



MICROFICHE N°

04036

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

الجمهورية التونسية  
وزارة الزراعة

المركز القومي  
للتوثيق الزراعي  
تونس

F

1

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

DIRECTION DES RESSOURCES

EN EAU ET EN SOL

DIVISION DES SOLS

ARCHIVES

ETUDE MORPHODYNAMIQUE DU VERSANT INSTABLE  
DE LA COLLINE DE SIDI BOU SAÏD

Par :

RAIS Moncef , chef de laboratoire  
Géomorphologue

Janvier 1980

ARCHIVES

## INTRODUCTION

L'étude du glissement de Sidi Bou Saïd rentre dans le cadre du groupe d'études et de Recherches I du projet PNUD Ministère des affaires culturelles pour la sauvegarde des centres culturels et historiques de la banlieue Nord de Tunis. Cette étude n'est donc qu'un maillon d'un ensemble de travaux en cours de réalisation pour chercher les causes du glissement et par conséquent pour le contenir.

## I - LE MILIEU

### I.1 - Le relief

La zone étudiée en détail concerne uniquement la partie instable de la colline de Sidi Bou Saïd. Celle-ci est composée par deux ensembles différents : un versant passant à un replat qui se termine par une falaise de dix à vingt mètres de commandement. En fait, on pourrait dire que l'ensemble du versant est une falaise de forme classique.

#### I.1.1 - Le versant

Le modelé de détail du versant est très complexe. Il se compose de deux grandes niches de glissement, la première sous le cimetière, la seconde sous le Service Météorologique. Le phare se trouve à la limite de la première. Entre ces deux grandes niches une troisième de taille plus réduite occupe tout le flanc de la colline. Elle se trouve dans une zone qui apparaît, de loin, comme une séparation entre les deux autres sans qu'elle soit affectée par les glissements.

La topographie des deux grandes niches se présente de la manière suivante : une corniche sommitale de plusieurs dizaines de mètres de commandement passant à des replats intermédiaires plus ou moins étendus. Dans celle du cimetière ces replats sont très réduits pour ne pas dire inexistantes. Ce versant domine le replat par un talus de près de 15 m.

La niche du Service Météorologique est <sup>aussi</sup> importante que la première. Cependant une grande différence résulte du fait qu'elle est aménagée en une suite de mini-replats cultivés en oliviers et en partie bien entretenus. A la base (à mi-versant) apparaît un modelé très cahotique, composé par une succession de petits ressauts et de drains intermédiaires sur une pente relativement forte (proche de 40 % - 50 %). Cette zone se termine par un assez vaste replat où s'individualisent deux dépressions fermées collectant les eaux de ruissellement du versant. Le replat se termine par un talus de près de dix mètres dominant le blockhaus. L'ensemble de la niche se termine vers le Nord Est par un grand ravin qui prend naissance dès le haut

versant et s'agrandit au fur et à mesure qu'il se rapproche de la mer.

Le troisième niche, située entre les deux autres est bien moins grande et moins spectaculaire. La topographie générale de la zone séparant les deux grandes niches décrites précédemment est composée par une autre plus petite et probablement plus récente, débutant à une altitude plus basse, le plan de glissement étant lui aussi plus bas. Cette niche a un modelé de détail très caractéristique d'une loupe de glissement avec un aspect cahotique faisant alterner des micro bosses et des micro dépressions plus ou moins fermées selon les endroits. Cette niche est, elle aussi, le siège du ruissellement concentré sous forme de ravins et de ravineaux ce qui donne un modelé de détail plus cahotique.

#### I.1.2. Le replat basal

Le versant de la colline domine par un talus de plus de 10 m, un replat basal assez étendu. En réalité il ne s'agit pas d'un replat naturel. En effet, celui ci est constitué par une suite de surfaces planes à pente faible (moins de 10%), étagées et dont la surface est variable. A notre avis il s'agit là d'une ancienne loupe de solifluxion aménagée par les forestiers en une suite de larges banquettes, en marches d'escalier, pour la plantation d'espèces forestières. Dans le détail on n'observe que rarement de véritables surfaces planes, celles ci sont très réduites et sont soit des micro dépressions soit des lambeaux dominant directement la mer. A l'intérieur de chaque grande banquette on a observé un modelé de détail parfois cahotique composé d'un ensemble de sillons (pour la plantation) et d'ados de terre.

Ce replat est très raviné, toutes les eaux du versant s'y rassemblent et sont évacuées vers la mer par des ravins souvent larges et profonds. Il domine la mer par une falaise meuble haute de plus de 10 m sauf au débouché des ravins où l'altitude s'abaisse considérablement.

## I.2 . Le substrat

Les matériaux du versant sont de deux types : soit des affleurements géologiques (grès ou marnes ou association des deux) soit des formations superficielles composées par des dépôts de glissement.

Les affleurements géologiques se trouvent essentiellement dans la niche du cimetière à une altitude de près de 100 m et forment là un banc de grès de quelques mètres d'épaisseur, on en rencontre aussi dans la paroi Nord Est de la niche et le matériel est alors composé par des argiles feuilletées. Dans la deuxième niche les affleurements rocheux sont moins importants et ne s'observent qu'en deux endroits bien particuliers : le premier dans une niche de glissement actuelle dans la zone de la propriété privée, le second sur le replat et dans la berge du ravin qui en sort par le Sud.

Quelques autres pointements rocheux s'observent à l'occasion d'une multitude de loupes de glissement actuelles ou subactuelles ou dans le cours de certains ravins et essentiellement celui qui termine la zone instable vers le Nord,

Quant aux formations superficielles, elles sont de trois types :

### I.2.1. Les dépôts de pente :

Ils s'observent essentiellement dans la partie haute des niches et sont composées par un matériel limono-argileux peu épais englobant quelques cailloux et graviers, l'ensemble est très peu évolué et l'on observe parfois les argiles en place.

Ces dépôts sont très peu évolués avec un pH neutre (7.5. à 7.8), ils ne présentent aucune trace de calcaire ( $\text{CaCO}_3$  : 0) et une conductivité faible 1 mmhos/cm. Quant à la matière organique, elle est très faible et est de l'ordre de 0.2 à 0. 7%. Leur porosité est relativement faible : 21 à 36 % De ce fait ils sont soit très récents soit constamment en mouvement et n'ont pas pu ou n'ont pas eu le temps nécessaire pour connaître une pédogenèse profonde.

### I.2.2. Les dépôts de glissement très peu évolués

Ils sont les plus abondants dans toute la zone. Ils sont le résultat du glissement du matériel géologique, argiles et grès friables, sur le versant. Leur composition est généralement très hétérométrique associant des éléments fins limono-sablo-argileux à des galets, des cailloux et des blocs parfois plurimétriques. Le matériel fin a une tendance sableuse due très probablement à l'altération des grès qui s'affritent et libèrent des sables fins.

Ces matériaux glissés ont une couleur grise et sont généralement très épais, pouvant parfois dépasser quelques mètres, les berges de ravins et les excavations qui existent dans la zone de glissement pelliculaire ainsi que la nouvelle piste nous permettent d'évaluer cette épaisseur.

Ils sont très peu évolués du point de vue géochimique. Ainsi leur évolution pédologique est à peine entamée, elles sont très proches de la roche mère argileuse ou gréseuse. Elles sont non calcaires, possèdent très peu de matière organique, de carbone et d'azote, leur pH est neutre.

### I.2.3. Les dépôts de glissement peu évolués

On les observe essentiellement dans la zone de blockhaus où ils couvrent deux replats étagés. On en rencontre aussi sur le replat basal dominant directement la mer.

Ils ont également une granulométrie hétérométrique associant des éléments grossiers, voire très grossiers, à du matériel fin, sablo-argileux dans des proportions variables mais généralement inférieur à 50 % de l'ensemble.

Ils se différencient des formations précédentes par une évolution pédologique un peu plus avancée, la couleur ocre traduisant un dépôt relatif des sesquioxydes et en particulier du fer. Cependant, cette altération ne se traduit pas au niveau des argiles et c'est pourquoi il ne paraît difficile de parler d'évolution géochimique au sens vrai du terme.

Par ailleurs, la conductivité électrique devient plus importante à la base passant ainsi de 1 mmhos/cm<sup>2</sup> à 5 et 6 mmhos/cm<sup>2</sup> dénotant de l'abondance des sels qui proviennent de la migration latérale in situ et d'un apport d'embruns par le vent. Ces sels sont essentiellement sous forme de Na Cl et secondairement de Na<sub>2</sub> - SO<sub>4</sub> ou Ca SO<sub>4</sub>. Ces dernières se trouvent essentiellement vers la base du versant.

Ces formations se caractérisent également par la rareté de la matière organique et par l'absence totale de carbonate de calcium.

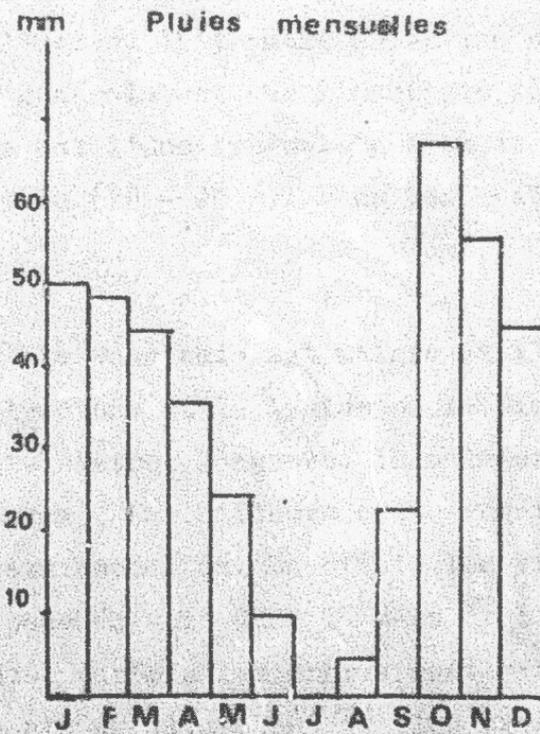
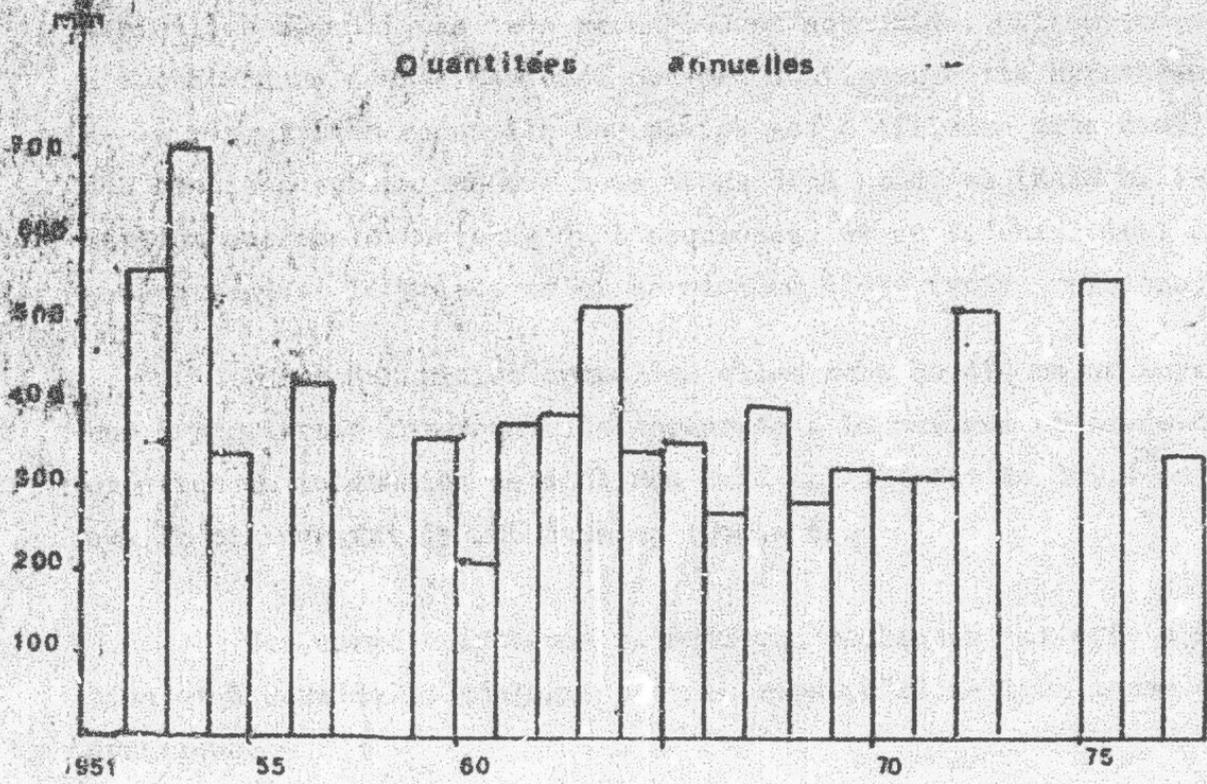
L'altération relative de ces dépôts est nette dans les éléments grossiers qui s'effritent très facilement et donnent des sables fins. D'ailleurs la granulométrie du matériel nous permet de constater que partout sur le versant les sables prédominent. Le pourcentage des sables fins des différents échantillons analysés varie entre 31 et 62 % alors que les argiles ne dépassent guère 35 % de l'ensemble des éléments fins. Cette texture confère aux formations superficielles du versant une porosité élevée comprise entre 39 % et 54 %. Ces caractéristiques physiques des formations superficielles ont des conséquences très importantes sur la dynamique du versant et sa stabilisation.

### I.3. Caractéristiques climatiques

Les études bioclimatiques de la Tunisie du Nord (Gounot M. Schoenenberger A. C. FLORET 1969 et Jacquet... 1967) classent la zone dans le semi aride supérieur à hiver chaud. A notre avis le versant instable de la colline de Sidi Bou Saïd bénéficie d'un microclimat le faisant basculer sinon dans le subhumide franc, du moins comme zone de transition entre le semi -aride et le sub -humide.

En effet, ce versant est exposé à l'Est ce qui diminue la durée d'insolation et affaiblit l'évaporation et l'évapotranspiration (la rosée matinale observée peut durer jusqu'au delà de 11<sup>h</sup>). En outre il est baigné par la mer ce qui lui donne une humidité atmosphérique et des précipitation occultes relativement élevées.

27  
PLUVIOMETRIE



L'exposition du versant est un régulateur qui lui donne des caractéristiques climatiques très probablement subhumide, malheureusement nous n'avons aucune donnée chiffrée pouvant confirmer cette hypothèse. L'analyse de la répartition mensuelle des pluies est d'ailleurs très semblable à celle des stations subhumides que nous avons déjà étudiées (RAIS M. 1978) avec un maximum automnal (Octobre en l'occurrence) et un fléchissement continu des pluies pendant le printemps et un minimum d'été (voir graphique).

Quant aux pluies annuelles elles sont de 414 mm en moyenne avec une irrégularité interannuelle accentuée. Le maximum observée depuis la création de la station de Sidi Bou Saïd en 1951 fut de 709,4<sup>mm</sup> en 1953 alors que le minimum fut de 206,6 mm en 1960 - 61.

Ces caractéristiques climatiques combinées aux effets de l'exposition et à ceux de la géologie ont des repercussions très importantes sur la dynamique.

#### I.4. La végétation

La végétation naturelle est rare sur ce versant et le couvert végétal est composé par des espèces de reboisement dont l'Eucalyptus et l'accacia. Ces deux plantes se trouvent partout sur le versant avec prédominance de l'une ou de l'autre selon les sites, par exemple en front de mer on n'observe généralement que l'accacia alors que sur le haut versant l'arbre qui domine est l'eucalyptus. Le taux de couverture est généralement faible à très faible (10 - 20 %). Dans les meilleures conditions il peut atteindre 50 %.

Le sous bois est maigre et il est formé par des espèces communes tel le calycotome et le lygium ou le Diss par endroits on a rencontré le cactus, l'oléastre, l'agrave, le palmier (voir matrice des observations systématiques). Par ailleurs cette végétation reflète la dynamique du versant par ses anomalies. En effet, les troncs des arbres sont dans leur majorité penchés soit dans le sens de la pente soit dans le sens inverse de la pente, parfois les arbres sont pratiquement couchés témoignant ainsi de mouvements de glissement de plus ou moins grande importance.

## II - LA DYNAMIQUE

La dynamique du versant instable est caractérisée avant tout par les phénomènes de glissement. Cependant tous les autres aspects de la dynamique érosive s'y observent avec une plus ou moins grande importance selon les sites.

### II.1. Technique d'étude suivie

Outre plusieurs tournées de reconnaissances et de cartographie nous avons pratiqué des observations systématiques pour mieux saisir la réalité de la dynamique et de ses manifestations.

Pour réaliser ces observations systématiques nous avons divisé le versant en carrés de 40 m de côté numérotés de 1 à n (voir carton). Les observations ont été faites au centre du carré et ont intéressé : la topographie (altitude, pente générale, pente du lieu d'observation, topographie générale et topographie du lieu d'observation), la végétation (nature, taux de recouvrement et anomalies), le substrat avec toutes ses caractéristiques et la dynamique.

Nous avons ainsi effectué 87 observations systématiques couvrant la plus grande partie du versant et du replat basal. Quelques carrés n'ont pu faire l'objet d'observations du fait de l'impossibilité d'y accéder.

Le dépouillement de l'enquête terrain a été fait sous forme d'une matrice ordonnée suivant les numéros des cases et les phénomènes dans l'ordre d'observation sur le terrain. Cette matrice originelle a donné naissance à deux matrices dérivées où les phénomènes ont été classés en lignes suivant leur abondance (matrice D1) et en colonnes suivant leur ressemblance (matrice D2). Ces deux matrices ont été réalisées pour la dynamique d'une part et pour la végétation de l'autre. Pour la matrice de la dynamique un classement des phénomènes a été réalisé suivant leur gravité. Enfin un regroupement des cases a été effectué et une cartographie générale a résulté des ces deux matrices (voir cartes ci-jointes).







Pour établir ces cartes nous avons divisé la matrice de la Dynamique en sept parties et celle de la végétation en huit. Cette division tient compte des ressemblances existantes entre les observations, déterminées à partir de la matrice D2.

Il ressort de ces cartes une certaine homogénéité pour le replat basal et une hétérogénéité importante pour le versant proprement dit (voir cartes) Ainsi pour la dynamique, le replat fait essentiellement de la classe 2 sauf pour la partie proche de la route goudronnée. Cette classe est dominée en particulier par les ravins et toutes les autres manifestations de l'érosion (voir matrice D2). Quant au versant il est hétérogène, par endroits on n'y observe que des phénomènes de glissement avec des ravineaux et du ruissellement diffus, dans d'autres au contraire, il est caractérisé par les ravins ou les ravinements généralisés (voir carte hors texte). Ces derniers sont surtout visibles sur le talus faisant le raccord entre le versant et le replat basal.

Les observations systématiques, la cartographie générale au 1/1000e de la zone nous ont permis de constater que la dynamique est très active sur ce versant instable. La zone peut être divisée en trois grandes parties le versant, le replat et la falaise.

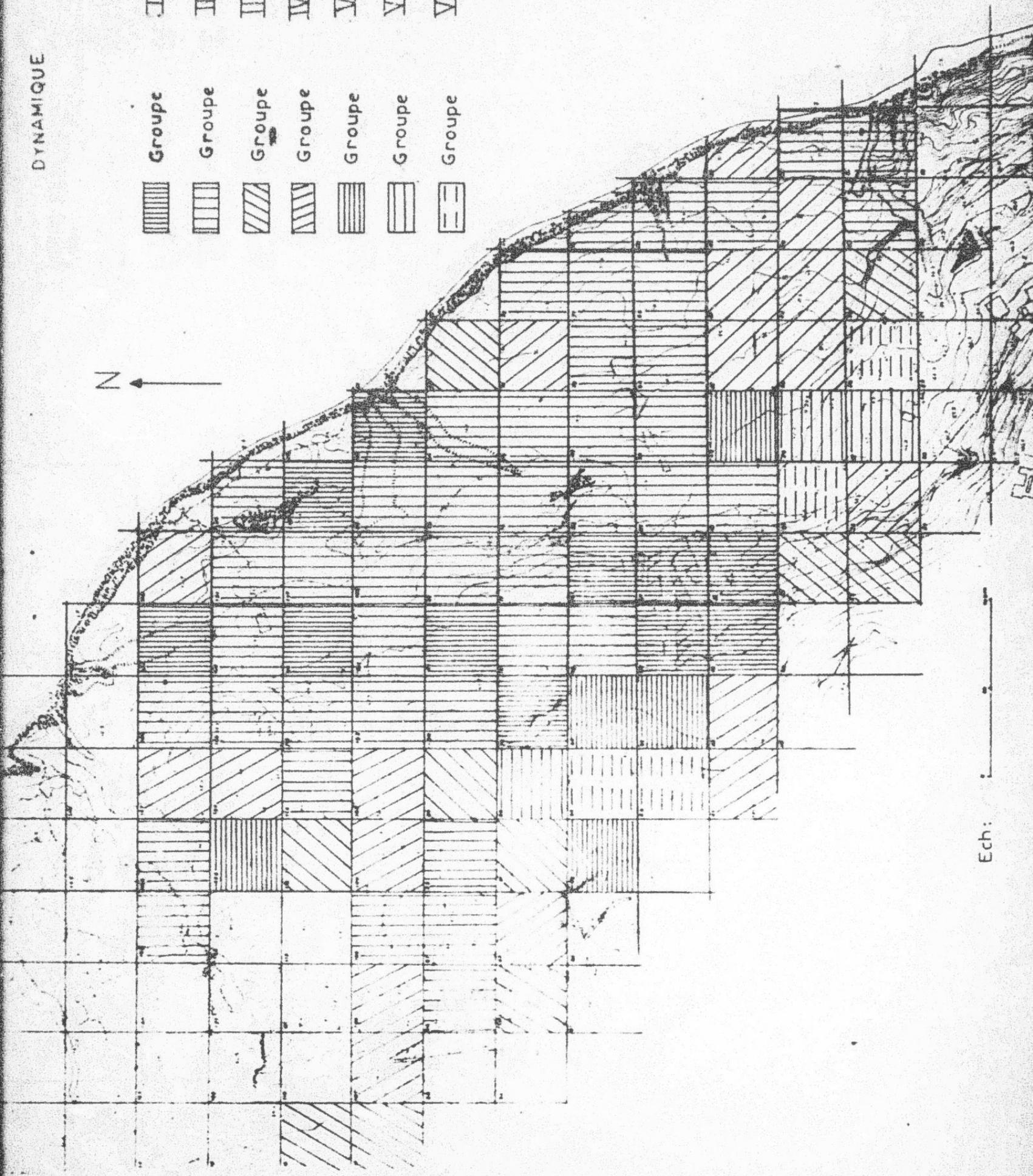
## II.2. Le versant

Le versant instable est entaillé par deux grandes niches de glissement séparées par une troisième moins importante mais plus complexe. Dans les deux grandes, le haut versant présente un profil presque réglé (pente forte proche de 80 %) où on n'observe que peu de ruissellement diffus et quelques ravineaux. Cependant par endroits grâce aux excutoires d'égoûts (sous les maisons) ou de travaux de CES (gabions ou banquettes) ou encore à la l'infiltration constante de l'eau dans la zone de la batterie militaire des mouvements de masse de faible ampleur (coups de cuillères, arrachement) ont pu naître, le plus spectaculaire et le plus rapide est la niche qui s'est formé sous la batterie militaire en l'espace de quelques mois. En effet, lors de la première prise de contact avec le terrain en février 1979, il

DYNAMIQUE

I II III IV V VI VII

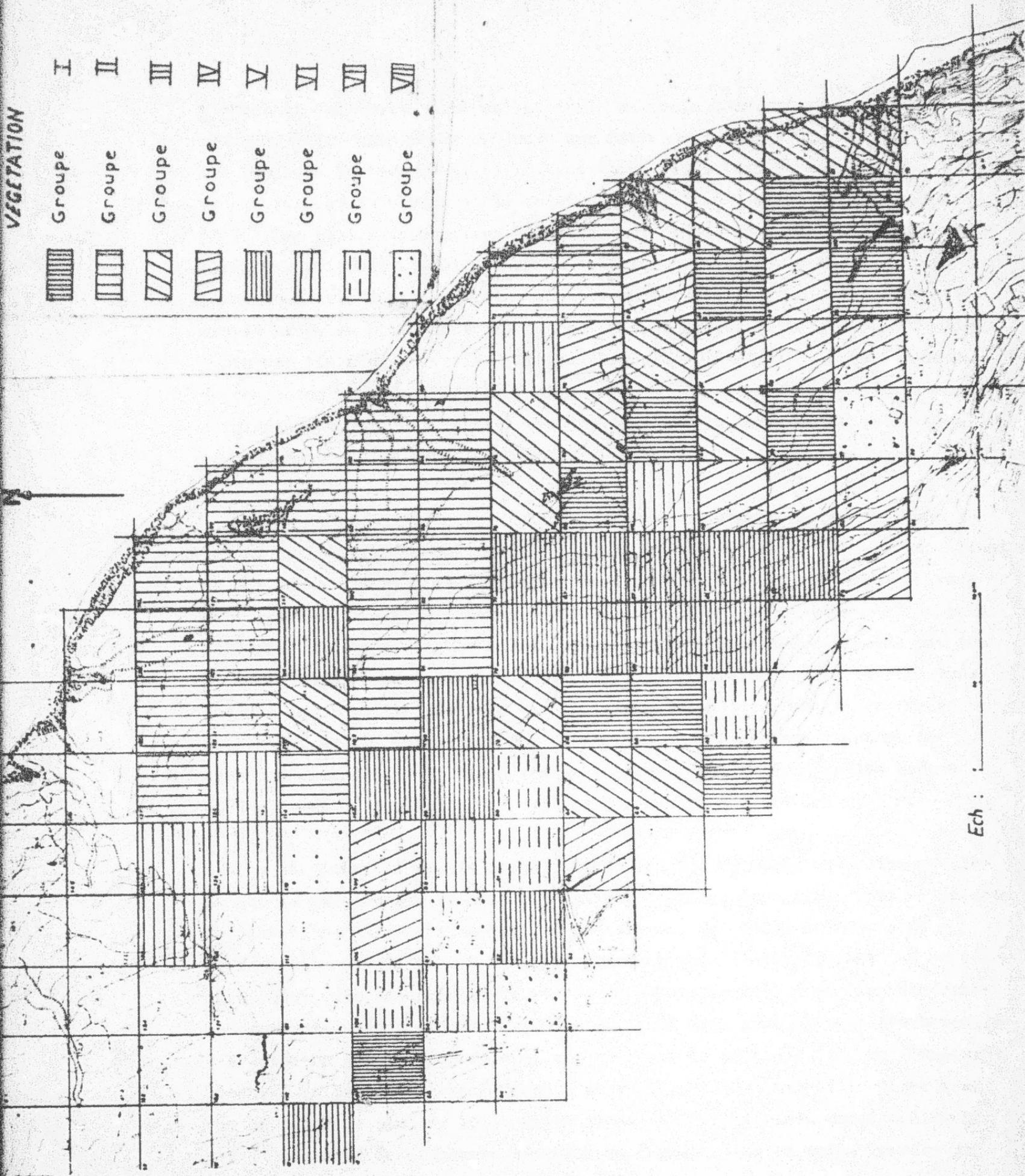
- Groupe



Ech: 1 : 1000

VEGETATION

- I Groupe
- II Groupe
- III Groupe
- IV Groupe
- V Groupe
- VI Groupe
- VII Groupe
- VIII Groupe



Ech : |-----|

n'existait dans cette zone qu'un simple ravineau sans grande importance, au cours de l'été nous avons remarqué une fuite continuelle de l'eau de l'un des robinets de terrain militaire qui était alors entièrement imbibé. Cette eau ressort au niveau de la falaise et s'écoule par le ravineau sus indiqué. Les pluies automnales d'octobre ont trouvé un terrain déjà engorgé, elles ont ruisselé et ont décapé du matériel à la base, le reste on peut l'imaginer très facilement, par départs successifs la zone a vu naître une grande niche de glissement qui menace en particulier la batterie. Par ailleurs une tournée de dernière minute (effectuée le 28/1/80) nous a permis de constater un glissement de faible ampleur sous le service météorologique, ce glissement est dû à la collecte des eaux sur la terrasse de ce service et leur deversement dans le versant.

À mi versant d'autres phénomènes peuvent être mentionnés. Dans la 1<sup>er</sup> niche (la plus au Sud) nous observons trois parties différentes en allant du Sud vers le Nord (de la maison détruite vers le phare) au début le versant est réglé sans manifestations importantes de la dynamique sauf du ruissellement diffus et des ravineaux. Au centre une zone très affectée par des glissements en paquets et des glissements pelliculaires. Vers la fermeture Nord de la niche la dynamique est dominée par les têtes de grands ravins qui entaillent le versant et les formations superficielles ayant glissé avec par endroits des glissements en paquets surtout le long des berges et des coups de cuillères en particulier dans les têtes des ravins.

La deuxième grande niche, située le plus au nord, est moins complexe que la précédente. Le haut versant est le siège des glissements en paquets de plus ou moins grande ampleur, des ravineaux, des têtes de ravins et peu de ruissellement diffus. Dans la propriété privée n'apparaissent que quelques tassements, des ravineaux et peu de ruissellement. À mi versant existe une zone présentant plusieurs seuils qui sont très probablement des banquettes édifiées par les forestiers, séparées par de profonds sillons canalisant l'eau. À la base l'ensemble passe à un replat vaste dominant la blockhaus par un talus de plus de 10 m. Cette niche est caractérisée essentiellement par l'existence de plusieurs dépressions fermées plus ou moins grandes par

des labours facilitent ainsi la stagnation de l'eau et l'imbibition sinon l'engorgement des formations superficielles sablo-argileuses.

La 3<sup>e</sup> niche intermédiaire est plus complexe du point de vue de sa dynamique. En effet, elle est le siège d'un glissement pelliculaire doublé par des phénomènes de ravinement à des stades plus ou moins avancés. Un fait est à remarquer pour cette partie : l'existence en plusieurs endroits (voir carte) de grands trous qui peuvent dépasser 1 m de diamètre et qui rassemblent les eaux du ruissellement superficielles. Ils ont un rôle très important dans la dynamique du versant du fait que les eaux s'y rassemblent s'infiltrent et favorisent ainsi les phénomènes de sous tirage, de ressurgence sous forme de ravins et également le foirage.

Tous ces mouvements vont s'aggraver avec l'ouverture de la nouvelle piste très large et très proche de la montagne. Elle tranche des formations qui, à leur origine sont instables, leur créant une rupture d'équilibre grave et accentuée. Leur mouvement sera facilité et la piste elle-même sera en danger (nous n'avons qu'à prendre l'exemple du tronçon de raccordement de la route du village avec celle du bord de mer). Dans des zones de glissement, il est connu que la partie la plus instable est l'épéron intermédiaire entre deux niches. Cette règle générale s'applique bien au versant NE de la colline. Or la piste ouverte est directement dominée par cette zone. La migration lente des matériaux va s'accélérer grâce à la discontinuité créée par la piste d'une part et aux mouvements qui affecteront le talus de la piste de l'autre. En effet, les matériaux qui se trouvent immédiatement sur le bord de la piste vont s'ébouler progressivement, le vide ainsi créé sera compensé par le départ des matériaux situés plus en amont et par compensations successives on risque d'aboutir à la coalescence des trois niches.

### II.3 - Le replat

À la base du versant et après un talus caractérisé par le ravinement généralisé, la topographie devient plate sur une grande surface. Ce replat est composé par le matériel glissé du versant. En effet, la falaise de front de mer fait apparaître sur plusieurs mètres d'épaisseur un matériel très hétérométrique englobant de gros blocs de plusieurs m<sup>3</sup> de volume, des galets, des cailloux emballés dans une matrice fine sablo-argileuse.

Sa platitude, relative, est le résultat de son nivellement probable par le service des forêts qui l'a aménagé en une suite de banquettes larges, à pente relativement faibles (moins de 10 %) et se succédant sous forme de grandes marches d'escalier. A l'intérieur de chaque grande banquette des travaux de CES ont été réalisés pour pouvoir reboiser la zone. Ces travaux sont des mini banquettes, des labours (à l'emplacement des plants) qui canalisent l'eau, lui facilitent l'infiltration, des trous de plantation ont également favorisé le tassement du matériel, le sous tirage et le foirage.

Du point de vue dynamique ce replat basal est très actif. Il est le siège du ravinement voir du ravinement généralisé (tâche uniforme sur le carton), des ravineaux en nombre important, du ruissellement diffus et des mouvements de masse de plus ou moins grande importance, - ceux-ci s'observent essentiellement sur les berges des ravins ainsi qu'à leur tête.

#### II.4. La falaise

Ce replat domine la mer par une falaise neube haute d'une dizaine de mètres, composée d'éléments détritiques hétérométriques. Elle est attaquée par la houle qui l'afouille par la base en formant des "abris sous roche" qui facilitent l'écroulement du matériel par pans successifs nettoyés au fur et à mesure par les mouvements de retour des vagues. Les quantités importantes de blocs le long du rivage de Sidi Bou Saïd témoignent du recul de la falaise et du nettoyage des particules fines qui sont évacuées par la dérive littorale et les mouvements de retour.

Cette falaise fait apparaître des points faibles aux débouchés des ravins. En effet, à chaque fois qu'un ravin arrive jusqu'à la mer, l'altitude de la falaise s'abaisse et la côte décrit un rentrant qui témoigne là encore du départ du matériel par les actions conjointes de la dynamique littorale et de la dynamique continentale. La plage soulevée décrite par Castany en 1953 devrait se situer au débouché du grand ravin terminant la zone instable vers le nord. Nous n'en retrouvons aucune trace ce qui nous incline à conclure qu'elle a été très probable ent érodée.

La falaise présente également une dynamique ravinante (multiplication des rigoles dans ce matériau meuble) ainsi que des phénomènes de glissement (en particulier des coups de cuillères) qui ne font qu'accélérer sa ségradation.

Au total nous pensons que les phénomènes qui affectent la falaise marine sont les principaux agents des glissements actuels de la colline. En effet, la falaise étant constamment érodée, il est probable alors qu'il y a un phénomène de compensation par migration lente et continue de tout l'ensemble du replat vers la mer. Ce mouvement n'intéresse à notre avis que les formations superficielles. De plus lorsque le replat s'affaisse, les compensations se poursuivent vraisemblablement sur l'ensemble des zones qui le dominent. La dynamique du versant étant caractérisée, comme sus indiqué, par les mouvements de glissement qui sont alors expliqués par cette compensation lente mais continue. La mer a donc un rôle primordial dans l'instabilité actuelle du versant.

D'un autre côté les ravins qui dévalent le versant creusent leur lit, en engendrant des mouvements de masses dans les berges et les têtes de ravins qui eux mêmes auront un effet rétroactif sur l'ensemble des formations superficielles du versant en dehors de tous les éléments qui facilitent la concentration des eaux de ruissellement l'engorgement du matériel sable-argileux et par là même son départ.

### III. - PROPOSITIONS D'AMÉNAGEMENT

Au cas où il n'y aurait pas de ligne de discontinuité profonde facilitant le déplacement de l'ensemble de la colline les mesures à prendre pour sauvegarder les formations superficielles sont relativement simples.

L'aménagement le plus urgent et le plus important à réaliser serait à notre avis la protection de la falaise contre l'érosion marine. Comme dit plus haut cette érosion est le moteur principal de l'instabilité du ver-

sant . Il est donc nécessaire d'annihiler les effets du déferlement des vagues et son action sur une falaise meuble. Il faut à notre avis que ce déferlement se passe loin de la côte actuelle et pour ceci il est recommandé de créer un obstacle artificiel: (un enrochement par exemple) que ferait que les vagues déferlent à une dizaine de mètres ou davantage de la falaise actuelle, il devrait être perméable pour que l'eau ne soit pas complètement bloquée à son niveau et qu'elle puisse arriver à son niveau actuel. Cependant sa vitesse et sa force seraient considérablement diminuées elle n'attaquerait plus la falaise par la base, les mouvements de retour auront moins d'emprise sur les pericules fines de la plage et la dérive littorale sera éloignée de la côte.

D'un autre côté il faut diminuer au maximum l'infiltration des eaux de pluie et des évacuations dans les formations superficielles sablo-argileuses du versant. Pour cela il est impératif de détourner toutes les eaux, pluviales ou d'égouts, sur le versant S.W au lieu du versant NE comme il est le cas actuellement. Toutes les maisons et les bâtiments qui se trouvent sur la falaise ont des déversoirs sur le versant instable, un bâtiment comme celui du phare en a quatre qui rejettent sur le versant toutes les eaux pluviales ou usées. Un glissement par paquet dû à ces déversoirs a été récemment observé, signalé par le service météorologique. Par ailleurs il serait souhaitable d'avoir sur ce versant un tapis végétal à enracinement profond, pour la fixation du sol, et à enracinement latéral pour pomper le surplus d'eau pendant la saison automnale et hivernale et pour empêcher toute concentration de ces eaux et la naissance de ravins sauvages. Nous avons constaté que pendant ces deux saisons le sol est en grande partie couvert par l'occalis mais cette plante ne répond pas aux besoins du versant : son enracinement est superficiel et très peu développée. Elle n'arrive pas à pomper toute l'eau en surplus ni à maintenir le sol en place, elle est généralement prise avec la masse glissée.

D'autres mesures sont à prendre pour diminuer l'infiltration des eaux dans ce matériel plastique du versant. Il s'agit de détruire tout élément tendant à la concentration des eaux et sa stagnation : les dépressions fermées, les excavations profondes et béantes dans les formations superficielles.

les qui jouent comme collecteurs ; les labours effectués entre les rangs de plantation, les banquettes...

D'un autre côté il faudrait lutter contre le creusement des lits, le recul et le sapement des berges des ravins. Cette action est plus difficile à réaliser que les précédentes à cause de l'instabilité du versant.

Enfin une mise en défens rigoureuse et la prohibition de tous travaux de terrassement quels qu'ils soient ne feront que favoriser la stabilisation du versant.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 - ANNALES DE L'INRAT : Vol 42 Fasc 1 1967  
- Carte phytocologique de la Tunisie Septentrionale.
- 2 - AUDRIC M.T., DANILON : 1973  
La stabilité des pentes en Tunisie .  
Etude du cas de la colline de Sidi Bou Saïd.  
Rev. Travaux Publics et Habitat.
- 3 - BARBIER R. : 1968  
Le problème de l'instabilité de la colline de Sidi Bou Saïd.  
Rapport géologique.
- 4 - CASTANY G. 1954  
Mouvements actuels de terrain à Sidi Bou Saïd.  
(Service géol.)
- 5 - FREDERICO A :  
Etude petrographique du flysh Mio-pliocène d'Amilcar  
Notes du service géol N°20.
- 6 - KHOUADJA A 1958 :  
Le glissement de la route de GAMMARTH.
- 7 - UNESCO :  
Projet - Tunis Carthage  
Rapport géologique et géotechnique sur le site de Sidi Bou Saïd Mission 1968 - 1971.

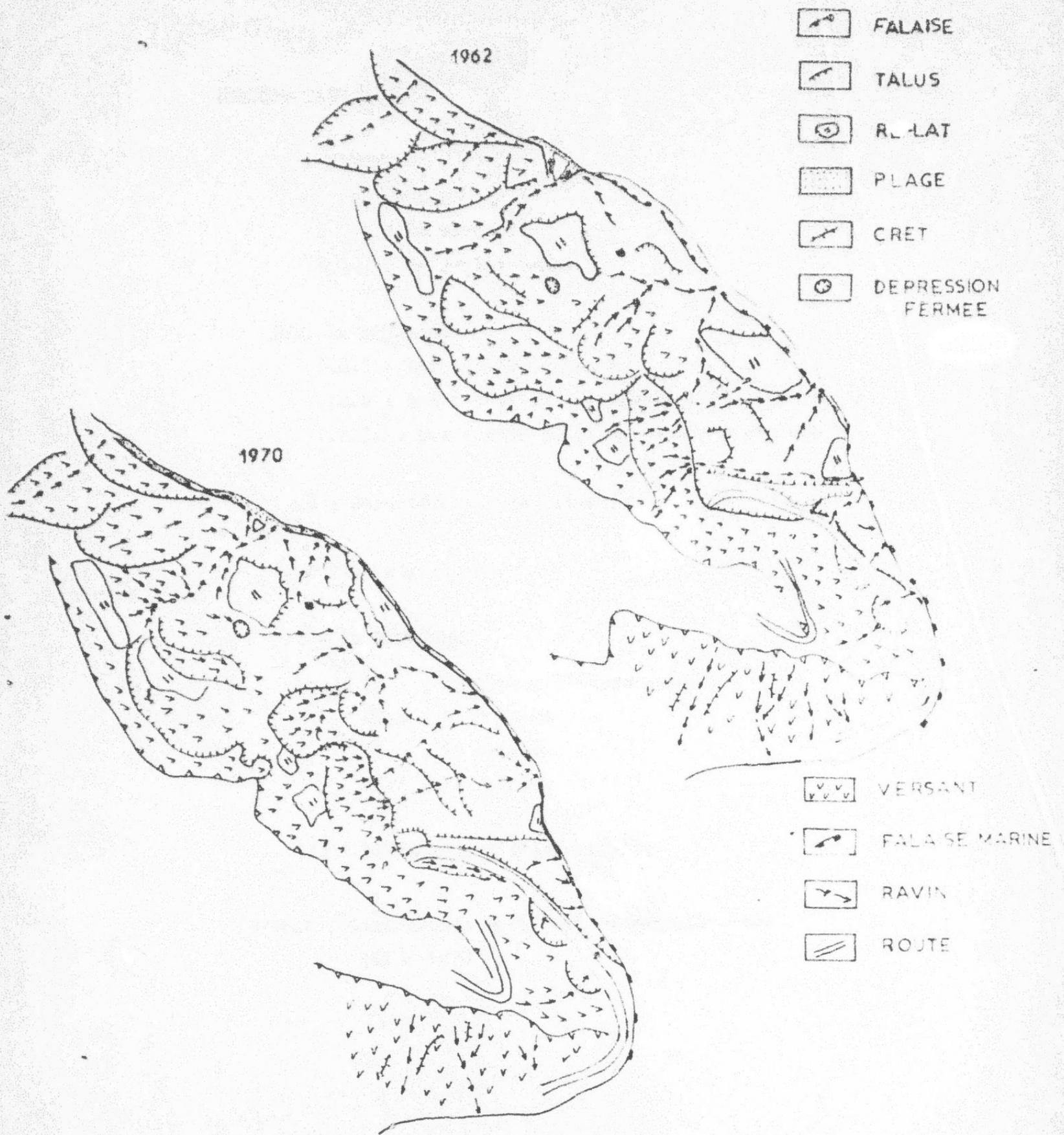
ANNEXE :  
COMPARAISON DE L'ETAT DU VERSANT ENTRE  
1962 - 1970

---

L'interprétation des photos aériennes, missions 1962 et 1970 nous permet de constater un certain nombre de changements dans la configuration du versant et de la côte. En effet, plusieurs talus et niches de glissement ont changé de tracé surtout dans la niche située le plus au nord (celle du service météorologique). Dans la zone intermédiaire les deux niches se sont agrandies et leur dynamique a été modifiée. Sur le replat on constate l'apparition d'un ensemble de talus qui n'existaient pas en 1962. Ils seraient le résultat, comme dit dans le texte, de l'aménagement de la zone par les forestiers.

Le tracé de la côte est légèrement retouché. En effet en 1962 une pointe apparaissait nettement au niveau de la niche du cimetière, elle a été rabotée et il n'en subsiste qu'un petit bombement en 1970. De plus au niveau du ravin qui termine la zone instable vers le Nord, la plage a connu une accumulation sableuse assez importante.

SCHEMAS COMPARATIFS DE L'ETAT DU VERSANT



Ech 1/7000<sup>e</sup>

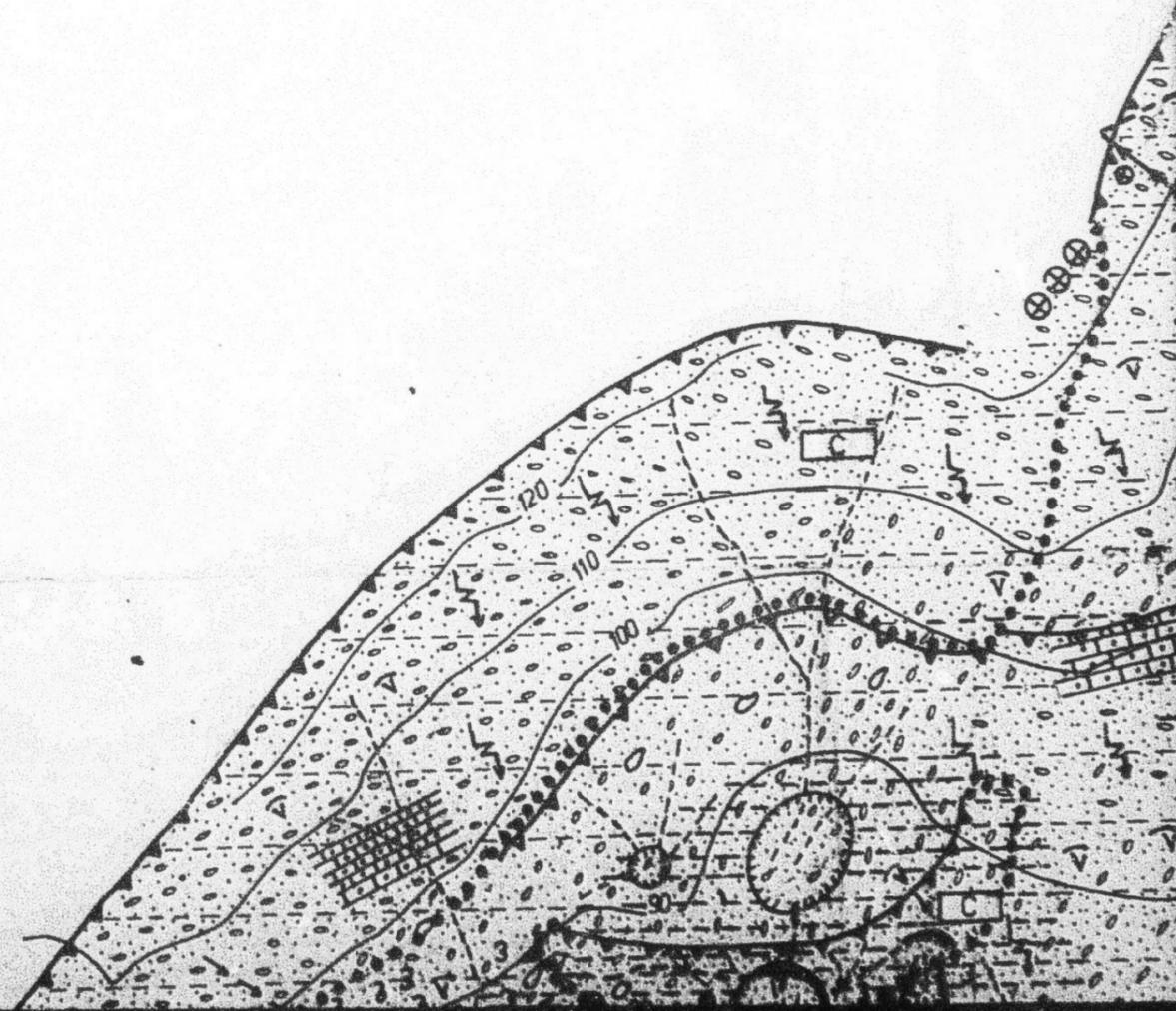
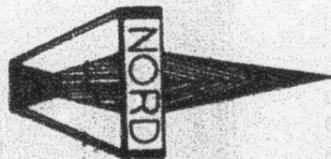
TABLE DES MATIERES

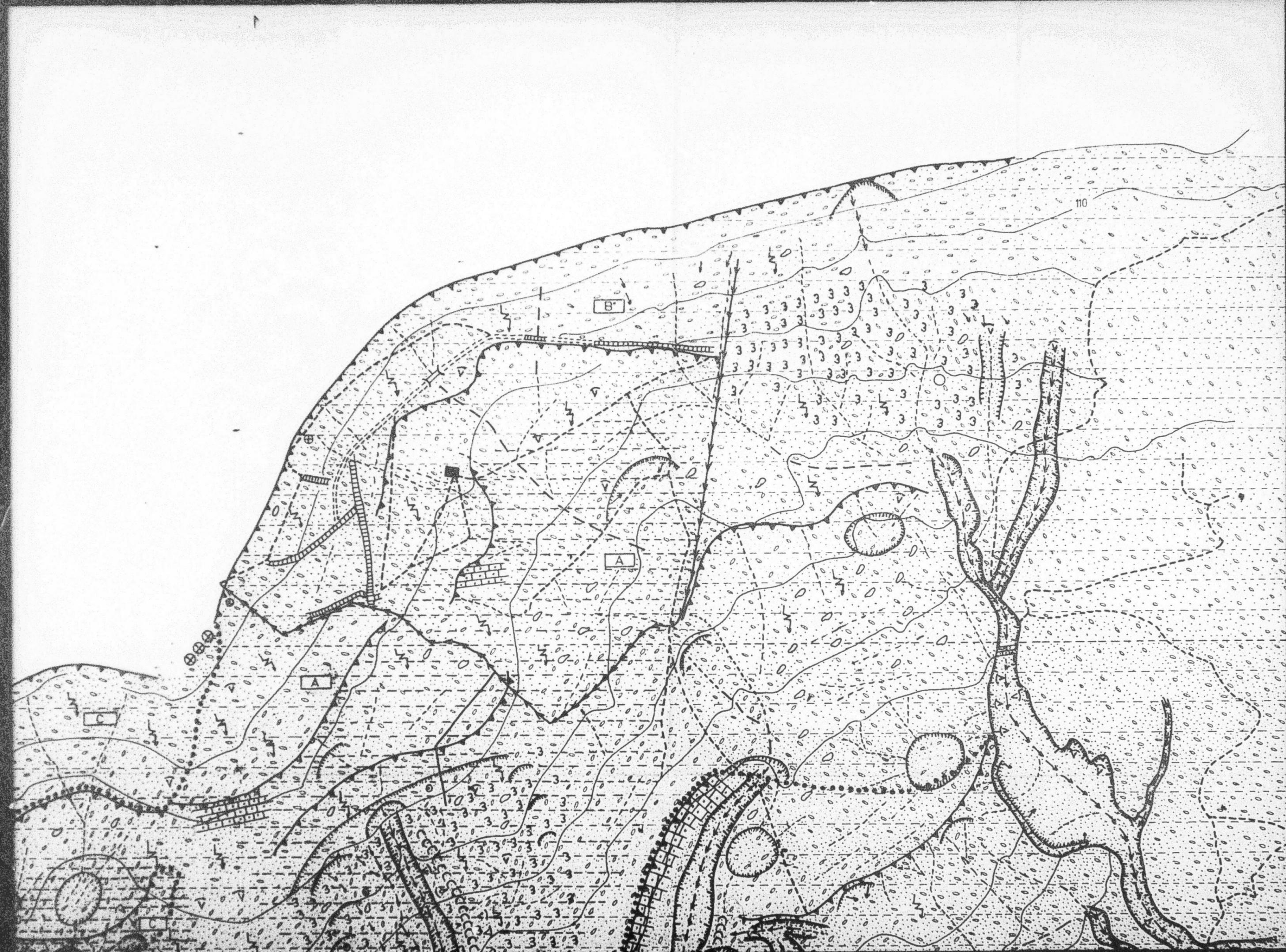
INTRODUCTION	1
I. LE MILIEU	2
I.1. Le relief	2
I.1.1 : le versant	2
I.1.2 : Le replat basal	3
I.2. Le substrat	4
I.2.1 : Les dépôts de pente	4
I.2.2 : Les dépôts de glissement très peu évolués	5
I.2.3. : Les dépôts de glissement peu évolués	5
I.3 : Caractéristiques climatiques	6
I.4 : La végétation	8
II - LA DYNAMIQUE	
II ; 1 Technique d'étude suivie	9
II.2 : Le versant	12
II.3 : Le replat	16
II.4 : La falaise	17
III - PROPOSITIONS D'AMENAGEMENT	18
ANNEXE : Comparaison de l'Etat du versant entre 1962 et 1970	22

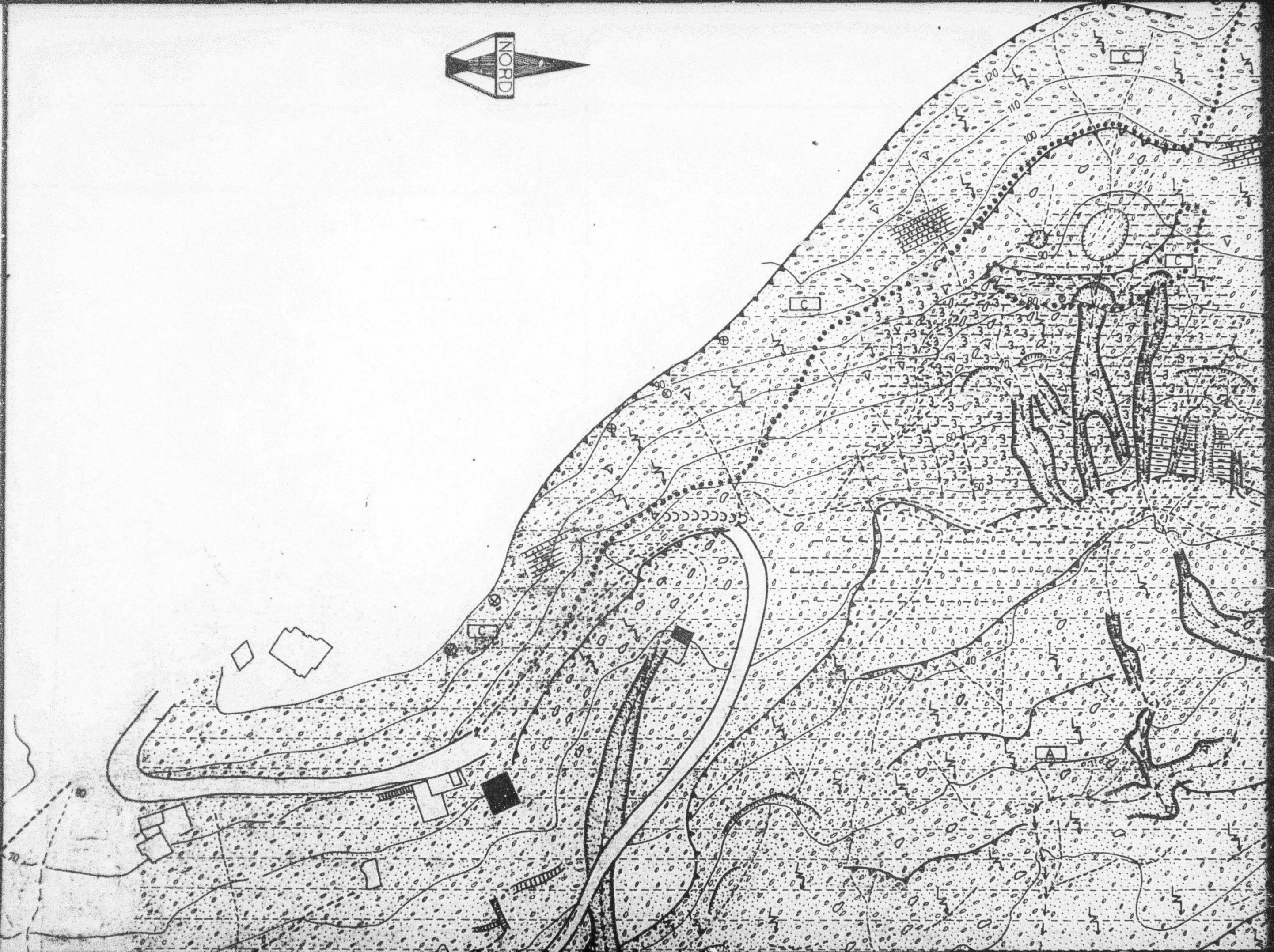
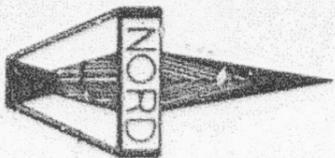
PROJET SIDI BOU SAÏD  
ETUDE MORPHODYNAMIQUE  
DU VERSANT INSTABLE

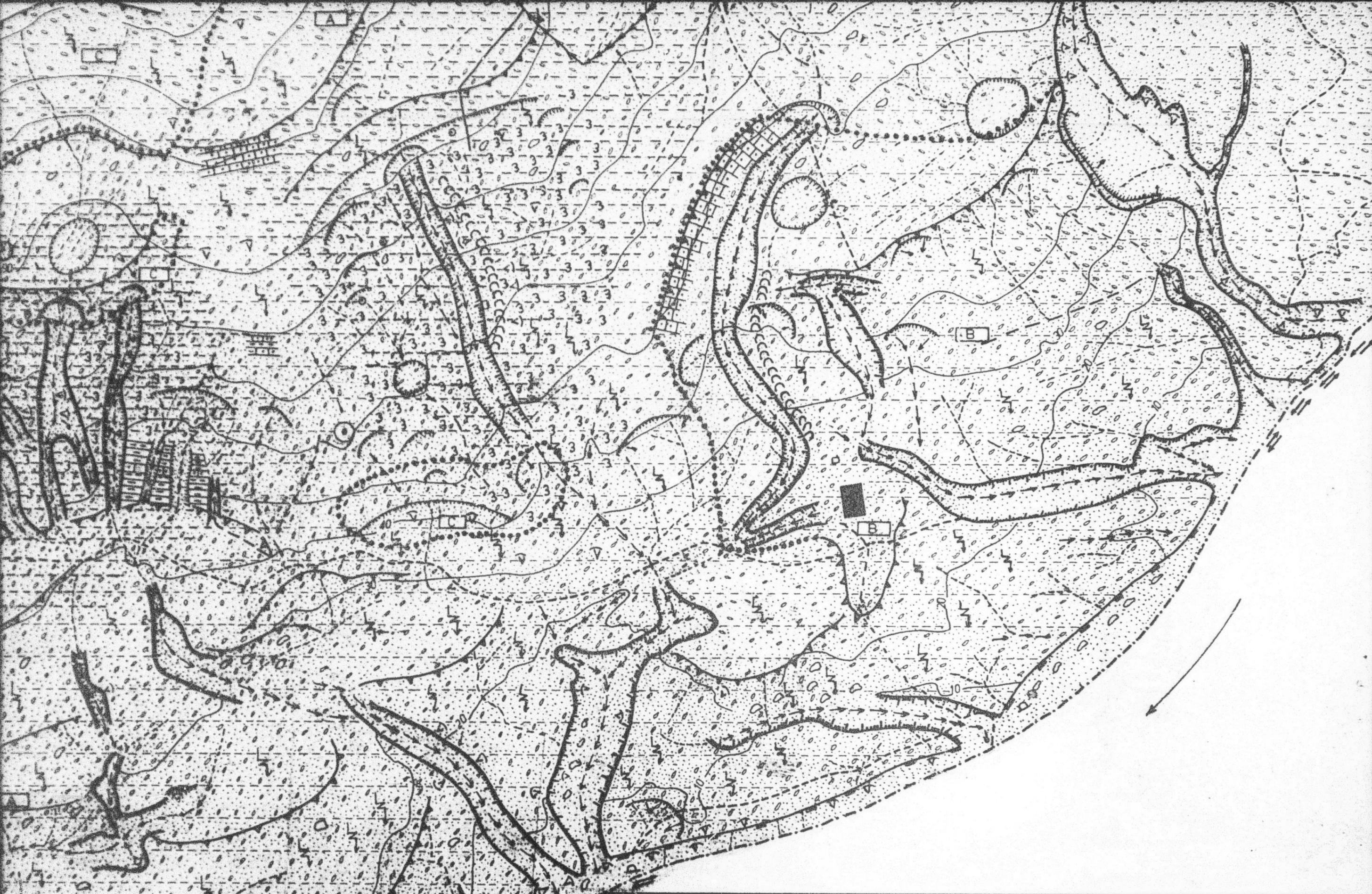
ECHELLE 1/1000

par M. RAÏS







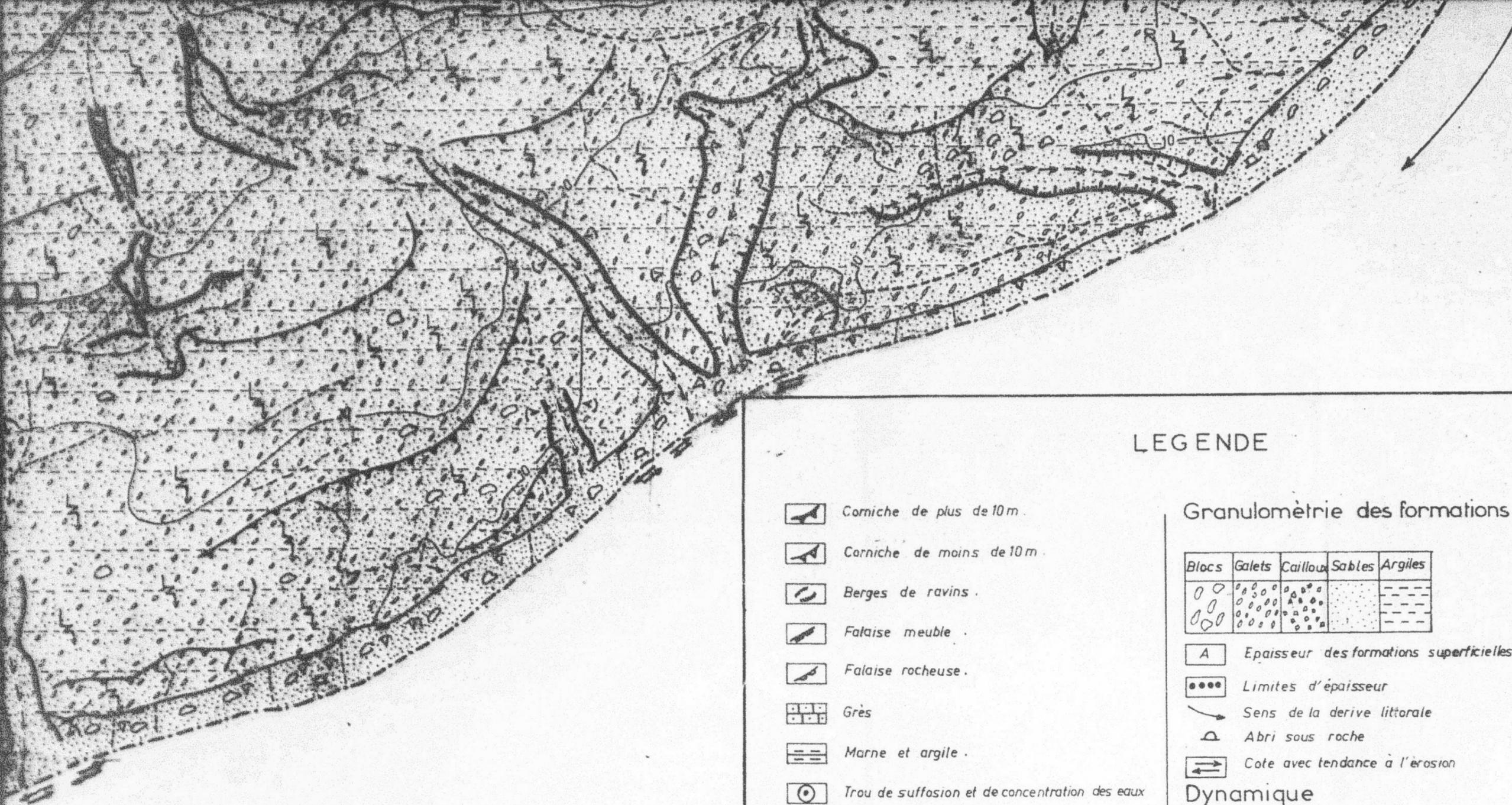


LEGENDE

 Corniche de plus de 10 m.

Granulométrie des formations superficielles





## LEGENDE

-  Corniche de plus de 10 m.
-  Corniche de moins de 10 m.
-  Berges de ravins.
-  Falaise meuble.
-  Falaise rocheuse.
-  Grès
-  Marne et argile.
-  Trou de suffosion et de concentration des eaux
-  Décharge d'égout.
-  Escaliers.
-  Limite de propriété.
-  Surface bâties.
-  Courbe de niveau.
-  Piste.
-  Route.

## Granulométrie des formations superficielles

Blocs	Galets	Cailloux	Sables	Argiles
				

-  Epaisseur des formations superficielles. A = + 75 cm.
-  Limites d'épaisseur B = 25-75 cm.
-  Sens de la derive littorale C = moins de 25 cm.
-  Abri sous roche
-  Cote avec tendance à l'érosion

## Dynamique

-  Ravinaux.
-  Ravins.
-  Coup de cuillère.
-  Niche de glissement.
-  Micro-dépression fermée.
-  Ruissellement diffus.
-  Glissement laminaire.
-  Vallons en berceau.

**FIN**

**34**

**VUES**