE ET ARGILES MIXTES DU SUD-EST DE LA FRANCE</b> .....	57
7.1. Bassin de Mormoiron (Vaucluse).....	59
7.1.1. <i>Localisation - Cadre géologique</i> .....	59
7.1.2. <i>Rappel de la succession lithostratigraphique</i> .....	59
7.1.3. <i>La terre à foulon de Mormoiron</i> .....	61
7.1.4. <i>Les argiles du complexe détritique vert</i> .....	63
7.1.5. <i>Essais d'aptitude industrielle</i> .....	64
7.1.6. <i>Perspectives</i> .....	64
7.2. Bassin tertiaire d'Apt-Forcalquier .....	65
7.2.1. <i>Butte de Péréal</i> .....	65
7.2.2. <i>Partie occidentale du bassin d'Apt-Forcalquier : secteur Apt-Reillanne</i> .....	69
7.2.3. <i>Partie orientale du bassin d'Apt-Forcalquier : secteur de Forcalquier</i> .....	72
7.3. Bassins d'Aix-en-Provence, de Marseille, Saint-Zacharie et bassins Varois de Rians, Vinon, Montmeyan, Fox-Amphoux, Salernes, Aups Bauduen .....	72

## DEUXIEME PARTIE : FORMATIONS ARGILEUSES DU NORD ET DU NORD-EST DE LA FRANCE

<b>1. ARGILES KAOLINIQUES DU NEOCOMIEN DU PAYS-DE-BRAY</b> .....	75
1.1. Localisation - Cadre géologique.....	75
1.2. Rappel de la succession lithostratigraphique du Pays-de-Bray .....	75
1.3. Caractéristiques des formations argileuses .....	77
1.3.1. <i>Argiles du Kimméridgien et du Portlandien moyen</i> .....	77
1.3.2. <i>Argiles panachées du Barrémien</i> .....	77
1.3.3. <i>Argiles du Gault</i> .....	77
1.3.4. <i>Argiles néocomiennes</i> .....	77
1.4. Perspectives .....	78

<b>2. ARGILES WEALDIENNES DE LA BOUTONNIERE DU BOULONNAIS (PAS-DE-CALAIS) .....</b>	<b>81</b>
2.1. Localisation - Cadre géologique .....	81
2.2. Lithologie des formations wealdiennes et caractéristiques des argiles .....	81
2.3. Perspectives .....	83
<b>3. ARGILES DU BARREMIEN SUPERIEUR DE LA BORDURE ORIENTALE DU BASSIN DE PARIS .....</b>	<b>85</b>
3.1. Localisation - Cadre géologique .....	85
3.2. Succession lithostratigraphique et variations latérales de faciès .....	85
3.2.1. <i>Barrémien inférieur</i> .....	85
3.2.2. <i>Barrémien supérieur</i> .....	86
3.3. Caractéristiques des argiles du Barrémien supérieur .....	86
3.4. Perspectives .....	86
<b>4. ARGILES DE LEVALLOIS DU RHETIEN SUPERIEUR DE LA LORRAINE .....</b>	<b>89</b>
4.1. Localisation - Cadre géologique .....	89
4.2. Caractéristiques des argiles de Levallois .....	89
4.3. Perspectives .....	89
<b>5. ARGILES KAOLINIQUES DU BASSIN PLIOCENE D(HAGENAU (BAS-RHIN)).....</b>	<b>91</b>
5.1. Localisation - Cadre géologique .....	91
5.2. Caractéristiques des argiles .....	91
5.3. Perspectives .....	91
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>93</b>

## **LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX**

- Fig. 1 - Carte géologique du bassin de Dieulefit, d'après les cartes géologiques à 1/50 000 de Dieulefit et Montélimar.
- Fig. 2 - Carte géologique du bassin de Bollène, d'après la carte géologique à 1/50 000 d'Orange.
- Fig. 3 - Localisation des formations de l'Eocène inférieur de Roussas-Saint-Restitut, d'après la carte géologique à 1/50 000 de Valréas.
- Fig. 4 - Carte géologique du bassin de Vallon-Pont-d'Arc, d'après la carte géologique à 1/50 000 de Bourg-Saint-Andéol.
- Fig. 5 - Schéma géologique des bassins du Crétacé supérieur du Gard (d'après J.L. Ducreux, 1982).
- Fig. 6 - Carte géologique de la partie orientale du synclinal de l'Uzège et du synclinal de la Tave, d'après les cartes géologiques à 1/50 000 d'Uzès et Pont-Saint-Esprit.
- Fig. 7 - Carte géologique de la partie occidentale du synclinal de l'Uzège, d'après les cartes géologiques à 1/50 000 d'Uzès et d'Anduze.
- Fig. 8 - Partie méridionale du bassin de Bagnols-sur-Cèze, d'après la carte géologique à 1/50 000 de Pont-Saint-Esprit.
- Fig. 9 - Partie septentrionale du bassin de Bagnols-sur-Cèze, d'après la carte géologique à 1/50 000 de Pont-Saint-Esprit.
- Fig. 10 - Extrémité occidentale du synclinal de l'Uzège : secteur de Serviers-Fontcouverte.
- Fig. 11 - Coupe géologique du bassin de Serviers et Labaume.
- Fig. 12 - Extrémité orientale du synclinal de l'Uzège. Secteur Saint-Quentin-la-Poterie, La Capelle.
- Fig. 13 - Synclinal de la Tave et partie sud-ouest du bassin de Bagnols-sur-Cèze.
- Fig. 14 - Disposition d'ensemble du bassin du Malzieu - Saint-Flour (d'après A. de Goër de Hervé, 1972).
- Fig. 15 - Carte géologique du bassin du Malzieu, d'après la carte géologique à 1/50 000 de Saugues.
- Fig. 16 - Carte géologique des bassins de Saint-Alban et du Rouget, d'après la carte géologique à 1/50 000 de Saint-Chély-d'Apcher.
- Fig. 17 - Géologie des argiles vertes du bassin du Malzieu.
- Fig. 18 - Coupes géologiques dans les argiles vertes du bassin du Malzieu.

- Fig. 19 - Localisation des sondages et prélèvements réalisés dans le bassin de Saint-Alban.
- Fig. 20 - Localisation des bassins argileux du Sud-Est de la France.
- Fig. 21 - Schéma géologique du bassin de Mormoiron (d'après Triat et Trauth, 1972).
- Fig. 22 - Carte géologique du bassin de Mormoiron, d'après les cartes géologiques à 1/50 000 de Carpentras et de Vaison-la-Romaine.
- Fig. 23 - Variations lithologiques et variations des minéraux argileux dans le sondage de Roussan (terre à foulon de Mormoiron).
- Fig. 24 - Situation des bassins d'Apt-Forcalquier - Manosque.
- Fig. 25 - Carte géologique de la butte de Péréal, d'après les cartes géologiques à 1/50 000 de Carpentras et de Cavaillon.
- Fig. 26 - Localisation des carrières d'argile de la butte de Péréal.
- Fig. 27 - Carte géologique de la partie occidentale du bassin d'Apt-Forcalquier : secteur Apt-Reillanne, d'après la carte géologique à 1/50 000 de Reillanne.
- Fig. 28 - Carte géologique de la boutonnière du Pays-de-Bray, d'après les cartes géologiques à 1/250 000 d'Amiens et de Rouen.
- Fig. 29 - Situation des sites d'argiles néocomiennes reconnus favorables à la fabrication de céramique fine dans la partie orientale du Pays-de-Bray (d'après R. Mouron et P. Le Berre, 1986).
- Fig. 30 - Carte géologique à 1/100 000 de la boutonnière du Boulonnais, d'après les cartes géologiques à 1/50 000 de Marquise, Guines, Boulogne-sur-Mer et Desvres.
- Fig. 31 - Aire d'affleurement des formations de base du Crétacé inférieur (Valanginien - Hauterivien - Barrémien).
- Fig. 32 - Situation des argiles de Levallois dans la région de Rémyilly, d'après la carte géologique à 1/50 000 de Metz.
- Fig. 33 - Carte géologique du bassin pliocène d'Haguenau (Bas-Rhin) à 1/100 000, d'après les cartes géologiques à 1/50 000 de Haguenau, Seltz - Wissembourg et Brumath - Drusenheim.
- Tabl. 1 - Analyses minéralogiques par diffractométrie de rayons X d'argiles vertes du bassin du Malzieu (roche totale).
- Tabl. 2 - Caractéristiques moyennes des niveaux argileux les plus riches en smectite.
- Tabl. 3 - Mesures du temps d'écoulement à l'entonnoir de Marsh de boues à base d'argiles activées du bassin du Malzieu.
- Tabl. 4 - Echelle stratigraphique simplifiée du Pays-de-Bray.

## INTRODUCTION

### OBJECTIF DE L'ETUDE

Le Service des Matières Premières et du Sous-Sol du Ministère de l'Industrie, des Postes et Télécommunications et du Commerce Extérieur a chargé le BRGM de la réalisation d'une synthèse bibliographique concernant les formations argileuses cuisant clair du Bassin rhodanien, du Sud-Est ainsi que du Nord et Nord-Est de la France.

L'objectif de cette synthèse bibliographique est de permettre aux équipes de prospection des entreprises d'être en mesure de mettre plus rapidement en évidence des gisements d'argiles blanches ou cuisant clair, destinées en priorité à l'industrie française du carrelage ou à l'exportation, en tant que matière première de base de l'industrie céramique, et exploitables à moindre coût.

### RAPPEL DES PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES FORMATIONS ARGILEUSES CONCERNEES

Classiquement, à partir de leur composition minéralogique et de leurs utilisations industrielles, on classe l'ensemble des roches argileuses en plusieurs familles :

- les argiles communes pour produits de terre cuite : argiles mixtes essentiellement constituées d'un mélange de minéraux argileux (illite, kaolinite, smectite), dans de très diverses proportions, et de différentes impuretés (sable siliceux, oxydes métalliques, carbonate de calcium, matières organiques, ...)
- les argiles nobles dans lesquelles un minéral argileux est nettement prépondérant ; parmi celles-ci on distingue :
  - . les argiles kaoliniques, essentiellement constituées de kaolinite, utilisées dans les réfractaires (plus de 38 % d'alumine dans l'argile) et la céramique fine (carrelage, sanitaire, vaisselle, ...),
  - . les argiles smectiques ou montmorillonitiques, dites "bentonites", essentiellement constituées de minéraux argileux du groupe des smectites (montmorillonite, beidellite, nontronite, saponite, hectorite, ...), utilisées dans les boues de forages et en génie civil, en fonderie, dans l'industrie chimique, dans le secteur agro-alimentaire et, dans une moindre mesure, dans l'industrie céramique (elles augmentent la cohésion des produits en cru),
  - . les argiles fibreuses, essentiellement constituées d'attapulgite (ou palygorskite) ou de sépiolite, utilisées pour la fabrication de granulés absorbants, en agriculture, comme nourriture animale, comme charge industrielle, comme boue de forage...

Dans le cadre de cette étude essentiellement orientée vers le secteur de l'industrie du carreau céramique, les formations argileuses concernées doivent donc être de nature essentiellement kaolinique ou, dans une moindre mesure, smectique, à l'exclusion de tous les autres types

d'argiles, notamment des argiles communes pour produits de terre cuite ou des marnes et argiles marneuses.

En outre, contrairement aux kaolins, ces argiles ne subissent pas de traitement d'épuration pour éliminer d'éventuelles impuretés (sable, oxydes métalliques, matières organiques, ...) contenues dans la matière brute. Elles doivent donc être naturellement assez pures.

A titre indicatif, les principales spécifications industrielles des argiles recherchées peuvent être résumées comme suit, en se référant aux caractéristiques des argiles actuellement utilisées :

- argile grésante (présence de mica fin jouant le rôle de fondant), cuisant blanc ou clair (type argile du Westerwald ou du bassin de Provins) et renfermant moins de 1500 ppm de matières organiques, pour fabrication de carreaux en monocuisson rapide ;
- faible teneur en sable (0 - 4 % de grains supérieurs à 100  $\mu\text{m}$  ; 0,1 - 7 % de grains supérieurs à 63  $\mu\text{m}$ ) ;
- composition minéralogique :
  - . matières argileuses : kaolinite, kaolinite-montmorillonite, kaolinite-illite
  - . quartz libre : 6 - 15 %
  - . divers : minéraux micacés ;
- composition chimique :
  - . perte au feu : < 10 %
  - .  $\text{SiO}_2$  : 50 - 60 %
  - .  $\text{Al}_2\text{O}_3$  : 22 à 30 %
  - .  $\text{TiO}_2$  : 0,2 - 1,3 %
  - .  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  : < 2 %
  - .  $\text{CaO}$  : < 1 %
  - .  $\text{MgO}$  : < 1 %
  - .  $\text{K}_2\text{O}$  :  $\geq$  2 %
  - .  $\text{Na}_2\text{O}$  : 0,1 - 0,5 %
  - . F et Cl : quelques dizaines à quelques centaines de ppm.

## **MOYENS MIS EN OEUVRE ET REGIONS ETUDIEES**

Cette recherche bibliographique a été effectuée en jumelant deux approches :

- par interrogation de la Banque de données des rapports BRGM effectués dans le cadre du Service public, à partir de mots-clés correspondant aux substances recherchées et aux départements concernés, puis par consultation de ces rapports d'études (inventaires régionaux, synthèses départementales, prospections localisées, ...) ;
- par consultation de toutes les cartes géologiques à 1/50 000 et de leurs notices explicatives correspondant aux régions concernées : Nord Pas-de-Calais, Picardie, Champagne-Ardennes, Lorraine, Alsace, Rhône-Alpes, Provence-Alpes-Côte d'Azur et Languedoc-Roussillon.

D'une manière générale, on peut faire les remarques suivantes :

- dans la région nord-nord-est de la France, la quasi-totalité des études antérieures effectuées par le BRGM ont porté sur la recherche de gisements d'argiles pour briques et tuiles, qui n'intéressent donc pas cette synthèse, sauf dans la région du Pays de Bray ;
- en revanche, dans le Sud et le Sud-Est de la France, plusieurs études ont été consacrées à la recherche d'argiles nobles (argile kaolinique, bentonite) en Languedoc-Roussillon et en Provence-Alpes-Côte d'Azur ; les résultats de ces travaux de prospection sont synthétisés dans les chapitres suivants ;
- les notices explicatives des cartes géologiques donnent communément des informations générales sur la nature lithologique des formations, leur épaisseur, leur extension, leur couleur, leur homogénéité ou la nature des impuretés qu'elles renferment, parfois sur leur composition minéralogique et leurs utilisations, mais plus rarement sur leur composition chimique ou la couleur du produit obtenu à la cuisson.

Dans certains cas, il est donc difficile d'apprécier l'intérêt ou non de ces formations argileuses pour une utilisation dans l'industrie céramique. Néanmoins, en raison de certains critères (épaisseur ou extension du niveau argileux, composition essentiellement kaolinique, ...), plusieurs formations semblent présenter un intérêt sous réserve d'analyses et de tests de contrôle. En revanche, toutes les argiles sableuses, les terres à tuiles et briques, les argiles ferrugineuses et les argiles marseuses, de loin les plus abondantes en France, n'ont pas été prises en compte dans cette synthèse.

Dans les chapitres suivants, les formations sont examinées par secteur géographique et en fonction de leur âge.



**PREMIERE PARTIE**

**FORMATIONS ARGILEUSES DU BASSIN RHODANIEN  
ET DU SUD-EST DE LA FRANCE**



## **1. ARGILES KAOLINIQUES DU CRETACE SUPERIEUR DU BASSIN DE DIEULEFIT (Drôme)**

### **1.1. LOCALISATION - CADRE GEOLOGIQUE**

Le bassin de Dieulefit est situé à 27 km environ à l'est de Montélimar. Au-dessus des assises carbonatées et gréseuses du synclinal de Dieulefit, d'âge cénomanien à coniacien (Crétacé supérieur), un ensemble de formations d'âge sénonien (symbole cS sur la carte de la figure 1) remplissent le coeur de ce bassin, sur une superficie d'une quinzaine de kilomètres carrés, située immédiatement à l'ouest du bourg de Dieulefit.

Il s'agit de sables jaunes ou rougeâtres ("sables des Vitrouillères") renfermant des intercalations d'argiles ligniteuses à débris végétaux et d'argiles blanches ou grises constituées à 90 % de kaolinite ("terre à poterie" de Dieulefit). L'épaisseur totale de cette formation est estimée à environ 50 m.

### **1.2. CARACTERISTIQUES DE L'ARGILE KAOLINIQUE**

Hormis leur teneur exceptionnelle en kaolinite, on ne dispose que de très peu d'information sur ces niveaux argileux. En particulier, leur épaisseur n'est pas précisée.

Ces argiles versicolores étaient autrefois exploitées dans plusieurs carrières dans la région de Dieulefit pour la fabrication de poteries.

Malgré la faible extension apparente de ces niveaux argileux, leur prospection plus détaillée semble présenter un intérêt en raison de leur nature et de leur haute teneur en kaolinite.

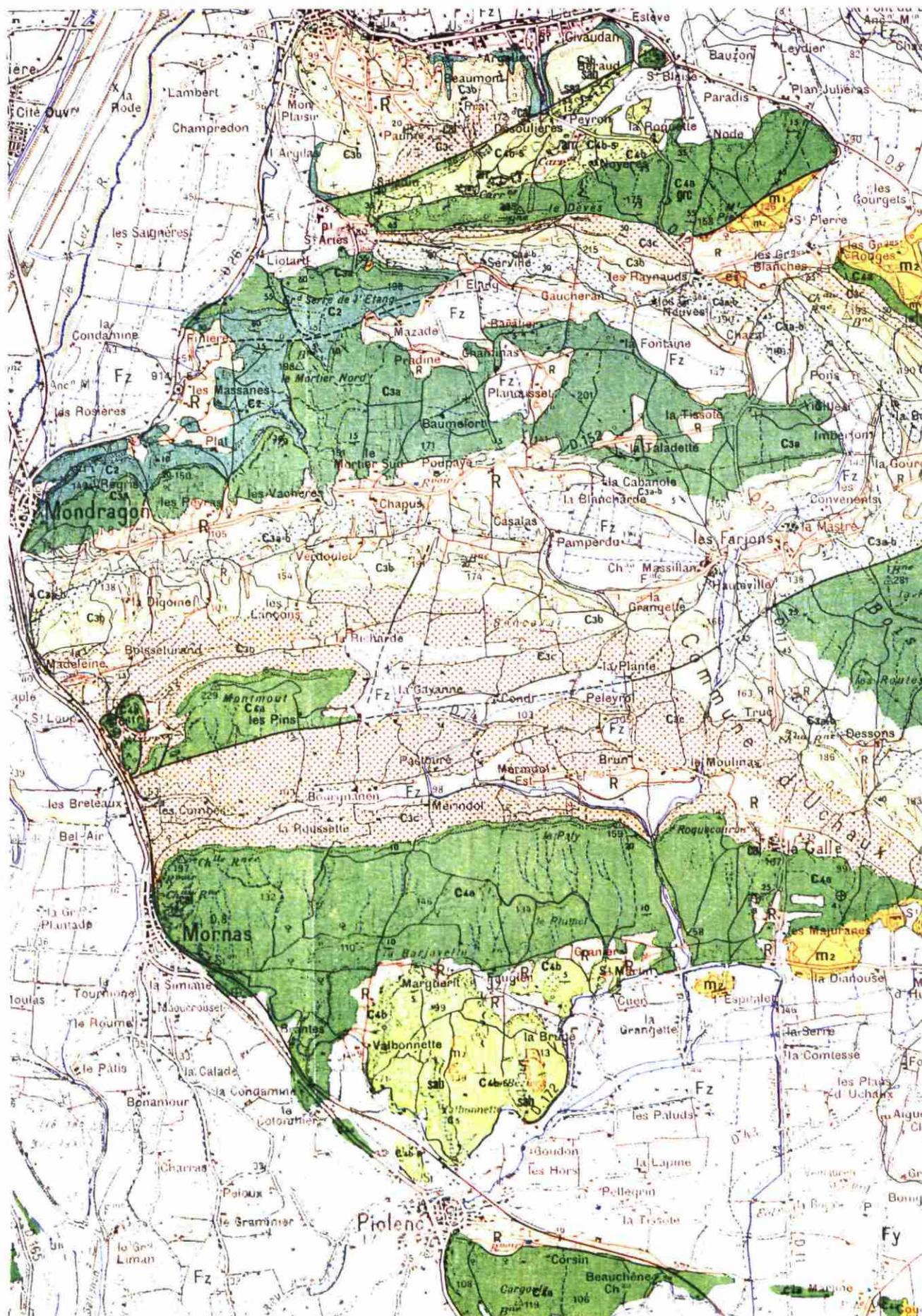


Fig. 2 - Carte géologique du bassin de Bollène, d'après la carte géologique à 1/50 000 d'Orange.

## **2. ARGILES KAOLINIQUES DU CRETACE SUPERIEUR DU BASSIN DE BOLLENE (Vaucluse)**

### **2.1. LOCALISATION - CADRE GEOLOGIQUE**

D'après la carte géologique à 1/50 000 d'Orange et la synthèse départementale des matériaux et substances utiles du Vaucluse (rapport BRGM 80 SGN 116 PAC), des argiles kaoliniques sont situées dans le synclinal de Noyères, à 2,5 km environ au sud-est de Bollène. Elles font partie de la "formation de Noyères", d'âge santonien, dont l'extension est d'environ 2,5 km sur 500 m. Cette formation comprend des sables blancs et roux, parfois consolidés, de plusieurs mètres de puissance, alternant avec des niveaux d'argile kaolinique assez pure dont la puissance peut varier entre 10 et 40 m environ (symbole C4b-5 sur la figure 2). Cette formation de Noyères surmonte, vers le sud de cette localité, les calcaires gréseux de Mornas, d'âge coniacien, tandis que vers le nord, elle est limitée par une faille qui la met en contact anormal avec les grès et sables du Turonien. Vers le nord-est, la formation de Noyères disparaît sous les alluvions anciennes du bassin de la rivière Aigue.

A 8 km environ au sud de Noyères, des formations d'âge santonien ont été cartographiées immédiatement au nord de Piolenc (fig. 2). Mais il s'agit ici de la "formation de Piolenc" comprenant des sables blancs avec intercalations de grès ferrugineux, d'argiles gypseuses, d'argiles ligniteuses, de gros bancs de lignite et d'une lentille de calcaire gréseux. Aucune couche d'argile kaolinique n'est signalée.

### **2.2. INFORMATIONS DISPONIBLES**

Dans le synclinal de Noyères, ces argiles étaient déjà exploitées il y a plus de 100 ans à l'aide de puits de 25 à 30 m de profondeur et de petites galeries souterraines. Elles sont encore exploitées dans quelques carrières.

Une coupe relevée dans la carrière de Jonquerolle, située la plus au sud, donne la succession suivante, de haut en bas :

- 4 m de terre sablo-argileuse ;
- 6 m de sable ocre, pulvérulent ;
- 3 à 4 m d'argile bariolée blanche, rose, lie-de-vin, assez compacte, avec petits passages ferrugineux.

En 1980, l'une des carrières produisait environ 6 000 t d'argile par an, utilisées en sidérurgie, fonderie et verrerie.

Nous ne disposons pas d'information sur les réserves exploitables, ni sur les caractéristiques des argiles.

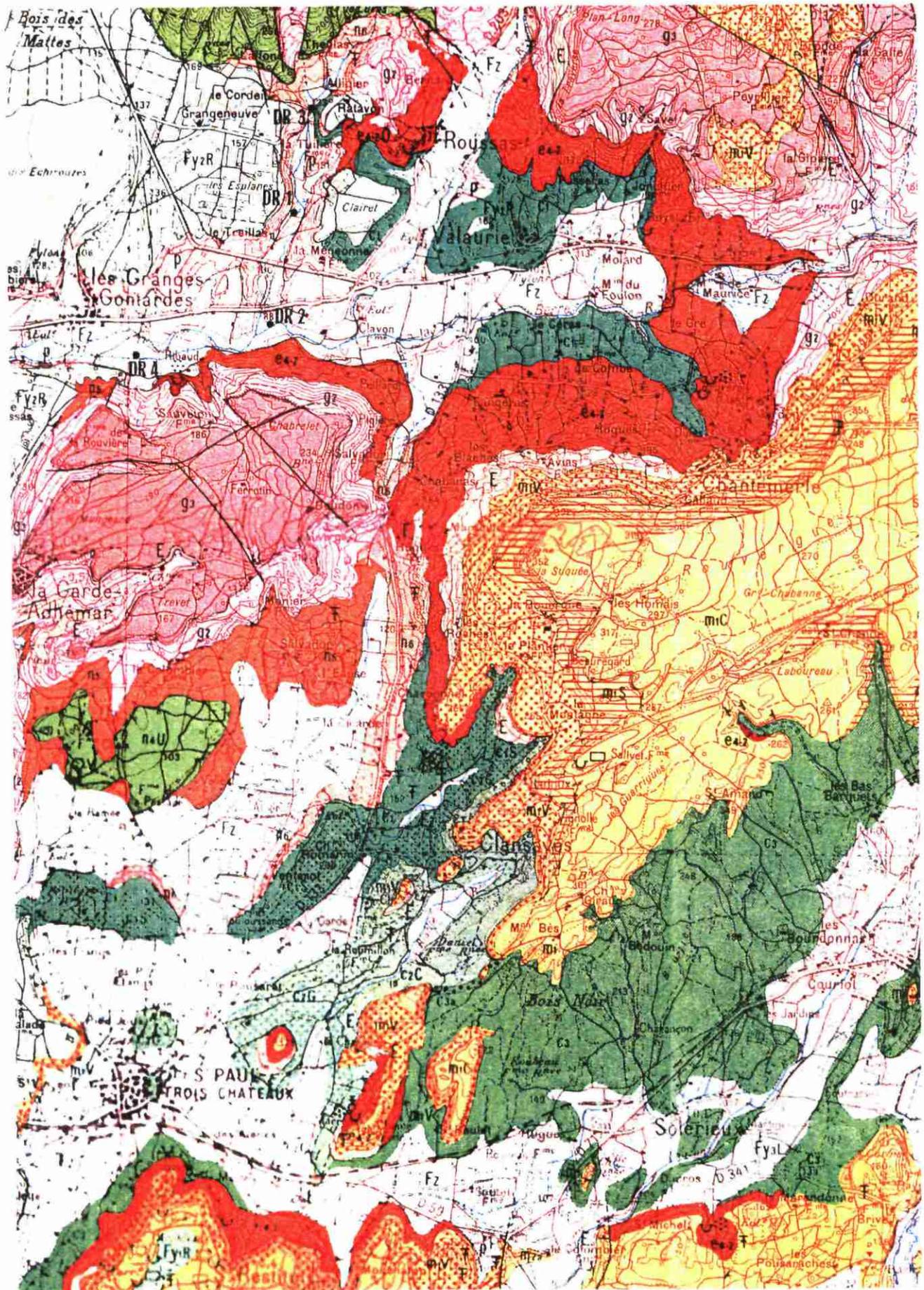


Fig. 3 - Localisation des formations de l'Eocène inférieur de Roussas - Saint-Restitut, d'après la carte géologique à 1/50 000 de Valréas.

### **3. ARGILES DE L'EOCENE INFÉRIEUR DE LA REGION DE VALREAS (Vaucluse)**

D'après la carte géologique à 1/50 000 de Valréas, des bancs d'argile sont signalés dans les formations de l'Eocène inférieur situées à l'ouest de Valréas, entre Roussas au nord et Saint-Restitut au sud (symbole e4-2 sur la figure 3).

La série est essentiellement formée de sables siliceux blancs, jaunes, roses ou violacés, aux colorations vives et très changeantes, renfermant de façon capricieuse des bancs d'argile assez pure pareillement colorée. La puissance totale de la série peut atteindre 80 m.

Aucune indication n'est donnée sur l'épaisseur des bancs d'argile ni sur les caractéristiques de l'argile.

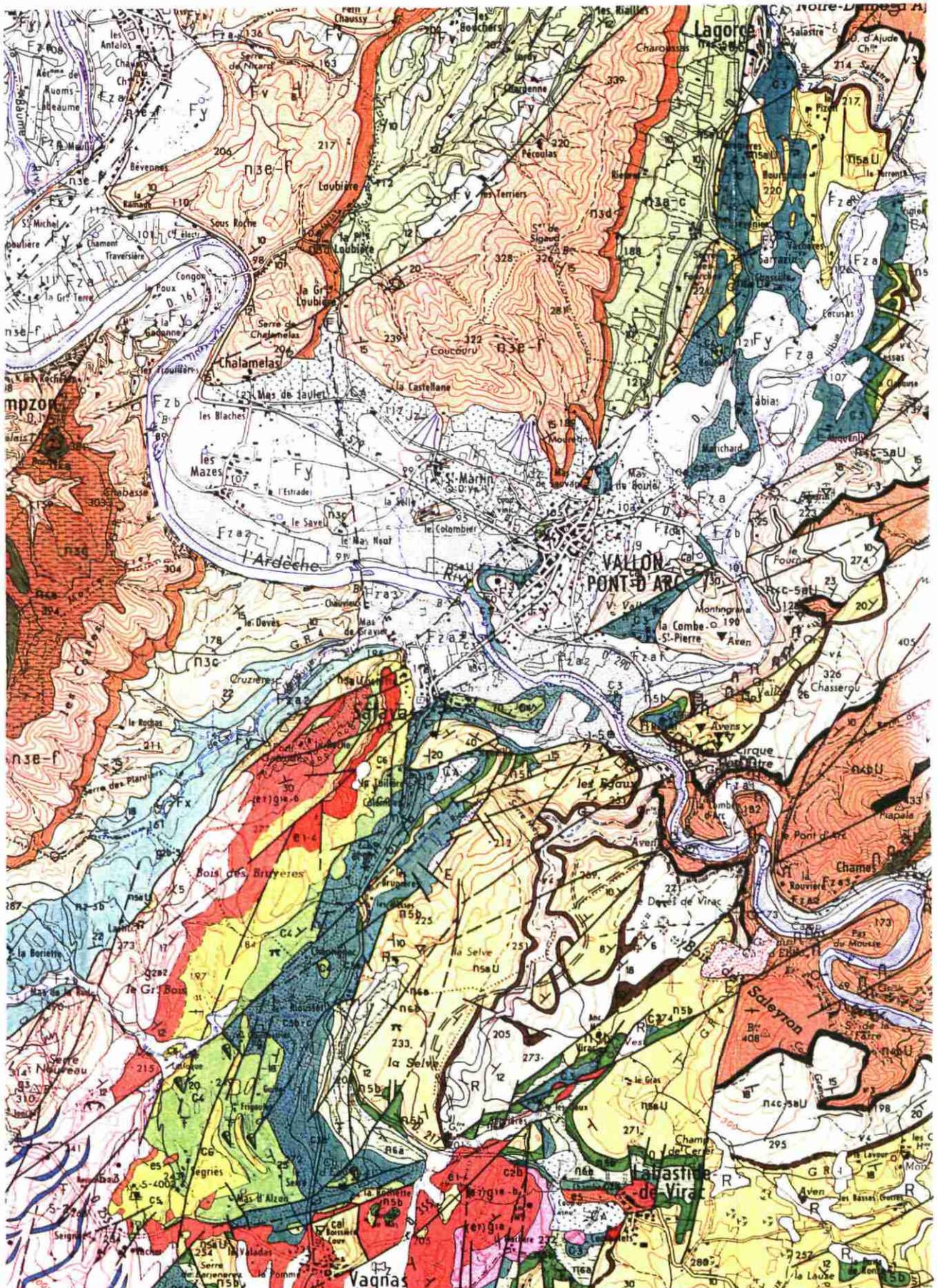


Fig. 4 - Carte géologique du bassin de Vallon-Pont-d'Arc, d'après la carte géologique à 1/50 000 de Bourg-Saint-Andéol.

#### **4. ARGILES KAOLINIQUES DU CRETACE SUPERIEUR DU BASSIN DE VALLON-PONT-D'ARC (Ardèche)**

Dans la vallée de l'Ardèche, le bassin de Vallon-Pont-d'Arc (carte géologique à 1/50 000 de Bourg-Saint-Andéol) renferme des formations du Turonien moyen à supérieur (symbole c3b-c sur la figure 4), de Lagorce au nord à Vagnas au sud, dans lesquelles plusieurs niveaux argileux sont connus. Ces formations peuvent être rapprochées du faciès "ucétien" du bassin d'Uzès (département du Gard).

Près de Colombet, sur environ 40 m d'épaisseur, on observe de bas en haut un certain nombre de séquences à base souvent grossière (avec galets siliceux) et sommet argilo-sableux (20 m), puis une alternance irrégulière de bancs sableux bigarrés et d'argiles versicolores à nodules pyriteux et lignites.

A l'est de la colline de Salavas, la partie sommitale du Turonien à faciès "ucétien" comprend essentiellement des sables et des argiles à lignites subordonnées.

La puissance maximale du Turonien moyen à supérieur de Salavas est de l'ordre de 100 m.

Les couches d'argiles réfractaires, d'une puissance de 0,50 à 0,75 m seulement, ont été exploitées en carrière à Colombet au cours du siècle dernier. Les meilleurs produits étaient utilisés par les hauts-fourneaux de la Voulte-sur-Rhône et par les verreries de Rive-de-Gier; les autres alimentaient la poterie locale. Vers 1917, les mêmes argiles étaient utilisées par une tuilerie.

Les caractéristiques minéralogiques et physico-chimiques de ces argiles ne nous sont pas connues. Mais compte tenu de la très faible épaisseur des couches, elles semblent présenter peu d'intérêt.

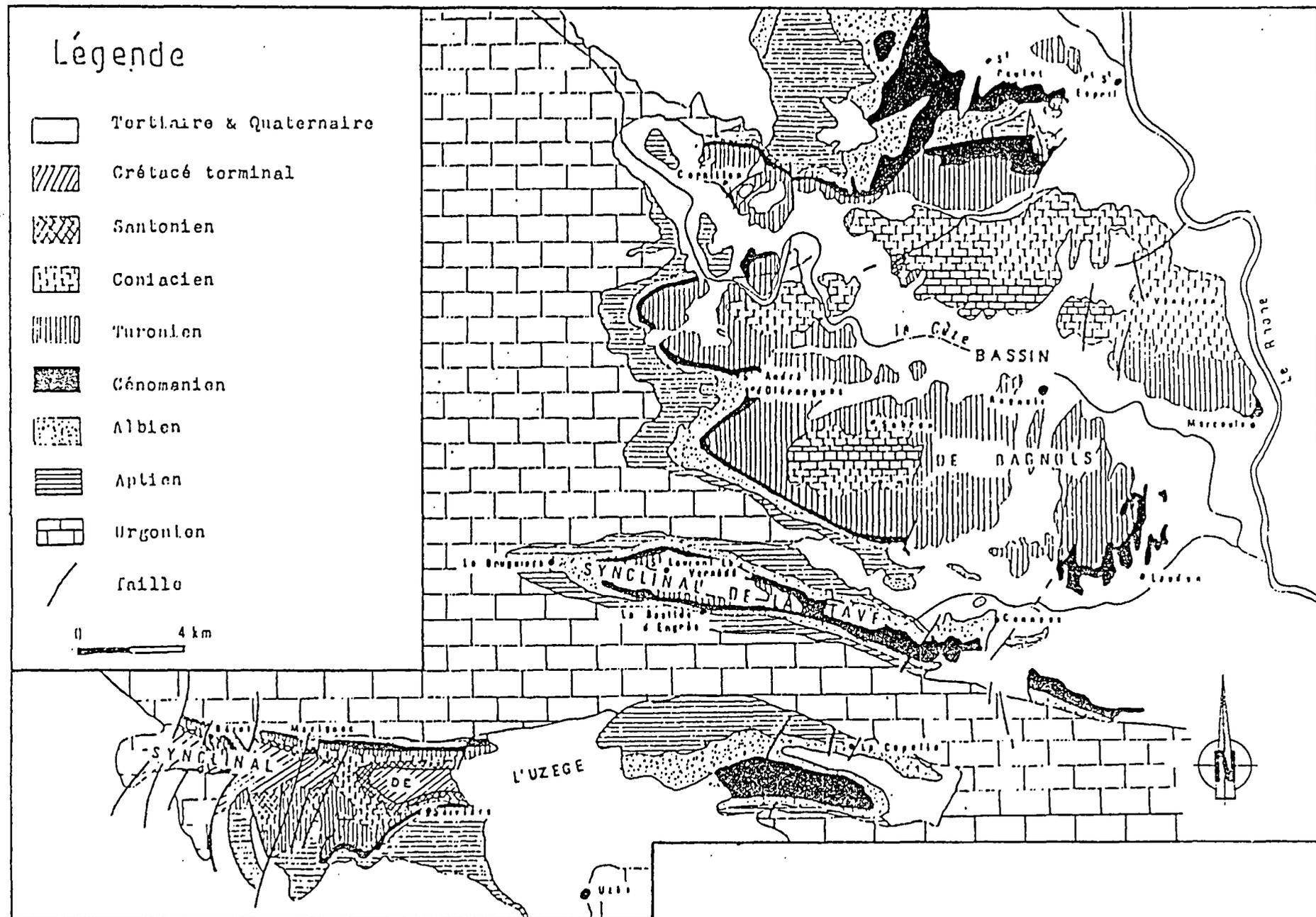


Fig. 5 - Schéma géologique des bassins du Crétacé supérieur du Gard, d'après J.L. Ducreux, 1982 (extrait du rapport BRGM 87SGN 667 LRO).

## **5. ARGILES KAOLINIQUES DU CRETACE SUPERIEUR DU DEPARTEMENT DU GARD (régions d'Uzès, Bagnols-sur-Cèze et Pont-Saint-Esprit)**

### **5.1. LOCALISATION**

Les formations argileuses du Crétacé supérieur sont localisées dans une série de synclinaux est-ouest, situés à l'est du département du Gard, entre Uzès au sud et la vallée de l'Ardèche au nord ; elles disparaissent à l'est sous les alluvions du Rhône mais se prolongent au-delà dans le département du Vaucluse.

On distingue du sud au nord (fig. 5) :

- le synclinal de l'Uzège ;
- le synclinal de la Tave ;
- les synclinaux du bassin de Bagnols-sur-Cèze.

Ces synclinaux sont localisés sur les cartes géologiques à 1/50 000 d'Anduze, d'Uzès et de Pont-Saint-Esprit.

Le synclinal de l'Uzège est situé immédiatement au nord d'Uzès, il s'étend de Pouzilhac à l'est, jusqu'à Baron à l'ouest. Dans sa partie médiane, les formations crétacées et éocènes sont masquées par un épais recouvrement de molasse miocène (nord d'Uzès) qui délimite deux secteurs d'affleurements : le secteur de Serviers et Labaume-Foncouverte à l'ouest et le secteur de Saint-Quentin-la-Poterie - Pouzilhac à l'est (fig. 6 et 7).

Le synclinal de la Tave, aligné est-ouest, est étroit et présente des flancs très redressés. Il s'étend de la Bruguière à l'ouest jusqu'au-delà de Connau à l'est (fig. 6).

Le bassin de Bagnols-sur-Cèze comprend trois grands synclinaux disposés en éventail ; ce sont du sud au nord : le synclinal de Sabran, le synclinal de La Roque-sur-Cèze et le synclinal de Comillon (fig. 8 et 9).

### **5.2. NIVEAUX STRATIGRAPHIQUES ARGILEUX**

Dans ces synclinaux, plusieurs unités lithostratigraphiques renferment des niveaux argileux :

- le Cénomaniens moyen, "faciès Paulétien" (symbole C2b sur les cartes) qui regroupe des calcaires lacustres et un ensemble argilo-ligniteux (épaisseur totale environ 60 m) ;
- le Turonien supérieur, "faciès ucétien" (symbole C3) correspondant à une épaisse formation sableuse à lentilles argileuses et ligniteuses (épaisseur totale environ 350 m) ;

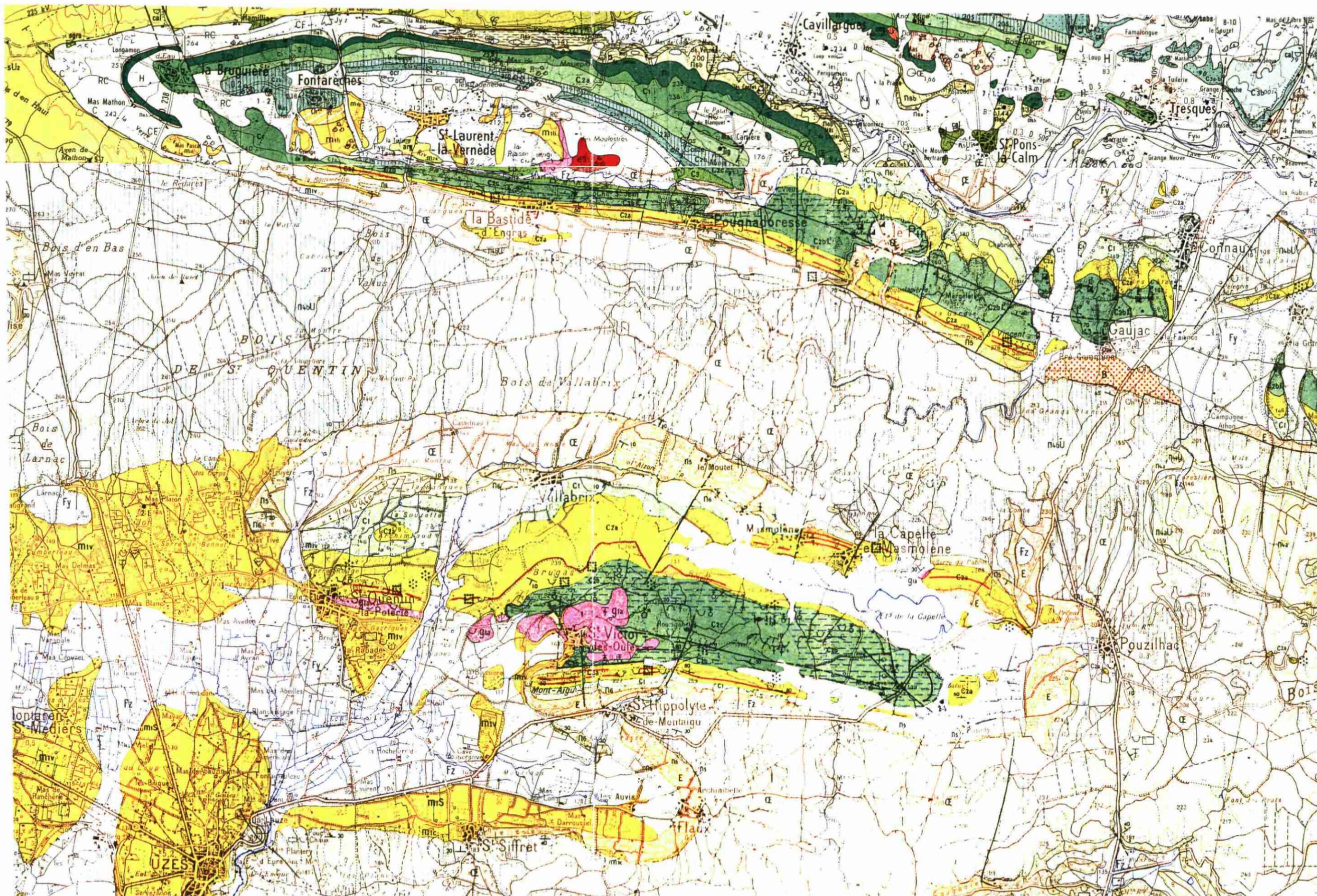


Fig. 6 - Carte géologique de la partie orientale du synclinal de l'Uzège et du synclinal de la Tave, d'après les cartes géologiques à 1/50 000 d'Uzès et Pont-Saint-Espirit.

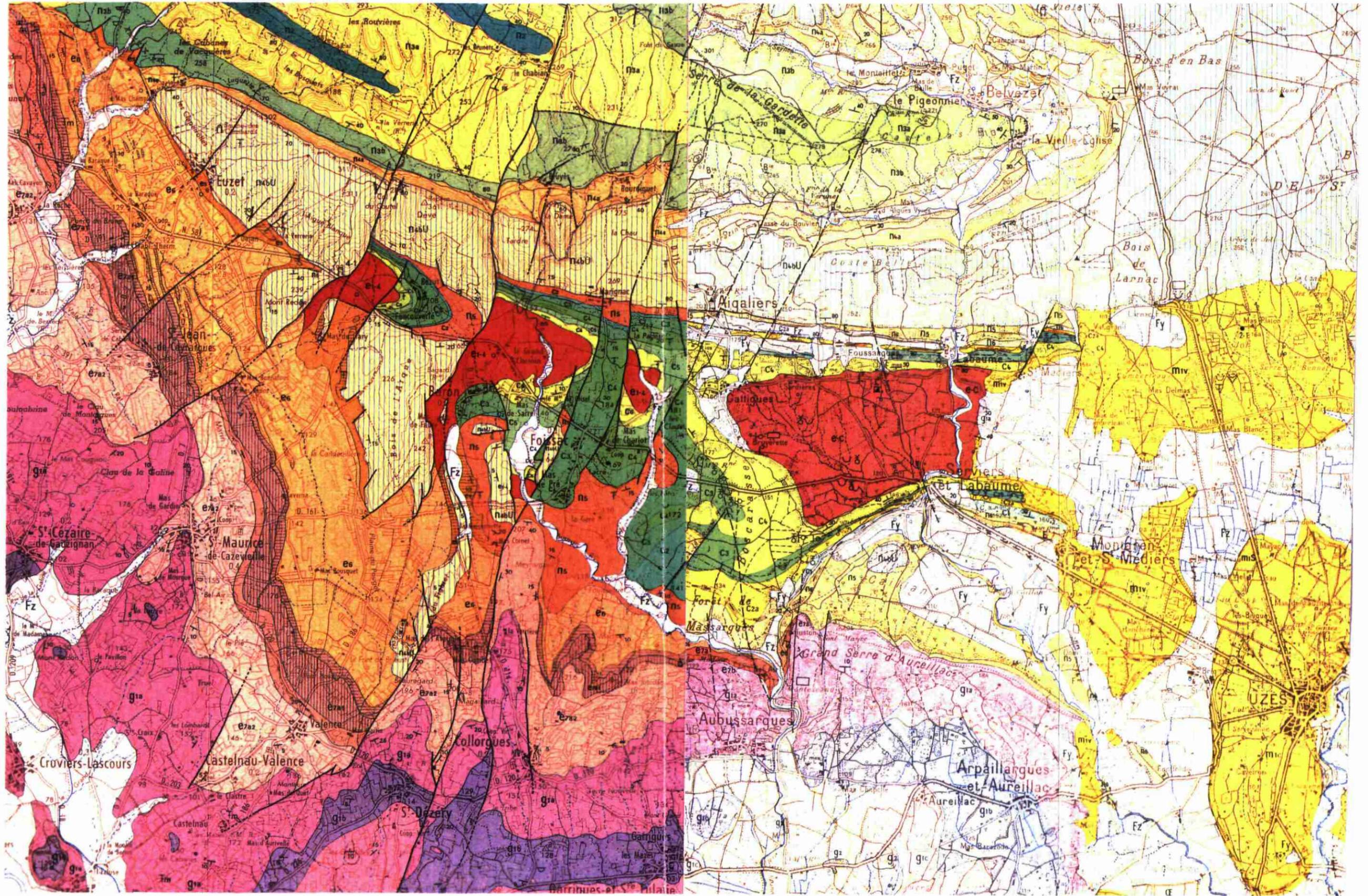


Fig. 7 - Carte géologique de la partie occidentale du synclinal de l'Uzège, d'après les cartes géologiques à 1/50 000 d'Uzès et d'Anduze.





Fig. 8 - Partie méridionale du bassin de Bagnols-sur-Cèze, d'après la carte géologique à 1/50 000 de Pont-Saint-Espirit.



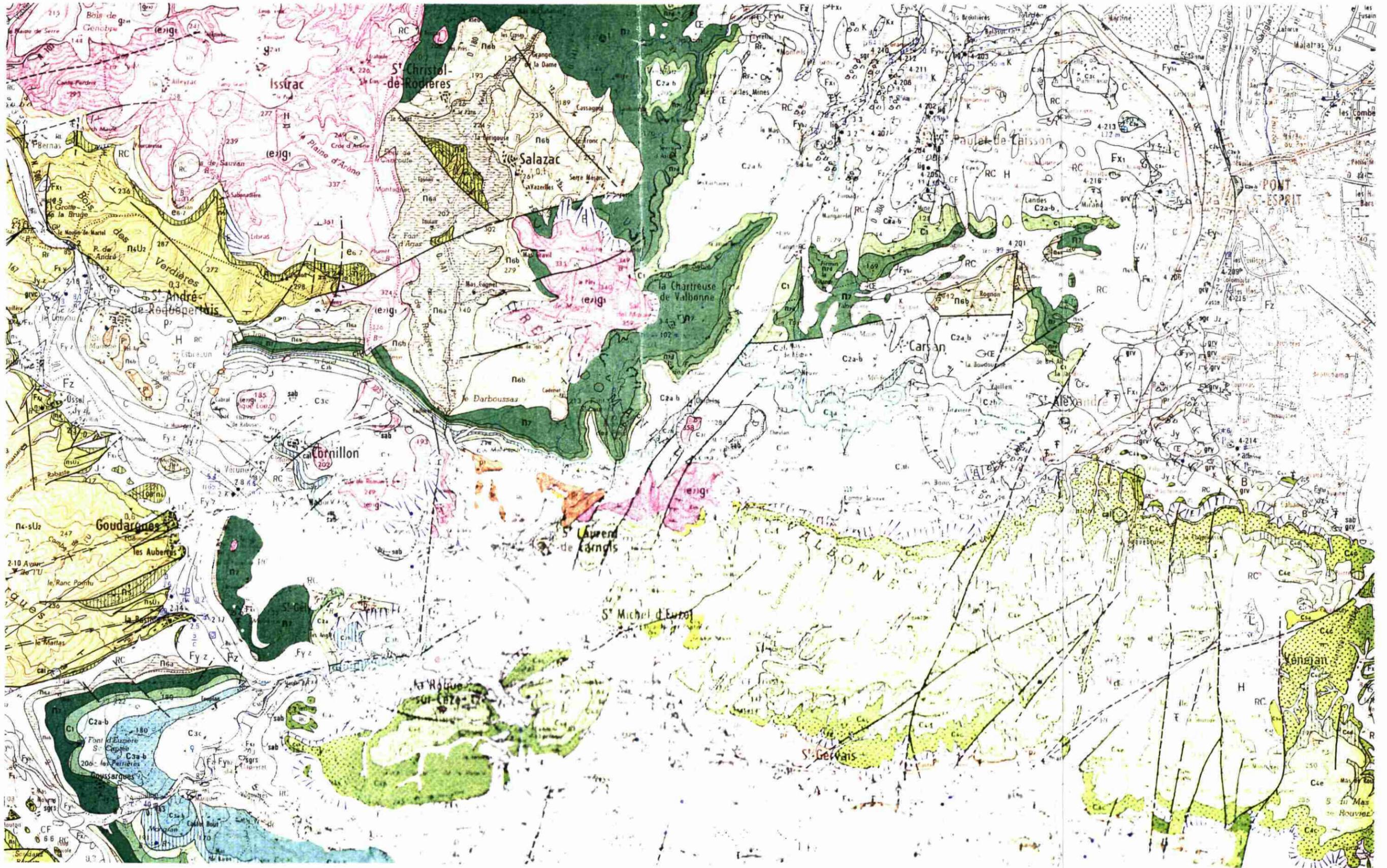


Fig. 9 - Partie septentrionale du bassin de Bagnols-sur-Cèze, d'après la carte géologique à 1/50 000 de Pont-Saint-Esprit.

- le Santonien (symbole C5), qui n'est représenté que très localement dans le bassin de Bagnols-sur-Cèze (Vénéjean et Saint-Michel-d'Euzet) et dans l'extrémité occidentale du synclinal de l'Uzège entre Serviers-Labaume et Fontcouverte. Il correspond à un complexe argileux versicolore et sablo-ligniteux, associé à des croûtes ferrugineuses surmontées par des marnes rouges et jaunes plus ou moins sableuses, avec des niveaux de boulets algaires (épaisseur totale environ 50 m) ;
- le Crétacé terminal (Valdo-Fuvélien) et l'Eocène basal (symboles C6 et e1-4), dont l'épaisseur totale est d'environ 37 m. Ces formations ne sont présentes que dans le secteur de Serviers - Fontcouverte. Elles comprennent à la base des calcaires lacustres compacts rosés et gris, des calcaires graveleux blancs et des marnes roses, recouverts par des argiles et des marnes colorées, associées à des lentilles sableuses et conglomératiques à boulets algaires non datés, appartenant probablement aux assises de base de l'Eocène.

### 5.3. EXPLOITATIONS D'ARGILES, ANCIENNES ET ACTUELLES

L'exploitation des argiles du Crétacé supérieur du Gard et plus particulièrement du bassin d'Uzès remonte très probablement à l'antiquité. Exploitées tout d'abord pour la confection de poteries et de tuiles, ces argiles deviennent le siège d'une intense exploitation au XVIII<sup>ème</sup> et surtout au XIX<sup>ème</sup> siècle, en raison de leur propriété réfractaire. D'anciennes exploitations par puits et galeries sont en effet connues à Saint-Victor-des-Oules, Saint-Quentin-la-Poterie, la Capelle-Masmolène, Serviers et Labaume, Gattignes, le Pin, Saint-Laurent-la-Vernède...

Une description très complète des niveaux argileux, des méthodes d'extraction ainsi que des utilisations des matériaux extraits est due à E. Dumas (1877). A titre d'exemple, on peut y relever la description suivante, à propos de l'ancienne exploitation de Saint-Victor-des-Oules :

"l'extraction des argiles se fait au moyen de puits ronds de 1 m de diamètre (...). Lorsqu'un puits est complètement foncé," (15 à 20 m, parfois plus) "l'extraction a lieu au moyen de galeries poussées (en tous sens) dans les diverses couches d'argile. Ces galeries sont d'abord ouvertes dans la partie inférieure du puits, et successivement, en remontant à mesure que l'on veut abandonner les travaux. (...) Ces galeries sont souvent poussées jusqu'à 15 ou 20 m" (et souvent davantage) "de profondeur, c'est-à-dire jusqu'à ce que l'air ou la solidité du toit viennent à manquer" (ou lors d'une venue d'eau). "En battant en retraite, l'ouvrier mineur a soin d'enlever"... la couche d'argile... "qu'il avait laissée pour toit. Les ouvriers abandonnent alors le fond du puits et poussent, un peu plus haut en remontant... de nouvelles galeries d'extraction. (...) Ces diverses opérations terminées, l'ouvrier abandonne définitivement son puits pour en creuser un nouveau".

Selon M. Eulry (1987), on conçoit aisément que ce mode d'exploitation, sélectif (quant aux couches) et anarchique, qui a été pratiqué jusqu'à une date relativement récente (1950-1960) au moyen de puits ou de descenderies, n'a permis de récupérer qu'une faible partie des argiles concernées ; il a, par contre, irrémédiablement rendu inexploitable, dans de nombreux secteurs, les niveaux encore présents. Il suffit, en effet, de se rendre au droit de ces anciens travaux pour constater que la surface du sol présente une succession de cuvettes et de cratères liés à l'effondrement de ces anciens ouvrages. Les dégâts engendrés par ces fontis sont également visibles en coupe, en bordure de la carrière de quartzite de Saint-Victor où l'on observe au milieu d'un enchevêtrement de bois de mine, un mélange par fluage d'argiles de toutes natures ainsi qu'un

soutirage de niveaux finement sableux du toit qui viennent polluer les couches argileuses sous-jacentes.

A partir des années 50, une extraction par carrière à ciel ouvert se développe, en particulier dans le secteur de La Capelle-Saint-Victor-des-Oules (carrière de Mas Cavalier). En 1987, l'extraction était réduite à deux petites carrières situées dans le synclinal de l'Uzège, exploitées de façon artisanale par des entreprises locales ; il s'agit de la carrière de Rouziganet à l'est (communes de Saint-Victor-des-Oules et Saint-Hippolyte-de-Montaigu) et la carrière de Font-de-Levat (commune de Serviers et Labaume) à l'ouest.

#### **5.4. RESULTATS DES TRAVAUX DE PROSPECTION DES NIVEAUX ARGILEUX REALISES EN 1982-1983 PAR LE BRGM**

Dans le cadre du Plan de Relance Grand-Sud-Ouest, une opération de recherche de gisements d'argiles nobles dans les bassins sédimentaires du Languedoc-Roussillon avait été confiée au BRGM (Service Géologique Régional Languedoc-Roussillon).

Cette étude a été financée par des crédits d'Etat (Ministère du Redéploiement Industriel et du Commerce Extérieur et FIAT) et de l'Etablissement Public Régional Languedoc-Roussillon.

L'objet général de cette étude était de mettre en évidence des secteurs favorables à l'exploitation d'argiles nobles, afin de favoriser le maintien et le développement des exploitations actuelles et de permettre la mise en exploitation de nouveaux gisements. Les résultats de cette étude ont fait l'objet du rapport BRGM 87 SGN 667 LRO de M. Eulry, d'où sont extraits les paragraphes suivants.

Dans les formations argileuses du Crétacé supérieur du département du Gard, cette prospection avait pour but, compte tenu de la présence des nombreuses anciennes extractions, d'une part de localiser avec le plus de précision possible les zones déjà exploitées, d'autre part de rechercher les secteurs susceptibles, en fonction des paramètres géologiques et des critères économiques actuels, de représenter des gisements potentiels d'argiles nobles.

Les quatre principaux niveaux argileux du Crétacé supérieur gardois :

- le Cénomaniens moyen à faciès "paulétien" ;
- le Turonien supérieur à faciès "ucétien" ;
- le Santonien ;
- le Bégudo-Rognacien et la base de l'Eocène,

ont été étudiés et échantillonnés à la faveur de coupes de terrain et de sondages à la tarière.

Etant donné les rapides variations de faciès d'un bassin à l'autre, mais aussi de puissance des principaux niveaux argileux, quatre secteurs distincts ont été définis :

- le secteur Serviers-Fontcouverte : partie occidentale du synclinal de l'Uzège ;
- le secteur de Saint-Quentin-La Poterie - La Capelle et Masmolène : partie orientale du synclinal de l'Uzège ;
- le secteur La Bruguière-Pougnadoresse : synclinal de la Tave ;
- le secteur Cavillargues-Goussargues : bordure ouest et sud-ouest du bassin de Bagnols-sur-Cèze.

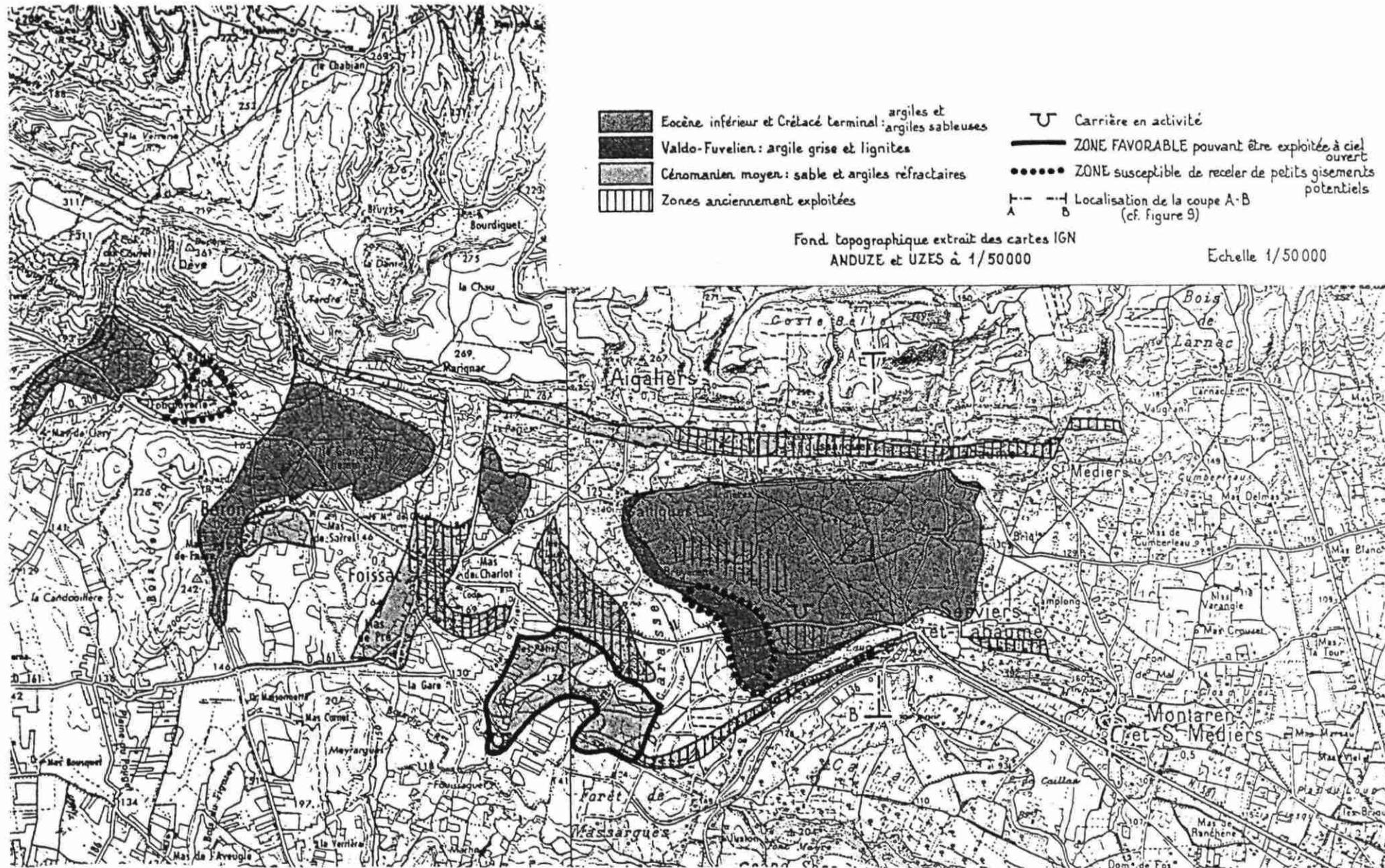


Fig. 10 - Extrémité occidentale du synclinal de l'Uzège : secteur de Serviers-Fontcouverte (extrait du rapport BRGM 87 SGN 667 LRO).

#### **5.4.1. Extrémité occidentale du synclinal de l'Uzège, secteur Serviers-Fontcouverte (fig. 7 et 10)**

Les formations argileuses sont nombreuses dans ce secteur, ce sont :

- les argiles du Crétacé terminal et de l'Eocène inférieur ;
- les argiles à lignite du Santonien ;
- les sables siliceux et les argiles du Cénomanién moyen.

La partie occidentale du synclinal de l'Uzège montre une structure relativement complexe : entre Serviers et Aigaliers, le synclinal a une morphologie en U, caractérisée par des flancs sud et nord très redressés et un fond relativement plat (fig. 11). Vers l'ouest, cette structure s'évase progressivement. Le flanc sud montre un pendage de plus en plus faible ; sa terminaison occidentale est tronquée par une série de failles donnant les petits panneaux de Foissanc, Baron et Fontcouverte.

##### ***a) Les argiles du Crétacé terminal et de l'Eocène inférieur***

Elles sont exploitées à 1,5 km à l'ouest de Serviers par l'entreprise Dupuy frères. Ce sont des argiles de couleur rouge violacé, rose, jaune ou grise, souvent marbrées, contenant localement de petites concrétions d'hydroxyde de fer.

La puissance apparente de ces niveaux est de 15 m dans la carrière. Un recouvrement de colluvions calcaires, d'une épaisseur de 1 à 2 m, forme la découverte du gisement. Il est largement étendu sur l'ensemble de ces formations argileuses dont il masque les affleurements. Au centre du bassin, l'épaisseur de cette unité est importante. En effet, un puits de mine pour l'exploitation des lignites santoniens l'a recoupé sur 60 m environ et un sondage minier effectué à 750 m au nord de Serviers l'a traversé sur 108 m.

Des mesures de calcimétrie sur des échantillons prélevés en carrière et par sondages à la tarière montrent que la teneur en carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ) de ces argiles varie de 0 à 45 %. Cette teneur augmente nettement lorsque l'on s'élève dans la série, le niveau de base ayant une teneur inférieure à 5 %.

L'analyse chimique montre que ces argiles ont une teneur en alumine comprise entre 18 et 20 %. L'analyse minéralogique par diffraction des RX donne la composition suivante : kaolinite : 50 à 60 % ; illite ouverte : 20 à 30 % ; smectite : 10 à 20 %. La teneur en quartz finement divisé est importante.

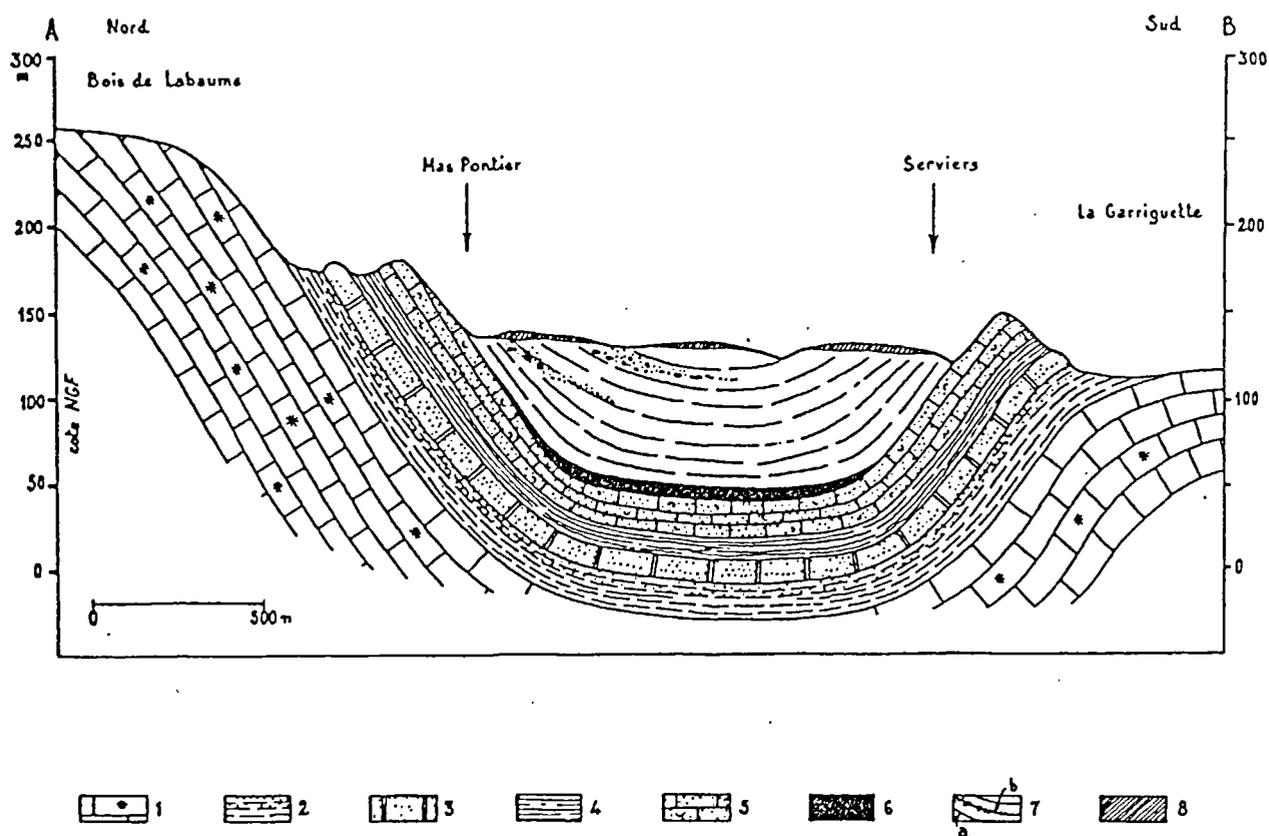
Cette argile pauvre en kaolinite et par conséquent en alumine n'est donc pas une argile réfractaire ; son exploitation actuelle permet, par un appoint de "terre" peu calcaire, de corriger les marnes plaisanciennes pour la fabrication de parefeuilles à la briqueterie CMPR de Fournes (Remoulins - Gard).

##### ***b) Les argiles et les sables réfractaires du Turonien***

Ils affleurent soit en couches très redressées sur le flanc du synclinal entre Marignac et Saint-Mediers et sur le flanc sud entre la forêt de Massargues et Serviers, soit dans des panneaux à faible pendage à la Boscarasse, Foissac et Baron. Ces niveaux argileux ont été activement

exploités dans le passé, en particulier dans les zones à fort pendage, à l'aide de puits et de descenderies. Actuellement, une petite carrière est encore en activité, exploitée par l'entreprise Dupuy frères à Font de Levat (commune de Serviers et Labaume) à 1 km au sud-est de Foissac. Cette carrière fournit de l'argile et du pisé réfractaire.

La puissance et la diversité des couches argileuses sont moindres dans ce secteur que dans celui de La Capelle et Masmolène. Le niveau généralement exploité est une couche d'argile blanche, grise ou noire fréquemment associée à des lignites dont l'épaisseur varie de 2 à 4 m. Ces argiles sombres, riches en matières organiques ont la propriété de cuire blanc.



- 1 - Calcaire urgonien blanc à rudistes. 2 - Aptien-Albien : marnes, sables et grès. 3 - Cénomanién inférieur : sables et quartzites (Tavien). 4 - Cénomanién moyen : sables et argiles réfractaires. 5 - Coniacien : calcaire gréseux roux à rudistes. 6 - Valdo-Fuvélien : lignites et argiles ligniteuses. 7 - Crétacé terminal et Eocène inférieur : (a) argiles, (b) lentilles de conglomérat calcaire. 8 - Colluvions, sols calciques beiges.

Fig. 11 - Coupe géologique du bassin de Serviers et Labaume (extrait du rapport BRGM 87 SGN 667 LRO).

L'étude minéralogique et chimique de ces argiles montre qu'elles sont constituées presque exclusivement de kaolinite à laquelle s'ajoute une proportion variable de sable siliceux très fin ( $< 50 \mu\text{m}$ ) qui explique que les teneurs en alumine de ces argiles ne dépassent pas en général 30 % (25 à 30 % en moyenne). La teneur en fer varie de 1 à 4-5 %, les niveaux noirs ou gris étant en général ceux qui contiennent le moins de fer. La teneur en titane est élevée : 1 à 1,5 %. Celle-ci donne à la cuisson une coloration jaune paille à ces argiles. La teneur en chaux est très faible ( $< 1 \%$ ). La teneur en carbonate est nulle.

Dans la carrière en exploitation, on observe la coupe suivante :

- terre végétale = sol : 0,50
  - sable siliceux fin, ocre : 2 à 3 m
  - lentilles d'argile grise à violacée avec niveau hématitique : 0,5 à 1,5 m
  - sable argilo-siliceux fin (pisé) : 5 à 6 m
  - argile rouge à ocre : 1 m
  - argile blanche à beige : 2,5 m
  - argile "marbrée" beige et violette : 1 m
- } exploité
- } couches exploitées

Le sable siliceux et argileux fin de découverte est utilisé pour la confection de pisé réfractaire à l'usine Solmer de Fos.

Les argiles servent après ajout de chamottes, à la confection de briques réfractaires (usine Mathon, près d'Uzès).

Les argiles du Turonien de l'extrémité occidentale du secteur de l'Uzège ont été activement exploitées par le passé : il subsiste toutefois des secteurs où les couches d'argile sont à faible profondeur sous la surface du sol, en particulier dans le secteur de Foissac, flanc sud du synclinal. Les teneurs en alumine sont relativement modestes et la puissance des couches est assez réduite, bien qu'elles soient mises en valeur par un matériau de découverte utilisable. Cette zone constitue probablement un gisement potentiel dont les caractéristiques géologiques et minéralogiques montrent que seule une exploitation de type artisanal, telle que celle actuellement en activité, peut mettre en valeur.

### *c) Argiles et lignites du Santonien*

Cette formation comprend une alternance de lignites et d'argiles ligniteuses et quelques niveaux de calcaires roux. La puissance de cette formation est d'environ 15 m. Elle affleure à la faveur d'une fouille au nord de la R.N. 581, à l'ouest de Serviers. On observe une couche d'argile grise de 4 à 5 m de puissance surmontant deux niveaux de lignites. La teneur en carbonate de cette argile est pratiquement nulle. Sa composition chimique est la suivante :

$\text{SiO}_2 = 56 \%$	$\text{Al}_2\text{O}_3 = 29 \%$	$\text{Fe}_2\text{O}_3 = 1,9 \%$
$\text{TiO}_2 = 1,4 \%$	$\text{CaO} = 0,5 \%$	P.F. = 12 %

Elle est constituée essentiellement de kaolinite (90 %), d'illite et de smectite (10 %). La proportion de quartz finement divisé est assez importante (environ 20 %). Cette couche plonge vers l'est avec un pendage de 25 à 30° ; elle est recouverte par des calcaires gréseux beiges. Le Santonien a été retrouvé en sondage sous les marnes et argiles du Crétacé terminal et de l'Eocène inférieur.

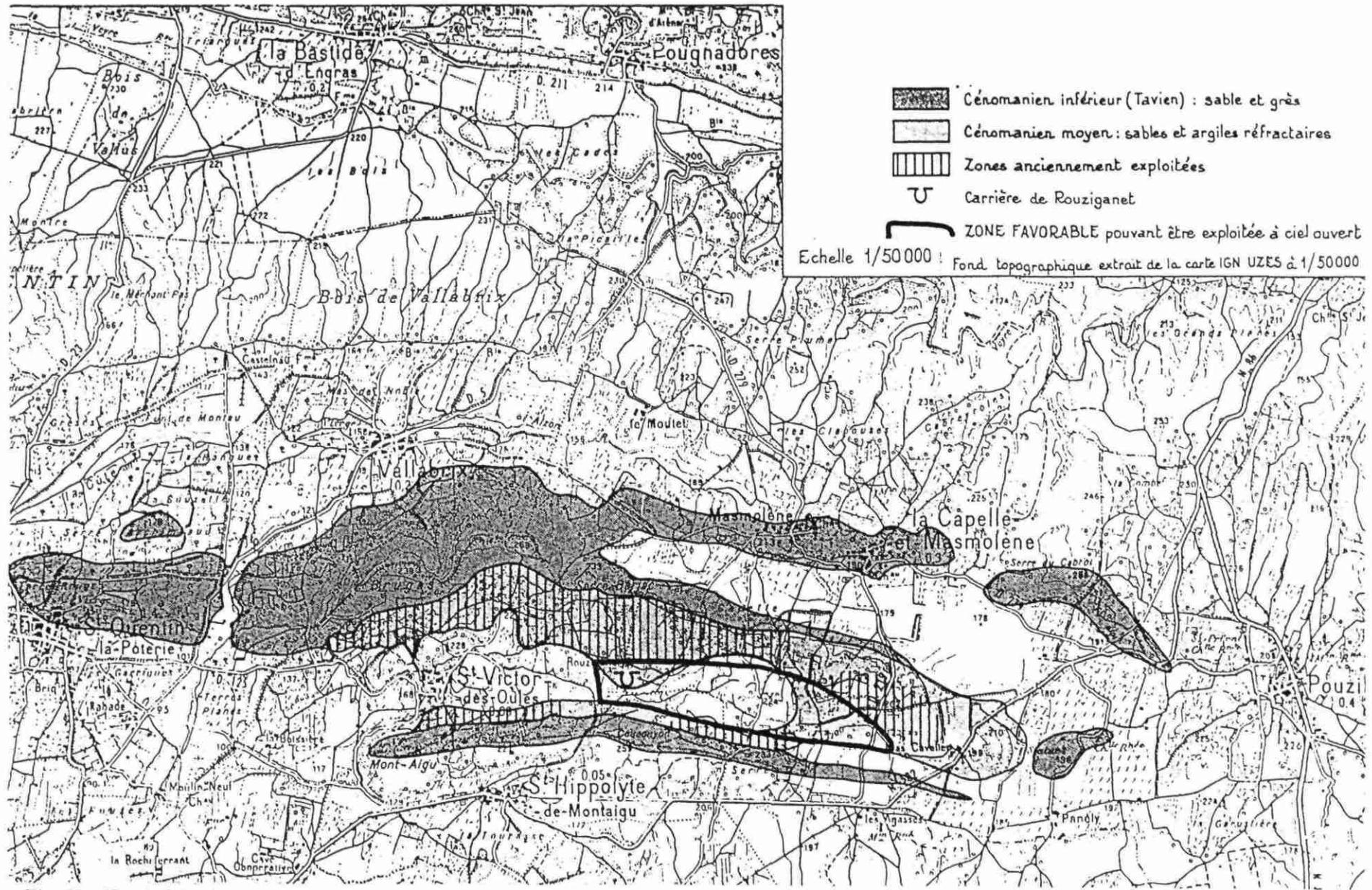


Fig. 12 - Extrémité orientale du synclinal de l'Uzège, secteur Saint-Quentin-La-Poterie - La Capelle (extrait du rapport BRGM 87 SGN 667 LRO).

#### 5.4.2. Extrémité orientale du synclinal de l'Uzège, secteur de Saint-Quentin-la-Poterie, La Capelle et Masmolène (fig. 6 et 12)

C'est dans ce secteur que se rencontrent les niveaux argileux les plus puissants et les plus alumineux et, par conséquent, c'est dans cette zone que les extractions ont été les plus importantes.

Dans cette partie du synclinal, les couches d'argile sont, en général, comprises dans une seule formation : les argiles et sables réfractaires du Cénomanién moyen. Ce synclinal dissymétrique montre un flanc nord plongeant de 15 à 30° vers le sud et un flanc sud plongeant fortement vers le nord, localement même vertical.

Les niveaux d'argiles et de sables réfractaires ont été largement exploités au nord-est de Saint-Victor-des-Oules à Rouziganet (en particulier au quartier dit "de terriers" : cf. E. Dumas, 1875), au sud de La Capelle et à Mas Cavalier. L'extraction a été réalisée au moyen de puits et de descenderies jusqu'à 20 à 30 m de profondeur. Dans les zones à faible pendage, des extractions à ciel ouvert ont été réalisées, en particulier à Mas Cavalier où la Compagnie Générale de Construction de Fours a exploité de 1948 à 1960 une importante carrière.

La coupe géologique de cette carrière est la suivante, de haut en bas :

- terre végétale.....	1,00 m
- sable ocreux et encroûtement d'hématite.....	1 à 2,50 m
- argile violette et jaune .....	1,00 m
- argile blanche.....	0,50 m
- argile rouge jaunâtre .....	1,80 m
- argile grise (couche exploitée) .....	1,50 m
- sable rose blanchâtre.....	1,50 à 2,00 m
- argile rose.....	0,60 m
- argile grise (couche exploitée) .....	1,30 m
- sable et grès .....	0,50 m
- argile noire (couche exploitée).....	2,00 m

Les argiles de couleur violette, rouge ou jaune n'ont pas été exploitées car leur teneur en fer (en général supérieure à 3 ou 4 %) était trop élevée pour une terre réfractaire. La teneur en chaux de ces argiles est généralement faible (teneur en CaCO<sub>3</sub> nulle) ; on notera toutefois localement un niveau à poupées calcaires dans les argiles sableuses blanches.

Des extractions à ciel ouvert ont également eu lieu à l'ouest de Mas Cavalier : à Peyreguil et Capette. Actuellement, seule une petite carrière est en activité à Rouziganet, sur la commune de Saint-Hippolyte-de-Montaigu.

Tout comme les niveaux argileux du Turonien du bassin de Serviers, les argiles du secteur de Saint-Quentin-La Capelle sont constituées par un mélange où domine la kaolinite, associée à une fraction sableuse et siliceuse très fine dont la proportion est variable tant verticalement que latéralement. Les autres minéraux argileux parfois présents en faibles quantités sont l'illite dégradée (des micas flottés) et des interstratifiés illite-montmorillonite. La teneur globale en alumine de ces argiles dépend donc essentiellement du pourcentage de quartz finement divisé présent dans le matériau ; elle varie, en général, de 31 à 40 % en fonction de la teneur en silice (exprimée). La teneur en fer est très variable. Elle est en effet liée à d'anciens phénomènes

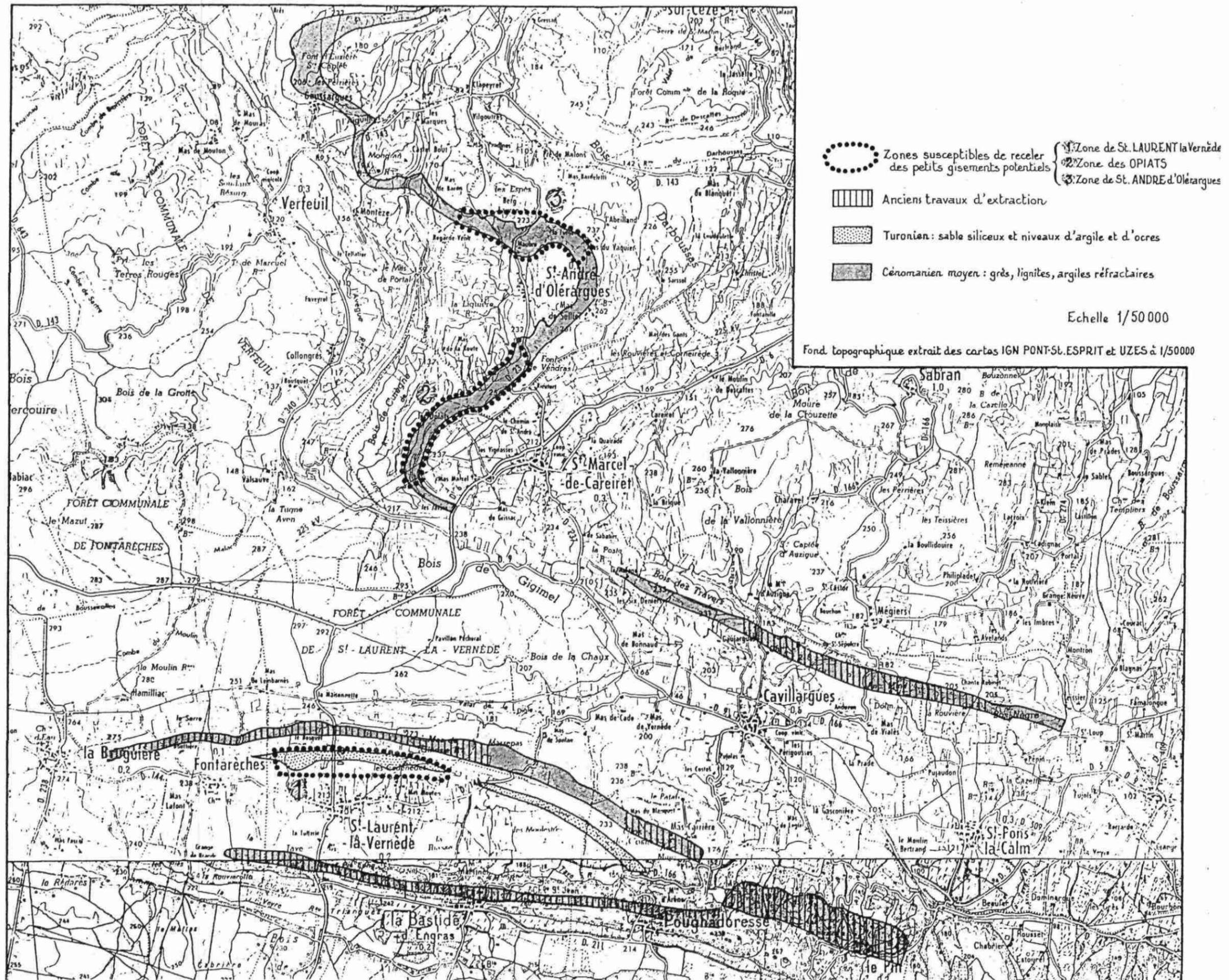


Fig. 13 - Synclinal de la Tave et partie sud-ouest du bassin de Bagnols-sur-Cèze (extrait du rapport BRGM 87 SGN 667 LRO).

d'altération responsables de lessivages et d'accumulations (croûtes et cuirasses ferrugineuses) qui oblitèrent souvent la stratification. Elle varie de 1 à 3 % dans les niveaux faiblement colorés ou riches en matières organiques (gris ou noirs qui sont souvent les plus pauvres en fer) et peut atteindre 6 à 8 % pour des argiles de couleur ocre ou bleu violacé. La teneur en titane est généralement élevée : 1 à 2 %, celle des éléments fondants ( $\text{CaO} + \text{MgO} + \text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ ) est faible, généralement inférieure à 2 %.

On constate donc que la qualité de ces argiles réfractaires dépend de deux paramètres distincts : la teneur en silice et la teneur en fer qui varient rapidement, tant latéralement que verticalement en fonction des conditions de dépôt et des phénomènes d'altération qui ont présidé à la formation de ces niveaux argileux.

#### **5.4.3. Le synclinal de la Tave, secteur de La Bruguière-Pougnadoresse (fig. 6 et 13)**

Ce synclinal, étroit, présentant des flancs très redressés, en particulier le flanc sud, contient deux formations argileuses dignes d'intérêt :

- le Cénomaniens moyen : faciès "paulétien" ;
- le Turonien supérieur : faciès "ucétien".

Le Cénomaniens moyen a été exploité autrefois à La Bastide d'Engras, à Pougnadoresse, au Pin et entre La Bruguière, Fontarèche et le Mas de Gineste.

Ces niveaux, visibles à l'affleurement sur le flanc nord, au Mas Carrière (commune de Pougnadoresse) et Fontarèche montrent une alternance de bancs de grès calcaires et de lits d'argiles grises, bleues ou beiges, très plastiques, d'une puissance de 1 à 2 m.

Sur le flanc sud, des argiles grises et bariolées dont la puissance atteint 5 m localement sont observables au nord de la Bastide d'Engras et au sud de Saint-Laurent-La-Vernède. Constituées essentiellement de kaolinite, ces argiles ont des teneurs en alumine qui varient de 30 à 37 % et des teneurs en fer comprises entre 1,5 et 3 % ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) pour les argiles grises. Ces argiles pauvres en chaux sont du même type que celles du secteur de Saint-Quentin-La Capelle.

Le Turonien supérieur présente, au nord de Saint-Laurent-La-Vernède, des niveaux de sables ocreux dans lesquels s'interstratifient des lits d'argiles très fines de couleur blanche, rose ou violette, d'une puissance d'un mètre environ, séparés par plusieurs mètres de sables siliceux présentant des paléaltérations à ocres et croûtes ferrugineuses, en particulier aux interfaces sable/argile.

Ces argiles sont formées de kaolinite et d'une proportion variable de sable siliceux très fin. Leur teneur en fer varie de façon extrême en fonction de la position des fronts d'altération de type latéritique, ce qui limite fortement l'intérêt de ces niveaux argileux.

#### **5.4.4. Bordure sud-ouest du bassin de Bagnols-sur-Cèze (fig. 8 et 13)**

Comme dans le synclinal de la Tave, les deux principaux niveaux argileux sont le Cénomaniens moyen et le Turonien supérieur, ils sont associés en général à des lentilles de lignites ou d'argiles ligniteuses noires.

Les argiles du Turonien supérieur sont interstratifiées dans la puissante masse sableuse du faciès "ucétien", principalement dans la partie supérieure de cette formation. La puissance de ces niveaux argileux est faible (1 à 2 m). Leur étude minéralogique montre qu'ils sont le plus souvent constitués par un mélange de kaolinite et de smectites (cf. J.L. Ducreux, 1982). Une couche d'argile blanche kaolinique très pure, d'un mètre de puissance environ a été exploitée à Cornillon au siècle dernier (cf. E. Dumas, 1877). L'exploitation en était rendue très délicate par la présence au toit et au mur de sables meubles.

Les niveaux argileux du Cénomaniens moyen affleurent sur la bordure des synclinaux de Saint-Marcel-de-Careiret et de Goussargues et de l'anticlinal de Saint-André-d'Olérargues. Les flancs de ces plis étant très redressés, c'est surtout dans les terminaisons périnclinales que les niveaux argileux ont été observés, en particulier à l'ouest de Saint-Marcel-de-Careiret et à l'est et au nord de Saint-André-d'Olérargues. Plusieurs couches d'argiles bigarrées, grises ou noires sont visibles à l'affleurement ; leur puissance atteint 3 à 4 m ; elles sont séparées par des lits de grès et contiennent des niveaux de lignite. Ces argiles, très plastiques renferment fréquemment de nombreux fragments de matière organique, des nodules de pyrite et des cristaux de gypse. A l'est de Saint-André-d'Olérargues, ces niveaux, dont la puissance atteint 5 à 10 m, ont été recoupés par sondage sous une importante couverture de colluvions et de grès.

Ces argiles sont constituées par de la kaolinite (de 70 à 100 %) et une proportion variable de smectites (de 0 à 30 %), auxquelles sont parfois associés des interstratifiés du type kaolinite-montmorillonite. La teneur en quartz finement divisé est très variable (en moyenne 30 à 40 %) mais peut localement dépasser 60 % ; la teneur en carbonates est généralement nulle.

La richesse en alumine de ces argiles dépend de l'importance de la fraction finement sableuse et de la teneur en kaolinite (teneur probablement comprise entre 25 et 35 %  $Al_2O_3$ ). La teneur en oxyde de fer varie rapidement d'un niveau à l'autre. Les niveaux où elle est la plus basse sont ceux riches en matière organique, mais le fer s'y exprime sous forme de nodules de sulfures de fer (pyrite et marcassite) souvent associés à des cristaux de gypse. La présence de sulfures et de sulfates d'une part, et les teneurs relativement faibles en alumine d'autre part, déprécient les matériaux argileux de ce secteur.

#### **5.4.5. Bordure nord-ouest du bassin de Bagnols-sur-Cèze**

Au nord de la zone précédente, les mêmes formations argileuses du Turonien supérieur et du Cénomaniens moyen ont encore une grande aire d'extension à l'ouest de Pont-Saint-Esprit (région de Saint-Alexandre, Carsan, Saint-Paulet-de-Caisson, cf. fig. 9). En particulier, de puissants bancs d'argiles renfermant des couches irrégulières de lignite sont connus dans les anciennes exploitations de lignite de Saint-Paulet-de-Caisson, mais ces bancs d'argiles ne semblent pas y avoir été exploités en tant que tels.

Par ailleurs, les travaux de prospection du BRGM en 1982-1983 n'ont pas porté sur cette zone. On ne dispose donc pas d'autre information sur les niveaux argileux de cette zone.

## **5.5. PERSPECTIVES ET CONCLUSIONS**

La prospection et l'étude des niveaux argileux du Crétacé supérieur du département du Gard permettent de préciser les points suivants :

- présence de 4 niveaux argileux où la kaolinite domine : le Cénomaniens moyen : faciès "paulétien", le Turonien supérieur, faciès "ucétien", le Santonien et le Crétacé terminal (Bégudo-rognacien et base du Vitrollien ?). Ces niveaux sont fréquemment associés à des lentilles ou des bancs de lignite ;
- certains de ces niveaux ont fait l'objet par le passé d'une très active exploitation (Cénomaniens et Turonien principalement). Ces extractions ont fortement perturbé à leurs abords les niveaux argileux encore présents et interdisent d'envisager dans la plupart des cas une reprise des exploitations de ces secteurs ; elles sont, le plus souvent, localisées dans les zones à fort pendage. Actuellement, seules deux petites carrières restent en activité ;
- les propriétés chimiques et physiques de ces argiles dépendent d'une part des conditions de dépôts (teneurs en sable et donc en alumine) et d'autre part de la présence de phénomènes d'altération ayant principalement pour effet un lessivage ou une concentration du fer. Seules les argiles du Cénomaniens inférieur et du Turonien supérieur présentent un réel intérêt ainsi que les niveaux santoniens du secteur de Serviers ;
- la puissance des bancs argileux exploitables est réduite (1 à 5 m maximum). Ces niveaux sont le plus souvent séparés par des bancs d'argile de moins bonne qualité (sable, teneur en alumine trop faible, teneur en fer trop forte...) et des sables fins plus ou moins argileux.

En conclusion, les seules zones où une extraction à ciel ouvert est encore possible doivent répondre aux critères suivants :

- absence de vieux travaux (du moins importants) ;
- pendages faibles : conditions réalisées en particulier aux extrémités des structures plissées (terminaisons périclinales) ;
- découverte peu importante. Les produits de cette découverte peuvent être localement valorisés : pisé réfractaire à Serviers, spongolite à La Capelle ;
- teneur en alumine importante, teneurs en sable, en fer et en chaux faibles ;
- réserves potentielles importantes ;
- contraintes.

Ces zones sont au nombre de deux :

- zone de la Boscarasse : extrémité occidentale du synclinal de l'Uzège (cf. fig. 10) ;
- zone de Rouziganet-Mas Cavalier : extrémité orientale du synclinal de l'Uzège (cf. fig. 12).

Etant donné les conditions de gisement : couches d'argiles réfractaires intercalées dans des argiles kaoliniques plus sableuses, présence de fronts d'oxydation et de croûtes ferrugineuses, seule une exploitation de taille relativement modeste d'argiles nobles peut être envisagée. La mise en valeur

des couches d'argiles sableuses qui peuvent être utilisées en poterie ou en céramique ainsi que celle de certains matériaux de la découverte (sables argileux réfractaires ou spongolites) peut permettre de rentabiliser ce type d'exploitation. Le secteur de La Capelle est toutefois celui où les argiles réfractaires sont les plus puissantes et les plus alumineuses.

En dehors de ces deux zones favorables, il en existe d'autres où une exploitation artisanale pourrait éventuellement être possible, compte tenu de la puissance et de la nature des niveaux argileux. Ces zones sont les suivantes :

- zone de Plamangeon, 2 km à l'ouest de Serviers-Labaume, de part et d'autre de la route nationale 581 : argile grise et noire du Santonien (cf. fig. 10) ;
- zone de Fontcouverte : extrémité occidentale du synclinal de l'Uzège : argiles du Turonien (cf. fig. 10) ;
- zone de Saint-Laurent-la-Vernède, synclinal de la Tave : argile et sable ocreux du faciès "ucétien" Turonien supérieur (cf. fig. 13) ;
- zone des Opiats (commune de Saint-Marcel-de-Careiret) ;
- zone de Saint-André-d'Olérargues ;

} \*

\* niveaux argilo-ligniteux du faciès "paulétien", Cénomaniens moyen (cf. fig. 13).

Sur l'ensemble de ces zones, en particulier sur celles de la Boscarasse et de Rouzinaguet-Mas Cavalier, une prospection détaillée pourrait être entreprise afin de pouvoir cerner avec précision les gisements, d'en apprécier les réserves ainsi que la qualité des matériaux argileux.

## 6. ARGILES SMECTIQUES DES BASSINS OLIGOCENES DU MALZIEU ET DE SAINT-ALBAN-SUR-LIMAGNOLE (Lozère)

### 6.1. LOCALISATION

Le bassin du Malzieu est situé au nord du département de la Lozère, à 30 km au sud-est de Saint-Flour et à 10 km au nord-ouest de Saint-Chély-d'Apcher. Il s'allonge sur 10 km environ entre Saint-Léger-du-Malzieu et le Malzieu-ville selon une direction NNW-SSE. Ce bassin fait partie du grand bassin d'effondrement du Malzieu - Saint-Flour, mis en place à l'époque oligocène à la suite du rejeu des anciennes fractures du socle (fig. 14). Les mouvements tectoniques de la fin du Miocène ont alors découpé ce graben en une succession de petits bassins séparés par des seuils, qui sont du nord au sud :

- le bassin de Neussargues - Joursac ;
- le bassin de Saint-Flour ;
- le bassin du Malzieu ;
- les bassins de Saint-Alban et du Rouget.

Ces bassins ont été ensuite partiellement recouverts par des épanchements volcaniques récents.

### 6.2. LITHOSTRATIGRAPHIE DES BASSINS

D'après les cartes géologiques à 1/50 000 de Saugues et de Saint-Chély-d'Apcher, l'échelle lithostratigraphique de ces bassins peut être résumée de la façon suivante (fig. 15 et 16), de bas en haut :

- à la base, des grès rouges (Eocène, Oligocène inférieur : symbole e7g1), cimentés par une matrice argileuse essentiellement kaolinique, fortement imprégnée par de l'oxyde de fer. On les observe sur la bordure est des bassins du Rouget (le Rouget - Chassefeyre - Chinchazes) et de Saint-Alban (les Courses), ainsi que sur la bordure sud-est du bassin du Malzieu (Villechailles - le Vernet) ;
- une couche d'argile verte de 2 à 5 m d'épaisseur (Oligocène inférieur), qui affleure dans le bassin du Malzieu, près de Verdezun et au nord de Saint-Léger-du-Malzieu (symbole g1A sur les cartes). Cette couche est principalement constituée de smectite (montmorillonite) mais peut contenir de minces lentilles calcaires (Verdezun). Elle est localement recouverte par une couche de 2 à 3 m d'épaisseur de silex et meulières (Saint-Léger-du-Malzieu, symbole g1S). L'origine de cette smectite est encore mal définie : elle pourrait être d'origine détritique et provenir des argiles sableuses rouges encaissantes, mais une transformation en milieu aqueux de cendres volcaniques n'est pas à exclure (présence du volcanisme à proximité).

Ces argiles vertes ont été jadis exploitées au voisinage de Verdezun pour la fabrication de tuiles.

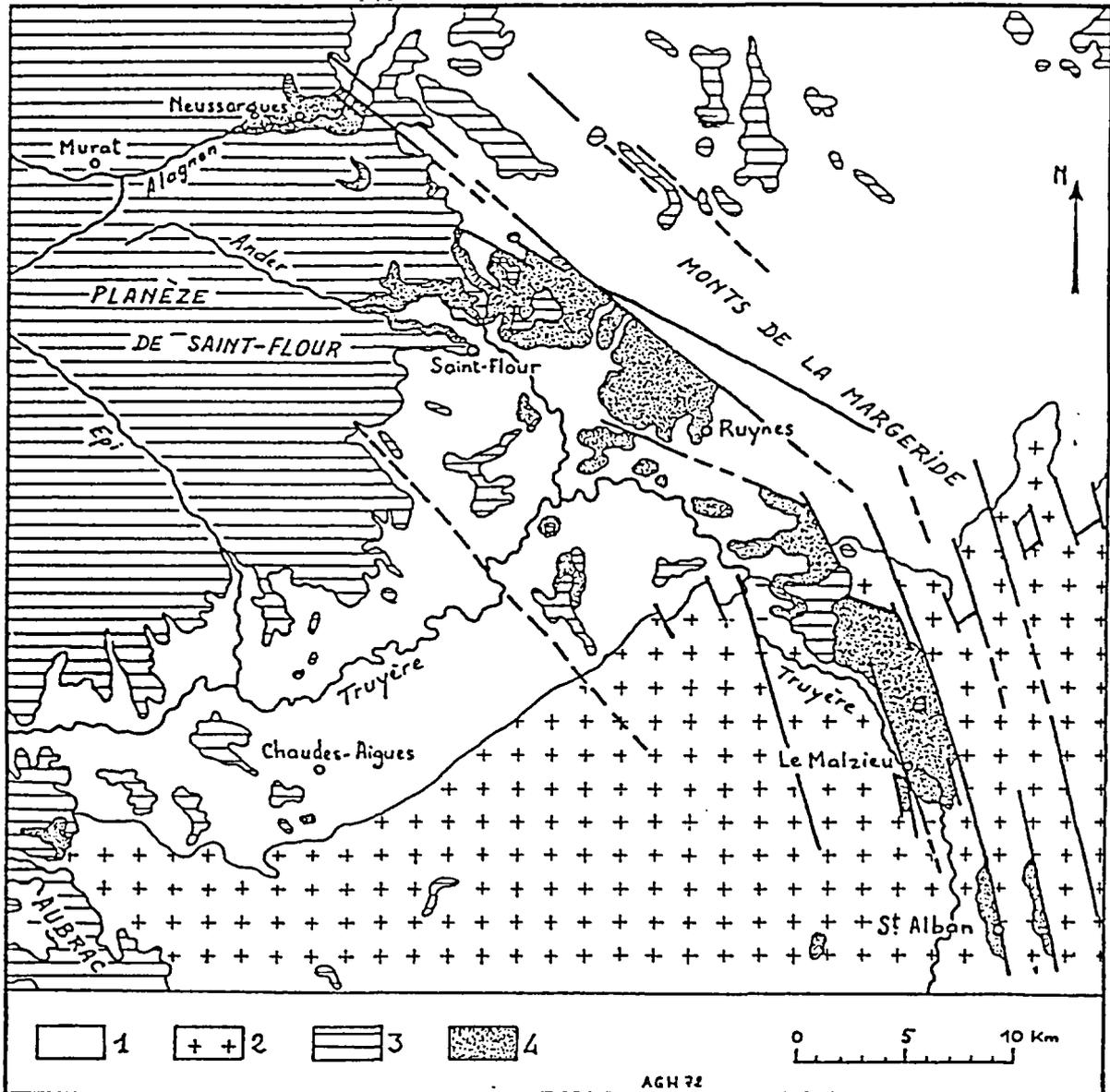


Fig. 14 - Disposition d'ensemble du bassin du Malzieu - Saint-Flour (d'après A. de Goër de Hervé, 1972).

1 : terrains cristallophylliens ; 2 : granite ; 3 : volcanisme ; 4 : sédiments tertiaires.

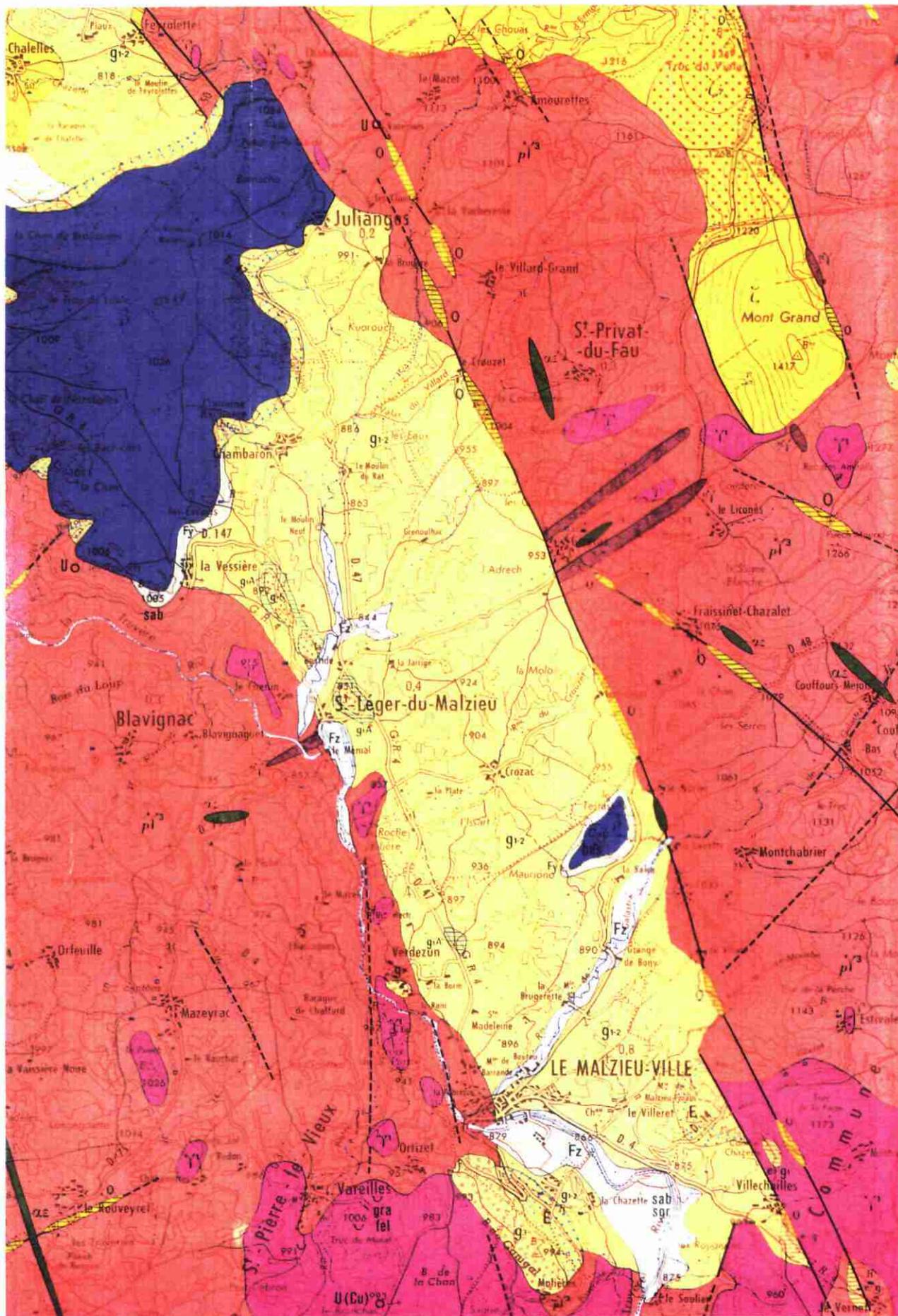


Fig. 15 - Carte géologique du bassin du Malzieu, d'après la carte géologique à 1/50 000 de Saugues.



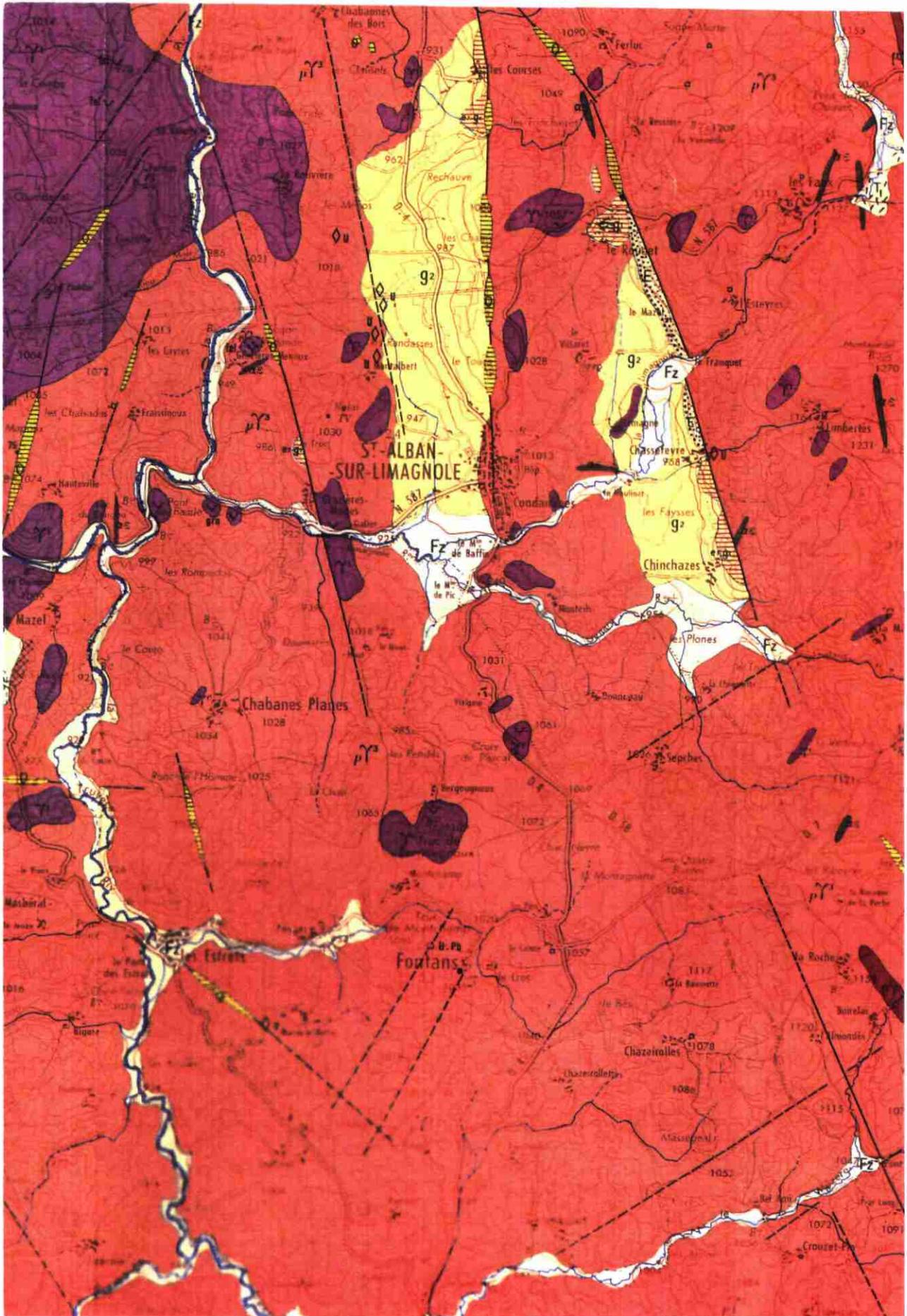


Fig. 16 - Carte géologique des bassins de Saint-Alban et du Rouget, d'après la carte géologique à 1/50 000 de Saint-Chély-d'Apcher.

Des argiles vertes analogues ont été autrefois signalées par P. Jodot et R. Rey (1949-1956) dans le bassin de Saint-Alban, à quelques centaines de mètres au nord de ce village. Ces argiles, recouvertes par des calcaires lacustres à silex et meulière, n'ont pu être observées lors du levé de la carte de Saint-Chély-d'Apcher à cause de l'extension du village de Saint-Alban ;

- des argiles sableuses bariolées (Oligocène moyen, symbole g1-2 ou g2) constituent la masse principale des sédiments de ces bassins. Dans le bassin du Malzieu, elles atteindraient une centaine de mètres d'épaisseur. Ces argiles contiennent au moins 50 % de sable (quartz associé à du feldspath et du mica), la fraction argileuse étant composée de kaolinite et de smectite.

Notons que la position relative des argiles vertes et des argiles sableuses bariolées prête à discussion. D'après J.P. Couturié (1972), il semble que ces argiles vertes se soient déposées dans un étroit chenal ravinant des formations antérieures ;

- des poudingues et grès du Malzieu (Oligocène supérieur, symbole g3) couronnent localement les formations précédentes (bois de Ganigal au sud du Malzieu et près de Verdezun).

D'après ces descriptions, le niveau à prospector dans le cadre d'une recherche de gisements de bentonite est celui des argiles vertes présentes dans les bassins du Malzieu et de Saint-Alban. De tels niveaux n'ont, par contre, jamais été mis en évidence dans les bassins du Rouget, de Saint-Flour et Neussargues - Joursac. C'est pour cela qu'ils n'ont pas été prospectés en 1983.

### **6.3. CAMPAGNE DE PROSPECTION BRGM DE 1983**

Dans le cadre des travaux de recherche de gisements d'argiles nobles menés pour le compte du Comité de l'Inventaire des ressources métropolitaines, la prospection des bassins oligocènes du Malzieu et de Saint-Alban a été effectuée en 1983 par le BRGM. Les résultats de ces travaux ont fait l'objet du rapport BRGM 83 SGN 806 GMX de P. Le Berre.

Onze sondages à la tarière mécanique représentant un total de 138 m forés et 22 prélèvements à la tarière à main ou sur affleurement ont été effectués dans ces bassins.

Les échantillons prélevés ont fait l'objet d'analyses préliminaires en laboratoire :

- teneur en eau naturelle (104 mesures) ;
- teneur en sable supérieur à 63 µm (114 mesures) ;
- teneur en CaCO<sub>3</sub> (66 mesures) ;
- adsorption de bleu de méthylène (59 mesures).

Ces analyses préliminaires ont été complétées par 3 analyses minéralogiques par diffractométrie de rayons X et par des tests d'aptitude industrielle : essais d'utilisation en forage et travaux publics, essais d'utilisation en fonderie. Mais aucun essai d'utilisation en céramique n'a été réalisé (utilisation marginale sous forme d'ajout).

Les résultats de ces travaux sont résumés dans les paragraphes suivants.

### 6.3.1. Cartographie des argiles vertes

Ces travaux ont permis de cartographier avec une bonne précision les contours des argiles vertes dans le bassin du Malzieu. Celles-ci constituent une bande continue de 0,5 à 1 km de largeur s'étendant du Malzieu-ville à Chambaron, sur une longueur de 6 km environ à proximité de la bordure est de ce bassin (fig. 17).

La coupe longitudinale interprétative réalisée dans ce bassin (fig. 18) montre que cette couche d'argile verte présente une épaisseur globale de 20 à 25 m et plonge légèrement vers le nord (base de la couche à 870 m d'altitude au MS 1 et à 850 m d'altitude au MS 6). Deux niveaux ont pu être distingués dans cette couche :

- un niveau supérieur sableux ;
- un niveau inférieur marneux.

Ces deux niveaux sont d'épaisseur voisine (de l'ordre de 10 à 12 m).

Ces argiles vertes ne constituent pas, apparemment, un niveau continu intercalé dans les argiles sableuses rouges et couvrant l'essentiel du bassin du Malzieu. Elles semblent plutôt s'être déposées dans un étroit chenal à bords abrupts, comme le montrent les coupes transversales de ce bassin (fig. 18), confirmant ainsi les hypothèses de J.P. Couturié. Ce chenal semble s'être mis en place dans des argiles sableuses rouges à passées gris-vert (argiles bariolées de la carte de Saugues).

Il n'a pas été noté de différence significative entre les argiles sableuses rouges situées à une altitude inférieure à celle des argiles vertes (carrières de la Terre Rouge et de Saint-Léger-du-Malzieu, sondage MS 7 et MS 5) et celles situées à une altitude plus élevée (Crozac, la Jarrige, Grenoulhac). Il semble que les argiles sableuses de ce secteur soient donc antérieures aux argiles vertes.

A la suite du remblaiement de ce chenal, l'érosion a décapé partiellement ces argiles vertes, en particulier dans le secteur de Saint-Léger-du-Malzieu où il existe une butte-témoin au lieu-dit le Rachias. Cette érosion a pu aussi provoquer localement un recouvrement des argiles vertes par des argiles sableuses rouges, en particulier sur la bordure est du chenal (cf. M 17 - M 19). Cette bordure pourrait donc être légèrement décalée vers l'est par rapport à la limite cartographique dessinée sur la figure 17.

En résumé, l'histoire géologique de ces argiles vertes peut être synthétisée de la façon suivante :

- 1 - mise en place des argiles sableuses rouges dans le bassin du Malzieu.
- 2 - Creusement d'un chenal au sein des argiles sableuses rouges.
- 3 - Remblaiement de ce chenal par des argiles vertes marneuses, puis sableuses.
- 4 - Erosion partielle des argiles vertes par les cours d'eau sur la bordure est du chenal et plus particulièrement dans la région de Saint-Léger-du-Malzieu.

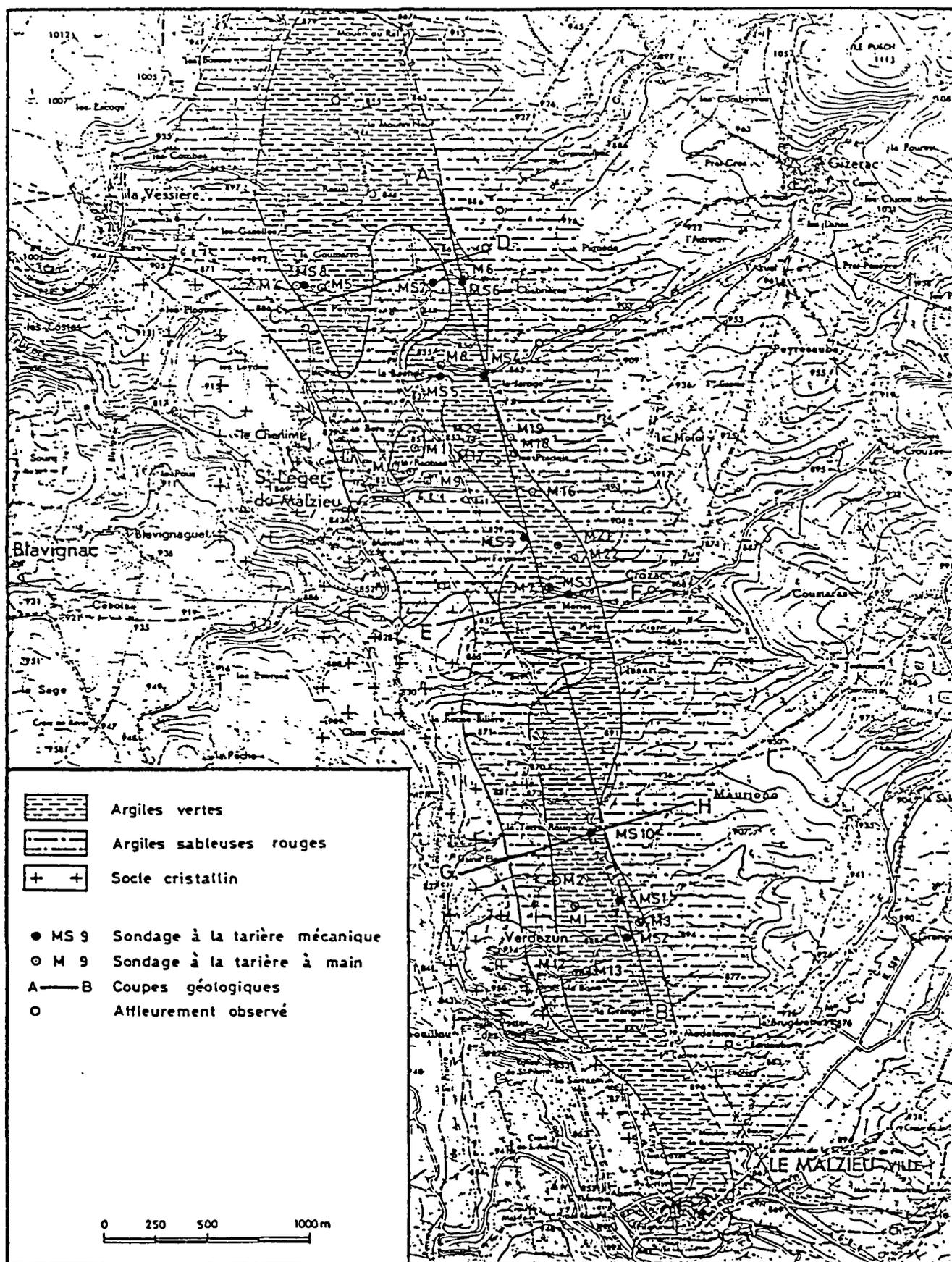


Fig. 17 - Géologie des argiles vertes du bassin du Malzieu (extrait du rapport BRGM 83 SGN 806 GMX).

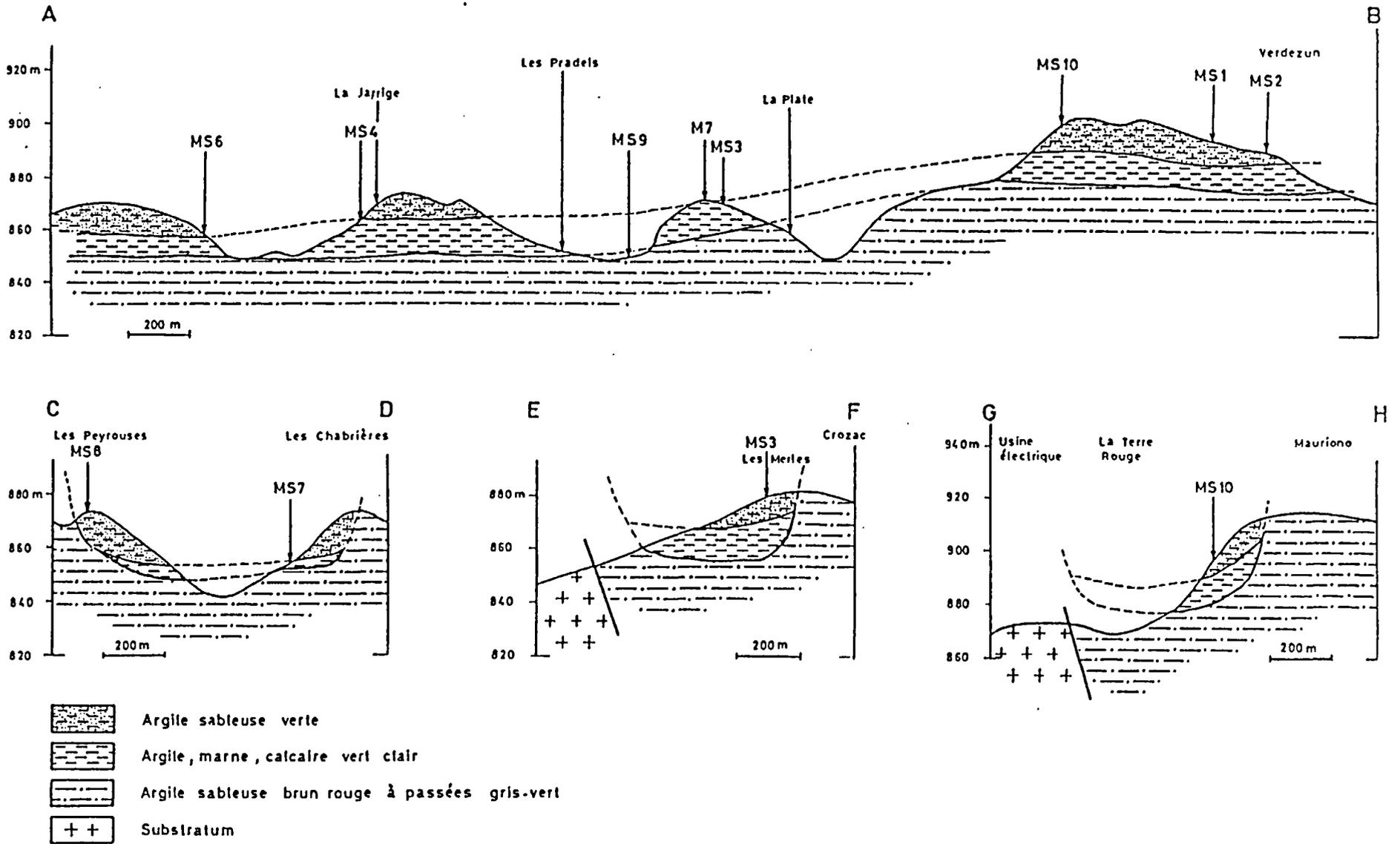


Fig. 18 - Coupes géologiques dans les argiles vertes du bassin du Malzieu (extrait du rapport BRGM 83 SGN 806 GMX).



Fig. 19 - Localisation des sondages et prélèvements réalisés dans le bassin de Saint-Alban.

Un processus similaire a probablement régi la mise en place des argiles vertes observées dans le bassin de Saint-Alban (fig. 19). En effet, celles-ci semblent dessiner une bande grossièrement orientée nord-sud s'étendant du MS 11 au M 15, mais dont les contours restent encore à définir. L'épaisseur de ces argiles est de plus de 11 m au sondage MS 11.

### 6.3.2. Caractéristiques des argiles vertes

Les analyses de laboratoire ont montré que les argiles vertes du bassin du Malzieu sont rarement pures. Leur capacité d'adsorption de bleu de méthylène varie de 50 à 200 mg/g ce qui laisse supposer qu'elles ne sont pas uniquement composées de smectite.

Ceci est vérifié par les résultats des analyses minéralogiques par diffractométrie de rayons X (tabl. 1) qui montrent qu'elles sont principalement composées de smectite associée à l'illite.

N° échantillon	Localisation	Quartz	Calcite	Smectite	Illite
M 3 (4,0 - 4,4 m) (5,9 - 6,9 m)	Verdezun			TA	P
	Le Malzieu-ville	tr	F	P	A
M 4	Les Peyrouses Saint-Léger-du-Malzieu	P	tr ?	A	P

Tabl. 1 - Analyses minéralogiques par diffractométrie de rayons X d'argiles vertes du bassin du Malzieu (roche totale).

Echelle des quantités : TA : très abondant ; A : abondant ; P : présent ; F : faible ; tr : trace.

Ces résultats confirment également la validité de la sélection des argiles riches en smectite par la mesure de la capacité d'adsorption de bleu de méthylène (échantillon classé très abondant en smectite pour une capacité d'adsorption nettement supérieure à 150 mg/g).

Ces argiles contiennent généralement des teneurs élevées en sable (quartz) ou en calcite, d'où la distinction entre deux niveaux superposés :

- au sommet des argiles plus sableuses ;
- à la base des argiles marneuses à intercalations calcaires.

Les niveaux argileux les plus purs semblent logiquement situés au voisinage de la limite entre ces deux faciès et il y a donc eu une évolution progressive dans le milieu de sédimentation : sédimentation chimique en milieu calcaire après le creusement du chenal évoluant vers une sédimentation détritique.

Les deux niveaux argileux les plus riches en smectite ont été mis en évidence dans deux sondages voisins (MS 3 et MS 4), situés à l'est de Saint-Léger-du-Malzieu (tabl. 2).

N° échantillon	Teneur en eau naturelle (%)	Sable > 63 µm (%)	CaCO <sub>3</sub> (%)	Adsorption de B.M. (mg/g)
MS 3 (8 - 14 m)	34,3	9,7	1,4	188
MS 4 (5 - 7,6 m)	34,0	2,1	18,5	203

Tabl. 2 - Caractéristiques moyennes des niveaux argileux les plus riches en smectite.

Ces argiles riches en smectites contiennent toutefois des teneurs en sable (MS 3) ou en calcite (MS 4) relativement élevées. La fraction sableuse du MS 3 est en fait constituée d'éléments d'argile indurée et non pas de quartz.

Des argiles de composition voisine à celle du MS 4 ont été également repérées entre 2,2 et 3,2 m au M 16 (sondage à la tarière à main) réalisé entre les sondages MS 3 et MS 4 :

- teneur en  $\text{CaO}_3$  : 24,8 % ;
- adsorption de bleu de méthylène : 157 mg/g.

Des niveaux riches en smectite ont été également repérés dans d'autres sondages à la tarière à main ou sur affleurements (M 3, M 5, M 11, M 13, M 16, M 21), d'où la nécessité de compléter la prospection dans l'ensemble du bassin.

Compte tenu de l'interprétation géologique de ce bassin (cf. coupe longitudinale de la figure 18), il n'est pas impossible que ces niveaux riches en smectite constituent une seule et même couche située au voisinage de la limite entre argiles sableuses et argiles marneuses. Le toit de cette couche plongerait vers le nord de la cote 871 m au MS 3, à la cote 862 m au M 16, à la cote 855 m au MS 4. Mais l'hypothèse de plusieurs couches superposées n'est pas non plus à exclure. Seuls des sondages complémentaires, réalisés entre les Merles et la Jarrige, à l'est de Saint-Léger-du-Malzieu, permettront de définir la géométrie et l'extension de ces couches riches en smectite, et de savoir s'il existe un gisement de volume suffisant en vue d'une éventuelle exploitation. La détermination du taux de découverte admissible reste aussi à étudier (celle-ci variant de 0 à 10 m, car ce gisement est situé à flanc de pente).

Les argiles prélevées dans le bassin de Saint-Alban (cf. sondage MS 11) présentent aussi la même composition, tantôt sableuse, tantôt marneuse, confirmant le lien étroit entre ces dépôts et ceux du Malzieu.

### **6.3.3. Tests d'aptitude industrielle**

#### ***a) Essais d'utilisation en forage et travaux publics***

Ces essais ont été réalisés à partir de poudres d'argiles du Malzieu, activées à 4 % de carbonate de sodium, conformément aux normes OCMA<sup>1</sup>.

Les boues de concentration 6,4 g/100 ml réalisées à partir des argiles riches en smectites des sondages MS 3 (entre 8 et 13 m), MS 4 (entre 5 et 7,6 m) et M 16 (entre 1,1 et 3,2 m) développent des viscosités élevées (16 à 39 cp), supérieures à la viscosité minimale de 15 cp requise par la norme OCMA pour cette concentration, équivalente à un rendement de 16 m<sup>3</sup> de boue par tonne d'argile activée.

En revanche, les autres échantillons ne développent que de faibles viscosités.

Les mesures de rendement OCMA sur 2 échantillons ont donné des résultats nettement supérieurs (19 et 25 m<sup>3</sup>/t) aux seuils exigés (rendement minimum 16 m<sup>3</sup>/t).

---

<sup>1</sup>Oil Companies Materials Association - Londres.

Les mesures du filtrate loss sur 2 échantillons du Malzieu, pour une concentration en argile de 7,5 g/100 ml, ont donné des pertes en eau satisfaisantes (14 ml), si l'on considère que le seuil maximal toléré par l'OCMA est de 15 ml.

Des mesures d'écoulement à travers l'entonnoir de Marsh ont été effectuées à la concentration de 55 g d'argile par litre de boue, avant et après ajout de ciment à la concentration de 200g/l. les résultats de ces essais sont rassemblés dans le tableau 3.

N° sondage et profondeur	Viscosité Marsh (temps d'écoulement)	
	avant ajout de ciment	après ajout 200 g/l de ciment
MS 3 (9,5 - 11,5 m)	31 s	33 s
MS 4 (6,2 - 6,9 m)	40 s	35 s

Tabl. 3 - Mesures du temps d'écoulement à l'entonnoir de Marsh de boues à base d'argiles activées du bassin du Malzieu (concentration 55 g/l).

La viscosité des bentonites commercialisées, utilisées dans ce domaine, est de 35 à 37 s pour cette concentration de 55 g/l. Ces valeurs sont atteintes au niveau du sondage MS 4. On note cependant une légère baisse de viscosité après ajout de ciment, peut-être due à une déstabilisation de l'argile.

#### **b) Essais d'utilisation en fonderie**

Compte tenu de la teneur en calcite de certains échantillons riches en smectite prélevés dans ce bassin (de l'ordre de 20 % au sondage MS 4), l'utilisation de ces argiles en fonderie semble difficilement envisageable. Malgré cela, des mesures de rendement à vert et de résistance à haute humidité ont été effectuées sur un échantillon à composition favorable préalablement activé au carbonate de sodium (MS 3, 8 - 9,5 m). Le rendement obtenu est correct (25 kPa), mais la résistance à haute humidité reste faible (de l'ordre de 1,1 kPa à 1,7 % d'humidité).

## **6.4. PERSPECTIVES**

La prospection des argiles vertes du bassin du Malzieu a permis de montrer qu'elles dessinent une bande de 0,5 à 1 km de largeur s'étendant entre le Malzieu-ville et Saint-Léger-du-Malzieu, sur une longueur de 6 km environ. Ces argiles vertes semblent s'être déposées dans un étroit chenal creusé au sein d'argiles sableuses rouges. Elles peuvent être décomposées en deux niveaux, un niveau inférieur plus marneux et un niveau supérieur plus sableux. L'épaisseur de l'ensemble de ces argiles vertes est de l'ordre de 25 m. Un sondage a été réalisé dans le bassin de Saint-Alban au sud du bassin du Malzieu où des argiles vertes de même nature ont été également mises en évidence.

Les analyses de laboratoire ont montré que les couches d'argile les plus pures sont logiquement situées au voisinage du passage entre argiles marneuses et argiles sableuses vertes. Les niveaux les plus épais et les plus riches en smectite ont été repérés dans les sondages situés à l'est du bourg de Saint-Léger-du-Malzieu.

Les mesures de viscosité et de filtrate loss réalisées sur des échantillons favorables permettent d'envisager l'utilisation de ces argiles en forage et travaux publics.

Il est possible que ces argiles à forte viscosité constituent une couche continue plongeant légèrement vers le nord (vers Chambaron). Mais des sondages complémentaires devront être exécutés afin de le vérifier et de contrôler s'il existe réellement un gisement exploitable dans le bassin du Malzieu.

Dans l'état actuel des connaissances de ce bassin, le secteur le plus favorable à l'exploitation est celui situé entre les Merles et la Jarrige.

## **6.5. AUTRES INDICES D'ARGILES**

Plusieurs autres indices d'argiles, composées essentiellement de kaolinite, sont également connus dans la région :

- des sables argileux ou des arènes blanches signalés lors du creusement des fondations de l'école de Verdezun, en bordure du bassin du Malzieu ont pu être échantillonnés par un sondage à la tarière à main, réalisé par le BRGM en 1982. Il s'agit vraisemblablement d'arènes, dérivant d'un leucogranite à muscovite, dont il est impossible de préciser, dans l'état actuel des choses, si elles sont en place ou remaniées.

Ce matériau est constitué par du sable quartzeux grossier et anguleux, emballé dans une matrice argilo-micacée blanche ou jaune clair. La fraction fine qui représente 20 à 30 % de l'ensemble est constituée essentiellement de kaolinite (70 %), d'illite (30 %), de séricite, de damourite et de traces de smectite. Cette arène blanchâtre pourrait être située à la base ou sous les dépôts oligocènes. Etant donné la faible extension et la position de l'affleurement (sous le village de Verdezun), ces matériaux ne présentent actuellement aucun intérêt ;

- des indices de kaolinite en relation avec l'altération des granites semblent être connus dans la région de Saint-Chély-d'Apcher (Lozère), bien qu'ils ne soient pas signalés sur la carte géologique à 1/50 000, ni dans la notice explicative correspondante. Il s'agirait d'amas en général réduits. L'un d'eux situé aux "Fourches" ou au lieu-dit "Ravin Blanc", au nord de Chastel Nouvel (nord de Mende), aurait fait jadis l'objet d'une exploitation.

## 7. ARGILES A SMECTITE ET A ATTAPULGITE ET ARGILES MIXTES DU SUD-EST DE LA FRANCE

Dans le cadre de l'Inventaire des ressources minières métropolitaines, la recherche de gisements de bentonite et d'attapulгите dans le Sud-Est de la France a été réalisée en 1982-1983 par le BRGM. Elle a fait l'objet du rapport détaillé n° 84 SGN 028 PAC de P. Le Berre et L. Damiani. Cette étude a porté sur les bassins de Mormoiron, d'Apt-Forcalquier, d'Aix, de Marseille, de Saint-Zacharie, dans la vallée de la Durance et au nord des départements des Bouches-du-Rhône et du Vaucluse, ainsi que dans les petits bassins varois (fig. 20).

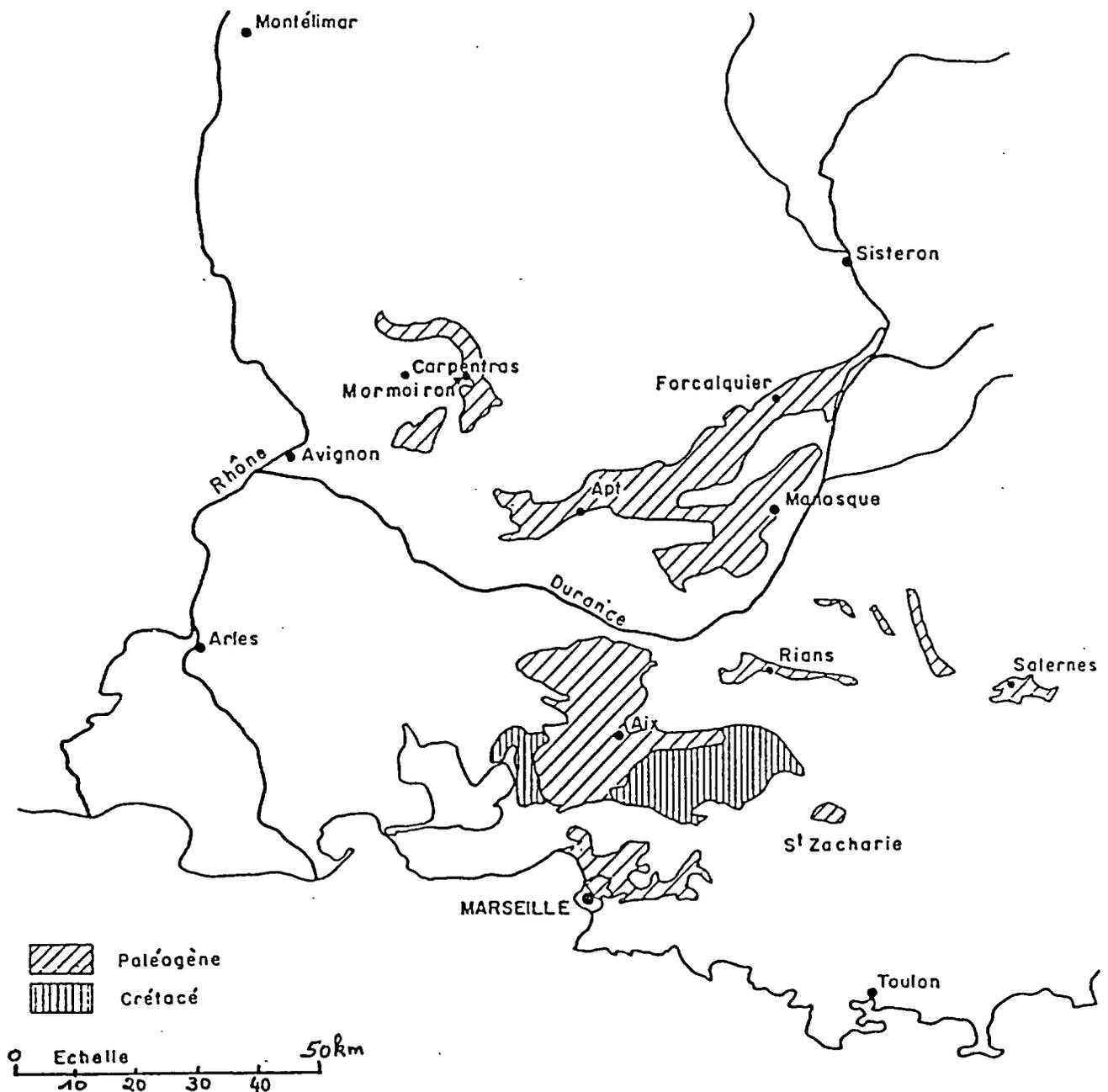


Fig. 20 - Localisation des bassins argileux du Sud-Est de la France.

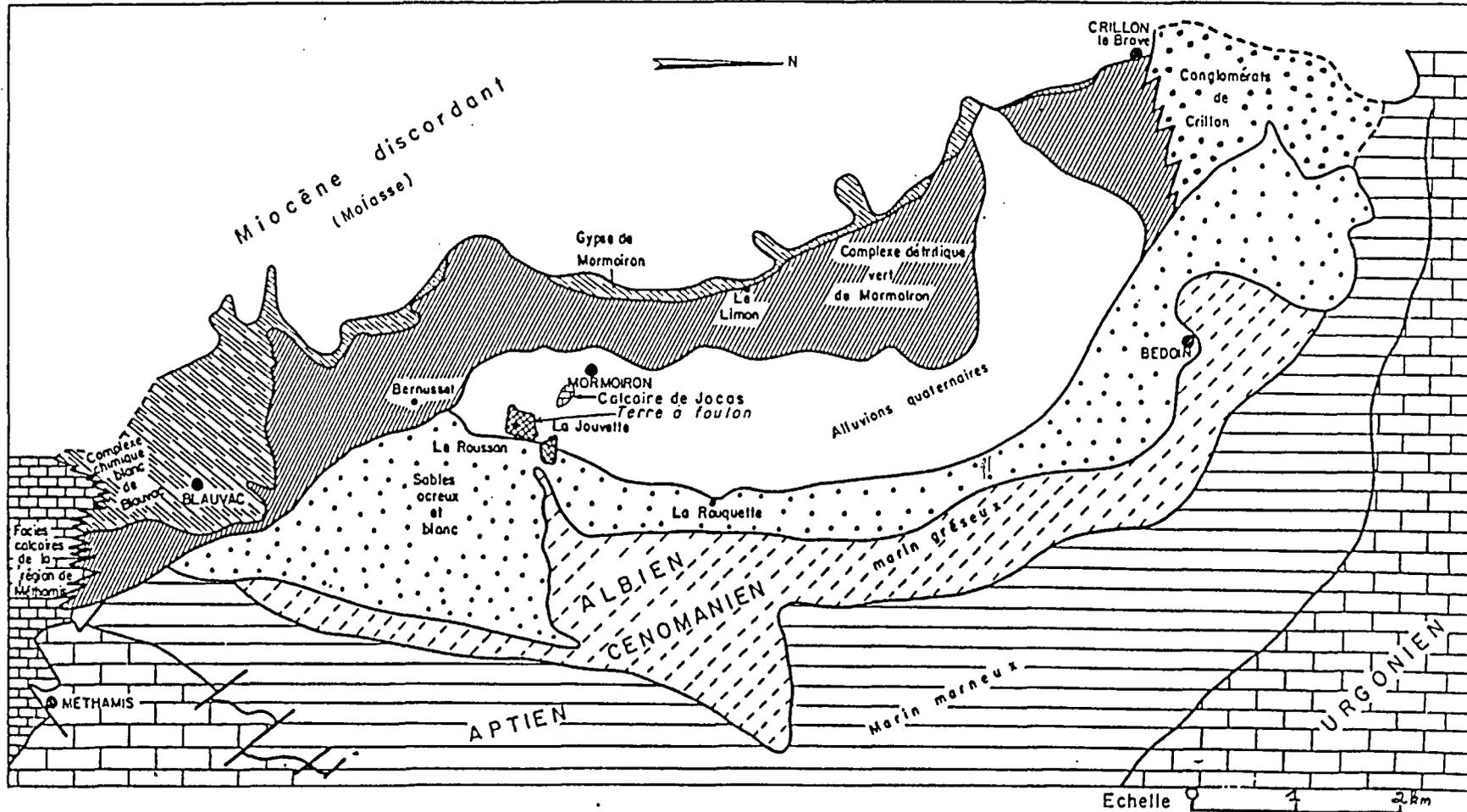


Fig. 21 - Schéma géologique du bassin de Mormalon (d'après Triat et Trauth, 1972).

Après une étude bibliographique de ces bassins, la prospection a été principalement fondée sur la recherche et l'étude d'affleurements d'argiles (affleurements naturels, fronts de taille de carrières, talus de routes,...) et l'exécution de quelques sondages.

Des analyses préliminaires en laboratoire (teneur en sable, teneur en  $\text{CaCO}_3$ , capacité d'adsorption de bleu de méthylène) ont été systématiquement réalisées sur les échantillons prélevés, ainsi que quelques analyses minéralogiques par diffractométrie de rayons X et des tests d'aptitude industrielle.

Les résultats de ces travaux sont résumés dans les paragraphes suivants.

## **7.1. BASSIN DE MORMOIRON (Vaucluse)**

### **7.1.1. Localisation - Cadre géologique**

Le bassin de Mormoiron est situé à 15 km à l'est de Carpentras (Vaucluse). Il dessine un croissant d'environ 20 km de longueur suivant l'axe nord-sud, sur 7 km dans sa plus grande largeur.

Dans ce bassin, les dépôts sédimentaires d'âge crétacé et paléogène (Aptien au Miocène) se succèdent d'est en ouest en une sorte de monoclinale (fig. 21). Mais dans ce dernier, seules les formations rapportées au Bartonien (Eocène) et au Ludien (Oligocène inférieur) présentent un intérêt pour les niveaux à smectite et attapulgite qu'ils renferment.

D'après les cartes géologiques à 1/50 000 de Carpentras et de Vaison-la-Romaine, les formations bartoniennes sont limitées à de petites collines situées immédiatement à l'est de Mormoiron, tandis que les formations ludiennes dessinent une bande de 10 km environ de Saint-Pierre-de-Vassols au nord à Blauvac au sud, en passant par Mormoiron, sur 1 km de largeur environ (fig. 22).

### **7.1.2. Rappel de la succession lithostratigraphique**

Au-dessus des formations aptiennes, albiennes et cénomaniennes, les sédiments peuvent être divisés en deux ensembles.

#### ***a) Formations inférieures (Bartonien)***

De bas en haut, on distingue successivement :

- des sables ocreux ou rouges surmontés localement de sables blancs très purs (quelques dizaines de mètres), avec des faciès ferrugineux en certains endroits ;
- un complexe argilo-sableux hétérogène (quelques décimètres à une quinzaine de mètres) comprenant des niveaux argilo-sableux rouge brique (Bernusset), des argiles sableuses brun verdâtre à passées conglomératiques (Le Roussan) et des argiles noires tachetées, essentiellement composées de smectite (La Rouquette) ;

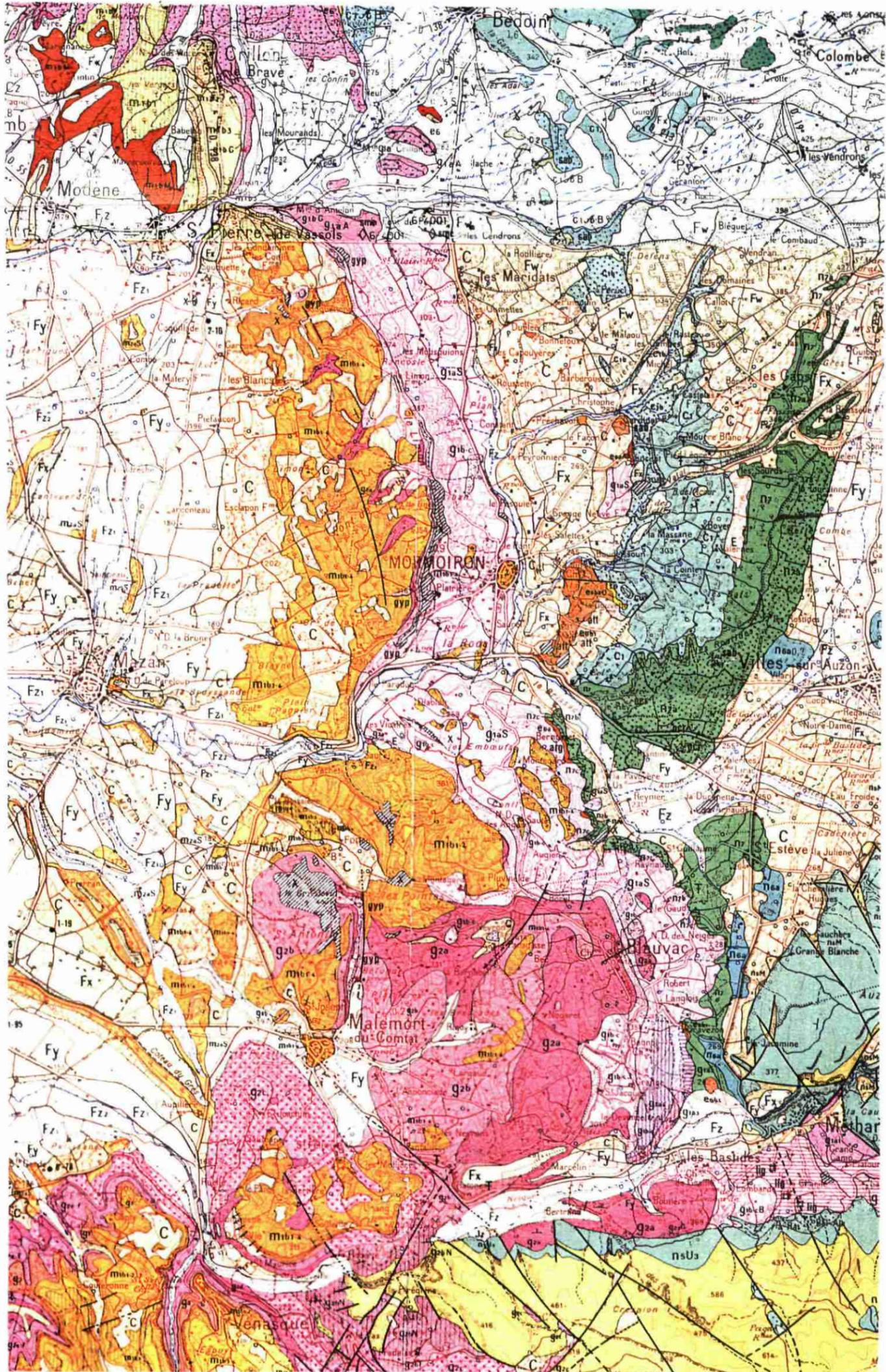


Fig. 22 - Carte géologique du bassin de Mormoiron, d'après les cartes géologiques à 1/50 000 de Carpentras et de Vaison-la-Romaine.

- un niveau d'argiles vertes à attapulгите (terre à foulon de Mormoiron, symbole  $\epsilon 6b_1$ ), uniquement localisé à l'est de Mormoiron en une lentille de 600 à 800 m de longueur surmontée par les calcaires blancs à attapulгите de Jocas.

Un sondage réalisé dans la carrière du Roussan donne une épaisseur de 15 m pour l'ensemble de cette formation (fig. 23). Selon cette coupe, la terre à foulon débute, sous le calcaire de Jocas, par un niveau de 2,5 m d'attapulгите et smectite. Celui-ci se poursuit par un niveau de l'ordre de 10 m essentiellement composé de smectite avec localement un peu d'attapulгите. Un autre sondage réalisé dans cette même carrière retrouve la même superposition : l'argile entièrement composée de smectite à la base se termine par un niveau supérieur de 2 à 3 m d'attapulгите très pure, visible en carrière (attapulгите la plus pure du bassin) ;

- les calcaires blancs de Jocas sont représentés par deux barres de calcaire siliceux blanc, de 2 m d'épaisseur chacune, séparées par un niveau d'argile verte. Celle-ci se retrouve sous forme de nodules ou de galets mous dans la masse du calcaire. A la partie supérieure, on observe une concentration de silex jaune miel à cortex blanc pulvérulent.

#### ***b) Formations supérieures (Ludien)***

- **Le complexe détritique vert de Mormoiron (symbole  $giaS$  sur la carte de la figure 22) et ses variations latérales**

Il recouvre les calcaires blancs de Jocas et le niveau d'argiles vertes dans la région de Mormoiron, mais il repose directement sur le complexe argilo-sableux hétérogène dans le reste du bassin.

Il s'agit d'une puissante accumulation de sables et d'argiles à niveaux conglomératiques et d'une petite intercalation calcaire à Augier, au centre du bassin. Les minéraux argileux, remaniés du Bartonien local, sont essentiellement des smectites alumino-ferrifères, localement accompagnées d'illite parfois abondante, d'un peu de kaolinite, mais aussi d'attapulгите et sépiolite (surtout vers le sommet de la série).

Vers le nord (feuille à 1/50 000 de Vaison-la-Romaine), cette série passe latéralement aux conglomérats de Crillon-le-Brave. Vers le sud, dans la région de Méthamis, elle passe à des calcaires massifs associés à des lignites.

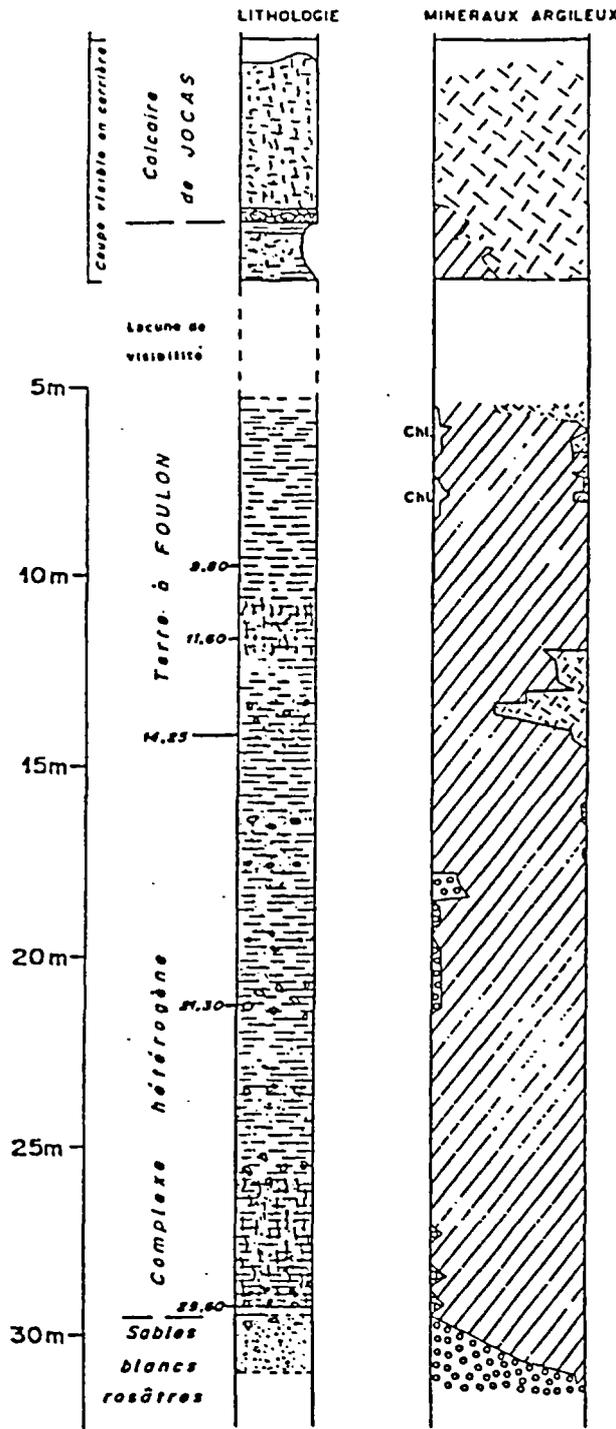
- **Le complexe chimique de Blauvac et ses variations latérales**

Au sud du bassin, dans la région de Méthamis, la sédimentation calcaire se poursuit par les calcaires blancs de Saint-Jacques. Vers le nord, la série devient plus marneuse et essentiellement dolomitique (complexe chimique blanc de Blauvac). Au niveau de Mormoiron, la sédimentation gypseuse apparaît. Plus au nord, vers Crillon-le-Brave, les 40 m que peut atteindre le complexe chimique de Blauvac se réduisent à quelques mètres de calcaires et marnes blanches dolomitiques entrecoupés de filets bruns ligniteux.

#### **7.1.3. La terre à foulon de Mormoiron**

Elle est constituée par une couche d'argile à attapulгите de l'ordre de 2 m d'épaisseur, surmontant une couche d'argile essentiellement composée de smectite et contenant localement de l'attapulгите. Ce gisement lenticulaire affleure sur une faible superficie, de l'ordre de 20 ha, et les réserves exploitables sont faibles.

Synthèse bibliographique des formations argileuses cuisant clair



LEGENDE

FACIES	MINERAUX ARGILEUX
SABLES	KAOLINITE
SILEX	SMECTITE
FACIES FERRUGINEUX	ATTAPULGITE
ARGILITES	ILLITE
CALCAIRE SILICEUX	CNI. CHLORITE

Fig. 23 - Variations lithologiques et variations des minéraux argileux dans le sondage de Roussan (terre à foulon de Mormoiron).

Elles peuvent être estimées de la façon suivante :

- de l'ordre de 100 000 t d'argile à attapulgite ;
- de l'ordre de 1 000 000 t d'argile riche en smectite.

Ce matériau est observable dans les petites carrières situées à un kilomètre environ au sud-est de Mormoiron. Ces carrières sont exploitées de façon intermittente, par la Société Marius Lamy (extraction de l'ordre de 1000 t/an) et sont utilisées par la Société Expansia pour la fabrication de produits pharmaceutiques. Un essai de fabrication de granulés absorbants (litières animales) à partir de cette argile a été réalisé par cette société mais n'a pas été poursuivi.

L'argile de teinte vert clair est exploitée sur une épaisseur de l'ordre de 3 m au-dessous de la barre du calcaire de Jocas (4 m d'épaisseur environ). L'ensemble présente un pendage assez fort vers l'ouest.

Quatre échantillons ont été prélevés dans ces carrières :

- deux échantillons provenant de la zone en cours d'exploitation sont essentiellement composés de smectite ("abondante") associée à de l'illite en quantité notable ("présente") et à un peu de quartz ("faible"). La capacité d'adsorption de bleu de méthylène (150 à 170 mg/g d'argile) traduit cette richesse en smectite ;
- les échantillons prélevés dans des carrières non exploitées en 1982 sont essentiellement composés d'attapulgite ("très abondante"), en particulier l'échantillon prélevé à la carrière de la Jouvette.

#### **7.1.4. Les argiles du complexe détritique vert**

Ce complexe dessine à l'affleurement une bande nord-sud de 10 km de long et 1 km de large. Elle s'étend de Bédouin au nord à Blauvac au sud en passant par Mormoiron.

L'étude des affleurements a montré l'existence de niveaux argileux verts de 2 à 3 m de puissance intercalés dans des argiles sableuses et des sables. Ces niveaux contiennent localement des filonnets gypseux. Sur le plan minéralogique, ces argiles sont principalement composées de smectite. Mais celle-ci est souvent associée à de la calcite ou à de l'illite, présentes en assez forte proportion.

On peut noter également que certains échantillons contiennent de l'attapulgite en quantité non négligeable.

Les sondages réalisés à proximité des affleurements argileux les plus prometteurs ont confirmé la richesse en smectite de ces argiles. Mais celles-ci sont généralement riches en calcaire.

### 7.1.5. Essais d'aptitude industrielle

#### *a) Argiles riches en smectite*

- **Utilisation en forage et travaux publics**

Cinq mesures de rendement OCMA ont été effectuées sur des échantillons d'argiles riches en smectite du bassin de Mormoiron, préalablement activées au  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ . Les rendements mesurés sont généralement compris entre 9 et 11  $\text{m}^3/\text{t}$  et sont nettement inférieurs aux seuils exigés par l'OCMA. Seul un échantillon donne un rendement proche du seuil minimal de 16  $\text{m}^3/\text{t}$ .

Quatre mesures de viscosité apparente ont été également réalisées, après activation, sur des échantillons d'argile prélevés en sondage. Ces mesures ont été effectuées à la concentration de 6,4 g/100 ml. Les viscosités apparentes obtenues, comprises entre 6 et 9 cp, sont nettement inférieures au seuil de 15 cp exigé par l'OCMA et confirment le peu d'intérêt que présentent ces argiles en vue d'une utilisation en forage et travaux publics.

- **Utilisation en fonderie**

Les spécifications concernant les bentonites de fonderie imposent des teneurs en calcite inférieures à 2 %.

Les argiles riches en smectite mises en évidence dans le complexe détritique vert sont généralement riches en carbonates (15 - 20 %) et ne peuvent donc convenir pour une utilisation dans ce domaine. Par conséquent, ces argiles n'ont pas fait l'objet de tests d'utilisation en fonderie.

#### *b) Argiles riches en attapulgite*

Des mesures de densité et d'absorption d'eau ont été réalisées sur les argiles à attapulgite du bassin de Mormoiron.

Les échantillons provenant des carrières d'attapulgite de Mormoiron présentent des caractéristiques assez modestes (densité : 0,75 ; absorption d'eau : 60 %), comparativement aux produits commercialisés (attapulgite des USA : densité de 0,44 et absorption d'eau de 104 %). Cela explique probablement, en partie, l'abandon de cette production par la société Expansia.

Les argiles prélevées dans le complexe détritique vert de Mormoiron présentent des caractéristiques nettement inférieures aux précédentes (densité : 1 ; absorption d'eau : 40 %), ce qui laisse supposer que leur teneur en attapulgite est relativement faible.

### 7.1.6. Perspectives

Dans l'état actuel des connaissances des argiles du bassin de Mormoiron, on ne peut conclure à l'existence de gisements potentiels d'attapulgite ou de smectite d'importance ou de qualité suffisante pour une exploitation à l'échelle industrielle. En ce qui concerne l'attapulgite de la terre à foulon, les réserves et la qualité du matériau sont nettement insuffisantes pour une production industrielle de granulés absorbants. Les niveaux riches en smectite du complexe détritique vert sont également de qualité insuffisante pour une utilisation en fonderie, forage ou travaux publics.

## **7.2. BASSIN TERTIAIRE D'APT-FORCALQUIER**

Il s'agit d'un bassin de grande dimension (50 km d'ouest en est) s'étendant depuis Apt jusqu'à Forcalquier et Manosque (fig. 24), dans lequel plusieurs formations argileuses sont connues.

Au nord-ouest de ce bassin, la butte de Péréal, qui correspond à un petit graben à relief inversé, représente un petit lambeau de ce grand bassin. Elle présente également de l'intérêt en raison de l'existence de petites exploitations d'argile bentonitique.

Compte tenu de la taille de ce bassin, on examinera successivement la butte de Péréal, la partie occidentale du bassin d'Apt-Forcalquier (secteur Apt-Reillanne), puis sa partie orientale (secteur de Forcalquier).

### **7.2.1. Butte de Péréal**

La butte de Péréal est située entre les villages de Gargas et de Saint-Saturnin-d'Apt (Vaucluse), à 6 km environ au nord-ouest d'Apt (fig. 25).

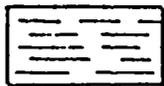
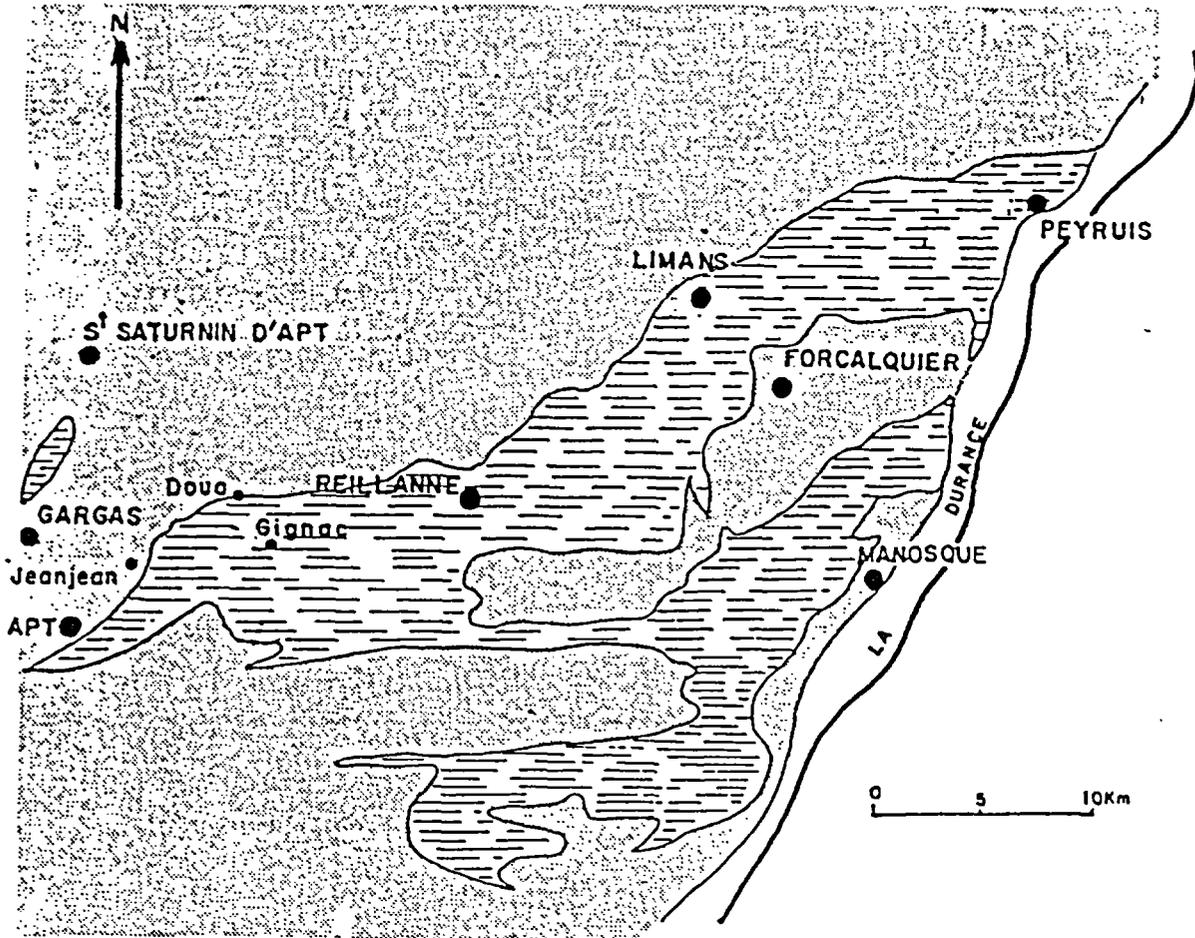
#### ***a) Rappel de la succession lithostratigraphique***

D'après les cartes géologiques à 1/50 000 de Carpentras (J. Rouire, 1975) et de Cavaillon (Germain Cl. *et al.*, 1966), la succession lithostratigraphique est la suivante, du bas en haut de la butte :

- **sables rouges à gravillons latéritiques** (Bartonien inférieur), d'une puissance de 50 m environ, présentant à la partie supérieure un niveau de marnes vertes sableuses, lui-même surmonté de calcaires à gypse ;
- **sables glauconieux** (Ludien inférieur), de 2 à 3 m d'épaisseur ;
- **calcaires à cyrènes** (Ludien supérieur), d'une puissance de 5 à 30 m, représentés par des calcaires lacustres blancs en plaquettes ;
- **marnes et dolomies blanches de la Débruge** (Ludien supérieur, symbole g1cD sur la carte de la figure 25), d'une puissance de 20 à 40 m, avec des niveaux d'argiles vertes de 1 à 2 m d'épaisseur qui alternent avec des bancs de gypse massif. Ce sont ces argiles vertes qui sont exploitées sur la butte de Péréal. Elles sont essentiellement composées de smectite et d'un peu d'attapulгите, mais sont partiellement dolomitiques et contiennent des disques aplatis de gypse et des masses de pyrite jaune ;
- **calcaires du sommet de la colline de Péréal (ou de la Débruge)**, d'âge sannoisien (Stampien inférieur), en bancs réguliers.

#### ***b) Argiles vertes de la butte de Péréal***

Cette butte fait l'objet d'une exploitation intermittente d'argile bentonitique par la Société d'Exploitation des Carrières de Péréal (SECP). L'extraction est réalisée de manière artisanale, à flanc de pente, le long de l'affleurement des niveaux argileux, de façon à éviter des travaux de



Extension des formations tertiaires argileuses et argilo-calcaires



Formations crétacées et tertiaires (non argileuses)

Fig. 24 - Situation des bassins d'Apt-Forcalquier - Manosque.



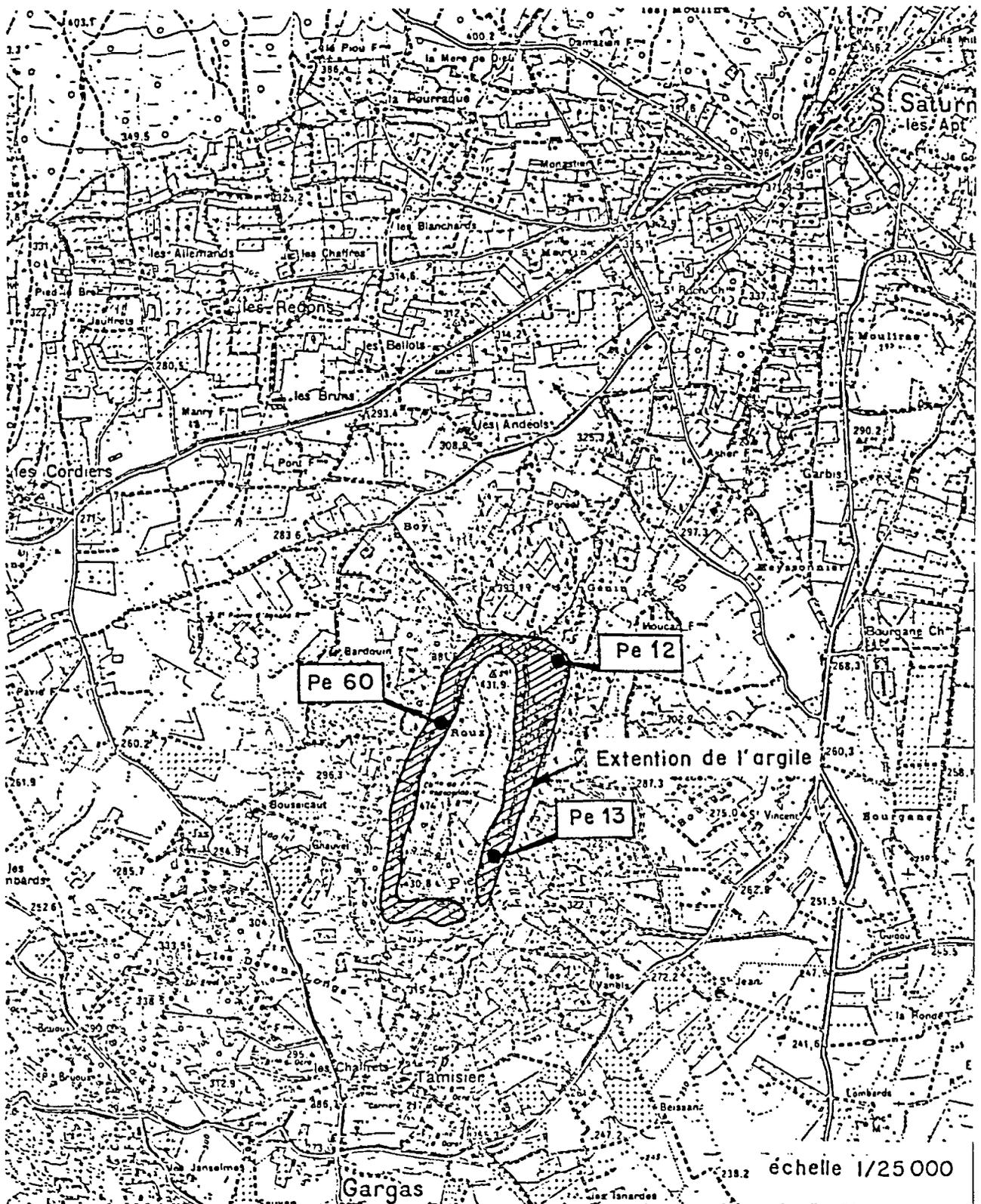


Fig. 26 - Localisation des carrières d'argile de la butte de Péral.

découverte trop importants. Trois carrières sont observables aux points Pe 12, 13 et 60 (fig. 26). Seule la carrière du point Pe 60 serait encore en activité.

Les coupes géologiques levées dans les différentes carrières montrent que ces argiles se présentent en bancs de l'ordre de 1 à 3 m d'épaisseur, intercalés au sein de calcaires, marnes et gypse (pendage de 15° vers le sud-est). Ces argiles, de teinte verte ou kaki, présentent localement des filonnets de gypse.

L'épaisseur de la découverte est de l'ordre de 12 m au niveau des fronts de taille actuels. C'est pour cela que l'exploitation reste à un stade artisanal suivant l'affleurement des argiles à flanc de pente. Leur exploitation industrielle ne peut être envisagée, car le taux de découverte deviendrait rapidement prohibitif en décapant vers le sommet de la butte.

Les analyses préliminaires réalisées sur les différents échantillons, prélevés dans ces carrières, montrent que la teneur en smectite est élevée (adsorption de bleu de méthylène généralement supérieure à 150 mg/g d'argile). Mais les teneurs en calcite, dolomite ou gypse sont assez souvent importantes (jusqu'à 20 % de CaCO<sub>3</sub>).

### ***c) Perspectives***

Les argiles de la butte de Péréal, malgré leur richesse en smectite, ne semblent pas représenter une cible favorable pour la production de bentonite à un stade industriel :

- environnement peu favorable à l'ouverture de carrières : butte isolée dans la plaine, présence de constructions dans la partie haute (chapelle en ruine) ;
- taux de découverte important ;
- épaisseur de l'argile assez faible (1 à 3 m) ;
- présence d'impuretés : calcite, dolomite ou gypse en proportion non négligeable.

## **7.2.2. Partie occidentale du bassin d'Apt-Forcalquier : secteur Apt-Reillanne**

### ***a) Rappel de la succession lithostratigraphique***

Dans ce secteur, la succession des formations tertiaires est la suivante, de bas en haut, d'après la carte géologique à 1/50 000 de Reillanne (fig. 27) :

- des sables argileux (Eocène supérieur : e7) de couleur saumon, épais de 80 m, surmontant des calcaires (10 m d'épaisseur). Dans le secteur de Jean-Jean, il existe une couche d'argile verte qui est considérée comme l'équivalent stratigraphique de la terre à foulon de Mormoiron ;
- des sables glauconieux (Sannoisien : g1a) contenant des niveaux d'argiles vertes et de marnes brun-rouge à silex. Leur épaisseur est de 30 m à la cluse de la Doua, elle est réduite ou nulle au sud et à l'est de Gignac ;
- des calcaires argileux blancs (Sannoisien : g1b), en bancs minces séparés par des marnes ;



- les argiles du Maronnier (Sannoisien : g1c) : argiles vertes à gypse, assez riches en smectite, présentant des intercalations gréseuses au sommet (N.D. des Anges) ou reposant sur des sables glauconieux (sud de Gignac) ;
- les calcaires en plaquettes de la Fayette (Sannoisien : g1d) ;
- le niveau de Pradengue (Sannoisien : g1e) : argiles rouges et vertes intercalées de grès argileux brunâtres (épaisseur totale : 25 m) ;
- le calcaire de Campagne-Cavalon (Sannoisien : g2a), d'une puissance de 100 m ;
- le niveau de Caseneuve (Stampien : g2b) : complexe d'argiles vertes alternant avec des grès tendres verdâtres, sur une épaisseur d'environ 50 m.

### ***b) Caractéristiques des formations argileuses***

#### **• Les argiles vertes de Jean-Jean**

Elles forment une couche d'environ 12 m d'épaisseur présentant quelques intercalations calcaires, observable au sud-ouest du hameau de Jean-Jean, à 5 km environ au nord-est d'Apt. Ces argiles sont principalement constituées d'illite et de calcite.

#### **• Les argiles intercalées dans les sables glauconieux**

Elles sont de teinte généralement brune et bleue. Les couches les plus importantes ont une épaisseur comprise entre 1 et 3 m. Ces argiles sont constituées d'un mélange de smectite, d'illite et de calcite.

#### **• Les argiles du Maronnier**

De teinte verte, elles présentent de nombreuses intercalations calcaires et sont généralement marneuses. Elles sont constituées d'un mélange de smectite, abondante, associée à de l'illite, avec de fortes teneurs en calcite (10 à 30 %).

#### **• Les argiles du niveau de Pradengue**

Ce sont des argiles indurées, de teinte rouge et bleue, présentant localement des intercalations calcaires ou gréseuses (environs de Pradengue et carrière des Tuileries de la Méditerranée, au nord-est de Viens). Leur composition est kaolino-illitique.

### ***c) Perspectives***

En raison de leurs fortes teneurs en calcite, tous ces niveaux argileux ne présentent pas d'intérêt industriel dans le cadre de notre recherche.

### **7.2.3. Partie orientale du bassin d'Apt-Forcalquier : secteur de Forcalquier**

Les niveaux argileux précédents se poursuivent dans la partie orientale du bassin d'Apt-Forcalquier où ils ont été étudiés aux environs de Vachères, de Limans, Fontienne et Revest-Saint-Martin (cartes géologiques à 1/50 000 de Sault-de-Vaucluse et de Forcalquier). Mais tous les échantillons analysés révèlent de fortes teneurs en carbonate de calcium (10 à 37 %) ôtant tout intérêt à ces argiles pour l'industrie céramique.

### **7.3. BASSINS D'AIX-EN-PROVENCE, DE MARSEILLE, SAINT-ZACHARIE ET BASSINS VAROIS DE RIAN, VINON, MONTMEYAN, FOX-AMPHOUX, SALERNES, AUPS BAUDUEN**

Toutes les formations argileuses de ces bassins ont été échantillonnées et analysées. Dans tous les cas, ces argiles sont composées d'un mélange d'illite, de kaolinite et de smectite associées dans des proportions variables, mais elles présentent toujours des teneurs élevées en carbonate de calcium (généralement 10 à 20 % pouvant atteindre 35 à 40 %).

Elles ne présentent donc pas d'intérêt dans le cadre de notre recherche et correspondent plutôt à des matières premières pour l'industrie des briques et tuiles.

**DEUXIEME PARTIE**

**FORMATIONS ARGILEUSES DU NORD ET  
DU NORD-EST DE LA FRANCE**

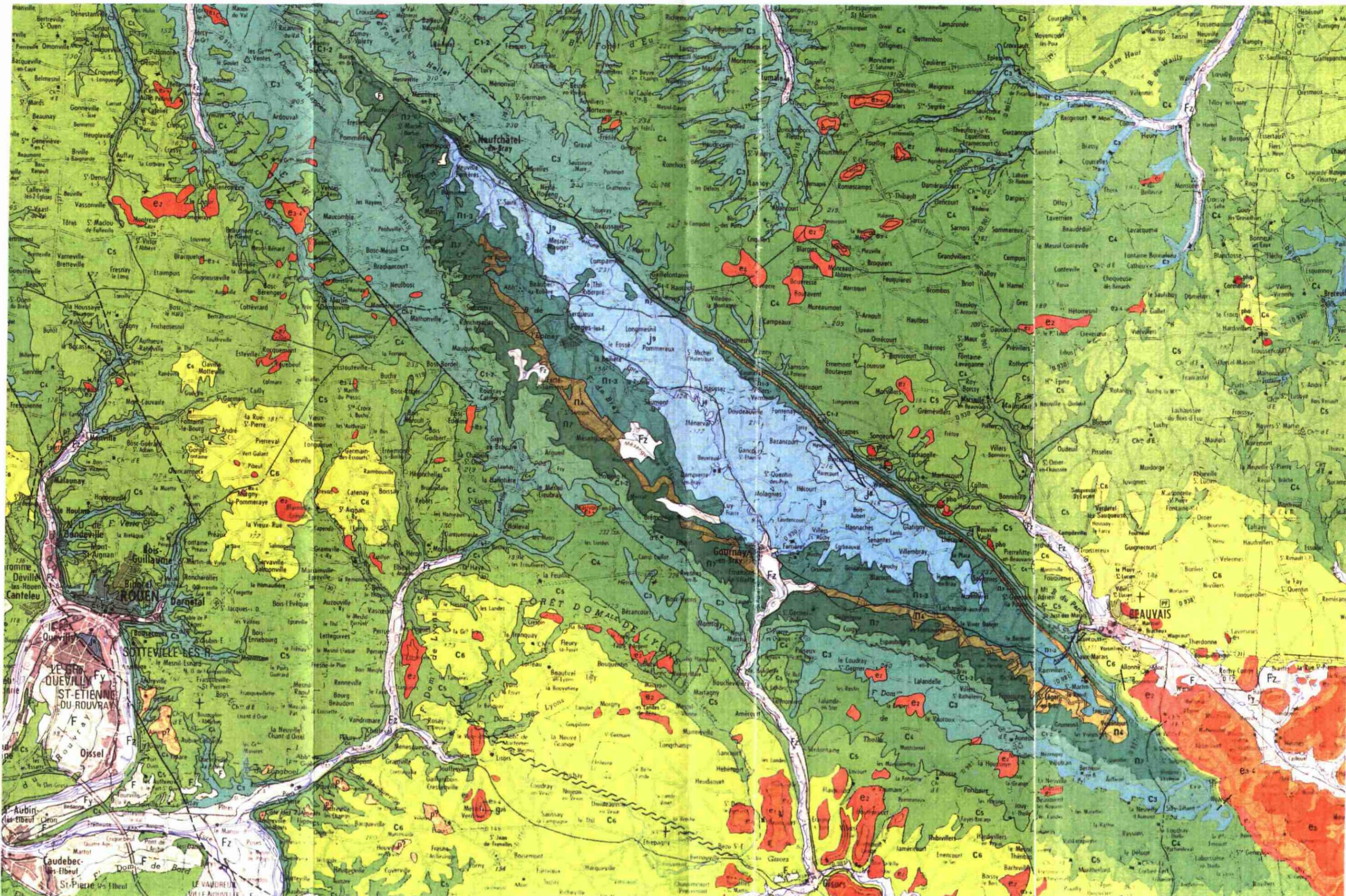


Fig. 28 - Carte géologique de la boutonnière du Pays-de-Bray, d'après les cartes géologiques à 1/250 000 d'Amiens et de Rouen.

# 1. ARGILES KAOLINIQUES DU NEOCOMIEN DU PAYS-DE-BRAY

## 1.1. LOCALISATION - CADRE GEOLOGIQUE

Les argiles néocomiennes (Crétacé inférieur) du Pays-de-Bray affleurent dans la grande boutonnière demi-elliptique de direction NW-SE qui s'étend sur 85 km environ suivant son grand axe, depuis Neufchâtel-en-Bray jusqu'au sud de Beauvais, sur 14 km environ suivant son petit axe. Cette boutonnière, qui intéresse les départements de l'Oise et de la Seine-Maritime, correspond à un pli anticlinal dissymétrique dont le flanc sud-ouest présente des pendages plus faibles (4 à 16°) que le flanc nord-est (20 à 45°).

Dans cet anticlinal fortement érodé, les formations néocomiennes (symbole n1-3 ; figure 28) ceinturent le coeur de ce dernier, constitué de formations jurassiques, et sont elles-mêmes recouvertes par les séries plus récentes du Crétacé inférieur (Barrémien, Albien) et supérieur. En raison de la dissymétrie de cette structure, l'aire d'affleurement des formations néocomiennes est particulièrement importante vers le sud-ouest de la boutonnière (région de Forges-les-Eaux) et le sud-est (entre Gournay-en-Bray et Rainvillers).

## 1.2. RAPPEL DE LA SUCCESSION LITHOSTRATIGRAPHIQUE DU PAYS-DE-BRAY

D'après les cartes géologiques à 1/50 000 de Forges-les-Eaux, Crèvecœur-Le-Grand, Gournay et Beauvais, la succession lithostratigraphique peut être résumée ainsi, de bas en haut (tabl. 4) :

- un ensemble d'argiles noires, de calcaires, de marnes, de sables et de grès datant du Jurassique supérieur, dont l'épaisseur totale peut atteindre plus de 200 m ;
- les formations néocomiennes, encore appelées wealdiennes, correspondent à une puissante unité sablo-argileuse dont l'épaisseur peut varier de 30 à 100 m suivant les endroits. La répartition des différents faciès de cette unité est assez irrégulière d'une extrémité à l'autre de la boutonnière. Dans sa partie sud par exemple, on y distingue de bas en haut :
  - . des argiles grises à noires dans des sables gris,
  - . des sables blancs micacés, avec des passées de sables noirs ligniteux, dans lesquels s'intercalent des niveaux d'argile grise surmontés d'argile bleuâtre,
  - . des sables blanc-gris à ocre, avec des niveaux d'argiles feuilletées brunes ou blanchâtres,
  - . des sables jaunes à ocre, avec une lentille d'argile gris bleuâtre à Savignies,
  - . des sables ocre plus ou moins pyriteux, avec des bancs de grès ferrugineux ;
- les formations barrémiennes sont représentées par les argiles panachées, dont la puissance peut varier de 25 à 40 m. Elles débutent par des argiles sableuses gris-ocre et se poursuivent par des argiles vivement colorées, grises, blanches, rouges, roses, devenant brunes, grises ou bleues vers

Crétacé supérieur	Cénomaniens		Craie glauconieuse
Crétacé inférieur	Albien	Vraconien	argile sableuse - gaize
		Albien supérieur "Gault"	argile gris-noir
		Albien inférieur "Sables verts"	sables quartzeux gris-vert
	Aptien		n'existe peut-être pas
	Barrémien		argile panachée argile sableuse
	Néocomien "Wealdien"	Hauterivien	sables ocre, grès ferrugineux sables jaunes entrecoupés de lits d'argiles gris-noir
Valanginien		sables jaunes à passées d'argiles schisteuses sables blancs à débris argileux argiles grises à noires	
Jurassique supérieur	Portlandien supérieur		sables et grès à Trigonies
			calcaires gris-bleu, marnes sableuses sables et grès calcaires marnes blanchâtres argiles grises
	Portlandien moyen		argiles grises
	Portlandien inférieur		calcaire sublithographique
	Kimméridgien		argiles noires à grises

Tabl. 4 - Echelle stratigraphique simplifiée du Pays-de-Bray.

le sommet. Ces argiles peuvent renfermer localement des lits ou des passées de sable. Vers le sud-est, les argiles brun clair à grises du sommet sont particulièrement développées et peuvent atteindre 10 m d'épaisseur ;

- les formations albiennes, d'une puissance totale de 50 à 80 m, comprennent à la base la formation dite des "Sables verts" (Albien inférieur). Ce sont des sables quartzeux gris-vert, glauconieux, devenant roux par oxydation à l'affleurement. Le sommet (Albien supérieur) est constitué en grande partie d'argiles gris acier à gris verdâtre, compactes (Argiles du Gault). Cette formation débute par des argiles noires passant vers le haut à des argiles grises, qui deviennent de plus en plus sableuses vers le sommet, pour se terminer par des marnes sableuses à glauconie.

La série se termine (Albien terminal = Vraconien) par une formation argilo-sableuse assimilable à la gaize, d'une vingtaine de mètres d'épaisseur, toujours présente sur le flanc sud de l'anticlinal, mais parfois absente sur son flanc nord où elle peut être remplacée par des faciès silteux ;

- vers le haut, la série se poursuit par la craie gris blanchâtre à niveau glauconieux basal du Cénomaniens, puis par la craie marneuse turonienne.

### **1.3. CARACTERISTIQUES DES FORMATIONS ARGILEUSES**

#### **1.3.1. Argiles du Kimméridgien et du Portlandien moyen**

Ces argiles sont composées d'un mélange d'illite et de kaolinite et sont carbonatées. Elles ne présentent donc pas d'intérêt dans le cadre de cette étude.

#### **1.3.2. Argiles panachées du Barrémien**

Elles sont constituées d'illite et de kaolinite, avec un peu de montmorillonite. Elles se présentent sur des épaisseurs de 20 à 40 m sous de très faibles recouvrements. Elles ont fait l'objet de nombreuses exploitations en carrières pour la fabrication de poteries et de tuiles, dont plusieurs sont en activité, notamment celle de Saint-Germer-de-Fly. Ce sont des argiles aptes à la fabrication de produits rouges (argiles à tuiles), mais qui ne conviennent pas pour la fabrication de carreaux céramiques à pâte claire.

#### **1.3.3. Argiles du Gault**

Elles sont essentiellement constituées de montmorillonite à laquelle s'ajoutent de la kaolinite et de l'illite. Elles forment une couche continue de 15 à 25 m d'épaisseur pouvant atteindre localement 50 m. Elles étaient peu utilisées par les anciens, si ce n'est comme appoint aux "argiles à pots" de la partie supérieure du Néocomien (Hauterivien). Elles sont plus intensivement exploitées de nos jours pour la fabrication de tuiles et de poteries, pour laquelle elles sont mélangées à l'argile barrémienne.

#### **1.3.4. Argiles néocomiennes**

**Ces argiles méritent une mention spéciale car elles cuisent généralement clair.**

Les lentilles argileuses du Néocomien étaient autrefois exploitées par puits et galeries ou en carrières pour la confection de produits réfractaires (creusets), de grès, de faïence, de produits sanitaires et de poteries ("argiles réfractaires" et "argiles à pots"). D'anciennes analyses donnent des teneurs en alumine comprises entre 22 et 32 %.

Dans le cadre d'un projet "Vallée de la Céramique", l'inventaire et l'étude des gisements d'argiles situés dans la partie du Pays-de-Bray correspondant au département de l'Oise ont été effectués par le BRGM en 1985-1986, pour le compte du Conseil Général de l'Oise. Cette étude a fait l'objet du rapport BRGM 86 SGN 333 PIC, de R. Mouron et P. Le Berre.

Après l'examen de toutes les données existantes, la visite et l'échantillonnage de nombreux sites et la réalisation d'analyses en laboratoire, cette étude a été plus particulièrement orientée sur les argiles néocomiennes. Sur sept sites, celles-ci ont fait l'objet de sondages de reconnaissance et d'une série d'analyses et de tests de cuisson en laboratoire. Les résultats de ces travaux peuvent être résumés comme suit.

Les sondages ont confirmé l'allure lenticulaire des niveaux argileux dans les sables néocomiens, sous un recouvrement de plusieurs mètres de sables.

L'épaisseur des couches argileuses est assez variable d'une couche à l'autre et d'un site à l'autre ; elle est généralement comprise entre 2 et 6,7 m.

Les argiles peuvent être blanchâtres, grises, bleues ou violacées, mais elles sont fréquemment noires. Elles sont parfois un peu sableuses (assez fort pourcentage en sable inférieur à 63  $\mu\text{m}$ ) et généralement peu carbonatées (1 à 3 % de carbonate de calcium), sauf dans quelques niveaux où cette teneur peut atteindre 20 à 30 %.

Ces argiles sont essentiellement constituées de kaolinite (30 à 60 %), de quartz (30 à 50 %) et d'illite (0 à 20 %), avec une faible teneur en smectite.

A la cuisson, ces argiles donnent généralement des produits de teinte claire (blanc crème, jaune verdâtre à blanc rosâtre), même les argiles naturellement grises ou noires. Celles-ci sont donc apparemment comparables aux "ball clays" de Grande-Bretagne.

Sous réserve d'essais technologiques, ces argiles seraient susceptibles de convenir pour la fabrication des carreaux céramiques (faïences et grès).

Parmi les sept sites étudiés en 1985-1986, quatre avaient été finalement reconnus favorables à la production d'argile pour la fabrication de ces types de produits, à partir de critères géologiques (épaisseur des niveaux argileux, faible recouvrement) et de la qualité des argiles (faibles teneurs en sable et en carbonate de calcium, produits cuits de teinte claire), mais en dehors de toute notion de volumes d'argiles exploitables qu'il reste à vérifier. Ces quatre sites sont les suivants (fig. 29) :

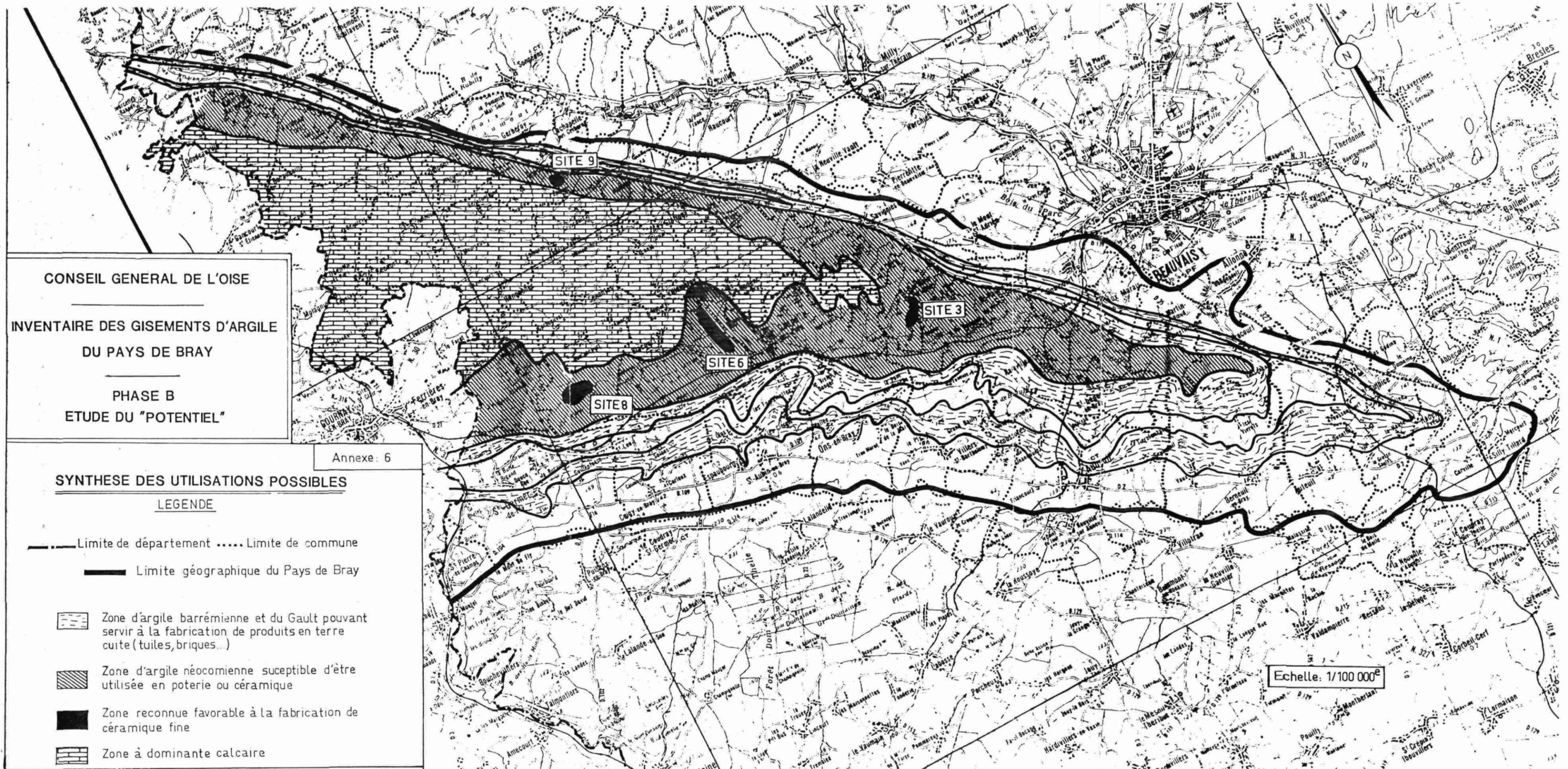
- site n° 3 : Bois de Soavre, commune de Saint-Germain-La-Poterie ;
- site n° 6 : Bois d'Avelon, commune de Blacourt ;
- site n° 8 : Les Sablons, commune de Senantes ;
- site n° 9 : Les Coutumes, commune de Wambez.

On peut d'ailleurs noter que la seule carrière en activité dans les argiles néocomiennes de l'Oise fournit une argile utilisée pour la fabrication de carrelage.

#### **1.4. PERSPECTIVES**

Les niveaux argileux situés dans les formations kimméridgiennes et portlandiennes, les argiles panachées du Barrémien et les Argiles du Gault de l'Albien ne semblent convenir qu'à la fabrication de produits rouges de terre cuite. Ils ne présentent donc pas d'intérêt dans le cadre de cette recherche.

En revanche, les argiles du Néocomien pourraient constituer une cible intéressante pour la fabrication de carreaux céramiques et éventuellement de produits sanitaires. Bien que ces niveaux argileux soient assez peu épais (2 à 6,7 m) et disposés en lentilles dont la répartition n'est pas constante au sein de la série sableuse, ils pourraient faire l'objet d'une prospection plus systématique par sondages, tant dans la partie située dans le département de la Seine-Maritime que dans celle située dans le département de l'Oise, en dehors des quelques sites déjà reconnus, pour vérifier l'existence de réserves suffisantes en argiles de bonne qualité.



CONSEIL GENERAL DE L'OISE  
 INVENTAIRE DES GISEMENTS D'ARGILE  
 DU PAYS DE BRAY  
 PHASE B  
 ETUDE DU "POTENTIEL"

Annexe: 6

SYNTHESE DES UTILISATIONS POSSIBLES  
 LEGENDE

- Limite de département ..... Limite de commune
- Limite géographique du Pays de Bray
- Zone d'argile barrémienne et du Gault pouvant servir à la fabrication de produits en terre cuite (tuiles, briques...)
- Zone d'argile néocomienne susceptible d'être utilisée en poterie ou céramique
- Zone reconnue favorable à la fabrication de céramique fine
- Zone à dominante calcaire

Fig. 29 - Situation des sites d'argiles néocomiennes reconnus favorables à la fabrication de céramique fine dans la partie orientale du Pays-de-Bray, d'après R. Mouron et P. Le Berre (1986).



## 2. ARGILES WEALDIENNES DE LA BOUTONNIERE DU BOULONNAIS (PAS-DE-CALAIS)

### 2.1. LOCALISATION - CADRE GEOLOGIQUE

A la faveur de la grande boutonnière d'érosion ouverte dans les formations du Crétacé du Boulonnais (département du Pas-de-Calais), les formations jurassiques et même celles du Paléozoïque ont été mises à nu au cœur de cette structure, tandis que les formations du Crétacé inférieur (Wealdien, Aptien et Albien) sont visibles à l'affleurement au pied des lèvres de cette boutonnière ou en lambeaux plus ou moins étendus au fond de la dépression.

En particulier, les formations wealdiennes (symbole n<sub>3</sub> sur la figure 30) forment un niveau continu ceinturant les formations jurassiques, depuis Lottinghen à l'est jusqu'au nord et au sud de Boulogne-sur-mer. Elles reposent en discordance marquée sur les assises du Jurassique moyen et supérieur, tantôt sur les formations marno-calcaires du Callovien et de l'Oxfordien, vers l'est, tantôt sur les formations marno-calcaires et sablo-gréseuses du Kimméridgien ou du Portlandien, dans la région de Boulogne-sur-mer.

Elles sont recouvertes par les sables verts glauconieux de l'Aptien et de l'Albien inférieur et par les "Argiles du Gault" de l'Albien supérieur.

### 2.2. LITHOLOGIE DES FORMATIONS WEALDIENNES ET CARACTERISTIQUES DES ARGILES

Les formations wealdiennes, d'origine continentale, ont une épaisseur de 0 à 20 m. Elles correspondent à des remplissages de poches ou dépressions, creusées dans le substratum. Généralement, il s'agit d'argiles se présentant en intercalations, souvent lenticulaires, au sein de dépôts variés : sables grossiers parfois graveleux, sables argileux blancs extrêmement fins avec des lignites, localement grès ferrugineux.

Les argiles peuvent être bigarrées grises et jaunes, à concrétions de limonite (Terlincthun), grises et noires ligniteuses (Honvaut), et surtout rouges ou bariolées rouge et crème à cristaux de sidérose. Elles sont bien développées à Longueville où elles étaient exploitées pour poteries et réfractaires.

A titre indicatif, nous donnons ci-après la coupe observée à la carrière d'argile wealdienne de Longueville :

0 à 0,20 m - terre végétale

0,20 à 0,50 m - argile sableuse avec quartz plurimillimétriques

0,50 à 4,00 m - argile sableuse stratifiée avec plaquettes de grès ferrugineux

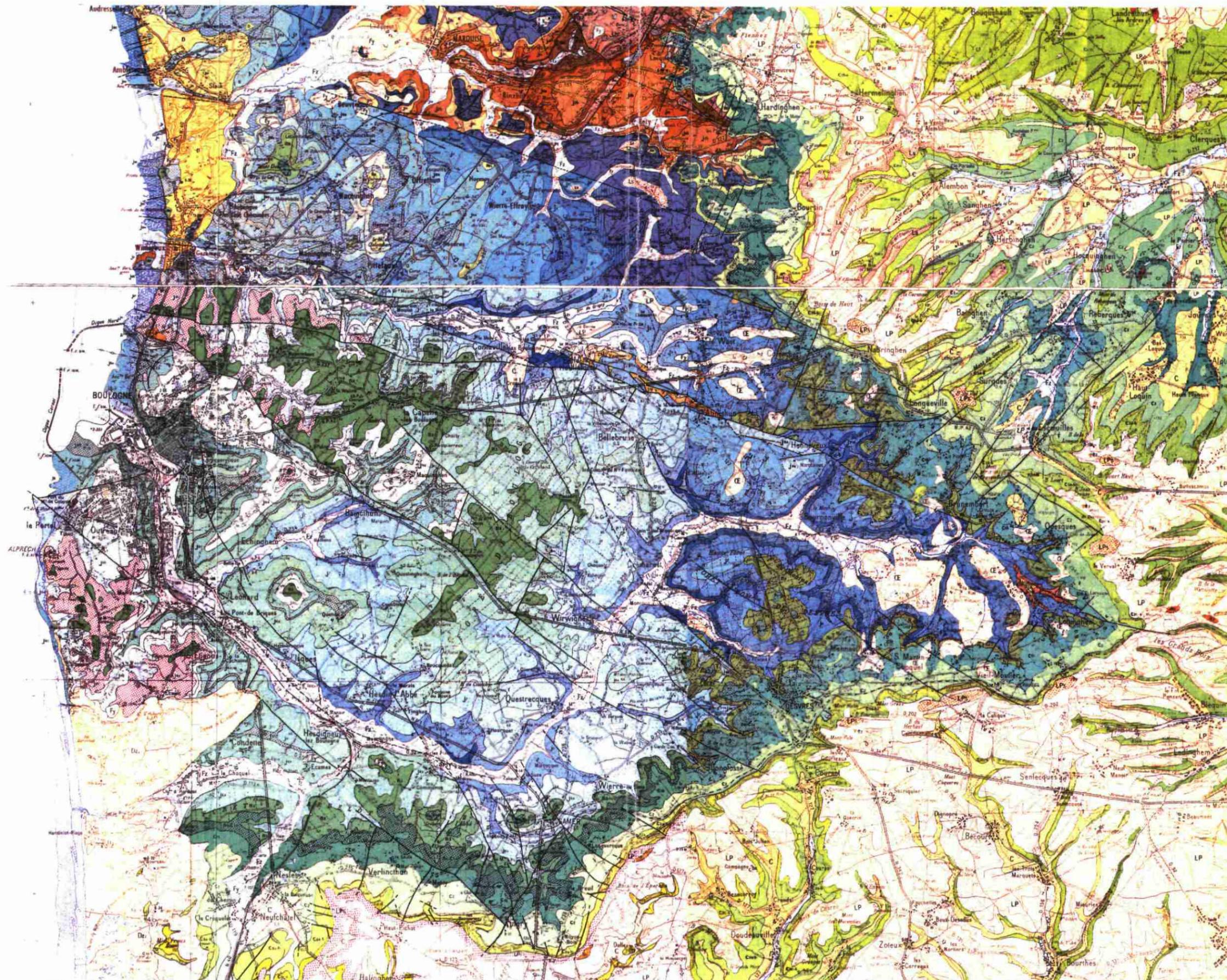


Fig. 30 - Carte géologique à 1/100 000 de la boutonnière du Boulonnais, d'après les cartes géologiques à 1/50 000 de Marquise, Guines, Boulogne-sur-Mer et Desvres.

4,00 à 5,50 m - argile et sable en petits lits avec passages ligniteux et rognons de pyrite à la base

5,50 à 7,50 m - argiles bariolées grises et rouges avec fentes de retrait tapissées de limonite jaune

7,50 à 13,50 m (6 m visibles) - argiles bariolées rouges et bleutées, avec quelques fentes tapissées de limonite.

Aucun renseignement relatif à la composition minéralogique (probablement kaolinique) et chimique de ces argiles ou à leur comportement à la cuisson n'a été recueilli.

### **2.3. PERSPECTIVES**

Bien que l'on ne dispose que de peu d'informations sur ces argiles et que leur mode de gisement en niveaux lenticulaires nécessite une prospection systématique détaillée, quelques tests de contrôle, notamment des essais de cuisson, pourraient être réalisés sur des échantillons prélevés dans la région de Longueville, là où ces argiles sont particulièrement développées.

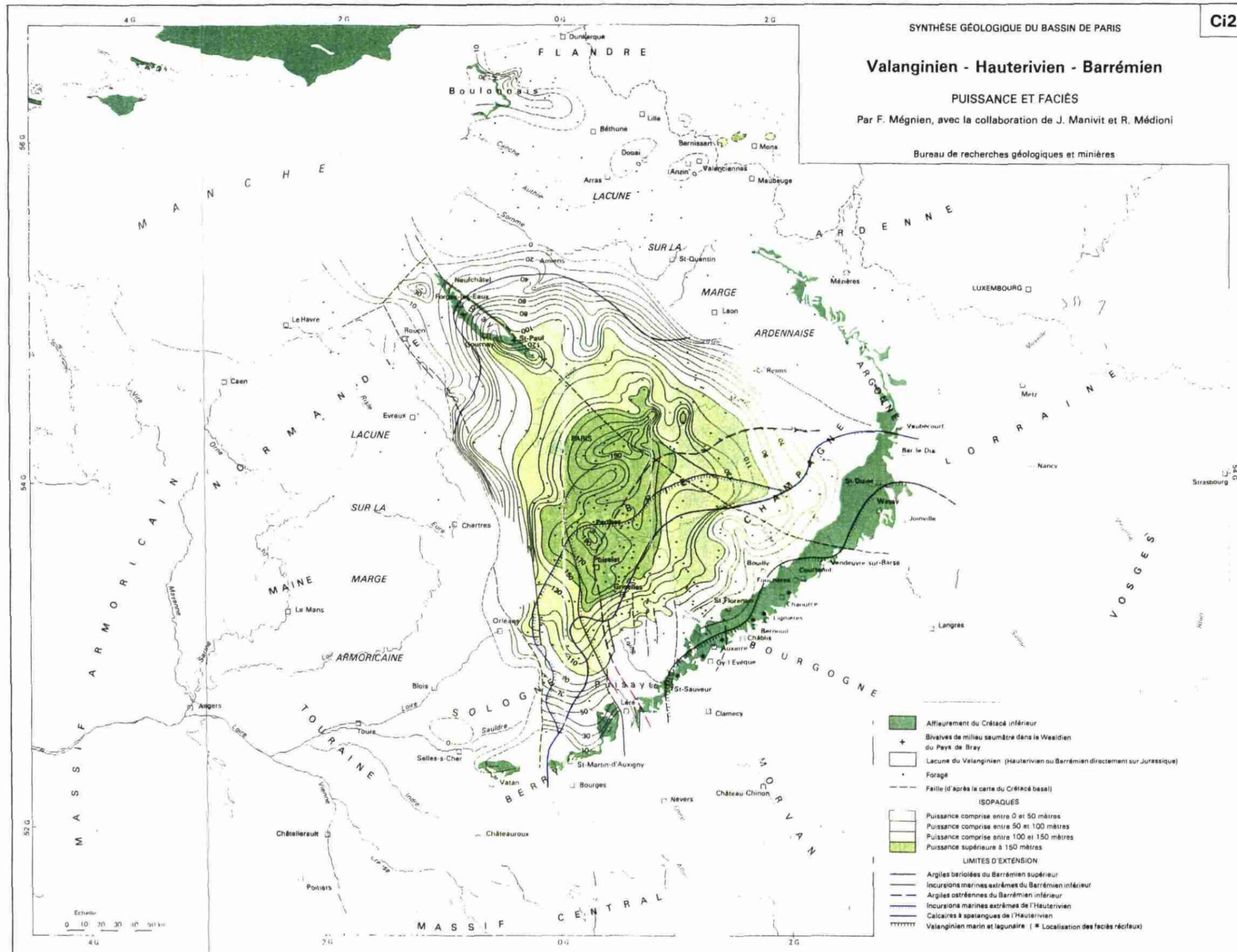


Fig. 31 - Aire d'affleurement des formations de base du Crétacé inférieur (Valanginien - Hauterivien - Barrémien).

### **3. ARGILES DU BARRÉMIEN SUPÉRIEUR DE LA BORDURE ORIENTALE DU BASSIN DE PARIS**

#### **3.1. LOCALISATION - CADRE GÉOLOGIQUE**

Les formations barrémiennes (Crétacé inférieur) sont visibles à l'affleurement suivant une grande auréole qui ceinture le sud-est, l'est et le nord-est du Bassin de Paris (fig. 31). Dans la bordure sud, sud-est et est du bassin, le Barrémien affleure d'abord d'une façon discontinue dans le Berry et le Sancerrois, puis plus largement en Puisaye (cartes géologiques à 1/50 000 de Clamecy, Courson-les-Carières et Auxerre). A l'est, le Barrémien affleure de façon continue depuis les vallées de l'Armançon et du Serein jusqu'aux approches de l'Argonne où il disparaît rapidement. En bordure des Ardennes, on ne le retrouve plus que sporadiquement.

Vers l'extérieur de cette auréole, ces formations barrémiennes recouvrent les assises de base du Crétacé (Valanginien et Hauterivien), mameuses, sableuses et calcaires, et les formations calcaires du Jurassique, tandis que vers le cœur du bassin elles sont recouvertes par les formations sableuses, argileuses et mameuses de l'Aptien et de l'Albien.

#### **3.2. SUCCESSION LITHOSTRATIGRAPHIQUE ET VARIATIONS LATÉRALES DE FACIES**

##### **3.2.1. Barrémien inférieur**

D'une manière générale, le Barrémien inférieur est représenté par les "Argiles ostréennes". Dans l'Aube et l'Yonne, on peut subdiviser cette formation en deux ensembles lithologiques peu différenciés :

- à la base, des calcaires ou marmo-calcaires silteux roux, séparés par des marnes grises, blanchâtres, jaunes ou brunes, renfermant localement des cristaux de gypse ;
- au sommet, des bancs de calcaires lumachelliques séparés par des marnes grises, bleu clair à beiges.

Dans la Haute-Marne (carte géologique de Saint-Dizier à 1/50 000), les Argiles ostréennes sont constituées d'argilites et de marnes grisâtres à gros cristaux de gypse, avec des bancs de calcaires argileux grisâtres.

Dans la Meuse (carte géologique de Vaubécourt à 1/50 000), le Barrémien inférieur se présente sous forme d'argiles noires plastiques à oolithes ferrugineuses, avec quelques intercalations de marnes beiges.

D'une façon générale, toutes les formations du Barrémien inférieur sont plus ou moins carbonatées, donc inaptées à une utilisation en céramique fine.

### 3.2.2. Barrémien supérieur

Dans l'Yonne et dans l'Aube, le Barrémien supérieur est représenté par des alternances de niveaux sableux et argileux panachés, à variation rapide de faciès. L'épaisseur totale peut varier de 10 à 25 m. Localement (feuille Bar-sur-Seine à 1/50 000), on observe à la partie supérieure de la formation une mince couche de minerai de fer oolithique.

Les sables sont siliceux, plus ou moins argileux, blancs ou colorés en jaune ou ocre par les oxydes de fer. Ils sont parfois consolidés en grès tendres contenant fréquemment des nodules et plaquettes ferrugineux. Les argiles sont quelquefois très pures, blanches, mais le plus souvent très vivement et diversement colorées (gris, ocre, vermillon, lie-de-vin, vert, jaune).

Dans la Haute-Marne et dans la Marne, le Barrémien supérieur présente la succession suivante de bas en haut :

- des sables et grès colorés jaune-rouge ou blanc, plus ou moins ferrugineux ("sables et grès piquetés"), d'une épaisseur de quelques mètres ;
- une argile rose marbrée de blanc, d'une épaisseur de 3 à 5 m (argile réfractaire). L'argile est ocre et blanche et faiblement sableuse à la base ; elle est rouge et blanche au sommet, avec enrichissement en concrétions ferrugineuses ;
- un niveau de minerai de fer oolithique de 1 m d'épaisseur, que l'on ne rencontre que sporadiquement.

### 3.3. CARACTERISTIQUES DES ARGILES DU BARREMIEN SUPERIEUR

A titre indicatif, une argile rose marbrée du Barrémien supérieur de la Haute-Marne a donné la composition minéralogique suivante, sur la phase argileuse inférieure à  $2 \mu\text{m}$  :  $6/10$  d'illite et  $4/10$  de kaolinite.

D'une façon générale, les argiles du Barrémien supérieur ont été exploitées pour alimenter de nombreuses poteries, tuileries et briqueteries. Les niveaux argileux les plus purs (probablement à kaolinite dominante) étaient utilisés pour l'industrie des porcelaines et des réfractaires. Mais actuellement, on ne dispose pas d'autre information sur les caractéristiques et les propriétés de ces argiles, telles que teneur en carbonate de calcium, en fer, couleur à la cuisson...

### 3.4. PERSPECTIVES

Dans l'état actuel des connaissances de ces argiles, il semble qu'elles puissent constituer une cible intéressante dans le cadre de cette étude, en raison de leur grande extension, de leur épaisseur (en moyenne 3 à 5 m, peut-être davantage localement), de leur nature minéralogique à kaolinite abondante) et de leurs anciennes utilisations (notamment pour porcelaines à partir des niveaux les plus purs). Leur prospection devrait être envisagée dans les régions où les formations du Barrémien supérieur affleurent largement ou présentent un faible recouvrement.

C'est le cas, par exemple, dans la partie sud du département de l'Aube et le nord de l'Yonne, dans une région comprise entre les localités de Vendœuvre-sur-Barse au nord, et Lignières au sud (cf. fig. 31), où le Barrémien supérieur affleure selon une bande orientée NE-SW de plusieurs dizaines de kilomètres de longueur, sur environ 6 à 8 km de largeur. Mais dans cette région, la localisation et l'épaisseur des niveaux d'argile semblent assez irrégulières, donc difficiles à prospector au sein des autres formations sableuses du Barrémien supérieur.

Il semble donc préférable de commencer par une région située plus au nord-est, localisée essentiellement dans le département de la Haute-Marne, entre Saint-Dizier au nord et Vernonvilliers au sud, notamment au nord et au sud de Wassy, où le niveau d'argile kaolino-illitique, d'une épaisseur de 3 à 5 m, semble présenter une position plus régulière dans l'unité du Barrémien supérieur.

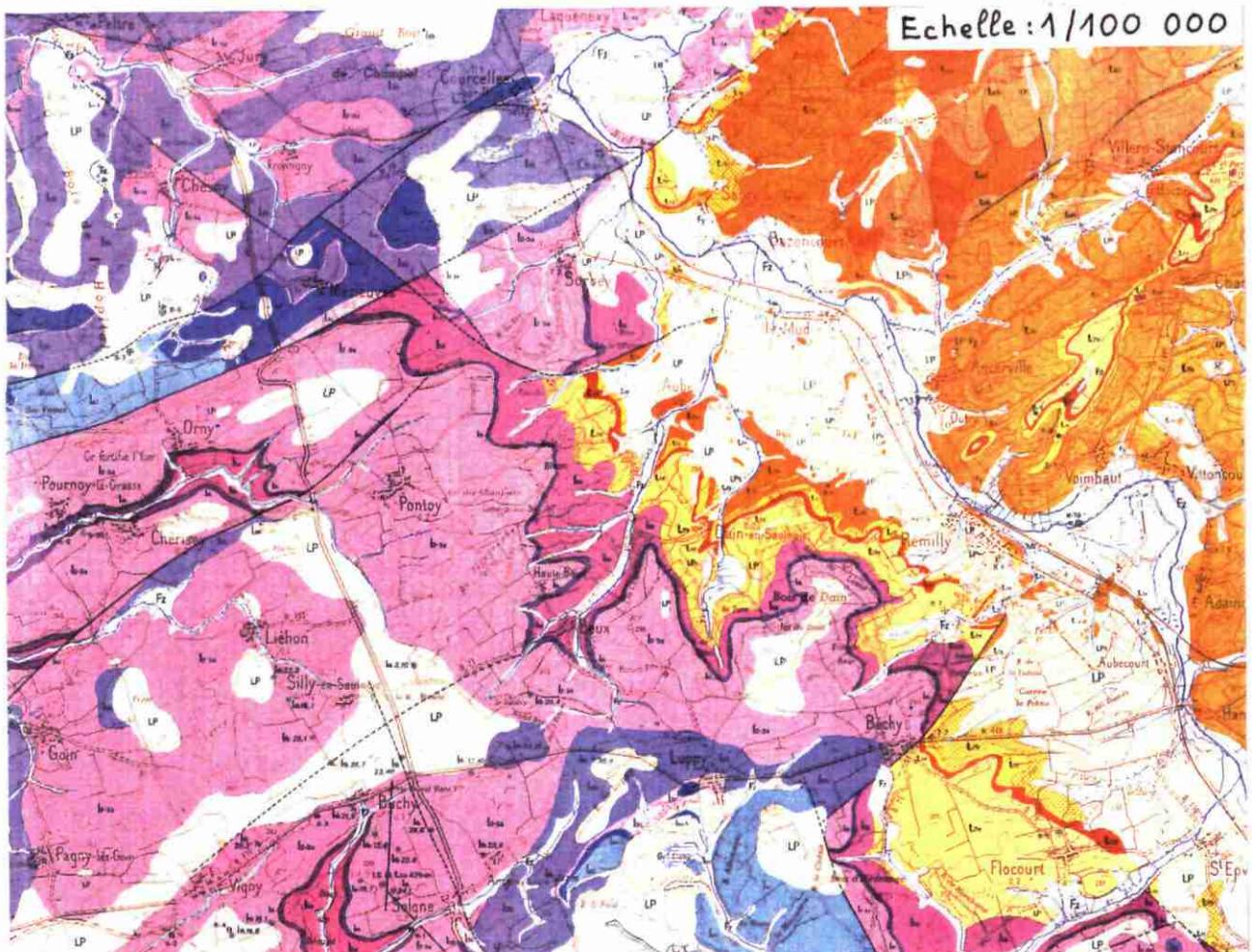


Fig. 32 - Situation des argiles de Levallois dans la région de Remilly, d'après la carte géologique à 1/50 000 de Metz.

## **4. ARGILES DE LEVALLOIS DU RHETIEN SUPERIEUR DE LA LORRAINE**

### **4.1. LOCALISATION - CADRE GEOLOGIQUE**

Les argiles de Levallois du Rhétien supérieur (Trias terminal) forment un niveau continu depuis le nord de Thionville jusqu'au sud de Metz (symbole 11b sur les cartes). On peut les suivre en particulier le long de la vallée de la Canner, à l'est de Thionville, dans la vallée de la Nied (région de Courcelles, Chaussy et Pange), ainsi qu'au sud-est de Metz (entre Verny et Rémilly, fig. 32).

Cette assise argileuse recouvre le "Grès infra-liasique" ou grès rhétien : complexe irrégulier d'argiles finement sablo-micacées et feuilletées (pélites), de grès tendres ou de sables, avec des niveaux de conglomérats.

Vers le haut, les argiles de Levallois sont recouvertes par les assises calcaires et marneuses du Lias inférieur (Hettangien - Sinémurien).

### **4.2. CARACTERISTIQUES DES ARGILES DE LEVALLOIS**

L'assise argileuse forme un niveau continu d'une épaisseur de 8 à 10 m dans la région de Metz, passant à 5 - 7 m dans la vallée de la Canner, puis à 4 - 7 m dans la région de Thionville. Ce sont des argiles versicolores, rose vif, rouge lie-de-vin à brun-rouge, parfois avec une bande gris bleuâtre et jaune au sommet.

### **4.3. PERSPECTIVES**

Bien que l'on ne dispose pas d'information sur la nature minéralogique, la composition chimique et le comportement à la cuisson de ces argiles, leur épaisseur et leur grande extension peuvent justifier leur échantillonnage dans plusieurs zones (par exemple, région de Rémilly et vallée de la Canner). L'exécution de quelques analyses et tests de caractérisation permettra de vérifier si elles correspondent aux matériaux recherchés.

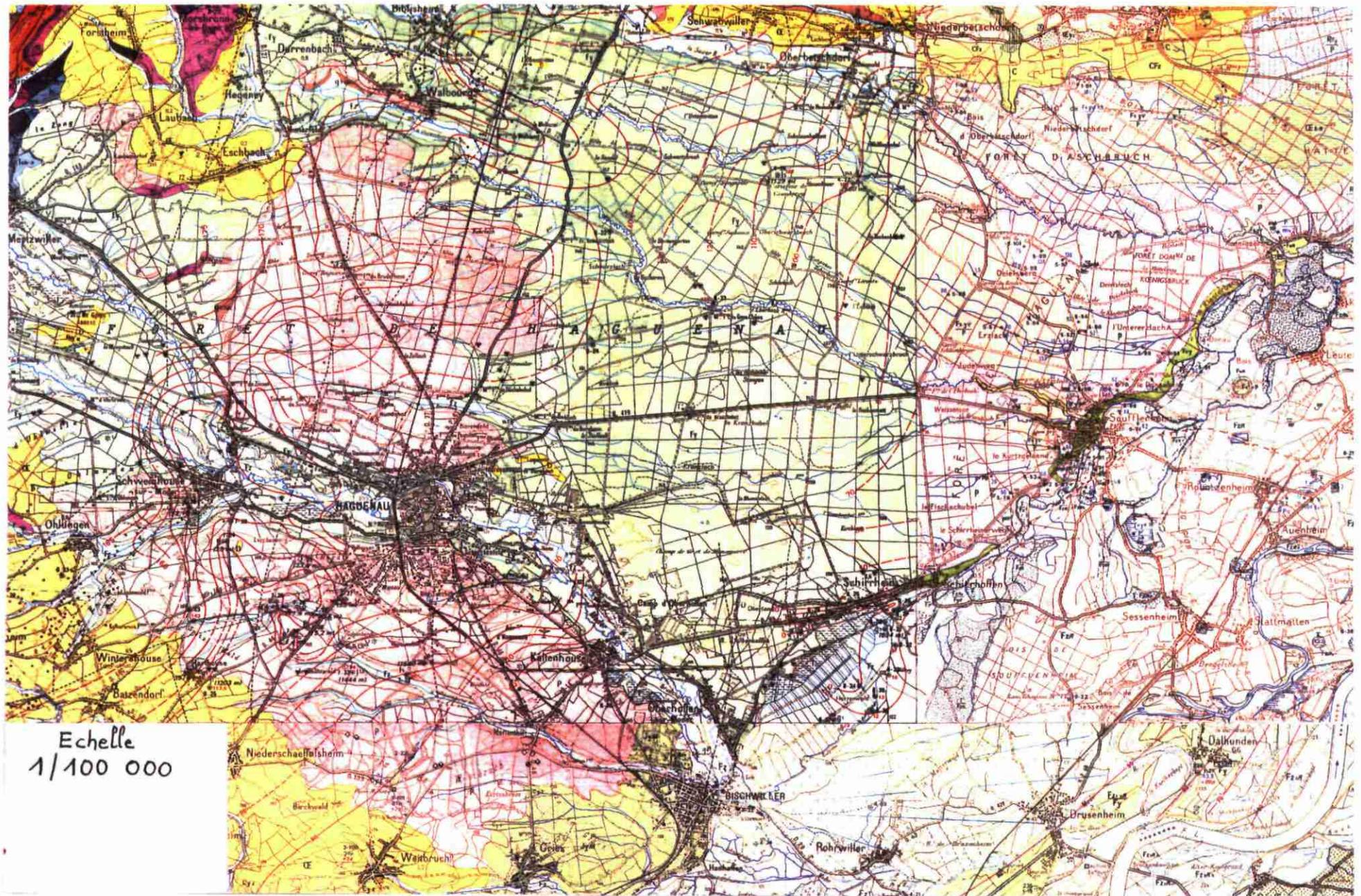


Fig. 33 - Carte géologique du bassin pliocène d'Haguenau (Bas-Rhin) à 1/100 000, d'après les cartes géologiques à 1/50 000 de Haguenau, Seltz - Wissembourg et Brumath - Drusenheim.

## 5. ARGILES KAOLINIQUES DU BASSIN PLIOCENE D'HAGUENAU (BAS-RHIN)

### 5.1. LOCALISATION - CADRE GEOLOGIQUE

Le bassin pliocène d'Haguenau est situé dans la partie nord de la plaine alsacienne et s'étend au nord et au sud de la ville d'Haguenau, sur une distance d'environ 15 km, de Walbourg à Gries (fig. 33). Sa largeur est d'au moins 7 km dans la région d'Haguenau où il est plus ou moins recouvert vers l'est par les alluvions anciennes de la plaine du Rhin. Mais les formations pliocènes de ce bassin réapparaissent vers l'est jusqu'aux environs de Soufflenheim.

D'après les cartes géologiques à 1/50 000 de Haguenau, Seltz - Wissembourg et Brumath - Drusenheim, ce bassin pliocène est essentiellement constitué d'assises lenticulaires de sables et d'argiles déposées dans des chenaux fluviaux et des cuvettes marécageuses. Leur épaisseur est plus importante à l'est d'une ligne Haguenau - Niederbetschdorf (20 à 90 m), ainsi que dans un étroit chenal de direction NW-SE à Schweighouse-sur-Moder, immédiatement à l'ouest de Haguenau.

### 5.2. CARACTERISTIQUES DES ARGILES

Les argiles se rencontrent en lentilles dans les formations sableuses, sur des épaisseurs de l'ordre de 0,20 à 3 m dans la région d'Haguenau, peut-être plus importantes vers l'est. Elles sont essentiellement constituées de kaolinite à laquelle sont associées des quantités variables d'illite, de smectites et d'interstratifiés irréguliers illite-smectite.

Ces argiles sont exploitées au sud d'Oberbetschdorf, près de la maison forestière de Heuscheuer, pour la fabrication artisanale des poteries de Betschdorf, ainsi qu'à Soufflenheim pour la fabrication de poteries et de produits réfractaires.

A titre indicatif, la composition chimique de l'argile extraite aux environs de Soufflenheim est la suivante :

SiO <sub>2</sub>	:	72 %
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	:	20 %
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	:	3 %
CaO	:	1 %
TiO <sub>2</sub>	:	2 %
Impuretés	:	2 %

### 5.3. PERSPECTIVES

Les caractéristiques de ces argiles semblent correspondre assez bien à celles des matériaux argileux utilisés dans l'industrie du carreau céramique (composition minéralogique et chimique). Sous réserve d'analyses et de tests de contrôle à partir des lentilles argileuses actuellement accessibles, une prospection détaillée de ce grand bassin pliocène permettrait peut-être de mettre en évidence des lentilles de plus forte épaisseur renfermant des réserves suffisantes pour justifier une exploitation industrielle.



## CONCLUSION

Bien que la grande majorité des ressources en formations argileuses, dans les régions concernées par cette étude bibliographique, ne conviennent pas à la fabrication des carreaux céramiques à pâte claire, parce qu'elles sont généralement trop sableuses, trop ferrugineuses ou trop carbonatées, quelques-unes semblent néanmoins présenter de l'intérêt à des degrés divers et justifient des analyses et des tests de cuisson de contrôle.

Dans le Bassin rhodanien et le Sud-Est de la France, les cibles favorables peuvent être classées comme suit, par ordre d'intérêt décroissant, dans l'état actuel des connaissances :

- les argiles kaoliniques du bassin d'Uzès, aux extrémités occidentale et orientale du synclinal de l'Uzège (zones de la Boscarasse et de Rouziganet - Mas Cavalier), où les réserves potentielles semblent encore importantes et, dans une moindre mesure, les argiles kaoliniques des petits gisements de Plamangeon (à l'ouest de Serviers - Labaume) et de Fontcouverte, dans la partie occidentale du synclinal de l'Uzège, ainsi que la zone de Saint-Laurent-la-Vernède, dans le synclinal de la Tave, et celles des Opiats et de Saint-André-d'Olérargues, dans la partie sud-ouest du bassin de Bagnols-sur-Cèze, semblent présenter le plus d'intérêt ;
- les argiles kaoliniques des bassins de Bollène, de Vallon-Pont-d'Arc, de Dieulefit et de la région de Valréas présentent peut être un intérêt, bien que l'on ne dispose que de peu d'informations à leur sujet ;
- les argiles smectiques méritent une place à part, car elles sont peu utilisées dans l'industrie céramique et n'ont pas été testées pour une telle utilisation. Néanmoins, celles des bassins du Malzieu et de Saint-Alban-sur-Limagnole (Lozère) semblent présenter un réel intérêt en raison de leur pureté et de leurs caractéristiques qui permettent d'envisager leur utilisation en forage et travaux publics. En revanche, celles du bassin de Mormoiron (Vaucluse) et surtout celles du bassin d'Apt-Forcailquier (Vaucluse et Alpes-de-Haute-Provence) sont moins pures ou offrent peu de réserves exploitables dans des conditions économiques.

Dans le Nord et le Nord-Est de la France, hormis les argiles du bassin de Provins, déjà exploitées pour l'industrie céramique (carreaux et sanitaires), quelques ressources potentielles semblent exister :

- les argiles kaoliniques du Pays-de-Bray constituent la cible la plus intéressante, en raison de la coloration claire des produits cuits. Quelques zones favorables ont été identifiées dans le département de l'Oise. D'autres peuvent exister en Seine-Maritime ;
- les argiles wealdiennes du Boulonnais (Pas-de-Calais), équivalentes aux précédentes, sont peut-être moins favorables (teneur en fer à vérifier), mais trop peu d'informations ont été recueillies pour justifier leur rejet ;
- les argiles kaoliniques du bassin d'Haguenau ont une composition chimique favorable et sont toujours exploitées pour la fabrication de poteries et de produits réfractaires. Mais les lentilles actuellement connues sont de faible épaisseur ;

- les niveaux les plus purs des argiles illitiques et kaoliniques du Barrémien supérieur de la bordure orientale du Bassin de Paris ont été utilisés autrefois pour l'industrie des porcelaines et des réfractaires. Cette information, jointe à la grande extension de la formation et à son épaisseur moyenne de 3 à 5 m, justifient l'exécution de quelques tests pour la fabrication de carreaux céramiques, à partir d'échantillons qui pourraient être prélevés entre Saint-Dizier et Vernonvilliers (Haute-Marne) ou entre Vendeuvre-sur-Barse (Aube) et Lignières (Yonne) ;
- quoique l'on ne dispose pas d'information sur les caractéristiques des argiles de Levallois, qui présentent une grande extension en Lorraine et une épaisseur de 8 à 10 m dans la région de Metz, quelques analyses et tests de cuisson permettraient de juger de leur intérêt pour l'industrie céramique.