

LA PRISE EN COMPTE DU MILIEU NATUREL POUR LA PLANIFICATION URBAINE: LE CAS DE BOUGAA.

**PAR A. BOUGHERARA
J. FABRE
J.S. MAGAGNOSC
I.S.T. CONSTANTINE**

En raison d'une restructuration du réseau urbain algérien, il a été envisagé de donner à la petite ville de BOUGAA une vocation régionale conduisant à l'extension de son périmètre urbain.

Ce chef-lieu de daïra de la wilaya de Sétif qui comptait 9.150 habitants au recensement de 1977 est situé en Petite Kabylie, en plein domaine tellien.

Une équipe de 3 géographes de la filière Aménagement Urbain de l'Institut des Sciences de la Terre de l'Université de CONSTANTINE se sont vu confier, dans le cadre de leur mémoire de fin de cursus (4e année) un sujet à ce propos (1).

Il s'est avéré rapidement que du fait de sa complexité c'est le milieu physique qui devait déterminer les choix d'une telle extension urbaine. Il a donc été décidé de faire appel à des spécialistes géomorphologues et géologues pour constituer une équipe pluridisciplinaire.

C'est la synthèse de ce travail d'équipe que nous proposons à ces journées, afin qu'elle puisse servir de base méthodologique pour d'autres études de cas en Algérie.

Nous avons posé comme préalable à notre travail d'équipe une collecte massive d'informations concernant le site. Les informations

recueillies étaient essentiellement : le matériel bibliographique et cartographique, photographique, ainsi que les enquêtes auprès des divers organismes. Lors de réunions de travail, nous avons classé ces informations en décidant d'adopter une méthodologie d'étude allant du régional au local. Au niveau local, la priorité a été donnée aux visites et levés de terrain.

I - LE CONTEXTE SISMOTECTONIQUE REGIONAL : Une zone de forte activité sismique dont on doit tenir compte pour les implantations humaines.

BOUGAA est à 25km au sud-ouest de KHERRATA, un des 2 pôles de la sismicité algérienne.

Pour mieux cerner l'activité tellurique du secteur nous avons dressé une carte au 1/200.000e faisant appel à plusieurs documents :

- les inventaires de séismes (2)
- les informations géologiques (3).

La méthode a consisté à reporter les données sismiques (épicesentres de séismes) et les accidents tectoniques (failles et contacts anormaux) sur un même fond de carte. D'après les rayons macrosismiques nous avons noté si le séisme intéressait ou non BOUGAA.

Les résultats ont été les suivants :

- 18 épicesentres de séismes importants ont été enregistrés dans un rayon de 40km (5 de classe D, 6 E et 7 F)
- 8 d'entre eux ont été ressentis à BOUGAA.

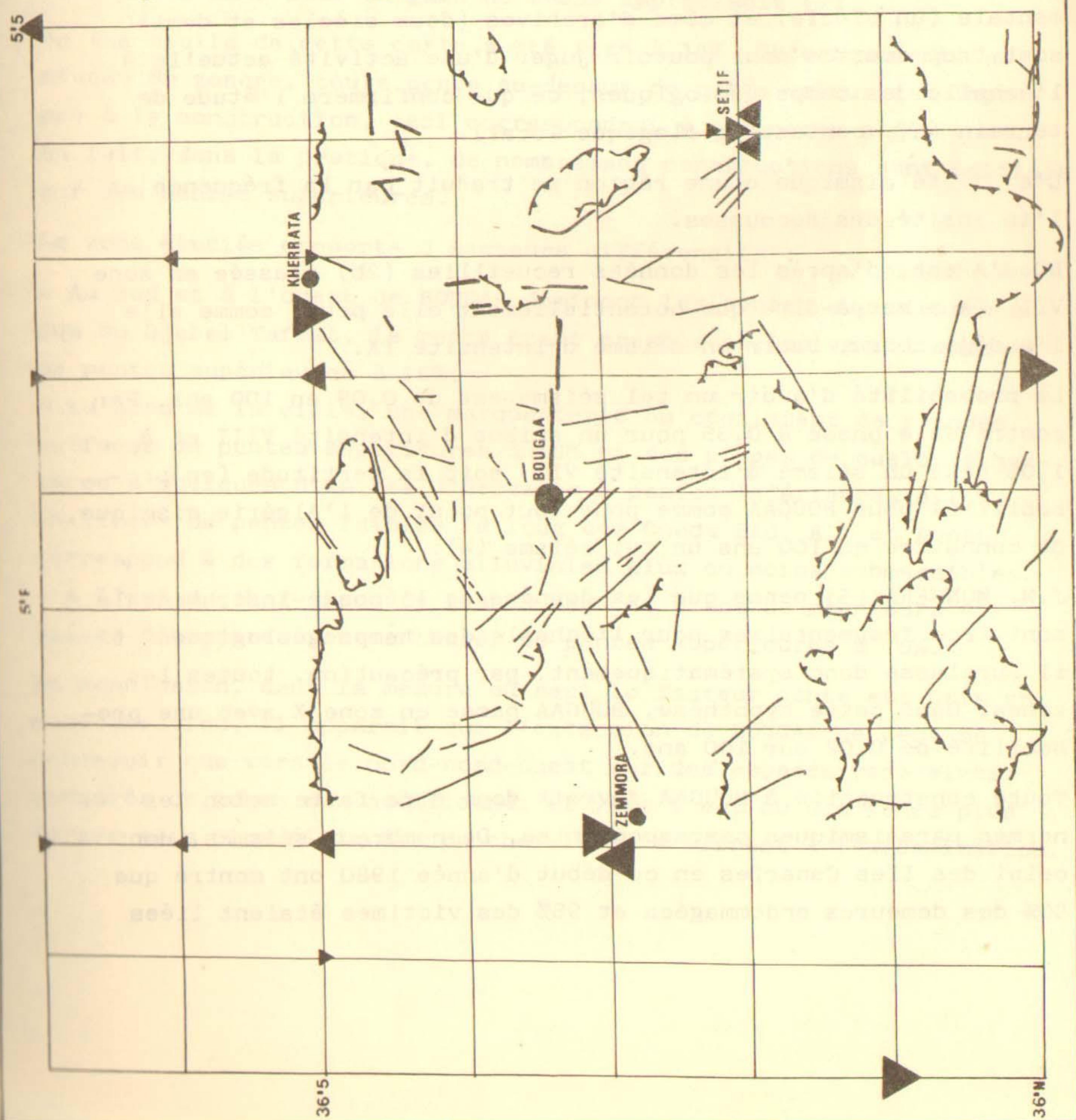
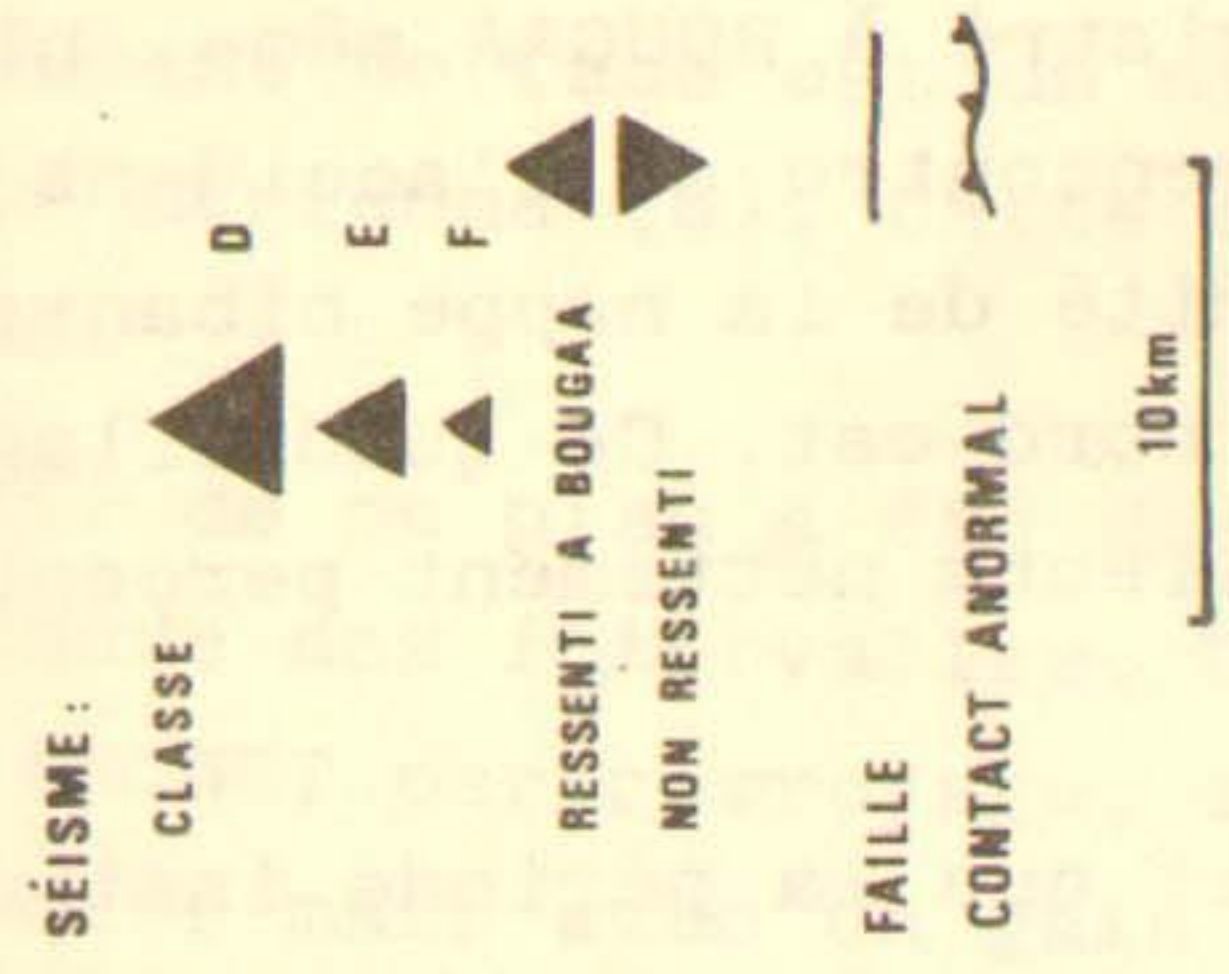
Ceci constitue un minimum car tous les inventaires n'ont pas été dépouillés et de plus les inventaires ne font référence qu'aux séismes dont l'épicesentre a été déterminé, soit 207 pour 1800 événements durant la période 1951-1970 (2a).

Deux séismes de forte intensité dont les épicesentres sont éloignés de BOUGAA ont été ressentis en raison de leur fort rayon macrosismique (100km).

Pourquoi cette forte activité sismique à BOUGAA ?

La carte sismotectonique montre que la ville est au centre d'un

CONTEXTE SISMOTECTONIQUE



triangle KHERRATA-ZEMMOURA-AIN OULMENE correspondant à 3 grands alignements tectoniques et dont chaque sommet connaît une forte sismicité.

Aucun épicentre de séisme n'a été enregistré à BOUGAA même, bien que le contexte soit très favorable : rencontre de l'accident ouest-est Guergour-Hanini avec l'extrémité de la nappe bibanique limitée par des accidents sud-ouest et nord-est. Ce quadrillage tectonique autour de la ville est d'ailleurs nettement perceptible sur les images satellites.

Il faut y trouver la raison dans le fait que la période instrumentale (un siècle) et même d'archives (deux siècles et demi) sont trop courtes pour pouvoir juger d'une activité actuelle à l'échelle des temps géologiques, ce que confirmera l'étude de terrain (cf. contexte géologique local).

L'activité sismique d'une région se traduit par la fréquence et l'intensité des secousses.

BOUGAA est, d'après les données recueillies (2b) classée en zone VII-IX c'est-à-dire que potentiellement elle peut, comme elle l'a déjà connu, subir un séisme d'intensité IX.

La probabilité d'avoir un tel séisme est de 0,09 en 100 ans. Par contre elle passe à 0,35 pour un séisme d'intensité VIII et à 1,05 pour un séisme d'intensité VII, soit la certitude (en probabilité) pour BOUGAA comme pour tout point de l'Algérie sismique, de connaître en 100 ans un tel séisme (4).

J.M. MUNUERA (5) pense que les données de l'époque instrumentale sont trop fragmentaires pour l'échelle des temps géologiques et il surclasse donc systématiquement, par précaution, toutes les zones. Dans cette hypothèse, BOUGAA passe en zone X avec une probabilité de 0,02 sur 100 ans.

Toute construction à BOUGAA devrait donc être faite selon les normes parasismiques correspondantes. De nombreux séismes, dont celui des Iles Canaries en ce début d'année 1980 ont montré que 90% des demeures endommagées et 95% des victimes étaient liées

à des habitats construits de manière défectueuse.

II - LE CONTEXTE TOPOGRAPHIQUE ET LES PENTES : Un versant fort accidenté où les espaces plans sont restreints.

Le document de base est un plan au 1/5.000e réalisé d'après photographie aérienne (6). Cette échelle est convenable pour ce type d'étude.

A partir de ce plan a été dressée une carte des pentes à l'aide de la méthode des intervalles. Une autre, réalisée à l'aide de la méthode BRUNET par carroyage, a donné des résultats sensiblement identiques mais avec un gain de temps appréciable (7).

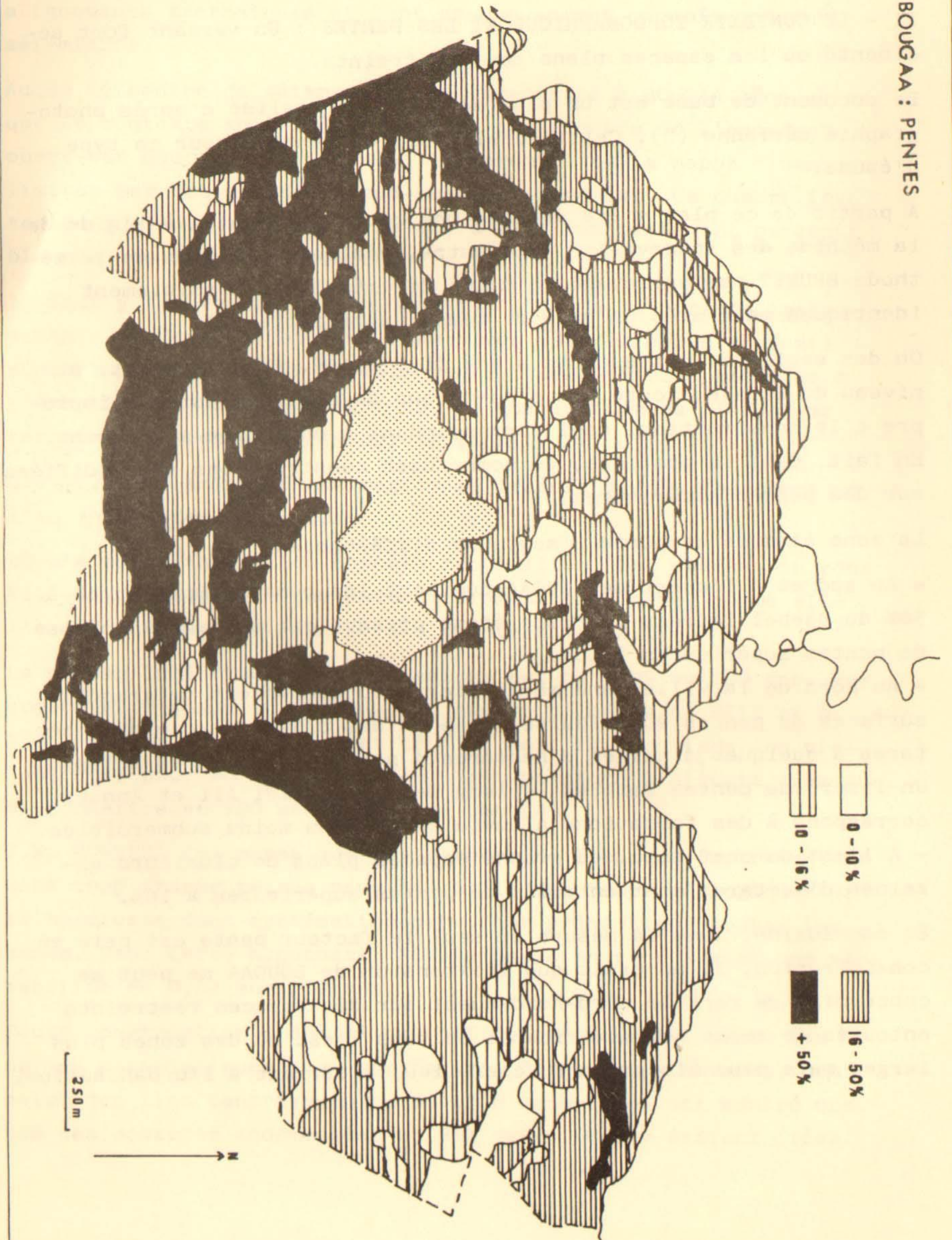
Un des seuils de cette carte a été fixé à 16%. Théoriquement, au niveau du zonage, toute pente au-dessus de cette valeur est impropre à la construction, ceci correspondant à une norme algérienne. En fait, dans la pratique, de nombreuses constructions sont édifiées sur des pentes supérieures.

La zone étudiée comporte 3 secteurs différenciés :

- Au sud et à l'ouest de BOUGAA dominant les pentes supérieures à 50% du Djebel Tafrat, le reste étant presque exclusivement composé de pentes supérieures à 16%.
- Au nord de la ville, une marquetterie où coexistent de grandes surfaces de pentes supérieures à 16% et des plages de quelques hectares à quelques dizaines d'hectares à pentes inférieures à 16%. Un liseré de pentes faibles le long des Oueds Sidi Ali et Annser correspond à des formations alluviales plus ou moins submersibles.
- A l'est du chef-lieu, de grands espaces plans de plusieurs dizaines d'hectares sont entourés de pentes supérieures à 16%.

En conclusion, dans la mesure où seul le facteur pente est pris en considération, il apparaît que l'extension de BOUGAA ne peut se concevoir que vers le nord-nord-ouest sur des espaces restreints entourés de zones non aedificandi et vers l'est où des zones plus larges mais plus éloignées du chef-lieu, s'offrent à l'urbanisation.

BOUGAIA : PENTES



III - LE CONTEXTE GEOLOGIQUE : un versant où prédominent marnes éocènes et formations quaternaires.

Nos documents de base furent la carte récente d'AIN ROUA (8) apportant de nouvelles données sur la structure, et surtout la carte plus ancienne de J. GLACON (9) qui, à l'échelle du 1/10.000e fut un excellent instrument de travail dans le cadre d'un milieu urbain.

Selon ces documents, la géologie du périmètre d'étude se présente ainsi :

BOUGAA est localisée sur un versant de marnes éocènes d'où émergent quelques échines de calcaires à silex éocènes. Ce premier ensemble constitue la partie sommitale de la nappe de DJEMILA.

Au sud, la ville est dominée par un massif de calcaires jurassiques et crétacés. Il s'agit d'un autochtone relatif porté en altitude par des mouvements néotectoniques qui se traduisent par un contact sensiblement ouest-est entre cette unité autochtone et la nappe de DJEMILA. Cet accident est jalonné par des affleurements de trias marno-gypseux de couleur variable.

Les levés de terrain ont permis de compléter et préciser la carte de J. GLACON en ce qui concerne :

a) La position et la datation de certains affleurements.

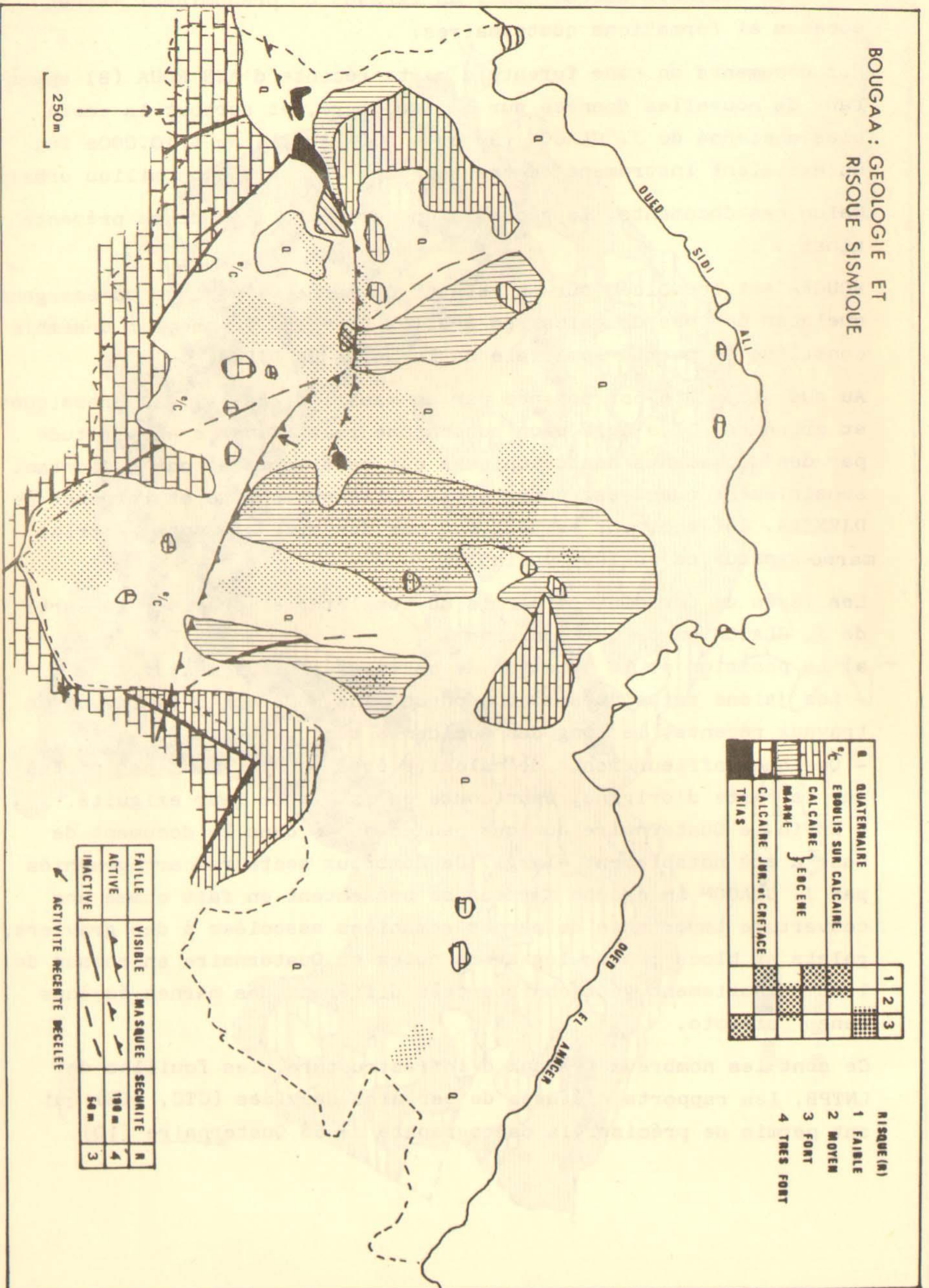
- Les jalons triasiques sont apparus plus nombreux à la faveur de travaux récents, le long des accidents tectoniques.

- Quelques affleurements de calcaire éocènes n'étaient pas portés sur la carte d'origine, sans doute en raison de leur exiguité.

- Enfin le Quaternaire quelque peu escamoté dans le document de base a été notablement élargi. De nombreux secteurs cartographiés par J. GLACON en éocène marneux se présentent en fait comme une couverture importante de marnes remaniées associées à des graviers, galets et blocs ; nous les avons notés en Quaternaire en raison de leur comportement géotechnique très différent des marnes éocènes sensu stricto.

Ce sont les nombreux travaux d'infrastructure, les fouilles de LNTPB, les rapports d'études de certains services (CTC, DIE) qui ont permis de préciser la cartographie de ce Quaternaire (10).

BOUGAA : GEOLOGIE ET RISQUE SISMIQUE



Par contre, l'équipe de travail n'a pu, dans le temps imparti, faire une carte plus fine de ce Quaternaire et différencier les divers types de formations superficielles (épaisseur, granulométrie, minéralogie). C'est un travail indispensable pour affiner le microzonage.

b) La définition des accidents tectoniques.

Il faut essayer de différencier les failles ayant eu une activité récente et celles inactives, et en tirer les conclusions au niveau microzonage.

Nous avons pu constater que du Quaternaire récent avait été affecté par des mouvements tectoniques près de l'Ain Djurdjura, où l'on note du Trias injecté sur 80cm de large dans des éboulis.

Ce travail a eu pour but de préciser le zonage sismique au niveau local. Les formations n'ont pas toutes le même comportement lors d'un séisme. Aucune mesure fine n'existe au niveau algérien (et dans de nombreux autres pays) mais les documents de l'UNDRO (11) fournissent une échelle de sensibilité relative que nous avons utilisée :

- calcaires : bon comportement, surtout des maisons de plus d'un étage.
- marnes, argiles : mauvais ou assez mauvais comportement de toute construction.
- formations superficielles quaternaires : très mauvais comportement de tous les types de bâtiments (même les anti-sismiques peuvent connaître de gros dégâts voire des destructions) surtout si la fraction argilo-limoneuse est prépondérante.

Le long des accidents tectoniques, les effets de séismes sont les plus destructeurs. Il convient donc de proscrire toute implantation le long des failles surtout si elles sont actives (12).

Une bande de neutralisation de 50m de large est suffisante pour une faille inactive bien localisée, mais elle doit être portée à 100m pour les failles actives. Ces bandes non aedificandi pourront être affectées à des aires de loisirs ou à l'agriculture (cultures ou infrastructures légères).

De fait, au niveau de cette relation géologie-risque sismique, on constate que l'information géologique est souvent assez bonne et qu'elle ne peut que s'améliorer avec une cartographie géologique généralisée du territoire algérien. Par contre, l'étude de la sismicité demanderait une action instantanée des autorités administratives et scientifiques lors des séismes de toute importance, afin que des enquêtes et études quantitatives sérieuses soient entreprises en ce domaine en vue de l'amélioration du microzonage par une meilleure connaissance du comportement des ouvrages.

IV - LE CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE : des circulations d'eau non négligeables.

Les massifs calcaires très fracturés qui dominent la ville au sud constituent un réservoir karstique important. Les précipitations moyenne sur BOUGAA sont de l'ordre de 600mm, mais elles atteignent 1000mm sur les sommets voisins avec une partie sous forme neigeuse (10 jours à BOUGAA), ce qui multiplie les possibilités d'infiltration.

Une série de sources, liées aux accidents tectoniques, émergent en bordure du massif calcaire. Elles sont pour la plupart connues des services hydrauliques, mais leur surveillance n'est pas continue, et les données précises font défaut surtout en ce qui concerne les variations de débits en cours d'année. Nous avons effectué des mesures et noté de faibles variations de débit entre novembre 1979 et avril 1980 sur les 2 principales sources (Ain Djurdjura et Ain Chorfa). Il semble que ces sources réagissent rapidement à la suite de fortes précipitations.

Vers l'aval, des sourcins de moindre importance (débit voisin de 0,1-0,2 l/s) apparaissent de façon intermittente sur le versant et pas toujours aux mêmes positions topographiques. Cela n'a rien de surprenant lorsqu'on connaît la variété et les déplacements du matériel détritique quaternaire sur le versant.

La morphologie et la dynamique du versant sont à lier à ces écoulements d'eaux souterraines mal assurés. Un fort quota d'eau se réinfiltre soit par l'intervention humaine (jardinage, évacuation

d'eaux usées) soit au niveau des replats ou soit par le biais de talwegs mal dégagés ou obstrués par la végétation ou des dépôts d'ordures sauvages d'ailleurs peu hygiéniques.

L'observation du ruissellement lors des épisodes pluvieux montre que les chabets issus du massif calcaire coulent gros, mais très rapidement leur débit décroît après la pluie pour devenir nul deux jours après.

Le ruissellement a un rôle destabilisateur car il occasionne un fort ravinement sur les terrains argilo-marneux avec un décapage progressif du couvert végétal.

Il serait intéressant de suivre les relations entre la pluviométrie locale et le début des sources. Par ailleurs, des essais de coloration menés depuis les sommets calcaires préciseraient les écoulements souterrains préférentiels (direction, vitesse). Nous envisageons d'ailleurs de procéder à ces essais en continuité des travaux engagés.

Du point de vue de l'économie de l'eau, il conviendrait de mobiliser toutes les potentialités en captant les sources existantes et en les couplant à des réservoirs. Cela éviterait la déperdition d'eau qui alimente la dynamique du versant.

V - LE CONTEXTE GEOMORPHODYNAMIQUE : un versant où dominant des glissements dont la genèse et l'âge sont variés et où un équilibre précaire est souvent rompu par l'action humaine.

La base de ce travail est l'élaboration d'une carte où sont notées les formes et leur dynamique, ce qui permettra d'intégrer au niveau du zonage final la notion de stabilité et d'instabilité.

La définition des divers types de mouvements sur le versant a été empruntée à G. COLAS et G. PILOT (13). La cartographie a été réalisée à partir des signes recommandés par la RCP 77 (14) et ceux utilisés dans le cadre du Plan ZERMOS (15).

Des distinctions ont été faites au niveau des glissements anciens ou récents, mais l'activité et la fréquence des phénomènes n'ont pas été prises en compte en raison du manque de données et du peu

de temps disponible. ces appréciations sont indispensables pour assurer au zonage une finesse plus grande (16).

Les dispositifs topographique, lithologique, tectonique, hydrogéologique commandent l'évolution du versant.

Dans un tel cadre, l'évolution paléomorphologique a fortement influencé la dynamique actuelle des versants. Les périodes froides et humides ont permis la fourniture de matériel détritique alimentant des coulées surtout, sûrement plus actives lors des maximums pluviaux. Les périodes plus sèches ont eu elles aussi une répercussion néfaste par le biais du creusement linéaire, très marqué après le Quaternaire moyen. De nombreux glissements plus ou moins anciens ourlent donc le lit des oueds Sidi Ali et Annser. Ils sont séparés par des secteurs de terrasses favorables par leur pente à l'implantation humaine, mais à fort risque de submersion.

Les circulations d'eaux souterraines sur le versant sont sujettes à une forte tortuosité ; de plus, les infiltrations d'eau naturelles ou causées par l'anthropisme accentuent les phénomènes. Les mauvaises possibilités de drainage du versant dans les niveaux plus argileux font jouer à cette eau souterraine un rôle de verin hydraulique, véritable moteur des mouvements de terrains qui encadrent BOUGAA dans le secteur amont.

A ces divers facteurs de la dynamique, il convient d'ajouter les séismes. Ceux-ci jouent un rôle non négligeable dans la mise en marche ou l'activation des mouvements de terrain de tous types. Longtemps oublié, ce phénomène a été mis en valeur dans de nombreux travaux récents (17) qui ont montré que l'action des séismes correspond à une véritable crise morphogénétique capable de bouleverser en quelques instants un paysage en "équilibre" depuis longtemps.

Entre les deux grandes séries de glissement, celle d'aval et celle d'amont versant, des secteurs anciennement stabilisés sont remis en route lors de travaux (tranchées de routes, talus des remblais, creusement de canalisations, fondations d'immeubles...). Les résultats de quelques campagnes d'études géotechniques menées par le L.N.R.P.B. (10) montrent les mauvaises caractéristiques mécaniques

du matériel de l'ensemble du versant.

Il serait souhaitable :

- de choisir des pentes de talutage inférieures à 1/1 (45°, 100%) avec des tentatives immédiates d'engazonnement,
- d'éviter les structures de protection lourdes tels les gabions si on ne s'assure par avance de la qualité de leur assise (même non remaniées ou calcaire),
- enfin de pousser les fondations des ouvrages jusqu'à des niveaux sains.

Ces recommandations sortent un peu du cadre d'une telle étude car chaque cas particulier d'infrastructure est à traiter avec soin par les services techniques compétents.

Malgré l'activité de la dynamique, des secteurs sont épargnés et présentent une stabilité relative.

Au niveau du chef-lieu, il s'agit surtout des échantillons de calcaires éocènes. Le facteur limitant dans certains cas est la pente.

Des éperons de marnes éocènes sont eux aussi urbanisés et offrent des possibilités d'extension. Ils correspondent à des zones où un col a été dégagé par l'érosion le long de l'accident majeur entre massif calcaire et matériel allochtone. De ce fait, les marnes ne sont pas alimentées par l'eau issue du massif calcaire et sont relativement stables en dehors de déséquilibres locaux liés à l'incision linéaire des ravins.

Au nord de la nouvelle station SONATRACH, entre la route de l'Oued Annser, un secteur plan, déjà occupé par une cité pourrait être utilisé. Il correspond à un cône de déjection lié à un paléo oued issu du massif calcaire ; c'est un amas de blocs, parfois énormes (jusqu'à 1m³) liés par une matrice rougeâtre, le tout étant irrégulièrement consolidé. La partie aval du cône a été sapée par l'oued, ce qui a provoqué de petits arrachements, mais surtout un basculement de tout l'édifice attesté par un contre pendage du matériel. Il y aurait donc un minimum de précautions à prendre en fonction de cette donnée dynamique, mais aussi en relation avec la nature du matériel. Cette formation pourrait être, en cas de séisme, sujette

à des tassements.

Ainsi donc, ce versant présente des états de dynamique fort différents d'un point à un autre du secteur considéré. Il conviendra d'en tenir compte lors de l'établissement du microzonage.

VI - LE CONTEXTE HUMAIN : un développement urbain anarchique, polyphasé, dont l'évolution est liée à l'adaptation au milieu physique.

L'étude menée par les géographes urbanistes a été très complète. Nous n'utiliserons qu'une partie des données mises en oeuvre lors de la réalisation du travail, celles qui s'insèrent dans le propos de cette communication.

L'examen de la carte de l'évolution de l'habitat est significative à plus d'un titre. Tout d'abord, elle montre que l'urbanisation ne s'est pas faite en continu à partir du noyau primitif ; ensuite et surtout, elle permet de constater que ce tissu urbain est la juxtaposition d'éléments s'étant ou non adaptés au milieu.

1 - Le noyau s'est édifié sur un site stable, à mi-versant, entre terres de cultures et parcours pastoraux, près des sources.

2 - L'élargissement s'est fait essentiellement sur des secteurs stables plus ou moins éloignés du noyau. Il en est résulté une urbanisation anarchique, avec solution de continuité, sans assainissement.

3 - Les espaces délaissés à la seconde phase sont occupés malgré l'instabilité qui y règne. Les constructions et infrastructures de cette phase (école de filles, daira, conduites) connaissent des dommages, sans que nous sachions si cela est dû à des séismes ou à la dynamique intrinsèque du versant ou à la conjugaison des deux.

4 - Après 1972, le programme spécial de la Wilaya de Sétif voit la réalisation de 200 logements, avec en parallèle des projets industriels (complexe textile, unité SNLB) et artisanaux (centre de tapis) dans la zone industrielle de HAMMAM GUERGOUR à 7km au nord-est du village.

En 1981, cette ZI accueillera 1600 ouvriers pour lesquels il faudra logements et infrastructure. L'extension actuelle se fait vers le nord, dans un secteur assez favorable au regard des pentes, ce-

pendant des problèmes de stabilité liés au Quaternaire (7m d'épaisseur par endroits) existent dans certains secteurs.

VII - LE ZONAGE : un outil pour la compréhension des phénomènes actuels de l'urbanisation future.

Le zonage consiste à délimiter des aires à l'intérieur desquelles règne une homogénéité des conditions. Chaque point d'un même secteur présente, grosso modo, une équipotentialité de risques liés à des facteurs divers (séismicité, glissement, éboulement, submersion ...).

Cette appréciation du risque n'est pas invariable. Elle dépend en grande partie de l'opérateur, selon que celui-ci surestime ou sous-estime les risques. De toute manière, le résultat est, au minimum, un classement relatif des zones, des plus dangereuses aux plus stables.

L'équipe de travail s'est appuyée sur la méthodologie adoptée dans le cadre du Plan ZERMOS (15) et les recommandations de l'UNDRO (11).

Elle a présenté 2 zonages distincts :

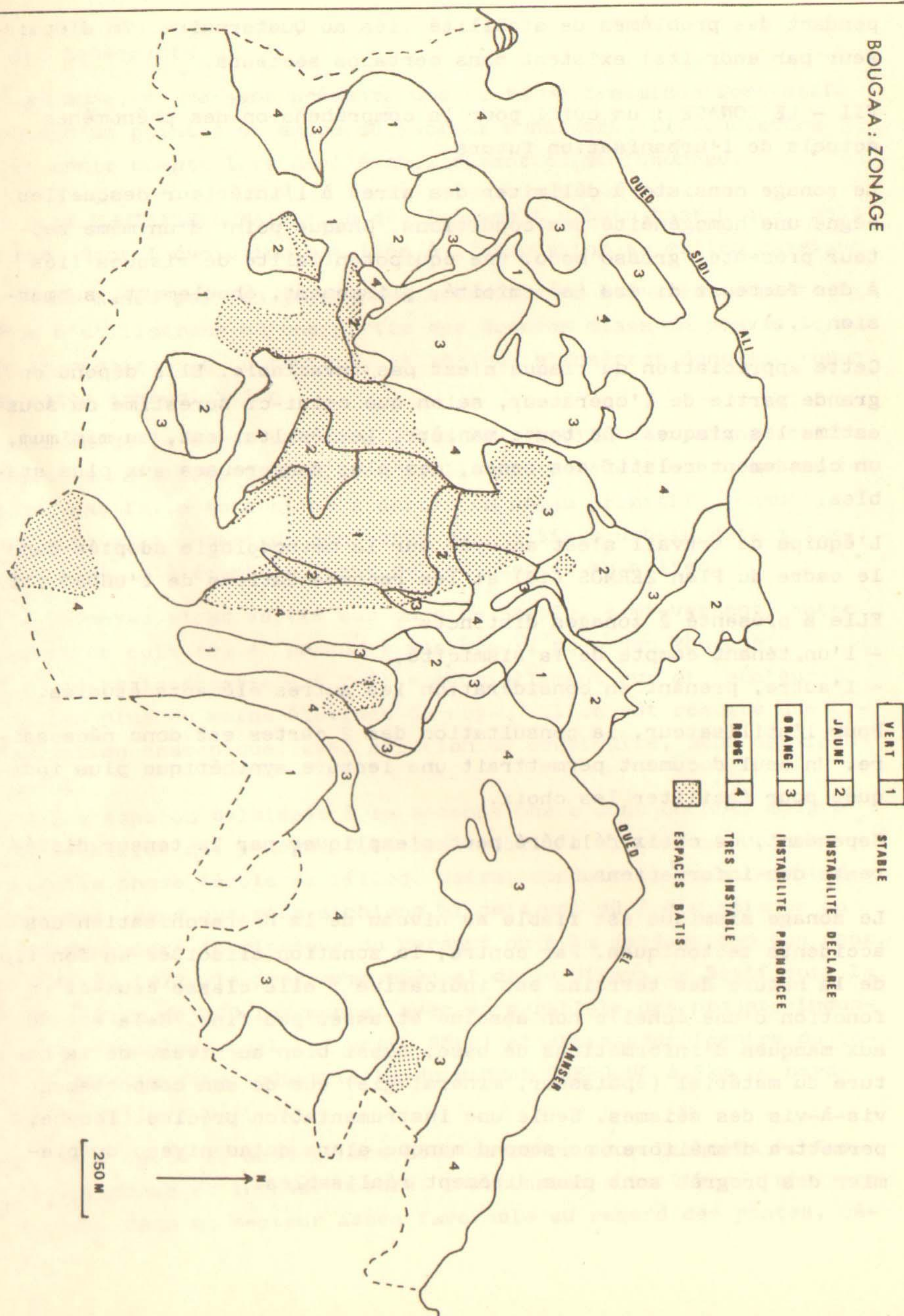
- l'un, tenant compte de la sismicité,
- l'autre, prenant en considération les autres éléments étudiés.

Pour l'utilisateur, la consultation des 2 cartes est donc nécessaire. Un seul document permettrait une lecture synthétique plus indiquée pour faciliter les choix.

Cependant, ce choix délibéré peut s'expliquer par la teneur différente des informations.

Le zonage sismique est fiable au niveau de la hiérarchisation des accidents tectoniques. Par contre, la zonation effectuée en fonction de la nature des terrains est indicative ; elle classe ceux-ci en fonction d'une échelle non absolue et assez peu fine. Cela est dû aux manques d'informations de base, aussi bien au niveau de la nature du matériel (épaisseur, minéralogie) que de son comportement vis-à-vis des séismes. Seule une instrumentation précise, longue, permettra d'améliorer ce second manque alors qu'au niveau du premier des progrès sont plus aisément réalisables.

BOUGAIA : ZONAGE



Le zonage morphodynamique, s'il est lié au tempérament des exécutants, s'appuie lui sur un examen approfondi du terrain. La hiérarchisation des risques liés à tel ou tel phénomène est moins intuitive, surtout quand sont intégrées les données fréquence et activité.

Pour l'expression cartographique, le choix s'est porté sur une adaptation de la méthode ZERMOS :

- le rouge (zone IV) représente les secteurs les plus dangereux et où l'urbanisation est à proscrire.
- le vert (zone I) a été utilisé pour les secteurs les plus favorables à l'extension urbaine.
- le jaune et l'orangé (zones II et III) correspondent à des milieux intergrades (18) présentant des déséquilibres plus ou moins prononcés.

Malgré cette différence d'informations, il conviendra, dans les travaux ultérieurs de mettre en place un système graphique rassemblant les deux zonages. D'autre part, le zonage devra être autant que possible renseigné. Il comportera soit sous forme littérale, soit sous forme graphique, le ou les facteurs justifiant le classement (19).

CONCLUSION : un type d'étude à généraliser, pour permettre une orientation judicieuse des choix.

Ce travail pluridisciplinaire réalisé à l'IST, en utilisant les potentialités des différentes filières d'enseignement, montre que cette association a permis la production de documents opérationnels. Ce type de documents permet aux autorités de prendre des décisions en toute connaissance de cause. Il est évident que les autorités des chefs-lieux à problèmes (mauvaise stabilité, risque d'inondations ...) devraient disposer de telles cartes leur permettant d'orienter leurs choix vers les zones où les risques sont nuls ou faibles et où en général le prix de revient des constructions est le plus bas. Malheureusement, ces secteurs correspondent aussi le plus souvent à des zones agricoles très productives. Le choix à ce niveau n'est plus technique mais politique. Nous n'avons point in-

tégré cette donnée dans l'analyse et le document final car cela dépassait le cadre que nous nous étions fixé. Il pourrait l'être dans la mesure où ce problème est aigu en Algérie (20).

En ce qui concerne le cas concret de BOUGAA, les cartes montrent que les données physiques devraient orienter l'urbanisation future vers une succession d'ilôts d'habitats résidentiels et (ou) fonctionnels séparés par des zones à vocation agricole et (ou) de loisirs. Ces conclusions s'appliquent à la réserve foncière et son voisinage étudiés par l'équipe de travail. Il ne faut point négliger les possibilités en dehors de cette zone.

A 4km à l'ouest du chef-lieu est localisé HAMMAM GUERGOUR, sur une source hydrothermale. A proximité, des terrains mériteraient une étude plus approfondie : pentes assez faibles, bonne tenue apparente, valeur agricole réduite.

Une extension dans ce secteur aurait l'inconvénient de dédoubler BOUGAA, mais en compensation cela rapprocherait l'urbanisation de la zone industrielle. Enfin la source hydrothermale donne la possibilité de construire des logements chauffés à l'eau chaude, un facteur à ne point négliger en une période où l'on recherche des énergies de substitution des hydrocarbures.

NOTES ET REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1 - AHRZLI S., BELGASMI D.E., BOUGHERARA A. - Impact du site de BOUGAA sur le développement de la ville. Mémoire de fin de cursus. Filière Aménagement urbain. Institut des Sciences de la Terre. Constantine, 1980.
- b) ROUSSEL J. - Les zones actives et la fréquence des séismes en Algérie (1716-1970). Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord R 64, fasc. 3-4, pp. 211-228, 2 cartes hors texte. Alger, 1973.
- 2 a) ROUSSEL J. - L'activité sismique en Algérie de 1951 à 1970 inclus. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord T. 64, fasc. 3-4, pp. 185-210. Alger, 1973. Il existe d'autres inventaires de séismes plus anciens que nous n'avons pas utilisés. Le volume "Enquêtes sur les ressources naturelles du continent africain" UNESCO -

MASSON et Cie, 1963, en donne la liste dans une importante bibliographie consacrée à la sismicité algérienne (pp. 155-157) dans laquelle on se reportera en particulier aux numéros 41, 43, 44, 45, 46.

- 3 - Carte géologique SETIF, 1/200.000e. Service de la Carte Géologique et SONATRACH. Coordinateur J.M. Vila. Alger, 1977.
- 4 - GRANDJEAN A. - Sur la probabilité des séismes en Algérie. Note de l'Institut Math. Phys. du Globe. Alger, 1959.
- 5 - MUNUERA J.M. - A seismic probability map. Scientific report n° 8. Inst. Geog. y Cadastral. Madrid, 1964.
- 6 - Plan topographique au 1/5.000e - BOUGAA. Cie Aérienne de Photographie. Alger, 1960.
- 7 - BRUNET R. - Les cartes des pentes. Revue de Géographie des Pyrénées et du sud-ouest, t. XXXIV, pp. 317-334. Toulouse, 1963.
- 8 - Carte géologique d'AIM ROUA au 1/50.000e. Service de la Carte géologique et SONATRACH. Levée par GLACON J., KAZI TANI N., KEIKINE M., VILA J.M.
- 9 - GLACON J. - Recherches sur la géologie et les gites métallifères du Tell Sétifien (Algérie). Bull. Serv. Carte Géol. Algérie NS n° 32. 2 volumes, 751 p. Alger, 1967.
- 10 - LNTPB : Laboratoire National des Travaux Publics et du Bâtiment
 CTC : Contrôle Technique de la Construction
 DIE : Direction de l'Infrastructure et de l'Equipement.
- 11 - UNDRO : Nations Unies - Bureau du Coordonnateur des Secours en cas de catastrophes. Publie de la documentation méthodologique diffusée dans le monde entier et surtout des mises au point. Ce sont des volumes de ce type que nous avons consultés. Prévention et atténuation des catastrophes. Le point des connaissances actuelles.
 Vol. 3 : Aspects sismologiques, 92 p. New York, 1977.
 Vol. 5 : Aspects relatifs à l'occupation du sol, 105 p., New York, 1978.

pour l'analyse de la stabilité des versants. "Sol et Sous-Sol et sécurité des constructions". Symposium national. Cannes,

- 12 - La définition d'une faille active varie selon les pays, les auteurs. La législation la plus rigoureuse est celle des USA où les implantations sont très contrôlées, surtout lorsqu'il s'agit d'activité à gros risques comme les centrales nucléaires. Dans ce cas, l'AEC (Atomic Energy Commission) définit une faille comme active si elle a fonctionné il y a moins de 35.000 ans ou si elle a joué au moins 2 fois dans les derniers 500.000 ans.
- Pour les diverses définitions, on se reportera avec profit au Rapport du 2ème Congrès de l'Association Internationale de Géologie de l'Ingénieur. Sao Paulo, Brésil, 1974 (3 tomes) et en particulier à la communication de CLUFF L.S. et BROGGAN C. E., n° II PC4 : Investigations and evaluation on fault activity in USA (16 p.).
- 13 - COLAS G. et PILOT G. - Description et classification des glissements de terrain. Bull. de Liaison des Labo. des Ponts et Chaussées. Stabilité des talus. 1 - Versants naturels, n° spécial II, 1976.
- 14 - Cartographie géomorphologique. Travaux de la RCP 77. Mémoires et Documents. CNRS. Nouvelle série, volume 12, 1971.
- Cet ouvrage comporte, outre la légende pour la cartographie géomorphologique détaillée, une série de travaux accompagnés de cartes (13 H.T.).
- 15 - Le Plan ZERMOS (Zones Exposées à des Risques liés au Mouvements du Sol et du Sous-sol) vise à établir, sur le territoire français, des cartes au 1/20.000e ou au 1/25.000e traduisant la probabilité pour un secteur donné de connaître tel ou tel phénomène.
- De nombreux articles font la présentation de la méthode utilisée :
- HUMBERT H. - La cartographie ZERMOS. Modalités d'établissement des cartes des zones exposées à des risques liés aux mouvements du sol et du sous-sol. Bull. BRGM (2ème série) Section III, n° 1-2, pp. 5-8, 1977.

ANTOINE P. - Réflexions sur la cartographie ZERMOS et bilan des expériences en cours. Bull. du BRGM (2ème série) Section III, n° 1-2, pp. 9-20, 1977.

CADIOT B. et autres - Inventaire et études des risques géologiques en France au Service Géologique National. L'Espace Géographique, n° 1, pp. 49-56, 1979.

Par ailleurs, de nombreux exemples sont traités dans le volume cité en (13) pp. 31-55.

- 16 - Voir en particulier le tableau synthétique de la carte ZERMOS de MODANE-CHARMAIX (Savoie, France) réalisée par OLIVIER G. et RENET J., 1976 (BRGM pour le compte du Ministère de l'Intérieur, Direction de la Sécurité Civile).

- 17 - TRICART J. - Un problème de géomorphologie appliquée : le choix des sites d'habitat dans une région sismique. Annales de Géographie. T. LXXXII, n° 449, janvier-février 1973, pp. 8-27.

CARBONNEL J.P. et DENIZOT F. - Le tremblement de terre de TACHKOURGAN (Afghanistan) du 19-20 mars 1976. Revue de Géomorphologie Dynamique, n° 4, pp. 121-135, 1977.

CHARDON M. - Les séismes du Frioul et leurs effets géomorphologiques. Revue de Géographie Alpine, TLXVII, n° 4, pp. 407-422, 1979.

ROTHER J.P., LEPVRIER C., TRUILLET R. - Réunion Annuelle des Sciences de la Terre (sans lieu), 6 p. s.d. (importante bibliographie sur les effets des séismes).

- 18 - Au sens de TRICART J. : Cf. Géomorphologie dans les études intégrées d'aménagement du milieu naturel. Annales de Géographie n° 452, juillet-août 1973, pp. 421-453.

- 19 - Ce système graphique a été adopté dans de nombreux pays et par de nombreux auteurs dans des études géotechniques et morphodynamiques :

CONEDERA C. et ERCOLI A. - Méthodologies photo-interprétatives pour l'analyse de la stabilité des versants. "Sol et Sous-Sol et sécurité des constructions". Symposium national. Cannes,

25-26-27 octobre 1973. T. I, pp. 100-108. BRGM, 1973.

BOUQUIER L. et DUBASQUE M. - Carte ZERMOS de CHORGES-EMBRUN (Hautes-Alpes, France). BRGM pour le compte du Ministère de l'Intérieur, Direction de la Sécurité Civile, 1975.

20 - Un mémoire de fin de cursus de la Filière Cartographie de l'IST est en cours de réalisation sur ce sujet :

MECHERI Ab. - Les emprises urbaines et industrielles de l'agglomération constantinoise.