

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DU LOGEMENT  
DIRECTION DÉPARTEMENTALE  
DES ALPES MARITIMES

**LABORATOIRE  
DE NICE**

22578

COMMUNE de BEAUSOLEIL

PLAN d'OCCUPATION des SOLS

- ETUDE GEOLOGIQUE et GEOTECHNIQUE -

REFERENCE : G.74.327

Demandeur

: DIRECTION DÉPARTEMENTALE  
de l'ÉQUIPEMENT  
Arrondissement GAM 1  
40 Rue Clément Roassal - N I C E -  
M. IMBERT - Ingénieur des P. et Ch.

Date de la demande

: Janvier 1974

A la demande de l'Arrondissement GAM.1, le Laboratoire a réalisé une étude géologique et géotechnique du territoire de la commune de BEAUSOLEIL en vue de l'établissement d'un Plan d'Occupation des Sols (P.O.S.)

Ce travail a été basé sur les documents d'archives et sur un levé géologique au 1/5.000, échelle qui permet une précision convenable au niveau de la commune mais insuffisante à celui de la parcelle; aucune investigation nouvelle, mécanique ou géophysique, n'a été effectuée.

Considérant les conditions géographiques et géologiques, ainsi que la vocation essentiellement résidentielle de la commune, le problème a été abordé surtout sous l'angle de la constructibilité et des risques d'instabilité.

## I - G E O L O G I E -

BEAUSOLEIL est entièrement situé sur la façade littorale de l'Arc de NICE, où les Alpes rencontrent la Méditerranée. Ses problèmes sont ceux d'un versant escarpé où une tectonique rigoureuse a superposé plusieurs écaillés composées de la même succession de terrains.

Nous décrirons les faciès des formations intéressées, les efforts et mouvements tectoniques qui les ont affectées et la répartition spatiale qui en est résultée.

### LITHOLOGIE des TERRAINS INTERESSES -

Il s'agit des 3 étages de l'ère secondaire que nous évoquerons par ordre d'âge décroissant et de formations de pente quaternaires. Nous avons placé les coupures en fonction de critères lithologiques, ici mieux adaptés que les critères stratigraphiques rigoureux.

#### 1) Trias -

Ses affleurements sont rares et discontinus. Il s'agit d'un complexe d'argiles bariolées plastiques incluant des bancs et des amas de dolomies fréquemment altérées et de cargneules. On y rencontre parfois des passées de lignite (anciennement exploitées dans le vallon de la Rousse). Le gypse, non reconnu en affleurement, peut cependant être présent à faible ou moyenne profondeur.

.../...

## 2) Jurassique -

Il constitue l'ossature du paysage . Nous avons distingué 3 grands ensembles lithologiques.

- un ensemble inférieur ou "Jurassique dolomitique" (Jd); les dolomies ou calcaires dolomitiques y dominent; la stratification est généralement indiscernable et la roche, massive, est seulement découpée par de grandes diaclases planes, régulières et étendues.

- un ensemble médian ou "Jurassique stratifié" (Js) formé de calcaires sublithographiques beiges bien stratifiés en bancs de 20 à 100 cms (moyenne 40 cms) avec quelques niveaux dolomitiques sombres formant des courbes morphologiques.

- un ensemble supérieur ou "Jurassique supérieur" (Jsup) formé de calcaires lithographiques beiges puis blancs, très massifs, très lapiazés.

Cette succession lithologique n'a pas une valeur absolue car la dolomitisation a localement enyahi l'un ou l'autre des deux ensembles supérieurs.

## 3) Crétacé -

On peut distinguer 3 ensembles, d'inégale importance :

- le "Crétacé inférieur" (Ci); il est fréquemment absent ou représenté par quelques mètres de calcaires jaunes stratifiés, souvent glauconieux adhérent au Jurassique supérieur.

- le "Crétacé moyen" (Cm); il est constitué d'une vingtaine de mètres de marnes grises plastiques.

- le "Crétacé supérieur" (Cs), formé d'une alternance de bancs calcaires, diaclasés en parallélépipèdes, et de lits marneux; la proportion des deux matériaux varie avec l'âge par le jeu des variations d'épaisseur de chaque constituant; la puissance de cet ensemble supérieur peut atteindre et dépasser 150 m.; il est très sensible à l'altération qui peut dégrader et déconsolider les couches superficielles sur plusieurs mètres, particulièrement en terrain pentu.

.../...

#### 4) Les formations de pente -

Les faciès sont variés mais nous avons dû renoncer à les distinguer cartographiquement en raison de la progressivité des transitions et de la rareté des points d'observation convenables.

On a schématiquement, aux deux extrêmes :

- les éboulis vifs en pierriers formés d'éléments de calcaires arrachés au Jurassique sans aucune liaison entre eux ni matrice interstitielle,

- des dépôts éluviaux formés d'éléments emballés dans des produits d'altération du Crétacé, remaniés sur des distances faibles ou moyennes par glissement ou reptation.

Le premier type est plutôt lié au Jurassique, en pied des falaises ou des abrupts, le second au Crétacé qui en est fréquemment "empâté".

Les intermédiaires correspondent notamment aux éboulis consolidés par concrétionnement entre leurs éléments ou rendus cohérents par une matrice argileuse plus ou moins abondante.

La dimension des blocs inclus peut être localement très importante (1.000 m<sup>3</sup>); leur mise en place est alors à rapprocher d'une phase tectonique.

Les limites cartographiques des éboulis sont souvent imprécises en raison de l'urbanisation et de la végétation, surtout sur le Crétacé.

#### TECTONIQUE -

Les mouvements les plus importants se sont produits à la fin du Miocène :

- basculement général vers le Sud; l'ensemble des terrains secondaires s'est décollé de son substratum au niveau du Trias plastique et a été charrié vers le Sud; la masse rigide du Jurassique s'est fractionnée en plaques distinctes, recouvertes de Crétacé, qui se sont chevauchées l'une l'autre en entraînant des lambeaux de Trias, constituant autant d' "unités" tectoniques.

- l'affaissement de la partie Sud s'est poursuivie déterminant l'effondrement d'une série de gradins par le jeu de failles verticales orientées sensiblement Est-Ouest.

Au Pliocène et au Quaternaire, des mouvements secondaires de serrage de l'Arc de NICE ont provoqué de grandes cassures, notamment Nord-Sud.

REPARTITION des FORMATIONS - (Planche 2 )

Deux unités tectoniques intéressent BEAUSOLEIL.

L'unité inférieure est celle de la Tête de Chien, flanc Est. Lui appartiennent les calcaires jurassiques du triangle Sud de la commune et de son liseré Sud-Est en bordure du plateau de Monte-Carlo, ainsi que leur couverture crétacée formant au Sud-Ouest les 2 versants du Vallon de Moneghetti, au Nord-Est les interfluves entre les vallons de la Noix, de la Rousse et de St Roman.

L'unité supérieure est représentée par les termes jurassiques et localement triasiques de 4 gradins d'effondrement du plateau Ste Marie. Les 3 gradins supérieurs forment les escarpements calcaires du Nord-Ouest de la commune. Le quatrième constitue le massif du Crêt des Mules fiché dans le Crétacé de l'écaille de la Tête de Chien entre le vallon de Moneghetti et celui de la Noix, avec une marge Sud-Est de Jurassique dolomitique et de Trias milonitisés, parallèlement à la frontière monégasque.

MORPHOLOGIE -

Il s'agit bien d'un versant, étagé entre les cotes 65 et 633 m. sur moins de 2.000 m. de large (pente moyenne 25° environ).

Des falaises, hors de la commune, couronnent la partie Nord de ce versant.

Le Jurassique présente d'amont en aval une succession d'abrupts et de replats relatifs.

Le Crétacé est profondément entaillé par les 4 vallons (d'Ouest en Est, Moneghetti, La Noix, La Rousse, St Roman) orientés Nord Ouest - Sud Est, normalement au rivage. Les versants de ces vallons sont souvent très raides et laissent sur les interfluves très peu de replats, occupés parfois par des éboulis géants.

Les processus de l'érosion sur le fond et les versants de ces vallons, dont l'écoulement est temporaire, sont stoppés pour l'essentiel par la canalisation des lits principaux dans les zones habitées et par l'urbanisation.

HYDROGEOLOGIE -

Tandis que les calcaires et dolomies jurassiques, perméables en grand, ont un régime de type karstique avec des écoulements rapides le long des fissures de dissolution, les marno-calcaires du Crétacé présentent une perméabilité nettement plus faible répartie plus uniformément.

Les marnes cénomaniennes et le Trias sont quasi imperméables et constituent des niveaux de base pour les écoulements dans les terrains sus-jacents.

Ceci éclaire le schéma hydrogéologique :

- dans le Jurassique, quelques sources notables, rassemblées aux points bas des massifs au contact du Trias (sources du quartier de la Tour, à l'aval du Mont des Mules, Font Divina dans le vallon de la Rousse, Source Bestagne dans celui de St Roman).

- dans et sur le Crétacé, écoulements diffus à faible débit, émergeant souvent à la base de la couverture ou dans un creux topographique pour constituer de petites sources ou suintements.

On peut donc considérer que BEAUSOLEIL ne recèle pas de ressources en eau souterraine importantes.

## II - G E O T E C H N I Q U E -

### CARACTERE GEOTECHNIQUE des DIFFERENTS TERRAINS -

Nous les considérerons sous l'angle de la portance et de l'aptitude au terrassement, au réemploi, à l'absorption des effluents ainsi que sous celui des risques de désordres naturels et anthropiques dans le but de les classer dans l'échelle d'aptitude aux fondations retenue pour la cartographie synthétique.

#### 1) Trias -

Les caractéristiques déjà médiocres de cette formation sont, dans notre secteur, encore fortement dégradées par un broyage intense dû aux importants mouvements dont elle a été le siège.

La portance est assez faible, inférieure ou égale à 1 bar dans les parties argileuses, un peu plus en présence de dolomies.

Compte tenu de la pente, les versants y sont généralement en limite d'équilibre : tout déplacement de masse par rapport au profil naturel, toute surcharge, peuvent entraîner des mouvements (cf. désordres du réservoir de la Tour). Les terrassements importants doivent donc être évités autant que possible ou réalisés très précautionneusement après une étude de stabilité approfondie.

.../...

Un assainissement rigoureux est capital pour la stabilité et tout rejet d'effluent doit donc être proscrit.

Ce matériau ne peut être employé pour des remblais de qualité. Son rejet au rivage ne devrait pas être autorisé.

## 2) Jurassique -

C'est dans la commune le terrain le plus propice aux constructions: sa portance est très forte; les terrassements y nécessitent l'explosif mais les talus sont généralement stables même en pente raide (supérieure à 60° sur l'horizontale); il fournit un matériau aisément réemployable en remblai et même en fondation de chaussée.

Des zones de faiblesse locales peuvent exister déterminées par l'altération dans les dolomies, le broyage tectonique ou une orientation défavorable du pendage dans le Jurassique stratifié.

Le rejet des effluents y est à proscrire absolument : le régime karstique qui ne permet aucune filtration restituerait les eaux usées inchangées aux résurgences.

Les falaises de Jurassique alimentent des chutes de pierres qui créent en leur pied des zones d'insécurité.

Notons qu'abstraction faite des contraintes liées à l'environnement, les calcaires jurassiques recèlent des gisements de matériau de construction et de viabilité que des carrières ont d'ailleurs anciennement exploités dans le Nord de la commune.

Ils présentent le minimum d'inconvénients pour le rejet au rivage.

## 3) Crétacé -

### Crétacé inférieur -

Il n'a pas été reconnu en affleurement. Son épaisseur est faible et ses propriétés mécaniques le distinguent peu du Jurassique sous-jacent auquel il adhère.

### Crétacé moyen -

Les marnes cénomaniennes ont une portance assez faible de l'ordre de 1 bar et il y a donc lieu d'étudier les fondations des constructions importantes.

.../...

Mais c'est surtout du point de vue de la stabilité que se posent les problèmes dès que la pente s'accroît.

D'une part les marnes peuvent elles-mêmes glisser sous l'effet d'une surcharge, d'un débatement ou d'un gradient hydraulique accru par des infiltrations nouvelles; d'autre part elles sont propices au décollement et au glissement des formations sus-jacentes (notamment éboulis) quand leur toit, fréquemment altéré et plastifié, est recoupé par des déblais.

Leur réemploi en remblai est impossible.

Le rejet des effluents y est à proscrire tant du point de vue sanitaire que de celui de la stabilité.

Elles ne devraient pas être déchargées au rivage.

### Crétacé supérieur -

Son comportement géotechnique est assez complexe à appréhender car il varie en raison de son hétérogénéité et de son anisotropie et en fonction des conditions de gisement.

La portance est moyenne à bonne selon la proportion de marnes (3 à 15 bars). L'aptitude aux fondations est donc toujours satisfaisante sur les terrains plats ou faiblement inclinés. Elle est par contre variable et parfois très faible quand la déclivité s'accroît. Les stabilités des versants sont alors déterminées par plusieurs facteurs, la proportion de marnes, l'intensité du broyage tectonique, le degré d'altération, les conditions structurales, la présence d'eau, la pente et la forme du versant.

Tantôt le comportement est plutôt celui d'une roche, au sens de la mécanique des roches, et d'une roche anisotrope, et tantôt il s'apparente à celui d'un sol au sens de la mécanique des sols, mais d'un sol dont on ne peut mesurer les caractéristiques mécaniques.

Dans le premier cas, la stabilité est commandée par l'orientation relative des discontinuités, pendage surtout, mais également diaclases, et des talus ou versants: les pendages aval moins inclinés que la topographie déclenchent inmanquablement des glissements bancs sur bancs régressifs.

Dans le second cas, les désordres affectent la frange altérée plus ou moins puissante, fréquemment déconsolidée par des fissures de versant, qui fait transition avec la couverture ébouleuse; une venue d'eau, un débatement artificiel par terrassement, ou naturel par l'érosion d'un ruisseau accusant la convexité d'un profil, une surcharge, suffisent à rompre l'équilibre. Le phénomène déclenché localement se répercute souvent sur l'ensemble d'un versant qui affecte alors une morphologie caractéristique avec murs convexes, maisons fissurées, ruptures de canalisations, etc... Même une zone couverte de nombreuses maisons anciennes et stables peut être vulnérable: les stabilités de toutes les parcelles sont solidaires.

On peut cependant modérer ce pessimisme car des aménagements même très importants sont envisageables quand leur conception s'adapte aux conditions, c'est-à-dire ne les perturbe pas : on peut par exemple projeter une tour ou un viaduc s'ils sont fondés sur des pieux profonds sans "écorcher" le profil naturel avec un drainage convenable.

La canalisation des vallons est un facteur toujours favorable.

Le Crétacé supérieur est généralement réemployable en remblai. Son rejet en mer est possible pour les faciès les plus calcaires mais gagnerait à être précédé d'un précriblage éliminant le maximum d'argiles.

Le rejet des effluents est concevable dans les zones plates mais à déconseiller dans les zones inclinées.

#### 4) Formations de pente -

Leur portance est généralement moyenne, acceptable pour les maisons individuelles.

Les problèmes viennent de la stabilité des déblais auxquels ils se prêtent mal.

Les éboulis peu ou pas consolidés provoquent des désordres à court terme quand on les entaille mais la pente obtenue est ensuite généralement stable.

Les éboulis argileux par contre ont souvent une bonne stabilité à court terme qui facilite la mise en place des soutènements sans lesquels se produisent des désordres différés. La proximité, la nature du substratum et les conditions hydrogéologiques sont déterminantes et doivent être étudiées avant les travaux, notamment sur le Trias et les marnes du Crétacé moyen.

Les terrains de couverture sur le Crétacé supérieur ont leur comportement lié à celui de la frange d'altération dont on les distingue difficilement.

### III - LA CARTOGRAPHIE SYNTHETIQUE - ANALYSE et UTILISATION - (Planche 3)

La carte synthétique établit entre les divers secteurs une hiérarchie d'aptitude aux fondations, issue d'un compromis entre les différents facteurs qui déterminent cette aptitude, facteurs pouvant varier indépendamment.

Elle exprime aussi dans certaines secteurs (Zone 1) l'existence de risques naturels pouvant d'ailleurs se surimposer à des conditions plus ou moins favorables par ailleurs (double figuré, dans les zones de chutes de pierres par exemple)

Elle exprime dans d'autres secteurs la nécessité d'une étude qui devrait se traduire impérativement dans la procédure de délivrance du permis de construire.

Il est entendu qu'un tel zoning établi au 1/5.000 à partir d'un niveau d'information encore sommaire ne peut rendre compte des hétérogénéités de détail. On pourra rencontrer localement des conditions meilleures ou pires que celles que définit la carte. Il ne dispense donc pas des études de détail qui restent fortement recommandées en tout cas.

On doit le concevoir comme un plan d'orientation : une véritable carte géotechnique présentant une zonalité précise des possibilités de fondations demanderait des investigations nouvelles (géophysique, sondages de reconnaissance, essais in situ et en laboratoire).

#### CONCLUSION -

La partie la plus dense de l'agglomération, en bordure de MONACO, s'est édifiée dans des conditions très médiocres, éboulis ou Jurassique très tectonisé sur un substratum de Trias ou de marnes du Crétacé moyen.

Toute reconstruction d'envergure serait techniquement complexe et nécessairement onéreuse : elle devrait être évitée ou faire l'objet d'une étude géotechnique très approfondie.

Les meilleures possibilités d'extension, du point de vue géotechnique, sont offertes par les calcaires des quartiers Sud, Moneghetti et Malbousquet, et par les flancs du Mont des Mules.

Des possibilités existent également sur les quelques replats relatifs demeurés sur les interfluves crétacés de l'Est de la commune mais les conditions devraient être soigneusement précisées.

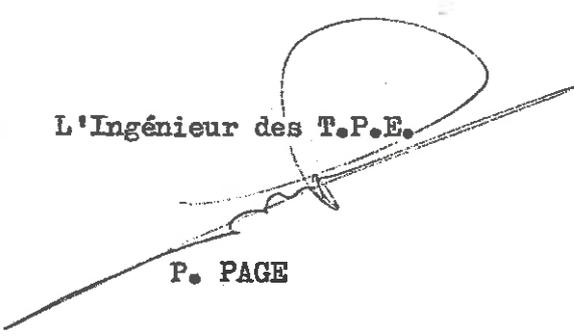
Peu de choses semblent par contre envisageables sur les versants des 4 vallons où la cote d'alerte paraît approchée et localement atteinte (aval du vallon de la Rousse).

.../...

Dans les parties hautes de la commune, les seuls inconvénients géotechniques résident dans les chutes de pierres.

Rappelons enfin qu'à BEAUSOLEIL, comme dans toutes les Alpes-Maritimes, des séismes d'intensité 8 à 10 sont susceptibles de se produire et donc que l'application des règles parasismiques (P.S.69) devrait être imposée.

L'Ingénieur des T.P.E.

  
P. PAGE

NICE, le 15 NOVEMBRE 1974

Section GEOLOGIE,

  
J.P.FOLLACCI

- Ce travail a été réalisé avec la collaboration de M. Pierre GIOAN, Géologue.-

6

