

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

LABORATOIRE DE NICE

23733

Commune de CAP d'AIL
=====

- PLAN d'OCCUPATION des SOLS -

ÉTUDE GÉOLOGIQUE et GÉOTECHNIQUE
=====

REFERENCE : 75.198

Demandeur : ÉQUIPEMENT ET LOGEMENT
Arrondissement GAK, 1
40, rue Clément Roassal - N I C E -
M. IMBERT - Ingénieur des P. & 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 CAP D AIL en vue de l'établissement d'un plan d'occupation des sols (POS).

Ce travail est basé sur un levé géologique au 1/2000, sur les documents d'archives et sur les renseignements recueillis auprès de la Mairie et de la Subdivision de VILLEFRANCHE-sur-MER ; 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 n'a été abordé que sous l'angle de la constructibilité et des risques d'instabilité naturelle ou induite.

- GEOLOGIE -

CAP D'AIL est entièrement situé sur le versant littoral de l'arc de NICE.

Des calcaires Jurassiques forment une couronne d'abrupts et de falaises continue au Nord de la Commune, entre la mer à l'Ouest et la Principauté de Monaco dont se détache au Bautagan une autre crête calcaire orientée NORD-SUD.

En piémont, jusqu'à la mer, un glacis de formations de pentes diverses masque un substratum hétérogène qui ne pointe que rarement en affleurement, sur le rivage.

Nous décrirons successivement les crêtes jurassiques, le substratum du piémont et les formations de pentes.

I - Les CRETES JURASSIQUES.

Lithologiquement, elles sont constituées de calcaire et dolomies dans lesquels on peut distinguer, à défaut d'une succession stratigraphique rigoureuse, 3 ensembles :

- A la base, des dolomies et des calcaires dolomitiques massifs (Jd), non stratifiés avec de grandes diaclases planes, régulières et étendues.

- Au milieu, des calcaires sublithographiques beiges (Js) bien stratifiés en bancs de 20 à 100 cms (moyenne 40 cms) avec quelques rares niveaux de dolomie bruné.

- Au sommet, des calcaires lithographiques beiges, puis blancs, massifs et lapiazés (J. sup).

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

Ces dolomies et calcaires jurassiques ont été superposés par "chevauchement" aux terrains pourtant plus récents et situés plus au Sud lors du paroxysme de la tectonique alpine à la fin du Miocène ; la surface de contact anormale est inclinée vers le Nord depuis la base de l'ensemble inférieur.

Ultérieurement, ils ont été ployés en un anticlinal faillé Nord-Sud dont la Tête de Chien occupe la charnière, et découpés par des failles décrochantes également Nord-Sud.

Le massif du Bautugan, associé au Rocher de Monaco, correspond sans doute à une unité inférieure ou à un écaillage de l'unité de la Tête de Chien, également ployé en anticlinal.

Ces calcaires, perméables en grand ont un impluvium important sur la Commune de LA TURBIE qui est sans doute intégralement drainé par les réseaux karstiques aboutissant à la résurgence littorale des Pissarelles à l'Ouest et, à l'Est, à celle du Larvotto de Monte-Carlo ; il n'est cependant pas inconcevable que quelques trop-pleins locaux puissent sourdre temporairement à la base du chevauchement.

Même en dehors des falaises, les pentes naturelles sont importantes.

La végétation est réduite à des broussailles et à des pins clairsemés.

II - Le SUBSTRATUM du PIEMONTE.

On le connaît mal, par les quelques affleurements de tufs volcaniques du littoral, quelques pointements de la même formation à mi-pente (parking Beaverbrook et Basse Corniche à l'entrée de l'Hermitage), et par les sondages et fouilles, souvent mal inventoriés, réalisés à l'occasion de travaux.

Ceux-ci permettent de dresser un inventaire probablement complet des formations intéressées mais non de reconstituer leur répartition spatiale.

On rencontre, par ordre d'âge décroissant :

- des marnes grises plastiques du Cénomaniens (Crétacé moyen) (Cm)
- des marno-calcaires de Crétacé supérieur (Cs) formés d'une alternance de bancs calcaires et de lits marneux en proportion variable.
- des tufs volcaniques (Tv) constitués de blocs de laves labradoritiques et de granites emballés dans des cendres volcaniques sédimentées en milieu marin ; cette formation est née de l'éruption d'un volcan sous-marin au Sud du Continent actuel entre la fin de l'Oligocène et le début du Miocène des marnes grises marines s'intercalent au sommet dans les tufs qui constituent sans doute la plus grande partie du substratum.
- des marnes grises plastiques Miocènes.

Toutes ces formations ont été impliquées dans des mouvements tectoniques importants, failles et chevauchements mis en évidence en sondage par des superpositions aberrantes (Crétacé sur tufs volcaniques à la Maison de Retraite).

Il semble que les tufs volcaniques constituent le plus souvent le substratum direct des formations de pentes dans les deux tiers Ouest de la Commune tandis que le Crétacé et le Miocène marneux doivent être les plus fréquents à l'Est, aux quartiers de Saint-Antoine et des Salines.

Toutes ces formations sont peu ou pas perméables, et seul leur toit peut être le siège de circulations d'eau notables.

III - Les FORMATIONS de PENTE.-

En pied d'un escarpement continu, constamment rajeuni par la tectonique et l'enstatisme, les conditions étaient propices à une forte accumulation de ces formations : elles règnent dans pratiquement toute la partie construite. L'urbanisation, ainsi que la végétation, gênent d'ailleurs considérablement l'observation et les contours proposés sur la carte géologique constituent seulement des indications imprécises sur la délimitation des aires de fréquence maximale des différents faciès.

A l'Ouest, entre la Basse Corniche et les Caps Mala et Rogno, on rencontre surtout des brèches très bien cimentées par une pâte calcaire claire, probablement marine ; certains éléments sont énormes, tel celui qui supporte l'Eden Hôtel. Cette formation est à rapprocher des brèches miocènes de la Région de Carros.

Plus au Nord, vers la Moyenne Corniche, on rencontre encore des brèches cimentées par une pâte, généralement rouge, à peine moins cohérente que celle des brèches claires. Leur dépôt date vraisemblablement du Quaternaire ancien.

A l'aplomb de la Tête de Chien et du Bautugan, jusqu'à la mer, d'énormes blocs de plusieurs mètres-cubes ou dizaines de mètres-cubes, s'empilent issus probablement d'écroulements catastrophiques, peut être contemporains du plissement anticlinal et des phases de serrage. L'arrangement est assez lâche, la matrice constituée, sans doute par colluvionnement, de marnes concrétionnées et d'éboulis fins paraît peu abondante et peu compacte.

Des éboulis plus classiques, à éléments centimétriques ou décimétriques emballés dans une matrice brune argilo-limoneuse ou rougeâtre et légèrement concrétionnée, semblent les plus récents de ces formations de pentes. Ils gisent en appareils bien organisés dans les zones déprimées, notamment au pied des Pissarelles, entre la Basse-Corniche et la Plage MALA, au-dessus du cimetière, à l'Est du Bautugan, au-dessus de la Moyenne Corniche, sous le Réveira, ou en lambeaux discontinus épars, non cartographiés.

...../.....

Nous rattacherons artificiellement aux formations de pente des dépôts littoraux (lambeaux de grèves de galets consolidés) abandonnés à plusieurs niveaux entre 5m et 60m NGF par les régressions de la Méditerranée Quaternaire.

La morphologie superficielle de ce glacier n'est pas régulière : des arêtes et dorsales séparent des formes en cirques trahissant la morphologie du substratum et, surtout, les mouvements propres, tectoniques et gravitaires, de la couverture.

Mais la pente et ses variations constituent le facteur prépondérant. La carte clinographique annexée montre clairement des replats relatifs à mi-pente; l'un à l'Ouest correspond au quartier urbanisé, organisé alentour du Square Beaverbrook, les deux autres, à l'Est, entourent la Maison de Retraite VAL FLEURI et le Château de l'Hermitage. Il apparaît, également, une zone très déclive au droit de la Tête de Chien, particulièrement entre la Corniche basse et le rivage (75 m de dénivelé sur 100 mètres de large).

On ne dispose que de quelques indications ponctuelles sur l'épaisseur des formations de pente, insuffisantes pour permettre une cartographie en isopaches et reconstituer la morphologie de leur surface de base, pourtant déterminante pour la stabilité.

En raison de la pente et de l'urbanisation, une faible partie de l'eau précipitée sur ce versant doit pouvoir s'infiltrer, jointe éventuellement à celle provenant d'hypothétiques trop-pleins des calcaires jurassiques, elle circule à la base de la formation, rassemblée en chenaux dans les points bas. Les débits sont probablement faibles, suffisants toutefois pour imbiber totalement le substratum à l'interface.

L'eau n'émerge en surface qu'en 2 ou 3 points pour former des sources négligeables, en bas de versant, ou à la faveur d'un niveau perméable interstratifié. D'autres suintements superficiels sont dus à des fuites ou ruptures de canalisations.

Toutes ces formations de pente sont couvertes par une belle végétation dense avec de nombreux arbres ; entre la Basse et la Moyenne Corniche, les parcs du Château de l'Hermitage, de la Maison de Retraite, de la Résidence Universitaire et de diverses propriétés forment une couverture quasi-continue, constituant l'un des plus beaux espaces verts de la région.

- GEOTECHNIQUE -

Nous considérerons les différents terrains sous l'angle de la portance de l'aptitude au terrassement, au réemploi, à l'absorption des effluents ainsi que sous celui des risques de désordres naturels ou anthropiques afin de les classer dans l'échelle d'aptitude à la construction retenue pour la cartographie synthétique.

I - Le JURASSIQUE.

Il a toujours une portance très forte, supérieure à 10 bars ; les terrassements 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 ne permet aucune filtration et les eaux usées se retrouveraient inchangées aux résurgences.

Notons, pour mémoire, en raison des contraintes liées à l'environnement, qu'il recèle des gisements de matériaux de construction et de viabilité que quelque petites carrières ont d'ailleurs anciennement exploités.

Son rejet en mer présente un minimum d'inconvénients.

Les falaises sont susceptibles d'alimenter des chutes de pierres et de blocs, créant à leur pied des zones d'insécurité.

II - Le SUBSTRATUM du PIEMONTE.-

Même enfouie sous une couverture plus ou moins épaisse de brèches ou d'éboulis, une formation influe sur la constructibilité d'un site par sa portance pour des fondations profondes et par son aptitude à supporter la couverture : les propriétés mécaniques (résistance au cisaillement) de son toit, l'uni et la pente de l'interface, les conditions hydrologiques sont déterminants à cet égard.

Les tufs volcaniques et les faciès marno-calcaires du Crétacé peuvent supporter des pressions importantes (supérieures à 10 bars) : dans les secteurs où ils constituent le substratum on pourra envisager des ouvrages importants qu'il sera généralement possible de fonder sur pieux.

Par contre, les marnes crétacées ou miocènes ont des portances beaucoup plus réduites ; leur plasticité les rend, de plus, propices au décollement et aux glissements des formations sus-jacentes. Dans les zones où elles supportent les formations de pente, une étude de stabilité, basée sur la reconnaissance de leurs propriétés mécaniques, de la géométrie et des conditions hydrologiques de leur toit, devrait précéder tout ouvrage ou terrassement important.

III - Les FORMATIONS de PENTE.-

Partout où leur épaisseur est suffisante, les brèches bien cimentées par une pâte calcaire claire ont un comportement géotechnique proche de celui des calcaires jurassiques. Leur portance est forte et elles supportent des pentes assez raides pour les talus de déblais (supérieures à 45°).

Lorsque l'épaisseur est plus faible (inférieure à 10m environ) le comportement et la stabilité peuvent être dépendants du substratum.

.../...

Ces brèches fournissent un matériau de qualité pour les remblais.
Leur faible perméabilité ne permet pas l'absorption des effluants.

Les brèches rouges ont des caractéristiques un peu inférieures. La portance reste bonne, mais les déblais importants pourront plus souvent poser des problèmes de stabilité.

Les éboulis à blocs géants posent les problèmes de stabilité les plus sérieux. Ils sont le siège de mouvements dus, tantôt à des réajustements des blocs, tantôt à des reptations d'ensemble sur leur substratum. Toute perturbation, surcharge, terrassement, modification des conditions d'infiltration peut rompre un équilibre toujours proche de sa limite.

Les terrassements importants doivent donc y être proscrits. La construction est fortement déconseillée dans les zones les plus déclives et celles qui ont déjà subi des désordres. Elle peut être envisagée dans les secteurs moins pentus, sous réserve d'une étude géotechnique permettant d'adapter le projet de fondations et de terrassements. Ces derniers sont les plus nuisibles tout emprunt, carrière, déblai important, devraient être proscrits ainsi que toute action susceptible d'accroître ou modifier les conditions d'infiltration, rejet d'effluents, déboisement etc..... la qualité et l'entretien des réseaux d'assainissement sont des facteurs tout-à-fait déterminants pour la stabilité des sols.

Les éboulis "classiques" cartographiés E ont une portance moyenne à bonne (1 à 4 bars environ), très généralement suffisante pour les maisons individuelles. Les terrassements y sont aisés avec des engins de faible puissance en pétardant les gros blocs éventuels.

La pente d'équilibre des talus de déblais excède rarement 35° sur l'horizontale. Cette pente est acquise immédiatement, parfois au prix de désordres en cours de travaux, quand les éboulis sont peu consolidés ; 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.

Leur capacité d'absorption des effluents est bonne, mais les rejets devraient, néanmoins, y être évités pour des raisons de stabilité.

Le réemploi en remblai est généralement possible.

Cependant, la stabilité et le comportement des ouvrages importants, immeubles collectifs, hauts déblais ou remblais, ouvrages de Génie Civil, peuvent souvent être influencés moins directement par les qualités intrinsèques des éboulis que, par leur substratum, sa profondeur, sa géométrie, ses propriétés mécaniques et hydrogéologiques à l'inter-face.

C'est particulièrement le cas pour les déblais qui risquent d'entailler le contact de base : l'équilibre de tout le secteur situé en amont peut alors être compromis. C'est dire l'importance des reconnaissances préliminaires tant qu'on ne disposera pas d'un archivage assurant, à partir des investigations successives, une connaissance suffisante de la répartition des épaisseurs.

- LA CARTOGRAPHIE SYNTHETIQUE -

ANALYSE et UTILISATION

La carte synthétique établit, entre les divers secteurs de la Commune, 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 l'existence de risques naturels dans certains secteurs (Zone 1) où les constructions devraient être prohibées. Ces risques peuvent se surimposer à des conditions plus ou moins favorables par ailleurs, ce qui se traduit par un double figuré : c'est le cas de tous les secteurs situés en pied de falaises qui sont exposés à des chutes de blocs. On peut concevoir de revenir aux conditions plus favorables si l'on parvient à supprimer le risque par un moyen approprié (consolidation de falaises, filets protecteurs, etc.....).

La carte exprime ailleurs, (zone 2 & 3), la nécessité d'une étude qui devrait se traduire impérativement dans la procédure de délivrance du permis de construire.

Un tel zonage établi à partir d'un niveau d'information 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 pas des études de détail qui restent recommandées en tout cas.

On doit le concevoir comme un plan d'orientation: l'établissement d'une carte géotechnique authentique aurait demandé des investigations nouvelles (géophysique, sondages de reconnaissance, essais mécaniques in situ et en laboratoire).

Le zonage peut être considéré comme pessimiste puisque les aptitudes définies sont au mieux "moyennes" et le plus souvent "faibles". Ce pessimisme doit être tempéré : il traduit souvent davantage l'impérieuse nécessité d'une étude visant à se garantir contre un danger potentiel que la présence vérifiée de ce danger ; de plus une bonne connaissance des conditions permet d'envisager des ouvrages importants, même dans les cas défavorables, en permettant d'adapter leur conception : on a pu ainsi édifier des immeubles hauts en les fondant sur pieux sans "écorcher" le profil naturel et avec un drainage adéquat.

- CONCLUSION -

Le développement de l'urbanisation n'est pas facilité à CAP D'AIL par les conditions géologiques.

Celles-ci sont les plus favorables sur les calcaires jurassiques au Nord-Ouest de la commune, mais la construction s'y heurte à des problèmes d'éloignement du centre actuel et de protection des sites. Il faut cependant considérer que le site constitué par les magnifiques espaces verts compris entre la Basse et la Moyenne Corniche est également précieux ; la dégradation de la végétation engendrerait inmanquablement celle de la stabilité en aval.

La structure géologique, un manteau détritique hétérogène masquant un substratum très divers, fait ressentir, à CAP D'AIL encore plus qu'ailleurs, la nécessité d'une bonne connaissance du sous-sol et donc d'une bonne gestion, par un archivage rationnel, des informations géologiques et géotechniques apportées par les reconnaissances et travaux successifs.

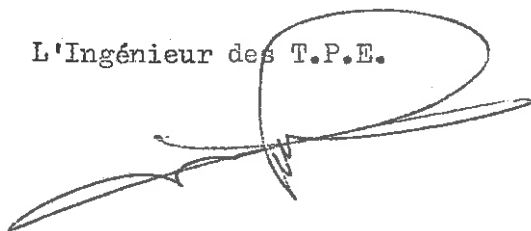
Ici plus qu'ailleurs, la qualité de l'assainissement conditionne celle de la stabilité.

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

NICE, le 3 FEVRIER 1975

SECTION GEOLOGIE

L'Ingénieur des T.P.E.



P. PAGE



J.P. FOLLACCI

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

