

La bauxite et sa recherche dans les zones de tectonique complexe Quelques exemples varois

P. LEMPERIÈRE

Dans le midi de la France, la bauxite a dès le début du siècle été exploitée en affleurement puis par des travaux souterrains peu profonds d'extension réduite.

Ce n'est qu'après la guerre que l'exploitation systématique par sondages des synclinaux minéralisés a été entreprise. Elle a abouti à la reconnaissance puis à l'exploitation de gîtes lenticulaires à l'aval des affleurements dans les zones synclinales ou les bassins crétacés de Provence et du Languedoc, à ciel ouvert d'abord puis de plus en plus en souterrain.

Ces régions géologiquement simples explorées jusqu'à une profondeur raisonnable, on s'est alors tourné vers la reconnaissance de sites tectoniquement complexes où la bauxite ne se présente plus entre son mur jurassique et son toit crétacé, mais sous forme d'écaillles intra-jurassiques ou bien en position inverse.

Les deux exemples que nous donnons sont situés dans le Var :

1) Zone synclinale Nord: région de Vins - Lac de Carcès. Ce vaste synclinal présente un flanc sud normal, à pendage nord, et un contact jurassique-crétacé jalonné d'une façon discontinue par la bauxite.

Le flanc nord, par rupture d'une flexure (poussée tangentielle nord-sud) est limité par un contact anormal à pendage nord, avec superposition d'une série plissée jurassique sur la série crétacée.

Les sondages ont été implantés dans le Crétacé, puis dans le Jurassique chevauchant.

2) Synclinal de Pélicon-Fontlade: cette unité géologique à l'est de Brignoles peut être schématisée comme un bassin crétacé écrasé et chevauché par le déversement de direction sud-nord d'un anticlinal à cœur triasique. Ce mouvement également d'âge alpin fait apparaître un contact anormal redressé. La bauxite du flanc sud a été entraînée sous la masse chevauchante et ces amas tectoniques ont été reconnus par sondages jusque sous le cœur triasique de l'anticlinal.

1. POSITION GÉOGRAPHIQUE ET STRATIGRAPHIQUE DES BAUXITES PROVENÇALES

Les bauxites apparaissent en Provence dans une série de bassins ou de synclinaux d'importance très variable, ne dépassant pas le méridien de Draguignan à l'est, et la Durance et son affluent le Verdon au nord (zone de l'isthme durancien).

Leur substratum karstique est constitué de dolomies, de calcaires cryptocristallins ou bioclastiques du jurassique moyen à supérieur: région de Brignoles, Sainte-Baume, Nord

Varois; ou de calcaires argileux (Hauterivien) ou bioclastiques (Urgonien) d'âge Crétacé inférieur, notamment près de Toulon, à Allauch (nord-est de Marseille) et aux Baux de Provence.

Le toit, Crétacé supérieur, est de plus en plus récent vers le nord en même temps que le faciès, marin au sud, est essentiellement lacustre ou continental au nord.

2. ÉVOLUTION PALÉOGÉOGRAPHIQUE DE LA PROVENCE

A l'ère secondaire, et jusqu'au Crétacé inférieur, la Provence peut être considérée comme la bordure méridionale de la mer alpine, caractérisée à partir du Jurassique moyen par des faciès carbonatés épicontinentaux ou récifaux (calcaires bioclastiques à encrines du bathonien près de Brignoles — tithonique récifal des gorges du Verdon — Crétacé inférieur à faciès « urgonien » dont les falaises, telle la Sainte-Baume, forment les sites les plus pittoresques de la Provence).

Durant le Crétacé inférieur des mouvements orogéniques vont amener la surrection puis l'émersion de l'isthme durancien où la bauxite prendra la position stratigraphique des sédiments albo-aptiens sur un substratum karstique dont l'âge sera lié à une limite d'érosion variable suivant les endroits.

Des faisceaux de plis s'ébauchèrent très tôt pour s'individualiser pendant et après la surrection de l'isthme en une série de bassins sédimentaires ultérieurement remplis par le crétacé supérieur.

La surrection des Alpes et des Pyrénées à l'Éocène moyen provoquera, tant en Provence qu'en Languedoc, la formation de plis aigus et de charriages, le décollement de la couverture calcaire le long d'accidents tangentiels au sein des bombements jurassiques.

Cette « tectonique de couverture » favorisée par des niveaux plastiques, tel les argiles du keuper, donnera au midi de la France son aspect actuel avec la majeure partie des bassins d'âge Crétacé supérieur plus ou moins chevauchés par des masses jurassiques décollées (type Sainte-Baume). Des phénomènes de réajustement tectonique, failles ou décrochements, se poursuivront jusqu'à la fin du Miocène.

3. LES MÉTHODES DE RECHERCHE DE LA BAUXITE

D'anciens travaux, peu importants, ont dès le début du siècle « écrémé » les poches sans toit et les affleurements de bauxite d'une qualité exceptionnelle (1 à 2 % de SiO_2). Des galeries se sont avancées en couche jusqu'à une faible distance de la surface. Entre les deux guerres des travaux souterrains plus importants ont exploité l'aval des affleurements grâce à des techniques modernes, puits d'extraction ou descenderies, jusqu'à plus de 200 m pour le gisement de Pélicon près de Brignoles.

Ce n'est qu'après la Seconde Guerre mondiale et surtout à partir de 1954 qu'une prospection systématique par sondages a été entreprise dans les bassins crétacés, et, en s'éloignant progressivement des affleurements, on a été amené à explorer des zones de plus en plus profondes bien que tectoniquement calmes si l'on excepte des accidents tardifs subverticaux. Ont été ainsi reconnus, jusqu'à des profondeurs moyennes de 3 à 400 m, les zones crétacées au nord, au sud et à l'est de Brignoles, en partie les bassins du haut Var et du Beausset, près de Toulon (minéralisation localisée en poches dispersées et de mauvaise qualité), ainsi que certaines zones dans la région de Saint-Maximin et aux Baux de Provence.

3.1. Les zones synclinales au nord et au sud de Brignoles

La quasi-totalité de la bauxite exploitée actuellement dans le Var provient de ces deux zones synclinales séparées par l'anticlinal complexe de Brignoles orienté est-ouest (un faible tonnage est extrait du bassin intermédiaire du Pélicon-Fontlade dont nous reparlerons).

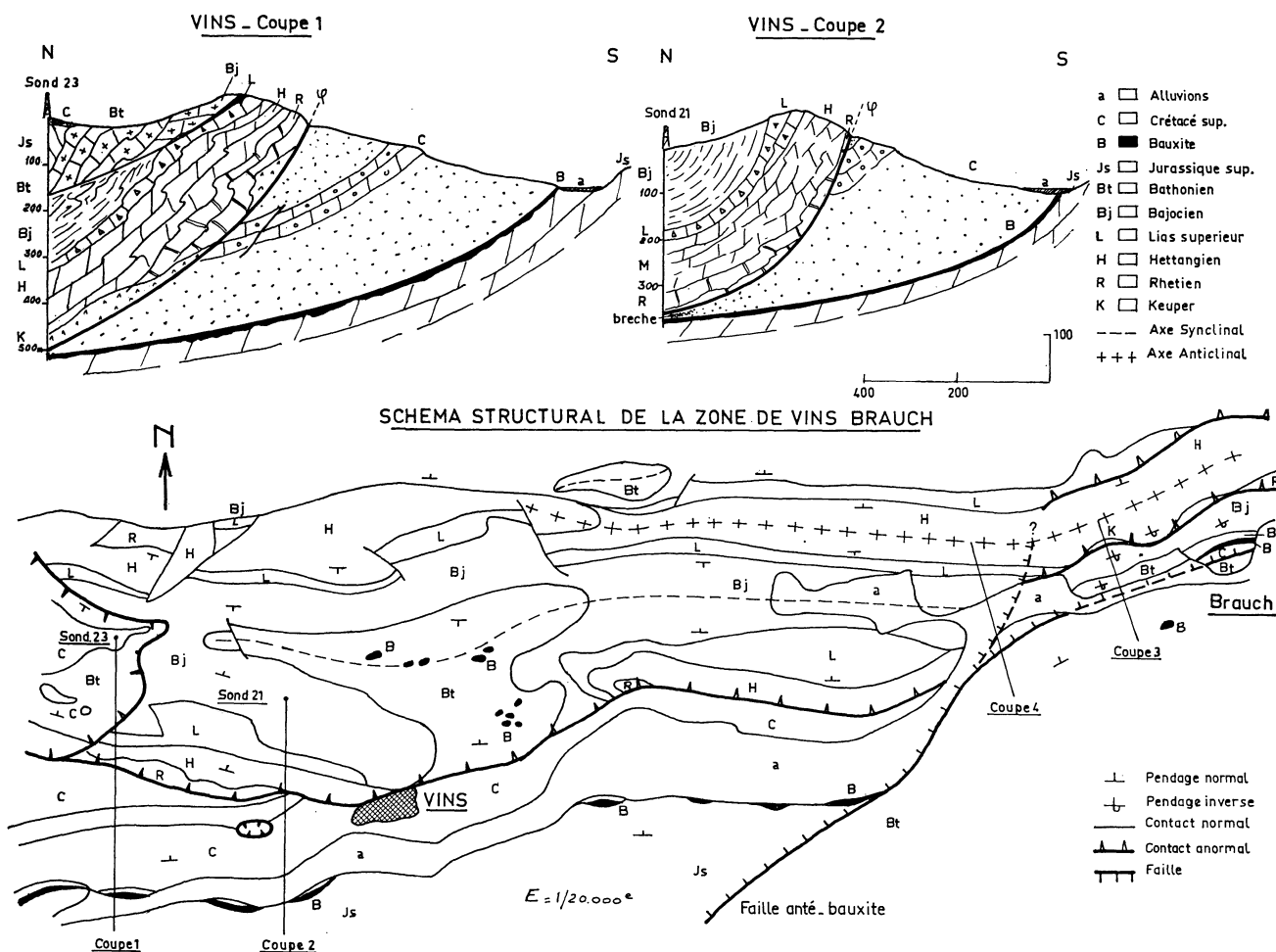
Ces deux zones synclinales présentent une symétrie tectonique par rapport à l'axe de l'anticlinal: la zone sud, étendue sur environ 30 km entre la Sainte-Baume, à l'ouest et Brignoles à l'est montre un contact jurassique-crétacé normal sur son flanc nord (avec des affleurements bauxitiques en poches, lentilles ou couche lenticulaire) alors que le flanc sud présente un contact anormal continu charriant du sud vers le nord une série jurassique à crétacé inférieur sur le crétacé supérieur.

La zone synclinale nord, d'une extension comparable, a au contraire un flanc sud normal, également minéralisé, et un flanc nord recouvert d'une série jurassique plissée et charriée du nord vers le sud.

La complexité tectonique de ces régions a nécessité l'élaboration, avant toute recherche, de cartes géologiques détaillées sur fond topographique au 1/20 000^e et localement au 1/10 000^e.

3.2. La zone synclinale nord

A partir de l'extrémité occidentale du synclinal (8 km au nord-ouest de Brignoles) et sur une distance d'environ 15 km vers l'est, le déversement nord-sud de la série jurassique sur le Crétacé s'observe nettement sous la forme d'un contact anormal marqué par une brèche tectonique (fig. 1 c).



Des accidents secondaires intra-jurassiques permettent à différents termes, depuis le rhétien jusqu'à la dolomie du jurassique supérieur, de reposer directement sur le Crétacé. Un sondage au nord de Brignoles, implanté dans le Crétacé à 200 m du contact anormal a recoupé 655 m de formations crétacées. *Il est absolument certain que le bassin crétacé se prolonge sous la masse jurassique* et l'on peut chiffrer à plus de 2 km l'extension maximale du charriage.

Cette hypothèse a été vérifiée dans la région de Vins (7 km au nord-est de Brignoles). Des sondages ont été exécutés dans le recouvrement jurassique jusqu'à une distance de 5 à 600 m du contact anormal.

Considérons la coupe de trois d'entre eux, à l'ouest de Vins: (fig. 1 a-1 b).

Sondage 12 : 0 -511 Bajocien supérieur à jurassique supérieur
511 -528,7 Crétacé supérieur
528,7-532,8 bauxite
Au-delà: Jurassique supérieur autochtone.

Sondage 23 : 0 -462 Hettangien à Jurassique supérieur
462 -492 gypse (keuper)
492 -512,2 Crétacé supérieur
512,2-512,5 bauxite
Puis dolomie autochtone du Jurassique.

Sondage 31 : 0 -447 Bajocien à Jurassique supérieur
447 -493,6 Crétacé supérieur
493,6-497,8 bauxite
Puis dolomie du mur.

La bauxite est présente sous son toit normal et, localement l'apparition du keuper gypseux a certainement favorisé le glissement du jurassique.

D'autres faits sont à souligner: cette zone se situe à la limite de sédimentation du calcaire péri-récifal santorien, toit immédiat de la bauxite, il est souvent réduit à quelques mètres ou bien absent. Certains sondages montrent:

- le glissement de la masse jurassique *sur* le toit santorien réduit;
- le glissement du Jurassique *directement* sur la bauxite par l'intermédiaire d'une *brèche de friction polygénique* (fig. 1 b),

avec localement présence d'argiles du keuper favorisant le charriage.

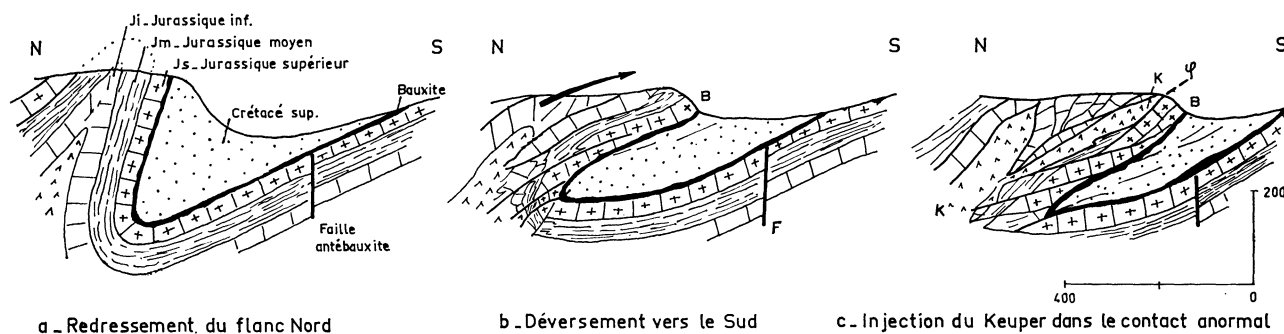
Ces observations tendent à montrer que, sous les charriages, *la présence du crétacé n'est pas nécessairement liée à celle de la bauxite* et que, très souvent, les charriages se sont amorcés sur des zones d'érosion mettant à nu la bauxite sur son karst, celle-ci ayant même pu favoriser l'amorce du chevauchement par sa plasticité. On serait donc en présence, tout au moins localement, de chevauchements épiglyptiques (liés à une surface d'érosion).

Dans la région de *Brauch*, à l'est de Vins, cette structure se complique: une faille verticale coupant la série jurassique sur le flanc nord de l'anticlinal a surélevé le compartiment oriental du karst: elle est *antérieure* à la bauxite puisque à l'ouest, celle-ci repose sur la dolomie du Jurassique supérieur, et à l'est sur un calcaire à entroques du Bathonien.

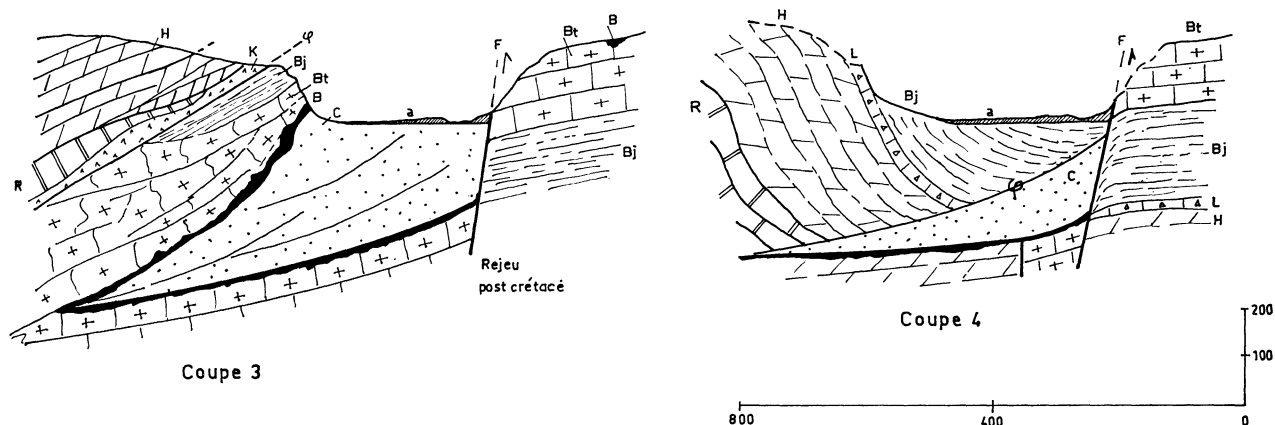
A 2 km à l'est de Vins, le contact anormal chevauchant vient butter sur cet accident vertical et l'on a en présence *un jurassique autochtone au sud et un jurassique allochtone au nord* (fig. 2, coupe 4).

Il était logique de penser que le Crétacé sous-jacent devait se poursuivre *en tunnel*. Cette hypothèse a été vérifiée par l'implantation de nombreux sondages qui ont permis de circonscrire une bauxite coincée sous le calcaire bathonien en position inverse, reposant sur les grès et argiles crétacés et visible en affleurement (fig. 2, coupe 3): cette bauxite est restée en grande partie ancrée dans son mur, le glissement de l'ensemble ayant été favorisé par la présence de niveaux argileux crétacés. Elle n'existe que là où le Bathonien est présent au-dessus des grès: il est probable que nous avons là le *flanc nord de l'anticlinal légèrement*

EVOLUTION TECTONIQUE DU SYNCLINAL DE BRAUCH



STRUCTURE ACTUELLE



décollé et glissé avec sa bauxite (fig. 2 a, b, c), le véritable contact anormal se trouvant au-dessus, avec la présence de Trias, de Rhétien ou d'Hettangien sur le Bathonien. Plus à l'ouest (fig. 2, coupe 4), au contraire, ce flanc inverse, laminé n'est plus représenté que par quelques lambeaux coincés sous le contact, la bauxite étant elle-même réduite à quelques petites écailles. A noter l'excellente qualité de la bauxite en position inverse alors que celle en position normale est très siliceuse (liaison avec un niveau phréatique?).

3.3. Le bassin de Pélicon-Fontlade

Cette unité géologique s'étend sur environ 3 500 m à 2 km à l'est-sud-est de Brignoles; structuralement, il s'agit d'un bassin à cœur crétacé établi sur un repli synclinal de l'anticlinorium de Brignoles, et chevauché par le déversement sud-nord d'un axe anticlinal le bordant au sud.

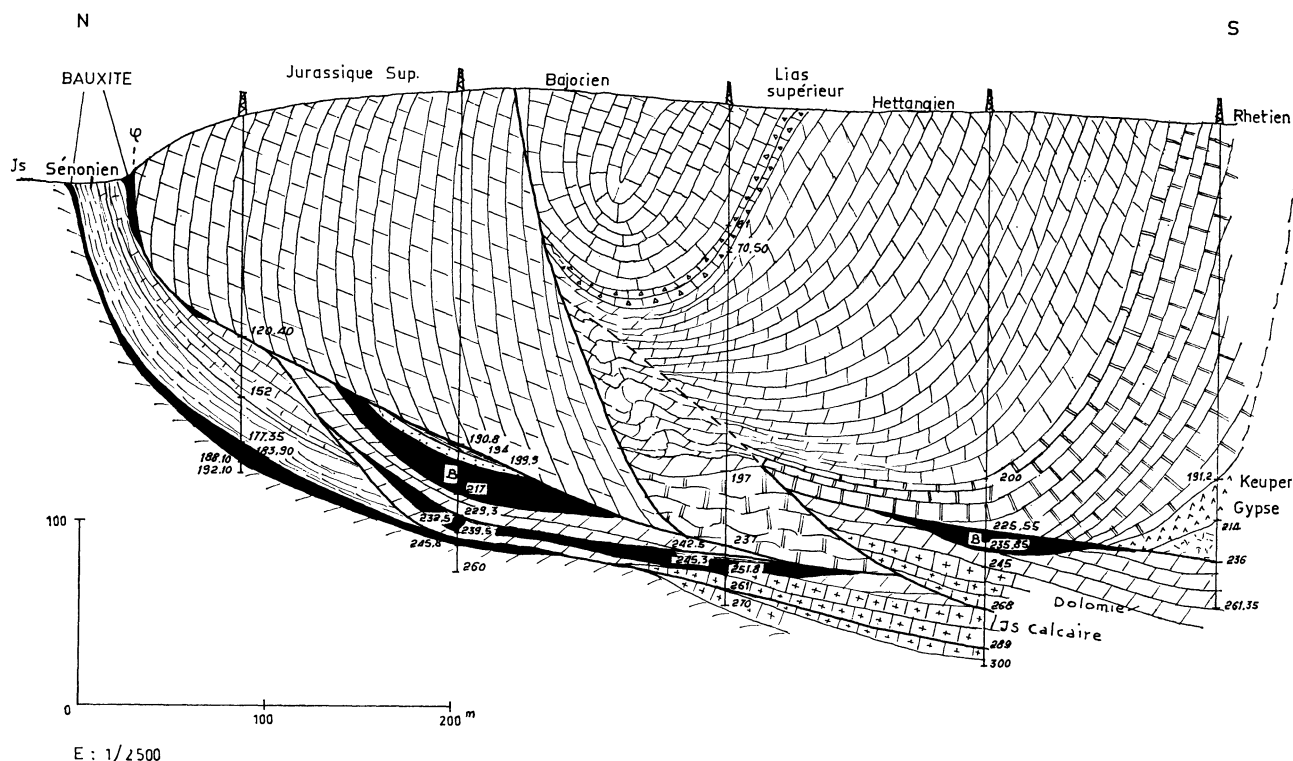
De part et d'autre des argiles et calcaires du Crétacé supérieur, la bauxite affleure, d'une façon discontinue:

- en position normale sur un mur dolomitique au nord;
- en position apparemment normale au contact d'un mur identique au sud.

Du nord au sud, affleure la succession jurassique-bauxite-crétacé-bauxite-jurassique pouvant être interprétée comme un synclinal redressé. Cependant l'examen du contact sud, montre une importante brèche tectonique, des surfaces de glissements, des miroirs de faille striés suivant l'axe de plus grande pente. Localement, le Crétacé disparaît par laminage.

Le flanc sud du synclinal, rebroussé et poussé vers le nord s'est désolidarisé de sa bauxite et celle-ci a été entraînée sous forme de lambeaux d'inégale importance sous la masse jurassique cisailée. Le Jurassique supérieur laminé et redressé à la verticale repose par rabotage basal sur un système d'écailles sous-jacent (fig. 3).

STRUCTURE DE PELICON - FONTLADE



La couche nord très siliceuse est facilement décelable sous le crétacé quand celui-ci existe et s'intègre dans le cas contraire dans le système d'écaillés où la couche sud morcelée est, elle, d'excellente qualité.

Ces lambeaux ont été longtemps exploités en souterrain dans l'ouest du bassin et leur recherche par sondages a été effectuée plus tard dans l'est. Il apparaît que le front chevauchant, d'abord vertical devient très vite sub-horizontale et que le *substratum jurassique* du synclinal se retrouve jusque sous le cœur triasique de l'anticlinal charrié.

Le schéma structural reste le même que celui de Brauch mais le style tectonique est différent:

— *A Brauch* le synclinal déversé a conservé sa structure et la bauxite a glissé entre le crétacé et son mur bathonien simplement ployé. Bien que les épaisseurs de bauxite soient variables l'interprétation des sondages distants de 100 m est simple et une maille de sondage de l'ordre de 50 à 100 m peut permettre un calcul des réserves en catégorie A ou B.

— *A Fontlade*, au contraire, le mur dolomitique a littéralement éclaté en lambeaux supportant des écaillés de bauxite de taille et de qualité très variable, et l'interprétation géologique entre deux sondages distants de 100 m est très aléatoire, cette maille de 100 m ne donnant qu'une classification des réserves en C2.

Dans ces régions les sondages de reconnaissance doivent être réalisés en *carottage continu* (carottier conventionnel ou à câble), seule méthode permettant l'établissement d'une coupe exacte et détaillée.

Par contre dans la région de Vins, la présence du Crétacé et une structure moins complexe permettent la réalisation de sondages à avancement rapide par rotary à la boue dans la masse argilo-gréseuse jusqu'au niveau repère (santonien à foraminifères) au-dessus de la bauxite, au-delà duquel on passe en carottage.

4. CONCLUSION

On ne peut définir a priori de méthode générale adaptée à la recherche dans ce type de gisement tectonique. Le premier travail à effectuer est la réalisation d'une cartographie précise et détaillée suivie de l'implantation de quelques sondages entièrement carottés permettant d'établir une hypothèse structurale, sondages qui seront inclus dans une première maille de reconnaissance aussi régulière que possible.

*Société « Aluminium Pechiney »
18, avenue Dréo, 83170 Brignoles (France)*