

Institut National
de Recherches Forestières

INRF

Institut Français de Recherche
Scientifique pour le Développement
en Coopération

ORSTOM

EROSION ET
AMENAGEMENT CONSERVATOIRE DE TROIS MICRO-BASSINS
DANS LES MONTS DE BENI-CHOUGRANE (AIN FARES - ALGERIE)
BILAN DES ETUDES ET PROPOSITIONS D' ACTIONS
EN MILIEU PAYSAN.

par

- MORSLI BOUTKHIL , ingénieur pédologue INRF*
- BENELOUATI HACENE, géographe INRF
- BOUACHE MOURAD , technicien supérieur en écologie à l'INRF
- ROOSE Eric , agropédologue, directeur de recherche à l'ORSTOM**

* INRF GRARA par BOU HANIFIA, MASCARA, Algérie

** ORSTOM BP 5045, F34032 MONTPELLIER France

AVANT PROPOS

En 1985, l'ORSTOM a proposé à l'INRF une convention de Coopération concernant un programme de recherche sur l'érosion et la gestion conservatoire de l'eau et de la fertilité des sols (G.C.E.S).

Ce programme comprend trois parties :

- une enquête sur l'efficacité des méthodes de DRS;
- la quantification du ruissellement et des processus d'érosion à l'échelle du champs;
- l'aménagement conservatoire intégré de microbassins versants.

C'est dans le cadre de ce dernier sous programme que furent choisis trois micro-bassins versants (15-150-300 ha) à des stades ± avancés de dégradation sur la commune de Aïn-Fares (près de Mascara dans les Beni-Chougrane, 80 km à l'Est d'Oran) en vue de leur étude, puis de leur aménagement selon la nouvelle stratégie de Gestion Conservatoire de l'Eau et de la Fertilité des Sols.

La méthodologie a été arrêtée d'un commun accord entre une commission algérienne dirigée par M. Kadik, Directeur Général de l'INRF et Messieurs Talineau, agronome et Roose, agropédologue spécialiste en conservation des sols de l'ORSTOM.

En mars 1986, deux chercheurs de l'INRF se sont installés au village socialiste de Grara avec l'aide de l'OAMV des Benichougrane (dirigé par Mr M. Moukhfi) :

- M. Morsli, agronome INA, et pédologue de l'INRF a été chargé de définir le milieu physique et en particulier de caractériser les sols issus de différents types de marnes et de déterminer les contraintes à leur mise en valeur.
- M. Benelouati, géographe de l'INRF a été chargé de définir le milieu humain et plus précisément d'analyser le mode d'occupation des terres et d'aménagement du milieu en relation avec les manifestations et les risques d'érosion.
- M. Bouache, technicien supérieur en écologie à l'INRF a rejoint l'équipe en octobre 1987 pour aider à la réalisation de l'enquête agro-socio-économique et pour étudier la flore pionnière couvrant les ravines et les zones décapées.
- MM Talineau et Roose sont intervenus pour soutenir cette équipe (formation continue) par des missions (1 à 2 par an) permettant de préciser les diverses méthodes à mettre en œuvre, d'analyser les premiers résultats et de dégager les carences du projet :
 - manque de véhicule,
 - isolement scientifique et humain,
 - manque d'agro-économiste, de zootechnicien, de forestier,
 - manque de formation scientifique.

Au bout de trois années de coopération, il est raisonnable de faire le point, même si les résultats ne sont pas aussi brillants qu'on aurait pu l'espérer.

La première phase du projet est à peu près terminée : choix des bassins et étude des milieux physiques et humains. Elle aboutit à un certain nombre de propositions à introduire en milieu paysan soit pour défoncer les terres pour planter des vignes ou des arbres fruitiers, soit pour améliorer la production fourragère dans des parcours surpâturés soit pour stabiliser le réseau routier en fixant les ravines et fossés de drainage (coopération avec le Service des Forêts de Mascara). L'étude devra encore être complétée les années prochaines sur certains points précis.

La deuxième phase concerne l'expérimentation en milieu paysan des innovations possibles et souhaitées par les paysans. Elle pourrait débuter en 1989 et se poursuivre pendant un minimum de trois années. Une participation plus importante de l'équipe des agro-pédologues du nouveau centre ORSTOM de Montpellier est proposée pour approfondir les connaissances sur les relations entre la gestion des matières organiques, l'agrégation des sols, la résistance à l'érosion des différents sols cultivés, l'évolution de la capacité d'infiltration en fonction des systèmes de culture (cultures-travail du sol-fertilisation).

Par ailleurs, des contacts suivis avec l'équipe Erosion de Ouzera (INRF) seront nécessaires pour lancer des études de quantification du ruissellement et de l'érosion en nappe sur parcelles (M. Arabi), ainsi que du ravinement sur ravines aménagées ou non (MM Kouidri, Bourougaa, Monjengue et Hamoudi).

La troisième phase "de généralisation des innovations performantes" ne pourra se développer que progressivement après vérification des résultats pendant trois à six campagnes agricoles.

Résumé par E. Roose.

La généralisation de l'érosion (surtout du ravinement) dans les Monts de Beni-Chougrane entre Bel-Abbes et Oran entraîne trois conséquences fâcheuses : la dégradation des surfaces cultivées ou pâturées, la dégradation des routes et l'envasement accéléré des barrages (manque d'eau pour les villes et l'irrigation des plaines en aval. Un projet de recherche en coopération entre l'INRF et l'ORSTOM sur l'érosion et la gestion conservatoire de l'eau et de la fertilité des sols en zone de montagne semi-aride sur roche marno-calcaire a été implanté sur trois microbassins (surface 15-150-300 ha) à trois niveaux de dégradation de la commune de Aïn-Farès près de Mascara.

Ce projet d'aménagement intégré de microbassin comporte trois phases : étude du milieu humain et physique, expérimentation et suivi en milieu paysan des innovations sélectionnées et généralisation régionale. Il vise une meilleure gestion des eaux pluviales et de la fertilité des sols aboutissant à la fois à l'augmentation de la production de biomasse et à la protection des routes et des barrages (réduction du ruissellement et des transports solides).

1. Le milieu physique.

Le climat est semi-aride (chaud et sec de juin à septembre) mais doux et humide hiver. Les pluies (PAM = 520 mm) sont très irrégulièrement réparties, violentes en automne et plus abondantes au printemps (jusqu'à 140 mm en 24 heures). La zone a un soubassement marnocalcaire crétacé, des couches marneuses et gréseuses miocènes, surmontées de grès pliocènes. Les sols sont argilo-limoneux sur marnes (vertisols) et sablo-limoneux sur grès ± calcaires (sols rouges fersiallitiques, sols bruns calcaires ± vertiques et colluvions). Ils sont souvent carencés en azote et phosphore assimilable. Les vertisols sont résistants à l'érosion en nappe ($K_{usle} = 0,1$ à $0,2$) mais donnent lieu à beaucoup de ruissellement en période humide (ravinements et glissements de terrain fréquents). Les sols rouges fersiallitiques, et bruns calcaires et colluviaux plus sableux sont plus sensibles à l'érosion en nappe ($K_{usle} = 0,2$ à $0,4$) comme tous les sols pauvres en matières organiques et riches en limons et sables fins mal structurants. Leur capacité d'infiltration (Piogger) est moyenne (10 à 30 mm/h) sur sols secs cultivés à très faible après une averse ($K = 3$ à $0,3$ mm/h). Surpâturés ou défrichés et peu travaillés, ces sols donnent lieu à un ruissellement abondant surtout en hiver et au printemps, une fois le sol réhumecté. Les croûtes de battance sont très fréquentes mais se fendillent après 3 à 6 jours de soleil. Les pentes des versants cultivés sont longues et/ou très inclinées (5 à 40 %). La végétation (étage oléolentisque) est très dégradée par le surpâturage. La vigne et l'arboriculture couvrent très mal le sol (20 à 40 %), les céréales, légumes secs, oignons et la jachère pâturée également.

2. Les facteurs humains.

Une enquête agro-socio-économique des deux bassins habités permet une meilleure définition de la population, des surfaces cultivées et de la SAU, des productions végétales et animales.

Le bassin versant 2. (Douar de Hadjadja) a une densité de population rapportée à la SAU de 130 habitants par km², ce qui est élevé étant données les pentes raides (>30 %), les sols fragiles et la densité du bétail (3 têtes/ha, essentiellement des ovins + caprins). La population active ne dépassant pas 36 % de la population totale, les travaux culturaux sont peu poussés et les manifestations de l'érosion débutante (griffes, rigoles, croûtes de battance, etc...) ne sont pas effacées aussi rapidement qu'il le faudrait. L'arboriculture et la vigne, deux systèmes de production attractifs se développent et occupent aujourd'hui 20 % de la SAU, mais la céréaliculture extensive domine (40 % de la SAU). Le mode d'héritage (partage des terres) entraîne la formation de terres longues et étroites étalées sur toute la toposéquence. Par conséquent, le travail du sol se fait dans le sens de la plus grande pente, ce qui accélère le ruissellement et l'érosion lors des petites averses (pas forcément lors des plus gros orages

Le bassin versant 3. (Douar de Ouled-Seghir) est moins dégradé, mieux aménagés (talus enherbés) moins pentu (p. <20 %), moins surpâturé (1 ovin/ha), moins peuplé (109 hab./km² de SAU) et plus étendu (300 ha). La population active (42 % du total) est plus abondante et les travaux culturaux plus soignés (traces d'érosion rapidement effacées par les techniques culturales).

Le morcellement des terres est pratiquement identique sur les deux bassins avec 0,66 à 0,69 ha de surface moyenne par parcelle. L'arboriculture et la vigne occupent 20 % de la SAU sur les deux bassins versants mais la céréaliculture (20 %) est moitié moindre que dans le bassin versant 2. Les risques d'érosion sont donc moindres dans le bassin versant 3 que dans le bassin versant 2 où la pression sur le foncier est plus importante.

3. Les propositions.

- a) Sur les champs cultivés sont recherchées les méthodes d'amélioration de la capacité d'infiltration du sol :
 - par des techniques culturales (labour grossier, hersage pas trop raffiné, sarclo binages répétés, rupture de la pellicule de battance, par le buttage cloisonné) :
 - par l'extension du couvert végétal (cultures associées de légumineuses avec les fruitiers, la vigne et la jachère, plantation dense, fertilisation minérale et organique, espèces améliorées bien adaptées, rustiques, etc...),
 - par des structures qui ralentissent et absorbent une partie du ruissellement (haie de fruitiers rustiques, barrières perméables et talus enherbés).
 - par des plantations pérennes et associées couvrant les terres trop pentues.
 - par l'alternance dans le temps (rotation) et dans l'espace des cultures à risque réduit en bandes.

b) sur les parcours dégradés

- mise en défens et enrichissement en légumineuses (sulla et luzernes), en arbustes fourragers (Atriplex, Prosopis, Medicago arborea, Opuntia, etc...) et en arbres fourragers (Fraxinus oxyphylla, Robinier faux acacia, Olivier de Bohême, Pistachier atlantique, etc...),
- sur les pentes fortes, on pourrait planter des haies fourragères sur des fossés isohypses discontinus distants de 2 à 4 mètres ; les interlignes pourraient être couverts de mélanges fourragers (sulla, luzernes et graminées). La protection temporaire contre la troupeau devrait être assurée par une clôture symbolique matérialisée par deux ronces de fer doublées d'épineux (Opuntia Ziziphus, Acacias) et par un gardien rémunéré localement.

c) sur les ravines :

- stabilisation des fossés de drainage du réseau routier et des ravines qui en sont issues (seuils en gabions, en maille plastique, en sacs plastiques renforcés de jambes de force et de boutures de peupliers, tamarix, lauriers roses, saules, etc...).
- Fixation des berges et des sédiments par des ensembles d'herbacés et d'arbres bien adaptés à chaque exposition, aux réserves hydriques et à la présence de gypse et de sel
- Plantation d'espèces fourragères (frênes, caroubiers ou d'arbres fruitiers (cerisier, noyers)) ou d'essences précieuses pour rentabiliser les aménagements et le gardiennage. Gardiennage et mise en défens temporaire compensés par des productions fourragères.

L'ensemble des aménagements doit répondre aux souhaits des paysans, des chercheurs et des techniciens de l'Administration. Les paysans doivent être associés dès la conception, à la mise en place, à l'entretien et bien sûr à la récolte.

Les administrations forestières et agricoles veilleront à ce que les aménagements cadrent avec les objectifs régionaux et trouvent les crédits nécessaires. La réalisation sera exécutée par l'Office de Mise en Valeur (OAMV) avec l'aide des paysans. Le suivi des opérations de recherche développement sera assuré, par les chercheurs de l'INRF. L'évaluation de leur efficacité sera faite avec les paysans-éleveurs.

L'ORSTOM assurera une partie de la formation continue, du suivi des méthodes et surtout les effets des innovations (fertilisants, gestion des résidus de culture, cultures associées de légumineuses) sur le statut des matières organiques du sol, l'agrégation, le profil cultural, la capacité d'infiltration et la résistance à la battance et à l'érosion.

L'ensemble des aménagements aurait un double but :

- améliorer les revenus des paysans,
- réduire le ruissellement et les transports solides pour protéger la fertilité des terres et retarder l'envasement du barrage de l'Oued Fergoug.

INTRODUCTION

L'extension de l'érosion dans les Monts de Beni-Chougrane a des conséquences graves pour certaines zones : dégradation des champs et du réseau routier, envasement très rapide des barrages avec et Mascara par conséquent des problèmes d'alimentation en eau des villes (Arzew) et des plaines irriguées en aval.

- Sur le plan régional, la subsistance des populations montagnardes est de plus en plus menacée par l'accélération de l'érosion, la dégradation et le dessèchement des terres, l'abaissement des nappes et la dégradation du couvert végétal et du réseau hydraulique.

- La sensibilité du milieu physique aux différents agents de l'érosion est très grande : climat méditerranéen, fortes pentes, roches tendres et sols instables battants, pauvres en matières organiques, végétation profondément dégradée par le surpâturage et les défrichements abusifs. Elle est aggravée par la sécheresse exceptionnelle qui règne depuis dix ans.

- On assiste par conséquent à l'abandon des zones dans lesquelles les espaces cultivés disparaissent pour laisser place à la roche altérée et au pâturage extensif. D'autres zones plus ou moins intensément exploitées risquent de connaître le même sort, si de nouvelles méthodes d'aménagement et de mise en valeur ne sont pas rapidement proposées et réalisées.

- C'est dans ce cadre général de la lutte antiérosive que l'INRF et l'ORSTOM ont décidé de joindre leurs efforts pour étudier la diversité régionale des processus de ruissellement et d'érosion afin de les maîtriser plus efficacement dans le cadre d'une nouvelle stratégie de Gestion Conservatoire de l'Eau et de la fertilité des Sols (GCES).

OBJECTIFS ET METHODE DU PROJET

Le but de cette étude est de proposer des modèles adaptatifs d'aménagement intégré qui permettent d'améliorer la production agricole tout en gérant mieux les ressources en eau (amélioration de l'infiltration) et en sol (réduction de l'érosion et des pertes en nutriments). Il s'agit d'un projet de recherche en vue d'accompagner le développement rural de zones très sensibles à l'érosion.

Le projet comprend trois phases :

1. Localisation et études des facteurs physiques et humains en relation avec les problèmes d'érosion. Sensibilisation du milieu paysan. Propositions d'innovations.
2. Evaluation expérimentale des innovations en milieu paysan.
3. Généralisation régionale des innovations pertinentes.

L'objectif de cette note est de rapporter les résultats de la première phase, c'est-à-dire de l'étude des facteurs physiques et humains des micro-bassins versants expliquant l'intensité actuelle de l'érosion et les risques potentiels.

L'équipe composée d'un pédologue, d'un géographe et d'un technicien supérieur a été installée en mars 1986 dans le village socialiste de-Grara, à côté de l'Office Agricole de Mise en Valeur (OAMV) des Beni-Chougrane mais à 20 km de Mascara et 40 km des bassins de Aïn Farès.

Trois bassins versants ont été choisis dans des états de dégradation différents, représentatifs de la diversité des paysages des Monts de Beni-Chougrane sur la commune de Aïn Farès.

Le premier bassin versant, d'une superficie de 15 ha est le plus dégradé c'est un bassin où les méfaits de l'érosion ont été tellement sousestimés que les terres sont actuellement ruinées et abandonnées par la population (douar en ruine). Seuls subsistent quelques champs de céréale en amont et le reste est voué au pastoralisme extensif. Son abandon réduit l'intérêt d'une étude socio-économique.

Le deuxième bassin versant correspondant au douar de Hadjadja, d'une superficie de 150 ha relativement peuplé (130 hab./km² de SAU) en dépit de son état de dégradation poussé, avec des pentes très fortes (supérieurs à 30 %) et des sols fragiles. La céréaliculture extensive domine nettement avec plus de 40 % de la SAU. L'arboriculture et la vigne occupent un peu moins de 20 % de la SAU mais elles sont en net développement.

L'élevage, complément indispensable à la subsistance des populations de ce bassin représente un grand danger d'aggravation de l'érosion avec une charge de pacage de trois têtes d'ovine à l'hectare, ce qui est excessif pour la pauvreté du couvert végétal du bassin (tassement du sol, surpâturage).

Le bassin versant n° 3 d'une superficie de 300 ha, correspond au douar Ouled-Seghir. C'est le bassin le moins dégradé et le mieux mis en valeur par les habitants. Les pentes sont moins fortes que celle des deux bassins versants précédents, et en moyenne elles ne dépassent pas les 20 % ; l'érosion est moins développée. La densité de sa population est de 109 hab./km² de la SAU. L'ensemble arboriculture-vigne occupe 20 % de la SAU, autant que la surface occupée par la céréaliculture. La charge animale (essentiellement ovins et caprins) n'excède pas une tête à l'hectare ; le surpâturage est donc très localisé

L'étude du milieu physique de la zone a été abordée par la compilation des études antérieures (en particulier du Bneder), par le recueil des données météo au poste de Mascara et par les observations de terrain en particulier sur les sols et la végétation (Morsli et Bouache).

Le milieu humain a été abordé au cours de longues séances de dialogue avec les paysans et surtout au cours d'une enquête complète portant sur les trois douars habités de la région (Benelouati et Bouache) -voir le questionnaire en annexe-.

CHAPITRE 1. LE MILIEU PHYSIQUE .

Par MORSLI B.

1.1 SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le massif des Beni-Chougrane est l'un des principaux chaînons du Tell occidental. Il est situé entre l'Ouarsenis et les Monts du Tessala. Si les limites avec ces derniers sont confuses, en revanche au Nord, au Sud et à l'Est l'individualité du massif est bien souligné à la fois par le tracé et par les différences d'altitude.

Compris entre deux compartiments effondrés, la plaine de l'Habra et celle de Ghris, il se présente comme une aire de surélévation bien individualisée et avec un aspect montagneux orienté du Sud-Ouest au Nord-Est. A l'Est l'oued Mina le sépare des monts de l'Ouarsenis. Par suite de sa situation géographique, le massif des Beni-Chougrane est encore tellien. Il est compris dans la zone où les pluies sont les plus favorables aux cultures et à l'homme, d'autant plus que le tracé et les altitudes jouent un rôle déterminant dans la distribution et l'accroissement des précipitations. A cet égard, le massif des Beni-Chougrane est privilégié par rapport aux plaines qui l'encadrent.

Les coordonnées LAMBERT sont les suivantes :

Monts de Beni-Chougrane

Lat. : 35° - 35°,42'
Longit. : 0°30 W - 0°70 Est

Bassin versant n° 1

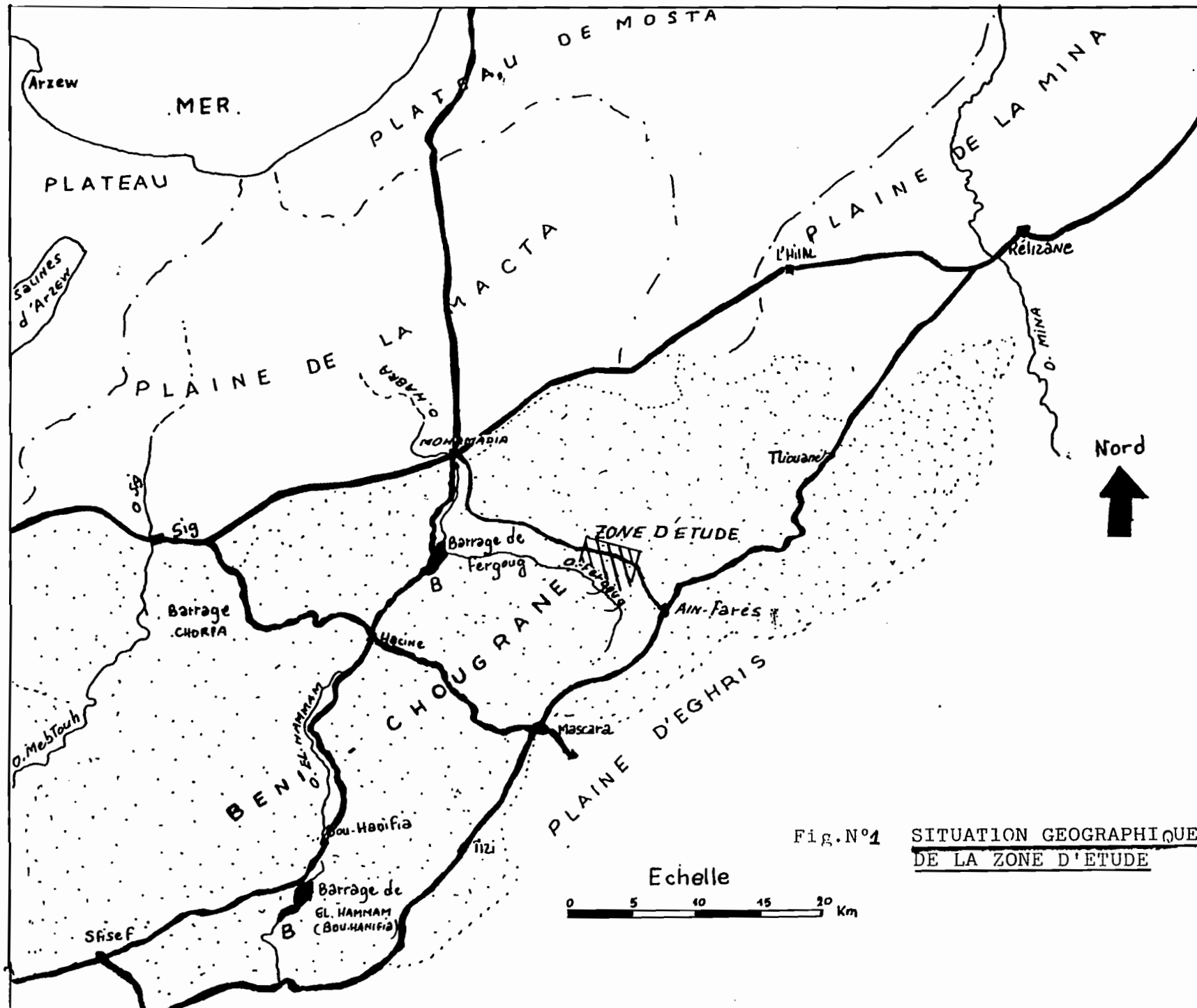
Feuille de Ain-Farès	X = 275,6 - 276,2
N° 185	Y = 247,1 - 246,5
E : 1/50 000	Z = alt. moyenne 570 m.

Bassin versant n° 2

Feuille de Mohammadia et Ain-Fares	X : 274,2 - 275,4
N° 183, 185	Y : 249,2 - 250,5
E : 1/50 000	Z : alt. moyenne 500 m.

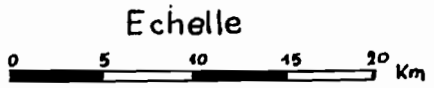
Bassin versant n° 3

Feuille de Mohammadia	X : 275,4 - 272,2
N° 183	Y : 250,2 - 247,8
E : 1/50 000	Z : alt. moyenne 600 m.



Nord

Fig. N°1 SITUATION GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE D'ETUDE



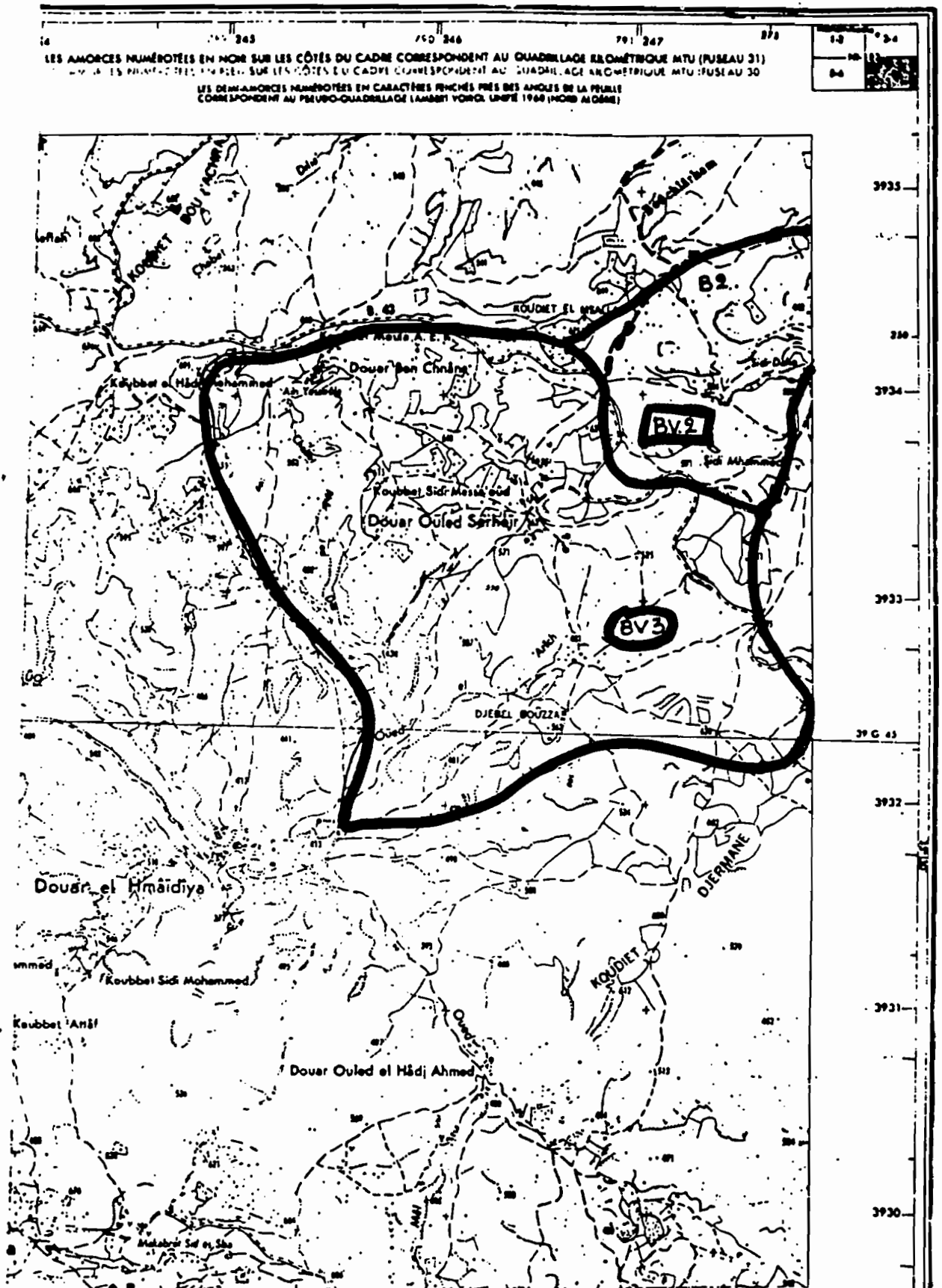


Fig. 1'. Carte de situation des Bassins versants
(Bv2 - Bv3) - Echelle 1/25 000

1.2. ETUDE CLIMATIQUE.

12.1. Les précipitations

La pluviosité de la zone des Beni-Chougrane varie annuellement de 350 mm à 600 mm aux stations de référence : elle atteint près de 900 mm sur les sommets. Pour la station de Mascara, elle est de 522 mm. Les moyennes mensuelles observées nous indiquent l'existence d'une période sèche bien marquée allant de juin à septembre avec un minimum très net en juillet-août, s'opposant à une période humide tout aussi marquée d'octobre à mai avec un minimum aux mois de décembre-janvier (fig. 2). Le nombre de jours de pluie est très variable selon les années.

La pluviosité est très irrégulièrement répartie à l'échelle mensuelle. A cette irrégularité mensuelle s'ajoute une irrégularité interannuelle. Les années humides peuvent être trois fois plus arrosées que les années sèches. Ainsi, la moyenne des précipitations pour l'année 1948 est de 932 mm, alors que pour l'année 1944, elle a été de 236 mm.

L'autre caractéristique de la pluviosité est le caractère torrentiel des précipitations qui constitue un facteur défavorable pour l'équilibre des milieux naturels et humains.

Les massifs reçoivent annuellement plus de 600 mm de pluie alors que la pluviosité des basses plaines et des dépressions intérieures est inférieure à 500 mm, voire à 400 mm. C'est une des raisons de la pression démographique dans les montagnes : les pluies y sont plus importantes que dans les plaines environnantes.

12.2. Les températures.

Les moyennes mensuelles des différentes stations soulignent l'existence de deux saisons bien marquées et bien distinctes :

- une saison froide qui s'échelonne sur six mois allant de novembre à avril, qui enregistre les minima les plus bas allant de 1°C à 5°C.
- Une saison chaude qui s'étale sur six mois, entre mai et octobre et pendant laquelle les moyennes mensuelles dépassent les 18°C. Les moyennes des maxima absolus se maintiennent autour de 40°C entre juin et septembre. Les moyennes des minima absolus ne descendent jamais au-dessous de 11°C sur les hauteurs.

L'été se caractérise par de très hautes températures qui, doublées de précipitations très faibles entraînent une aridité assez forte et plus particulièrement une dessiccation complète du sol surchauffé.

La nébulosité étant faible, de 1,5 à 3,5, l'insolation est donc très forte et l'ensemble de ce massif est soumis à une sécheresse quasi absolue pendant l'été. Cette sécheresse est parfois entrecoupée par de brèves averses, souvent très violentes et rapidement absorbées par un sol desséché et fissuré. Sitôt infiltrée, cette eau est ramenée en surface et rapidement évaporée. L'aridité est encore aggravée pendant l'été par les vents chauds et secs provenant du Sahara (Sirocco).

12.3. Autres caractéristiques climatiques.

D'autres caractères climatiques tels que le Sirocco (vent chaud et sec du désert), les gelées, l'humidité relative et les vents peuvent agir positivement ou négativement sur le milieu.

- Les gelées :

Les gelées s'accroissent d'Est en Ouest et du Nord au Sud, suite au phénomène de continentalité.

Le nombre de jours de gel varie dans la zone de Mascara entre 12 et 17 jours par an. Il existe des microclimats faiblement touchés par les gelées. Les gelées tardives qui constituent une contrainte pour les cultures sont rares.

- L'humidité relative :

Les moyennes annuelles sont supérieures à 50 %. C'est sur les hauteurs que l'on relève l'humidité relative la plus élevée. Ce paramètre a un rôle appréciable car il permet d'atténuer la sécheresse, notamment lors de la saison sèche ainsi qu'au printemps, période critique pour les rendements des céréales, le développement végétatif de la pomme de terre et de la vigne.

- Les vents :

Les vents dominants dans cette région sont les vents du Nord, les vents de l'Ouest et les vents de Nord-Ouest.

Le Sirocco est un vent chaud desséchant venant du Sahara. Le nombre de jours de Sirocco dépasse légèrement les vingt jours par an dans cette zone ; ses conséquences défavorables ne sont pas négligeables pour la vigne et les céréales (dessèchement). Il accentue également les amplitudes thermiques et les maxima notamment pendant la période estivale.

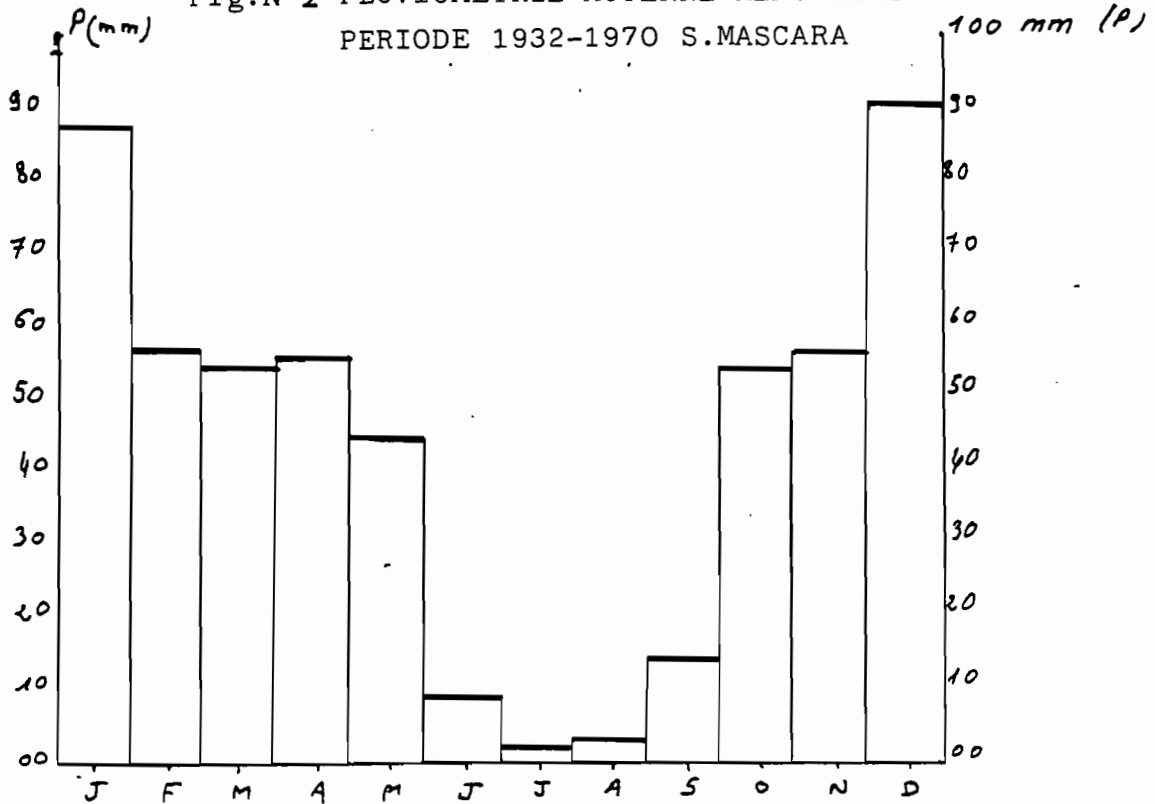
12.4 Données climatiques synthétiques.

- L'indice de Lang : $I = P/T$ où P = pluviosité et T = température. D'après les travaux de M. Lamouroux (1972) cité par Messaoudi Nouar, quand I est entre 30 et 100, il y a apparition du phénomène de rubéfaction. Pour notre zone, $I = 31$.

- Diagramme ombrothermique de Gaussen.

L'étude graphique du climat de Mascara montre l'existence d'une période sèche s'étendant sur quatre mois (juin à septembre) (Fig. 5).

Fig.N°2 PLUVIOMETRIE MOYENNE MENSUELLE
PERIODE 1932-1970 S.MASCARA

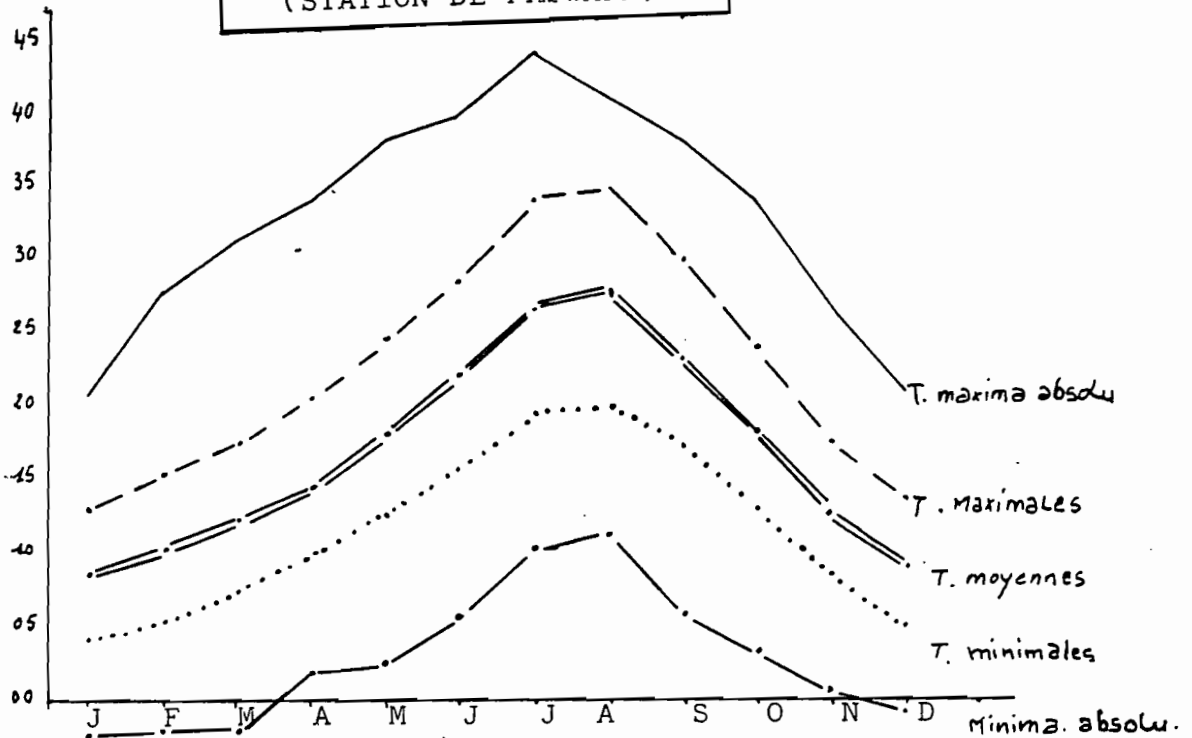


Tab.N°1 PRECIPITATIONS MENSUELLES

Mois	Précipitations mensuelles maximales (mm)	Précipitations mensuelles moyennes (mm)	Précipitations mensuelles minimales (mm)
Janvier	207,4	77,2	0
Février	243,0	61,5	6,5
Mars	206,6	51,8	2,0
Avril	176,5	45,3	0
Mai	175,2	37,2	0
Juin	66,0	9,4	0
Juillet	13,0	0,7	0
Aout	36,5	3,5	0
Septembre	86,3	16,0	0
Octobre	293,6	58,5	0
Novembre	209,5	67,9	0,5
Décembre	229,6	73,1	20,9

Fig n° 3.

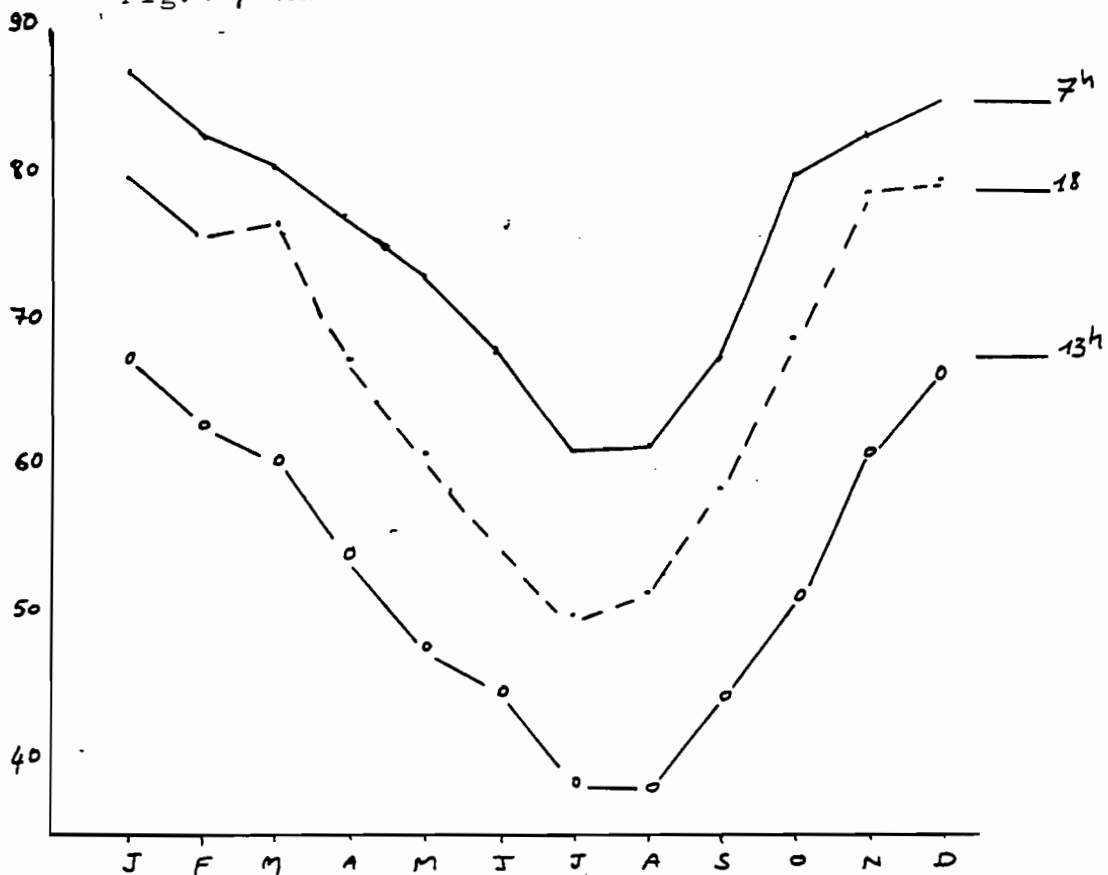
COURSES DES TEMPERATURES
(STATION DE MASCARA).



TAB. N°2 TEMPERATURES MOYENNES, MINIMES et MAXIMALES à MASCARA

	Janv	Fev.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec	année
Moy. des Minima	4,1	5,3	6,7	9,9	12,1	15,8	19,4	19,9	17,0	12,8	7,9	4,9	11,2
Moy. des Maxima	13,2	15,4	17,5	20,7	24,7	28,9	34,0	34,8	29,8	23,8	17,3	13,5	22,8
Moy. des $\frac{(M+m)}{2}$	8,6	10,3	12,1	14,8	18,4	22,3	26,7	27,3	23,4	18,3	12,6	9,2	17
Minima absolu	-2,5	-2	-2	2	2,5	5,5	10	11	6	2,5	0,5	-1	
Maxima absolu	20,5	27,5	31	34	38	40	44	41	31	34	27	21	

Fig. N°4 VARIATION DE L'HUMIDITÉ RELATIVE



Tab. N°3 HUMIDITE RELATIVE DE L'AIR MOYENNE MENSUELLES A MASCARA

Mois	Humidité relative en %		
	7h	13h	18h
Janvier	87	68	80
Février	83	63	76
Mars	81	61	77
Avril	77	54	67
Mai	73	48	61
Juin	68	45	55
Juillet	61	39	50
Aout	62	39	52
Septembre	70	46	60
Octobre	82	53	71
Novembre	84	64	80
Décembre	86	68	80
Année	76	54	67

Evapotranspiration potentielle (E.T.P.). (calculée par la méthode de Thornthwaite)

Tableau n° 4

Mois	T° T (°C)	Indice Thermi- que (i)	E.T.P. calculée	E.T.P. abaque	Facteur de cor- rection	E.T.P. corrigée (mm)
Jan	9.6	2.68	21	21	0.79	17
Fév	10.3	2.99	24	24	0.85	20
Mars	12.6	4.05	34	35	1.00	34
Avril	15.1	16.33	48	48	1.13	54
Mai	18.8	7.43	71	71	1.25	89
Juin	23.1	10.15	104	103	1.29	134
Juil	27.4	13.14	142	142	1.26	179
Août	26.8	12.71	137	137	1.19	163
Sept	23.7	10.55	109	108	1.07	117
Oct	17.9	6.89	65	66	0.94	61
Nov	13.5	4.50	39	39	0.81	32
Déc	9.8	2.78	22	21	0.77	17
Année	17.4	836	816	815		917

D'après les données du tableau n° 4 on constate que l'ETP devient importante à partir du mois d'avril (54 mm) jusqu'au mois d'octobre (61 mm). L'ETP annuelle est de 917 mm avec 17 mm en décembre et 179 mm en juillet. Pendant la période qui s'étend du 15 avril au 15 octobre, l'ETP reste supérieure aux précipitations (Cf fig. 7).

- Etage bioclimatique : (fig. 6)

Les données climatiques montrent que la majorité des stations de la région de Mascara s'intègrent dans l'étage semi-aride. La semi-aridité du climat du Tell de l'Ouest est due à l'écran de la péninsule ibérique et du Rif qui le mettent en position d'abri pluviométrique.

Au niveau de l'étage bioclimatique semi-aride, trois sous-étages sont à distinguer :

- Le semi-aride à hiver doux qui couvre la majeure partie des Monts des Beni-Chougrane, la zone d'études comprise.

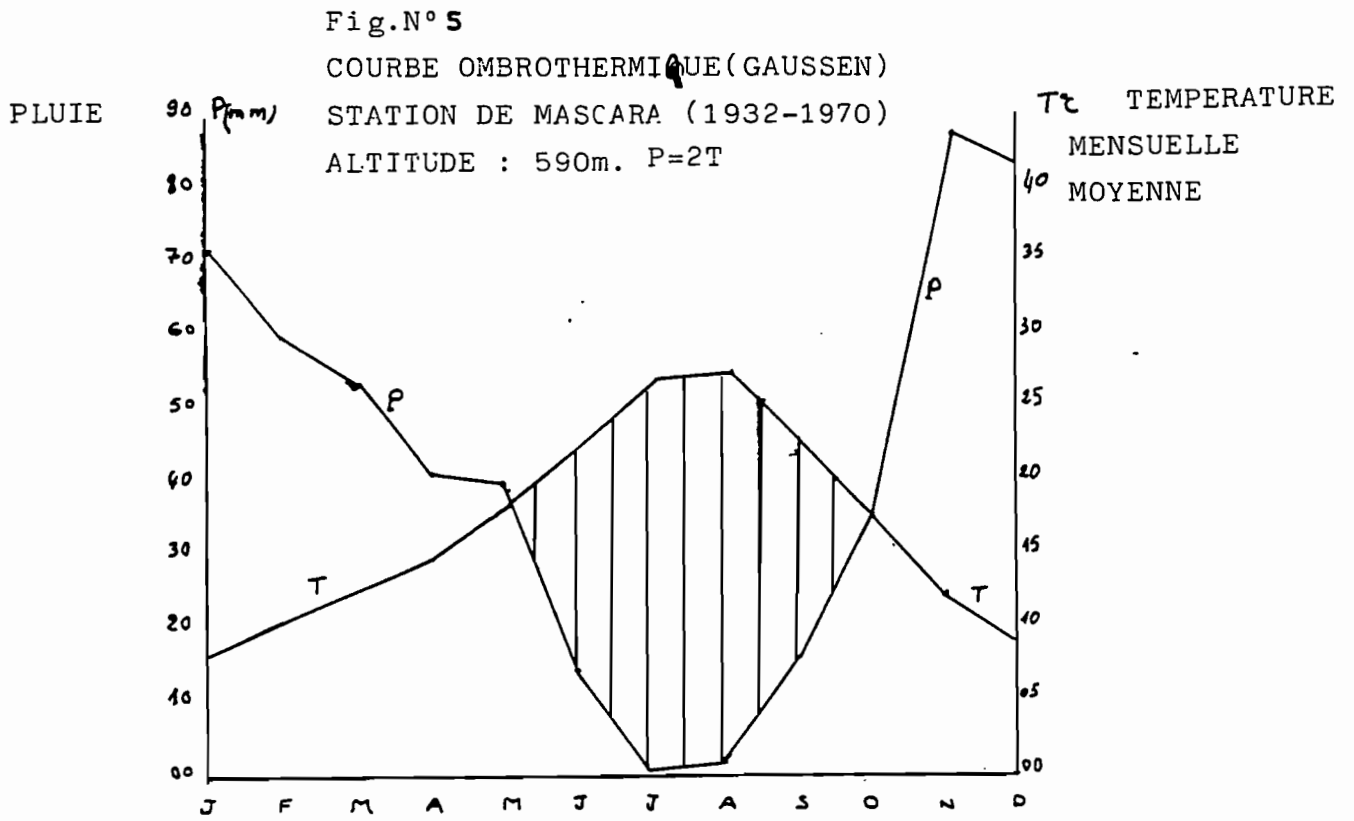


Fig.N° 6 CLIMOGAPHE D'EMBERGER POUR L'ALGERIE
 D'APRES STEWART, 1969.

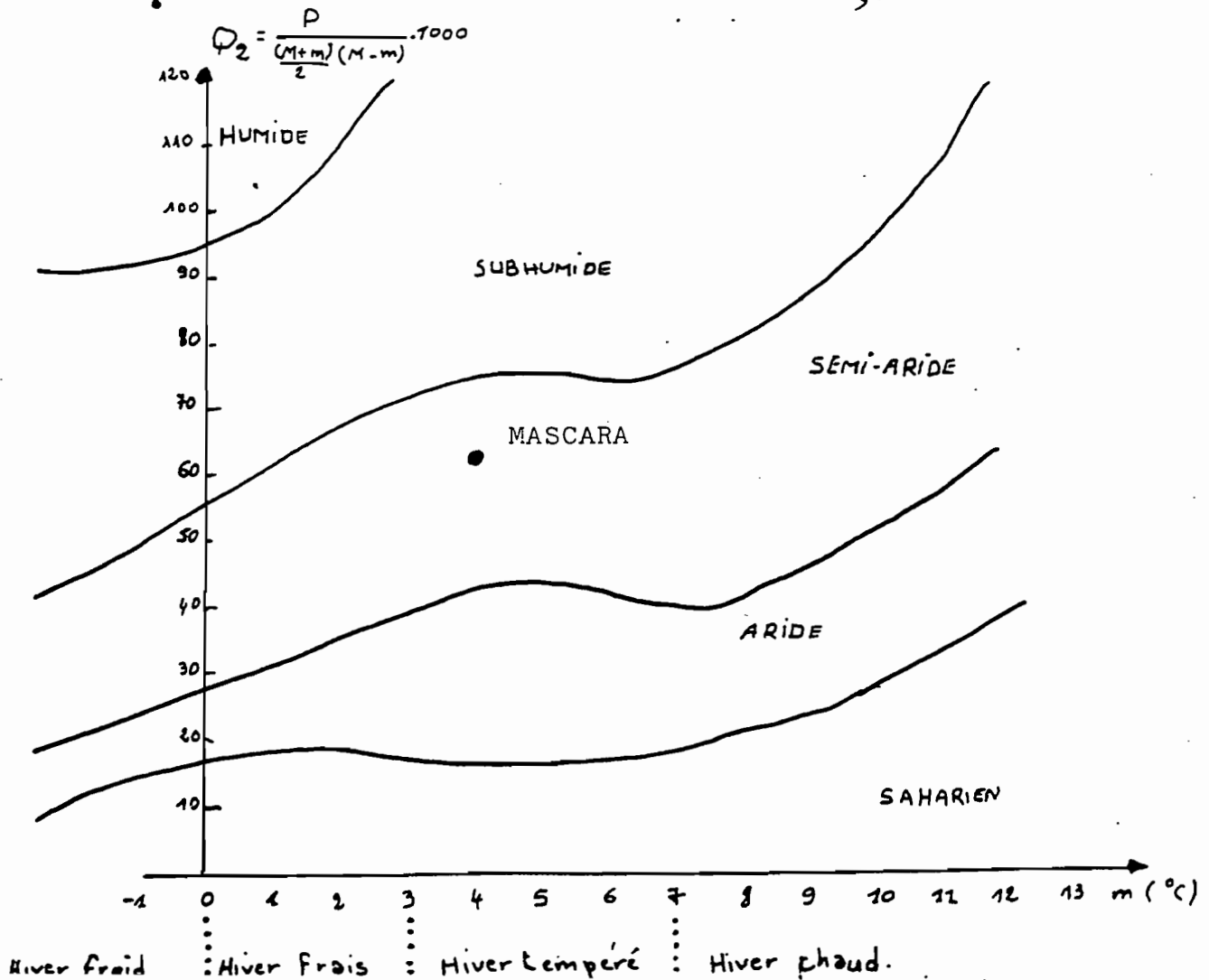
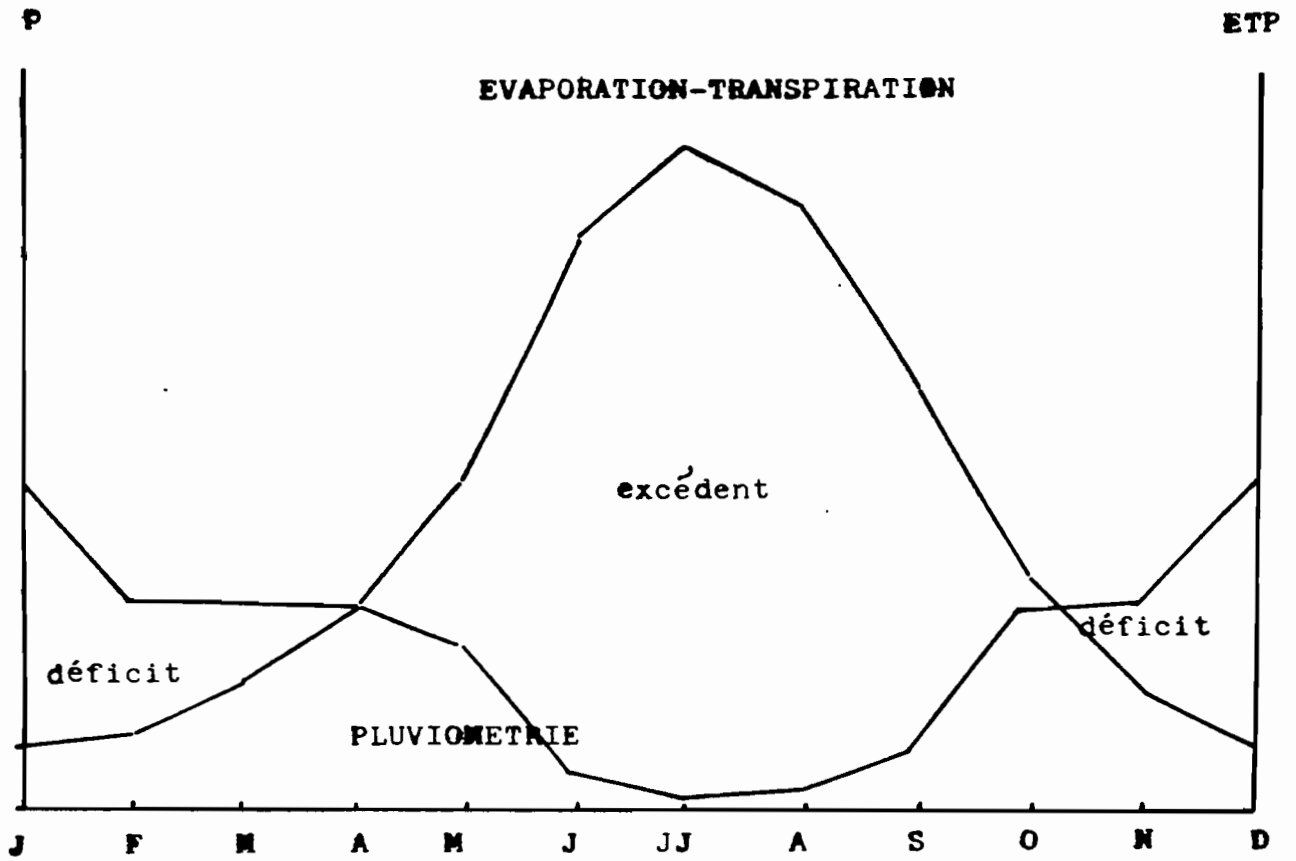


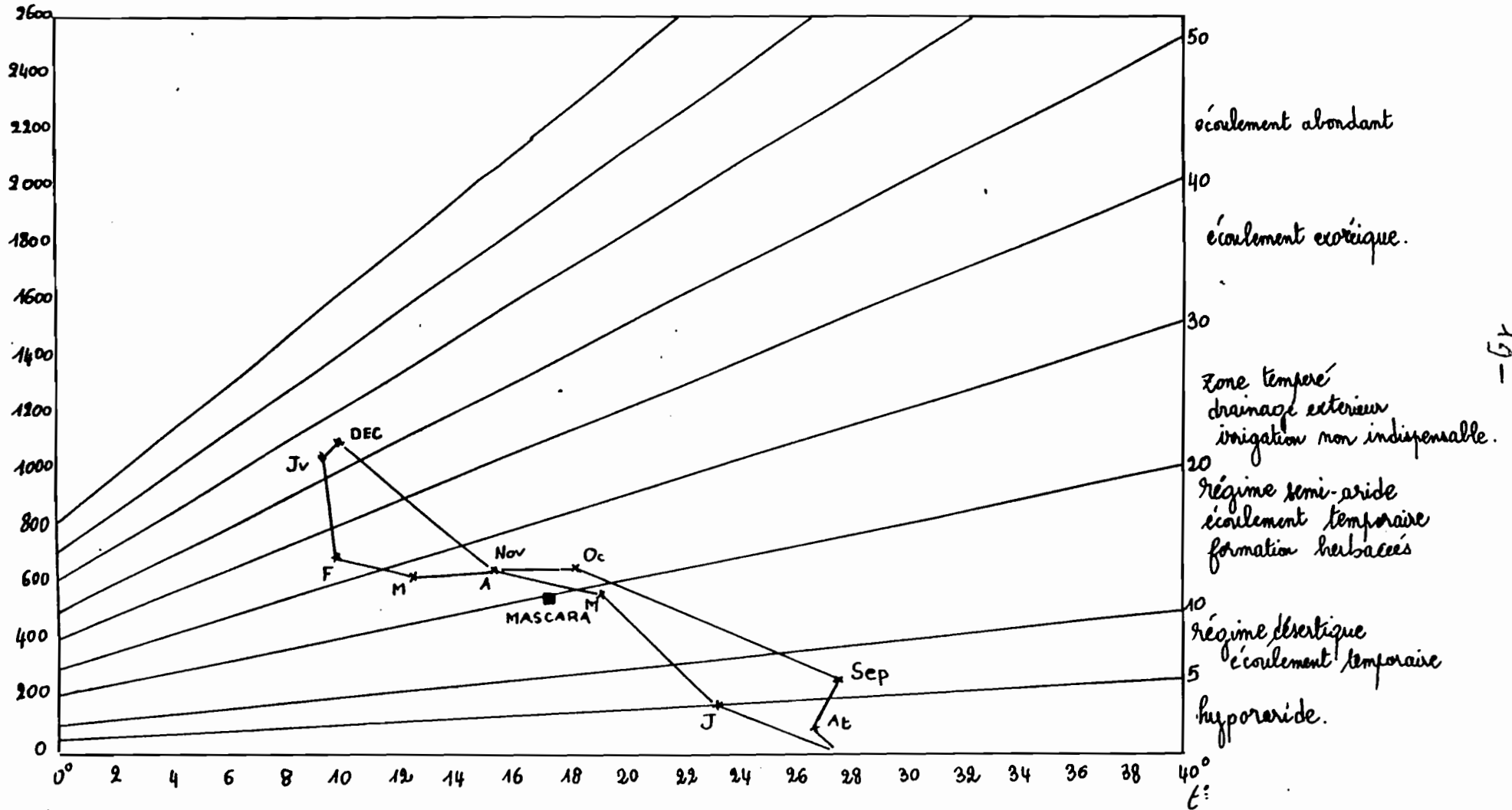
Fig. 7. Le bilan climatique



ABACUS INDICE D'ARIDITÉ

$$i = \frac{P}{T + 10}$$

Figure 8



-62

(d'après E. De Martonne - P.V. 1983)

- Le semi-aride à hiver chaud qui touche largement les piémonts Nord des Monts.

- Le semi-aride à hiver frais qui intègre l'extrême Sud-Ouest des Monts et couvre une faible superficie de la zone d'études.

La station Mascara est située dans le semi-aride à hiver doux avec $Q_2 = 63$ et $m = 4,7$.

- Indice d'aridité :

Pour mieux préciser l'évolution des conditions climatiques au cours de l'année, nous avons utilisé l'indice d'aridité mensuel (de Martonne 1923).

$a = 12 P/t + 10$ $P/\text{Pluies mensuelles}$, $t = t^*$ mensuelles.

D'après les résultats reportés à la fig. 8, la zone de Mascara est soumise à une saison subhumide excédentaire de novembre à avril puis à une saison aride de juin à septembre.

Les pluies tombent en averse en période froide, tandis que la période chaude est aride : le couvert végétal a donc du mal à protéger suffisamment le sol contre la battance des pluies.

1.3. CADRE GEOLOGIQUE

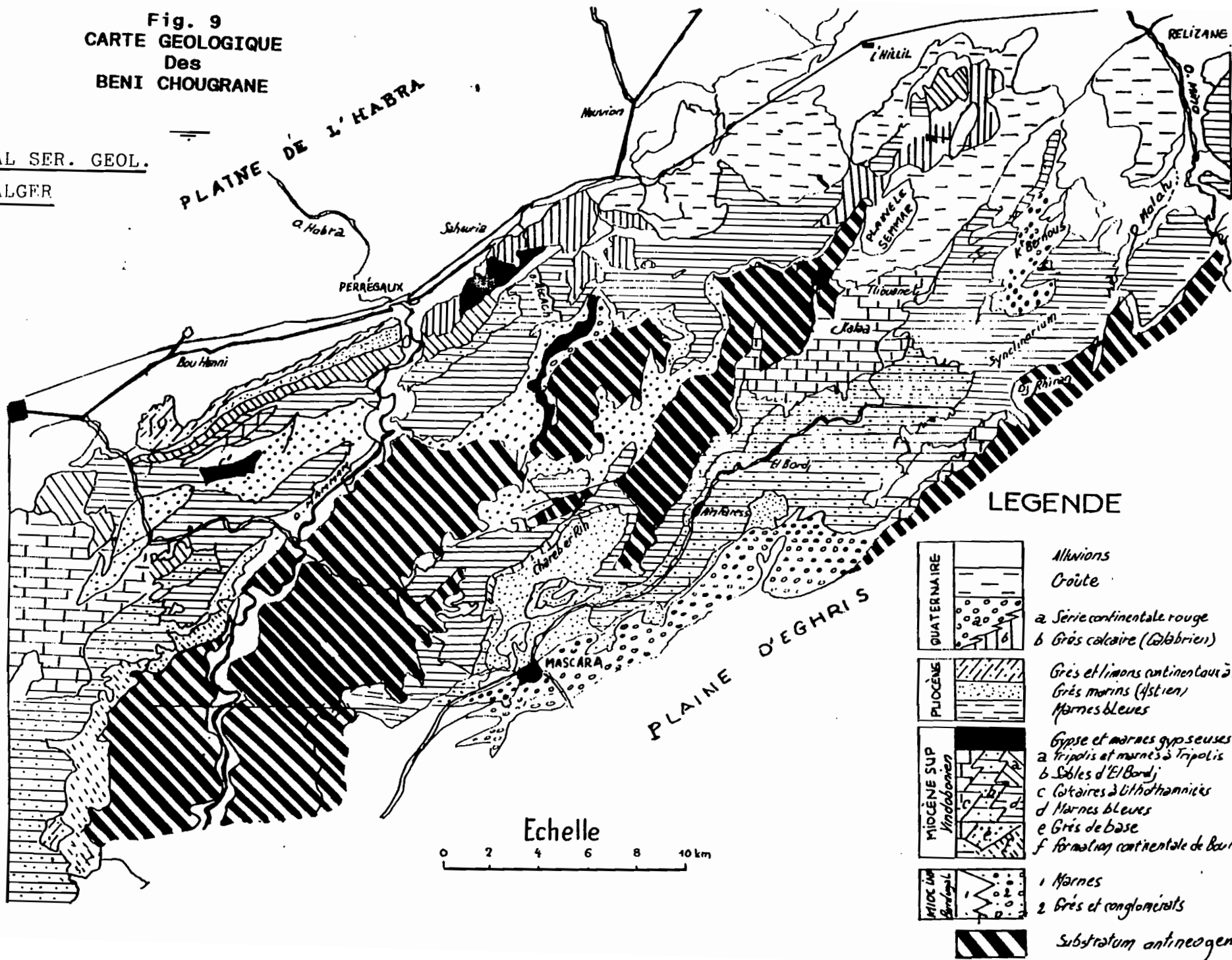
Le massif de Beni-Chougrane est allongé suivant la direction S.SW à N.NE, très plissé à ossature Crétacé et recouvrement tertiaire très épais. Il est compris entre deux compartiments effondrés, la plaine de l'Habra et celle d'Eghris, qui l'encadrent au Nord et au Sud.

Les terrains qui le constituent sont sensiblement les mêmes que ceux qu'on rencontre dans les zones environnantes. Mais nous pouvons noter la faible extension du Trias, l'absence du Jurassique, la prédominance du Crétacé supérieur et moyen sur le terme inférieur ; celle de l'Oligocène sur l'Eocène ; quant aux formations néogènes, elles sont bien représentées sur les deux versants du massif.

Au Nord, la plaine est comblée par des limons et des cailloutis flamandriens. Dans le sous-sol, des dépôts d'anciens marécages, chotts ou sèbkhas, sont fortement imprégnés de gypse et de sel ; la remontée de la nappe phréatique entraîne, sur bien des points, la stérilisation de terres qui pourraient être cultivées si la proportion de chlorure était moins élevée. L'origine de ce "salant" ne peut être cherchée que dans le lessivage des terrains triassiques et miocènes de la zone et peut être aussi dans la présence possible du salifère en profondeur.

Fig. 9
CARTE GEOLOGIQUE
Des
BENI CHOGRANE

SOURCE
S.N. REPAL SER. GEOL.
1/12/51 ALGER



LEGENDE

QUATERNAIRE	<ul style="list-style-type: none"> Altivions Crôte a Série continentale rouge b Grès calcaire (Colibri)
PLIOCÈNE	<ul style="list-style-type: none"> Grès et limons continentaux à Helic Grès marins (Astien) Marnes bleues
MIOCÈNE SUP Mioalbanien	<ul style="list-style-type: none"> Gypse et marnes gypseuses a Tripolis et marnes à Tripolis b Sables d'El Bordj c Calcaires à Lithothamnies d Marnes bleues e Grès de base f Formation continentale de Bou Hanifia
MIOC INF Burdigal	<ul style="list-style-type: none"> 1 Marnes 2 Grès et conglomérats
	<ul style="list-style-type: none"> Substratum antineogène

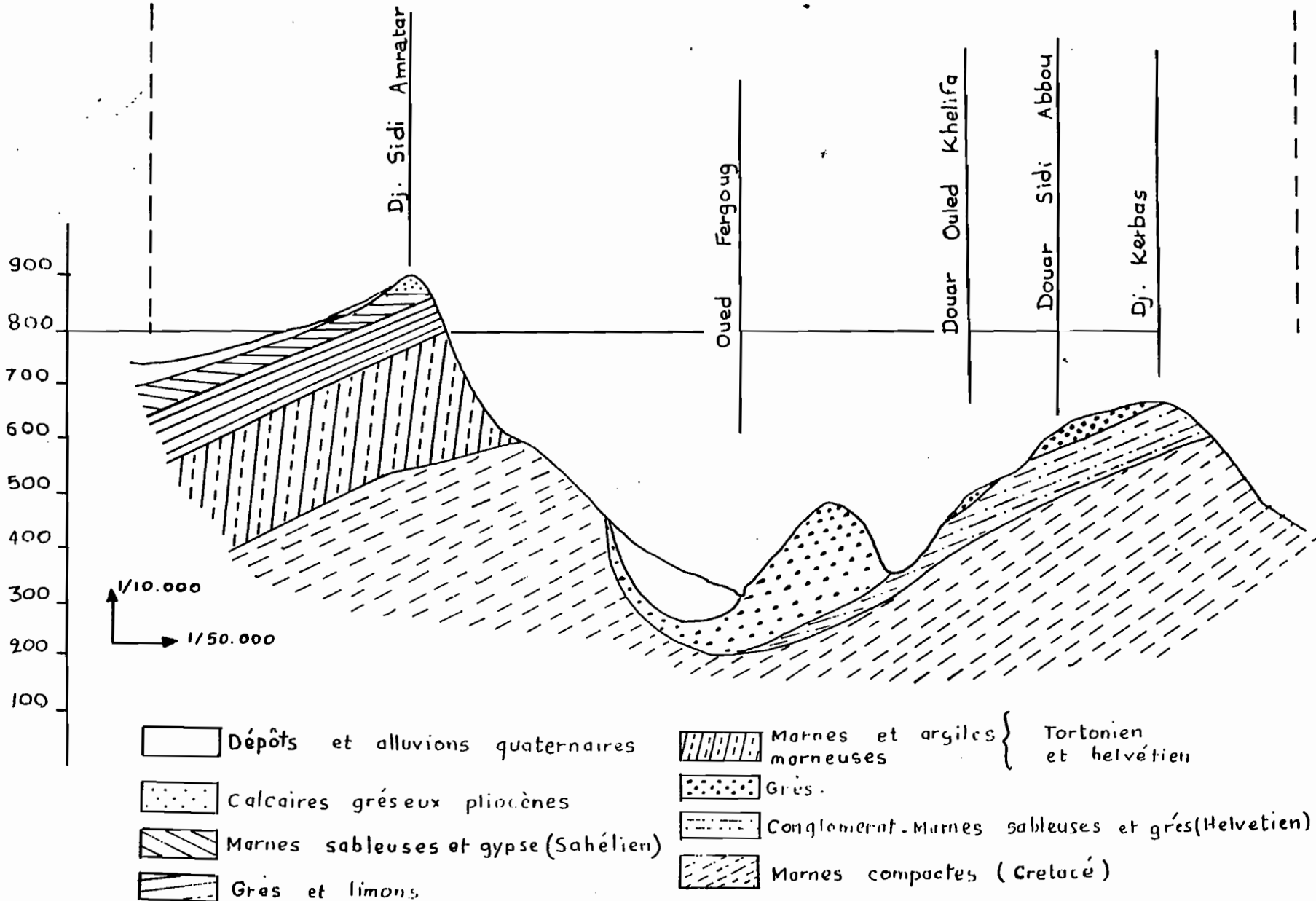
Echelle



SUD

NORD

Fig. 9'
 Profil géologique
 S.E.R.A. 1977
 RECHERCHE D'UN TRACE DE ROUTE



13.1. Tectonique.

Dès le début du Crétacé (il ne semble pas y avoir de trace de dépôts jurassiques) cette zone appartenait au grand géosynclinal tellien dans lequel la sédimentation s'est poursuivie sans interruption jusqu'à la fin de la période. A l'Eocène, les mouvements d'âge pyrénéen ont commencé à parcourir la chaîne tellienne. C'est le versant méridional de ces reliefs qui a servi de rivage à la mer dont les dépôts essentiellement néritiques sont en complète discordance sur les précédents.

Avec le début du Miocène commence l'ère de l'effondrement qui ramène la mer sur les compartiments affaissés, celle du premier étage méditerranéen ne pénètre qu'en bordure. Après quoi se produisent des plissements intenses englobant toute la série géologique jusqu'au Carténien.

Mais après cette phase d'orogénèse, prélude des mouvements alpins, de nouveaux bassins largement ouverts se creusent sur l'emplacement et en bordure de l'Atlas, que la mer helvétique envahit sur de larges surfaces jusqu'à la fin du Miocène supérieur : le régime lagunaire s'installe à peu près partout.

La transgression pliocène se présente ici avec une ampleur remarquable, puisqu'elle a donné lieu à l'existence d'un golfe qui se prolongeait vers le Sud.

Des dépôts néogènes s'élèvent aujourd'hui à plus de 900 m d'altitude à Chareb-Errih ("lèvre du vent"), d'où la vue s'étend, non seulement sur tout le massif mais jusqu'à la mer, au delà des plaines sublitorales.

Au point de vue tectonique, le caractère essentiel de l'ensemble des terrains antérieurs à l'Helvétien, affectés par des plis déversés uniformément au Sud sur le flanc méridional des Beni-Chougrane, est marqué par la structure imbriquée en écaille avec étirement et laminage des termes entiers de la série.

13.2. Lithostratigraphie de la zone d'étude.

Dans notre zone d'étude, il y a quatre grands ensembles géologiques :

- une série marno-calcaire d'âge crétacé, très fracturée forme le sous-bassement. Ainsi que des affleurements eocènes,
- un ensemble de couches marneuses et gréseuses miocène,
- des témoins sablo-gréseux d'âge pliocène,
- les alluvions et des dépôts de pente quaternaires, d'épaisseur faible par rapport aux autres ensembles.

Description des formations sédimentaires :

- Crétacé :

c'est la formation la plus ancienne : elle constitue le substratum général de la zone. C'est un faciès marneux dans l'ensemble avec intercalation de bancs de grès ou de calcaire. Il est représenté par le Senonien qui est en grande partie marneux. Des lentilles de gypse cristallins (1 cm d'épaisseur environ) s'intercalent souvent dans ces marnes. Ces dernières diffèrent beaucoup des argiles et des marnes meubles du Miocène par leur dureté. Lorsqu'elles sont désagrégées ces marnes présentent une certaine plasticité ($w_1 = 34$, $IP = 10$).

- Miocène inférieur et moyen :

c'est un ensemble très épais à prédominance de marnes bleues et grises avec intercalation de grès. Il est transgressif et discordant sur les formations antérieures.

- Aquitanien :

il est très hétérogène, composé de marnes jaunes et quelque fois sableuses, alternant avec des bancs de grès et de calcaire. En plus, il est mêlé de cailloutis peu cimentés associés à des limons rubéfiés.

- Grès en bancs massifs (m2a) dits grès helvétiques :

cet étage affleure de part et d'autre de l'Oued Fergoug au-dessus duquel il forme des corniches spectaculaires ; il a un fort pendage vers le Nord dans notre zone. C'est l'horizon rocheux le plus répandu dans les Beni-Chougrane. Il est constitué de grès jaunes, sableux et très friables.

- Les marnes (m 3-2 b) :

Elles sont grises et meubles. Elles se caractérisent par une grande instabilité et sont soumises à un ravinement généralisé du fait de l'absence de végétation. Elles sont très affectées par les glissements de terrain.

1.4. GEOMORPHOLOGIE.

14.1. Le relief.

Le bourrelet montagneux qui va de l'extrémité orientale du Tessala à la termination occidentale de l'Ouarsenis culmine à 900 mètres au Nord de Mascara.

Cette montagne constitue un obstacle sérieux pour les communications, son relief étant très brutal. Il s'agit d'une montagne en cours de soulèvement dans des roches tendres (argiles, marnes, calcaires et grès tendres). Le relief manque de squelette ; il est vigoureusement entaillé par le réseau hydrographique.

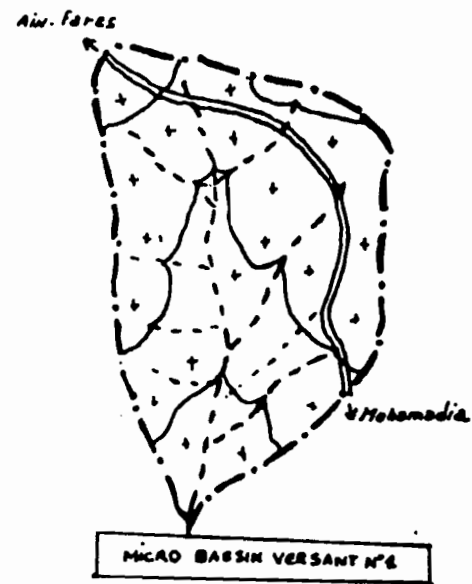
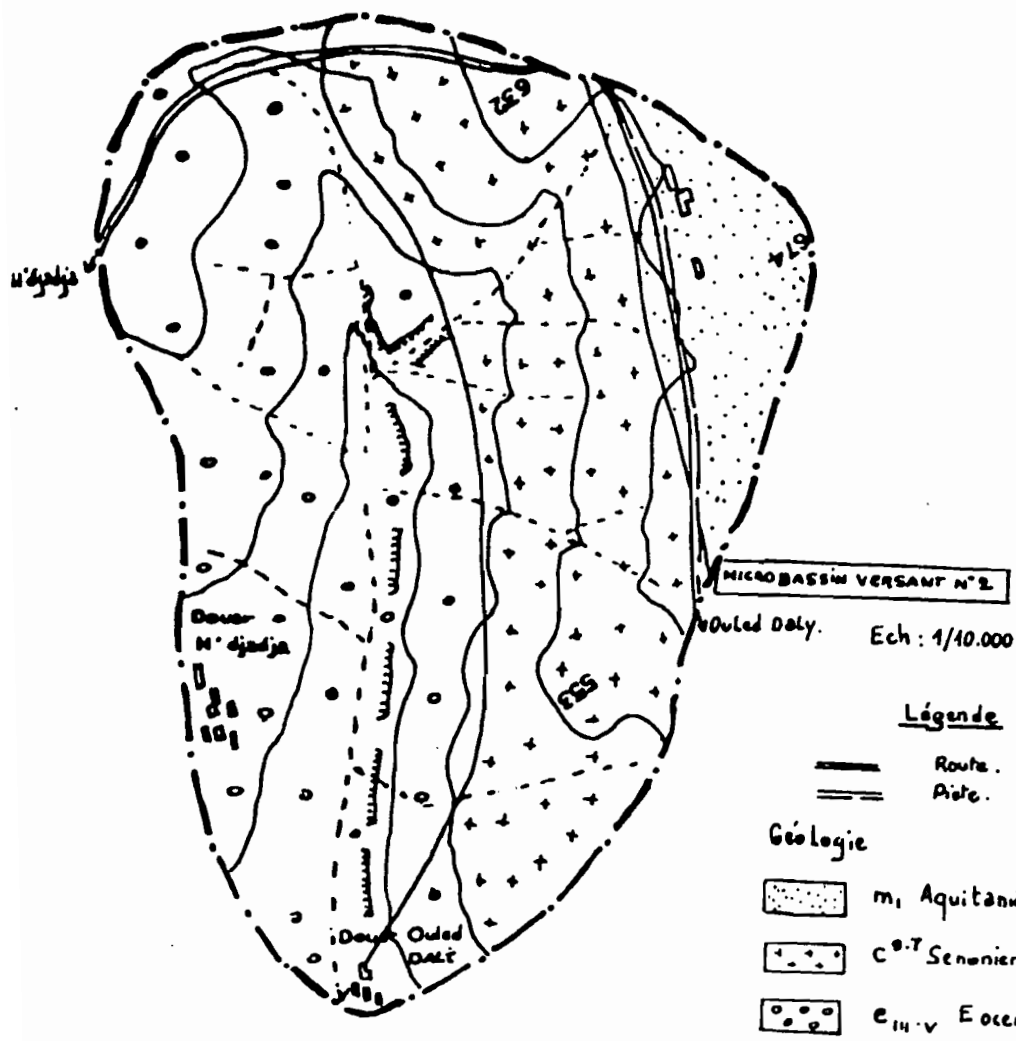


Fig. 9'' Carte géologique des microbassins de Aïn Farès

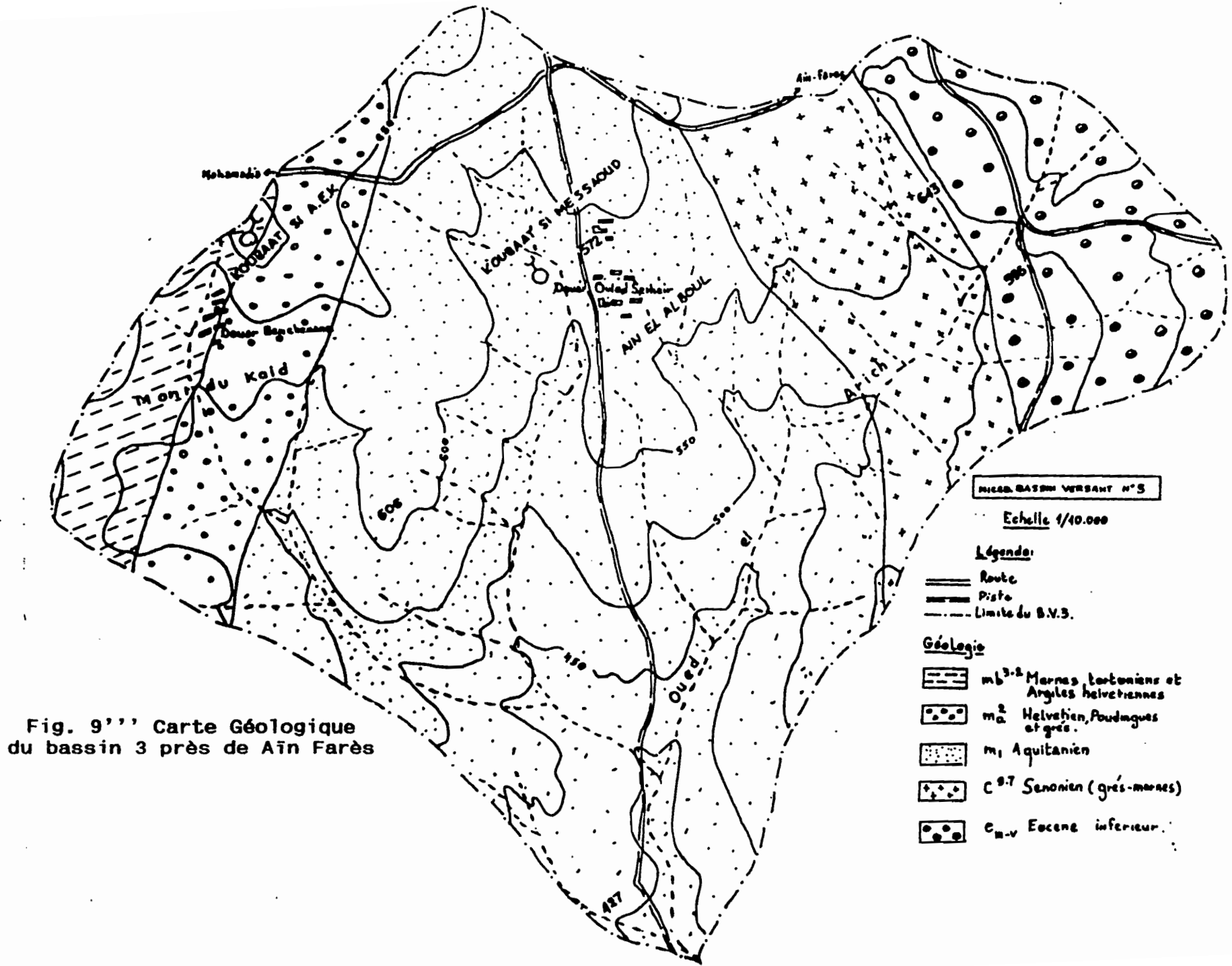


Fig. 9''' Carte Géologique du bassin 3 près de Aïn Farès






MISE EN BASIN VERSANT N°3

Echelle 1/40.000

Légende:

- == Route
- Piste
- - - Limite du B.V.S.

Géologie

-  mb³⁻² Marnes tertiaires et Argiles helvétiques
-  ma² Helvétique, Poudingues et grès.
-  m₁ Aquitainien
-  c⁶⁻⁷ Senonien (grès-marnes)
-  c_{11-v} Eocène inférieur

Si on ajoute aux Beni-Chougrane le Tessala et l'Ouarsenis occidental, nous nous trouvons face à un grand ensemble montagneux soumis à l'érosion accélérée.

14.2. Le réseau hydrographique.

La zone des Beni-Chougrane est drainée par plusieurs oueds.

On distingue :

Les principaux oueds permanents qui sont les plus importants du point de vue de la longueur et du débit ; l'oued el Hammam (Bouhanifia), les oueds Mebtouh et Mina qui entaillent assez profondément ce massif.

Les oueds à écoulement temporaire sont généralement secs en été. Parmi ces oueds, on distingue les oueds Mellah, Louz, Hillilet Malouf qui drainent les collines Nord-Est.

Les oueds el Mellah, Haddal et Ballout se jettent dans la Mina. Quant aux oueds Fergoug et Tizi, ils se jettent dans l'oued el Hammam.

En plus de ces oueds, l'ossature des Monts de Beni-Chougrane est déchi-quetée en toutes directions par un réseau de ravines qui se rattachent aux différents oueds de la région. En cas de précipitations de forte intensité, ce qui est souvent le cas dans les Monts des Beni-Chougrane, ces cours d'eau se transforment en torrents dévastateurs. Les eaux des principaux oueds sont retenues par des barrages qui servent aussi bien à l'irrigation qu'à l'alimentation des zones urbaines. Ces barrages s'ensavent très rapidement.

14.3. Les formes d'érosion.

Dans les Monts de Beni-Chougrane, l'érosion est préoccupante. Il est rare de parcourir cette zone sans rencontrer des entailles de l'érosion sur les versants. L'érosion est favorisée par des pentes abruptes, des pluies irrégulières et violentes ainsi que par la nature des substrats lithologiques. L'érosion se manifeste sous de nombreuses formes. L'ossature des Monts de Beni-Chougrane est constituée de roches tendres.

Les marnes constituent la formation qui domine largement dans la zone ; elles présentent des teintes différentes d'une zone à une autre souvent avec des lambeaux de grès intercalés.

Les argiles de couleur grise et très boueuses en hiver sont souvent crevassées en été.

A ces unités s'ajoutent des roches peu cohérentes telles que les grès tendres et les calcaires fissurés.

Les roches cohérentes et les roches dures et résistantes ont une faible extension dans la zone.

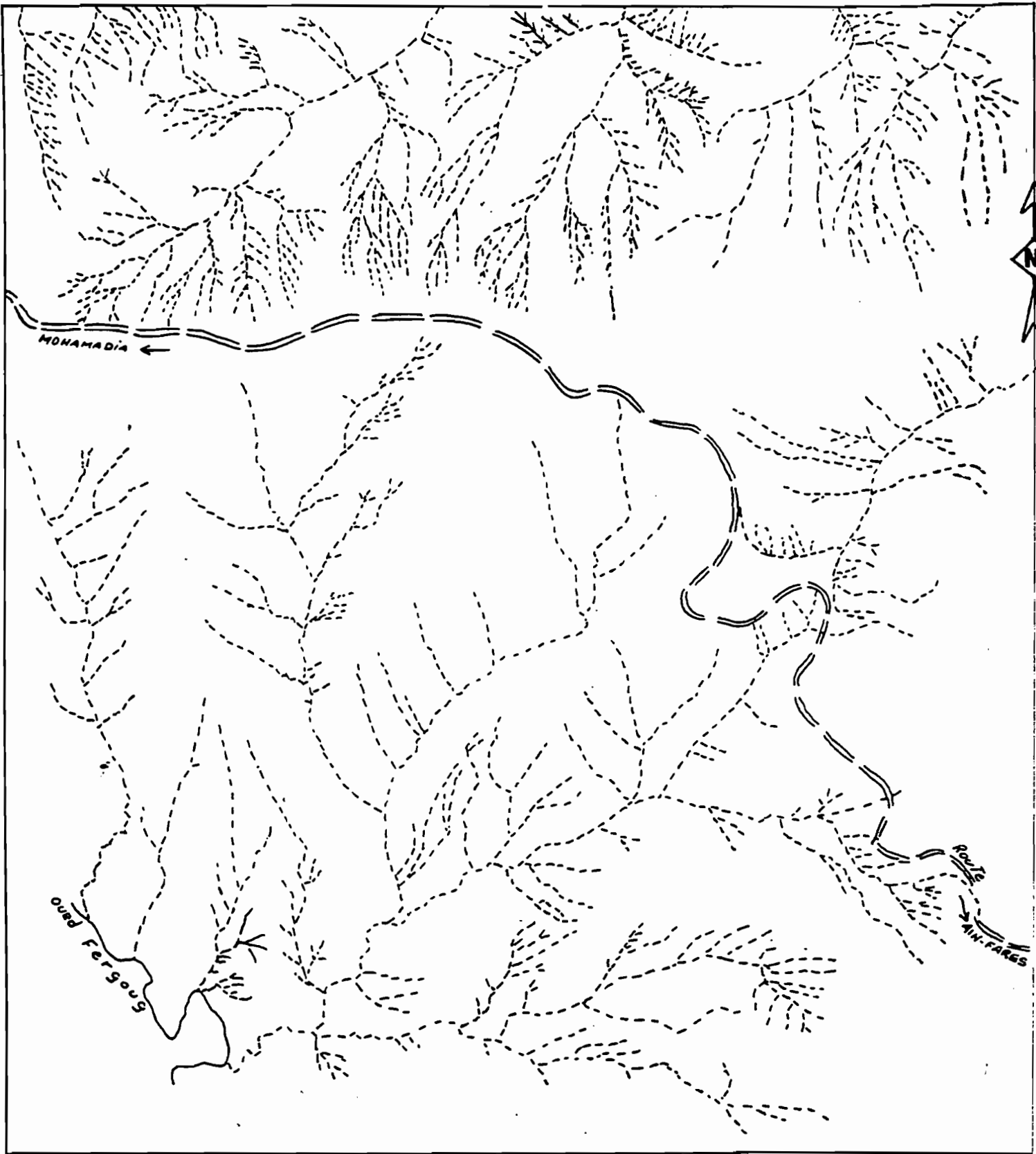


Fig. 10 - RESEAU HYDROGRAPHIQUE
(Photoaérienne mission 1982 - E : 1/20 000)

Les différentes types d'érosion qui dominent sont :

143.1 Les ravinements :

Ils sont très courants à travers les Monts de Beni-Chrougrane et peuvent évoluer sous divers processus : ruissellement concentré dans des roches tendres, glissements de terrain sur marnes et schistes et/ou suffosion plus creusement de tunnels qui s'effondrent et forment des ravines. C'est essentiellement dans les formations constituées de roches tendres et moyennement résistantes qu'on les observe le plus aisément.

La première manifestation bien visible du ruissellement est la formation de griffes, et de rigoles. Ces filets convergent, se réunissent et deviennent des ravines évoluant en roubine ou ravinement généralisé (badland).

Si le sol est cultivé, les rigoles disparaissent au premier labour. Par contre, si le terrain est abandonné les rigoles se transforment en ravines plus ou moins profondes et ruine la terre.

L'approfondissement des ravines remonte généralement du bas vers le haut de la pente, mais certaines ravines s'arrêtent quand la pente diminue. Les flancs et le fond de la plupart de ces ravines sont stériles et dénudés de toute végétation, surtout en présence de gypse.

143.2 Les mouvements de masse :

Ils sont représentés par les glissements de terrain et la solifluxion. Ces mouvements sont particulièrement fréquents dans les secteurs marneux et humides. Les versants atteints par ces phénomènes présentent un paysage bosselé, une succession de replats, d'abrupts et de contre pentes. De tels paysages s'observent surtout dans les terrains dénudés et accidentés.

143.3 L'érosion en nappe :

L'érosion en nappe se traduit par un appauvrissement de l'horizon humifère et par un amincissement du sol. Les croupes des collines blanchissent : les horizons supérieurs, qui en général sont de couleur plus foncée, sont érodés les premiers. Les horizons inférieurs, plus clairs, apparaissent en surface. C'est l'aspect classique des terres érodées sur les pentes faibles régulièrement cultivées.

Les dégâts causés par l'érosion dans la région sont importants : dégradation des routes, inondations et envasement des barrages.

La première évaluation de l'envasement du barrage de l'oued Fergoug en 1875 s'élevait déjà; à 940 000 m³ ; il fut emporté par les eaux en 1881. Après sa remise en eau, au bout de vingt deux ans, il s'est déposé dans le réservoir 17 500 000 m³ de sédiments, soit plus de la moitié de sa capacité de rétention initiale. Il faut ajouter à cela 6 000 000 de m³ de vase évacués au cours du dévasement de cette période ; remis en eau en 1970, ce barrage a continué à s'envaser au rythme de 1 000 000 m³ par an ; l'envasement

s'élevait déjà à 70 %. Pour le barrage de Bou-Hanifia, l'envasement s'élevait à 25 000 000 m³ avec une estimation d'évolution de 6 % chaque année. Quant aux barrages de Cheurfa et de Sig, ils ont été déclassés.

Source : Etat d'envasement des barrages de Béni-Chougrane.
D'après GRECO, 1966, et levées bathymétrique par GEOKART 1986.

Tableau n° 5

Nom du barrage	Débit annuel moyen	Dépôt solide annuel	Capacité initiale	% D'envasement au 1/4/84	Capacité actuelle	% D'envasement au 86	Surface des bassins versants	Dégradation spécifique annuelle
FERGOUG	160	0,26	30	60	4	85	56 600	31
BOU-HANIFIA	134	0,7	73	23	52	27	785 400	0,8
CHEURFA	58	0,28	14,4	23	déclaré (envasé)		100 000	2,6
	millions m ³	millions m ³	millions m ³	%	millions m ³	%	hectares	m ³ /ha/an

En 1927, en trois jours, des quantités énormes d'eau se sont abattues sur les Béni-Chougrane et ont provoqué des crues particulièrement violentes inondant les basses plaines de l'Oranie orientale et formants un dépôt très épais de sédiments sur une superficie de 50 000 ha.

Ces données sont assez parlantes pour montrer les risques d'érosion auxquels sont soumis les Béni-Chougrane.

L'une des actions les plus urgentes est la protection des bassins versants de la région, à la fois pour réduire la vitesse de l'envasement et pour ralentir la dégradation des terres cultivées.

Fréquence des précipitations torrentielles (1913-1938)

Nombre de pluies de >30 mm en 24 h)

Tableau n° 6 (SELTZER, 1946)

Stations	Répartition Annuelle											Répartition par classe				Haut. Maxi.	
	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A					
Mascara	1	3	17	14	11	8	4	5	5	2	0	0	53	10	5	2	157.0
O. Fergoug	0	5	13	14	7	5	1	3	7	2	0	0	44	7	4	2	160.0
Ain Fekan	2	2	11	7	6	3	2	4	5	2	0	0	31	8	3	2	133.7

Remarque : Il est rare que la pluie tombe pendant 24 h consécutives, l'intensité instantanée est donc bien supérieure à l'intensité moyenne en 24 h.

Les averses torrentielles tombées du 25 au 27 novembre 1927 sont célèbres pour la gravité des dégâts qu'elles ont cause. Les pluies ont atteint 144 mm au barrage de l'oued Fergoug qui s'est rompu, 133 mm à Mascara et 113 mm à Aïn Fekan.

1.5. LES SOLS

A travers le massif des Beni-Chougrane, on distingue différents types de sols notamment les vertisols gris et les sols bruns calcaires, les sols rouges fersiallitiques.

Dans la zone d'étude, il s'agit le plus souvent de sols jeunes et peu évolués, encore liés à la roche mère et possédant le plus souvent les propriétés de cette dernière.

La topographie joue un rôle important ; elle accélère l'érosion des sols. L'observation des profils complets ou des sols évolués est rare.

Dans certains secteurs, l'érosion est extrêmement forte, allant jusqu'à la dénudation de la roche mère.

Les sols les plus fréquents dans la zone étudiée sont :

a) Les vertisols gris ou noirs

Ces sols formés sur marnes occupent les bas-fonds, les replats (vertisol noir plus riche en matière organique) et les versants (vertisol gris). La texture est fine dans l'ensemble du profil et riche en argiles gonflantes. Les vertisols présentent des fentes de retrait ayant au moins 1 cm de largeur à une profondeur de 50 cm et jusqu'à 1 m pendant la saison sèche et un micro-relief gilgai caractéristique.

Ils sont en général fortement structurés. Les bases échangeables sont dominées essentiellement par le calcium et secondairement par le magnésium. Le pH est légèrement alcalin.

Ces sols sont pauvres en azote ainsi qu'en phosphore (voir tableau des analyses n° 7).

b) Les sols rouges fersiallitiques (rouge méditerranéen).

Les sols de cette unité sont caractérisés morphologiquement par une couleur brun rouge à rougeâtre. La texture est généralement moyenne, sauf pour l'horizon de surface qui est légèrement sableux. Le rapport C/N montre une bonne évolution de la matière organique (une minéralisation poussée). Les bases échangeables sont dominées principalement par le calcium. Le pH est neutre à alcalin.

Dans certains endroits ces sols rouges sont couverts par un sol brun qui témoigne d'une érosion intensive en amont.

Ces sols sont pauvres en azote et en phosphore (tableau n° 8).

c) les sols bruns calcaires sur marnes ou grès.

Ces sols sont formés sur marnes ou sur grès et ils occupent généralement des surfaces assez importantes sur les collines. Lorsqu'ils sont sur grès, ils sont peu épais.

Les bases échangeables sont dominées par le calcium et le magnésium. Le rapport C/N témoigne d'une bonne évolution des matières organiques. Le calcaire présent dans tout le profil a tendance à s'accumuler en profondeur sous formes d'amas friables (croûtes calcaires peu consolidées).

Ces sols sont pauvres en azote et phosphore assimilable (tableau n° 9).

d) Les sols peu évolués (peu évolués non climatiques d'érosion régo-lithosolique sur marnes ou grès).

Ces sols sont développés généralement sur des grès tendres et friables ; ils occupent souvent le haut des versants.

Sur grès, l'horizon de surface est limono-sableux, tandis qu'en profondeur, la texture est sableuse et il est moins riche en éléments nutritifs. Le complexe adsorbant est dominé par le calcium. Le pH est légèrement alcalin.

La principale cause de leur non développement est l'érosion, car la majorité d'entre eux sont situés sur des versants à forte déclivité, en plus de leur grande érodibilité ($K = 0.41$) (tableau n° 10).

Evaluation du facteur K d'érodibilité (Nomographe d'après WISCHMEIER, JOHNSON et CROSS.

Ce facteur K qui exprime la résistance propre du sol à l'érosivité des pluies est estimé d'après certaines caractéristiques intrinsèques du sol :

- taux de la matière organique %,
- Texture : taux de silt (10 à 100 microns) et de sables (200-2000 microns),
- la structure,
- la perméabilité du profil.

D'après les calculs réalisés (N=50), K varie de 0,13 à 0,41. Les vertisols sont peu susceptibles à l'érosion en nappe (K = 0,13 à 0,18). Par contre les sols limono-sableux fersiallitiques ou bruns calcaires sont d'autant plus érodibles, qu'ils ont beaucoup de limons et de sables fins et peu de matières organiques dans l'horizon superficiel (K = 0,2 à 0,4).

Caractéristiques physiques

Ces données sont utiles pour avoir une idée sur le fonctionnement du sol et sur certains processus de l'érosion.

Cependant, compte tenu de la diversité lithologique dans les Monts de Béni-Chougrane, les analyses devraient être plus nombreuses.

Les résultats que nous présentons sont limités seulement à notre zone d'étude (500 hectares).

La porosité.

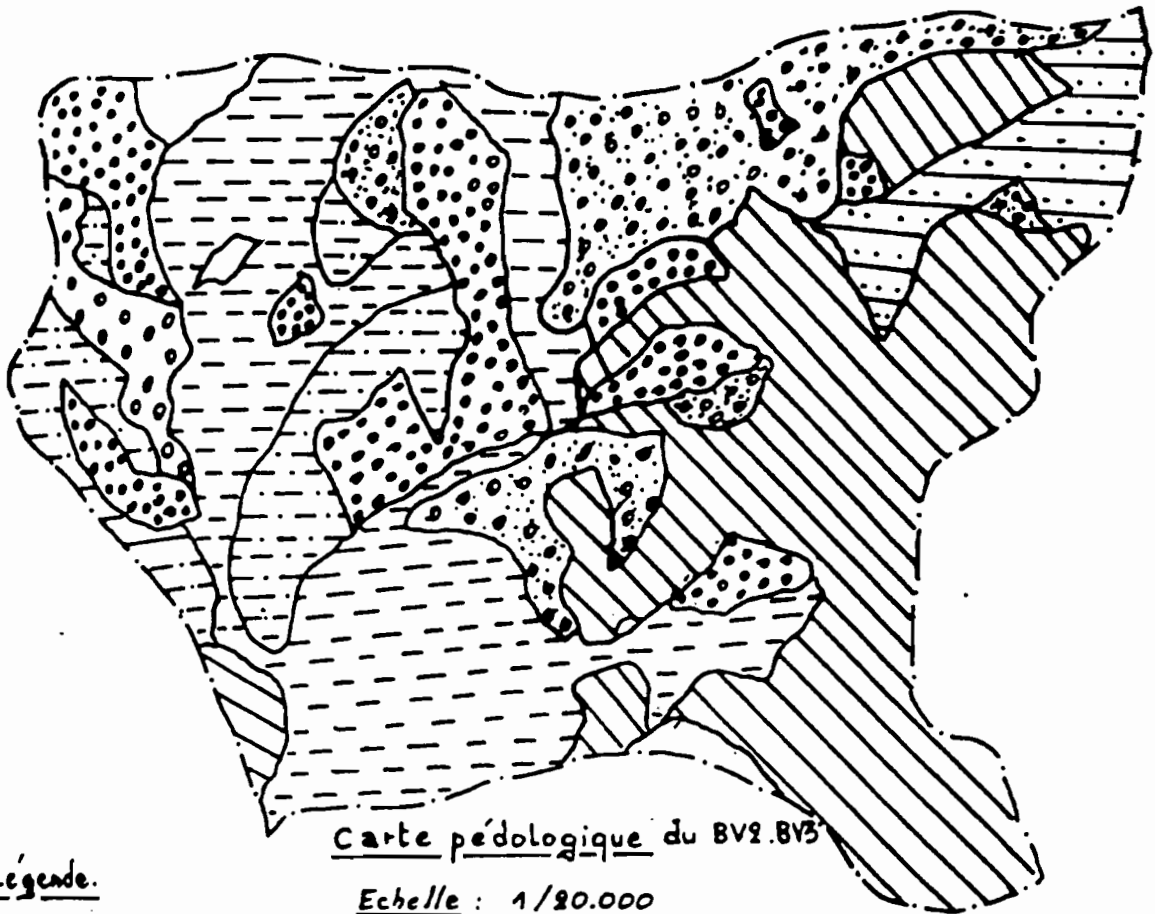
Une première conséquence de la structure d'un sol consiste à la présence d'un milieu discontinu ; on distingue sous le nom de porosité le volume des espaces lacunaires compris entre les particules et les agrégats. Cette valeur exprimée en % du volume total peut se subdiviser en deux fractions :

1. la macro-porosité qui correspond au volume des pores les plus grossiers occupés par l'air après ressuyage des pluies pendant 24 à 48 heures.
2. La porosité capillaire ou micro-porosité correspond au volume des pores capillaires qui retiennent l'eau après ressuyage. Elle correspond approximativement à la capacité au champs.

Il existe pour un type de sol défini une relation étroite entre la porosité et la densité apparente. La mesure de cette dernière valeur est le plus souvent employée pour déterminer la porosité totale d'un sol. La densité apparente (d_a) est obtenue par la méthode du cylindre. On enfonce dans des conditions bien définies un cylindre de volume déterminé dans le sol ; après pesée du sol extrait, on mesure sa teneur en eau et l'on détermine d_a .

$$\text{Porosité en \%} = \frac{\text{Densité réelle } DR - \text{Densité apparente } d_a \times 100}{DR}$$

Fig. 11 - Carte Pédologique des bassins 2 et 3
Echelle : 1/20 000



Légende.

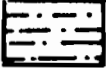

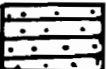

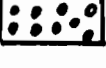
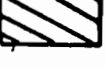
-  Sol peu évolué non climatique d'érosion lithosolique sur grès
-  Sol peu évolué non climatique d'érosion régiosolique sur marnes
-  Sol peu évolué non climatique d'érosion régo-Lithosoliques
-  sols calcimagnésiques carbonatés
-  Sols à Sesquioxides de fer rouges méditerranéens à terre calcaire et Sol Brunifiés des climats tempérés Humides Bruns faiblement lessivé
-  Vertisols à drainage actone possible à structure anguleuse Vertiques et sols bruns calcaires Vertiques

Fig. 12a - Toposéquence n° 1

Sol sur marne

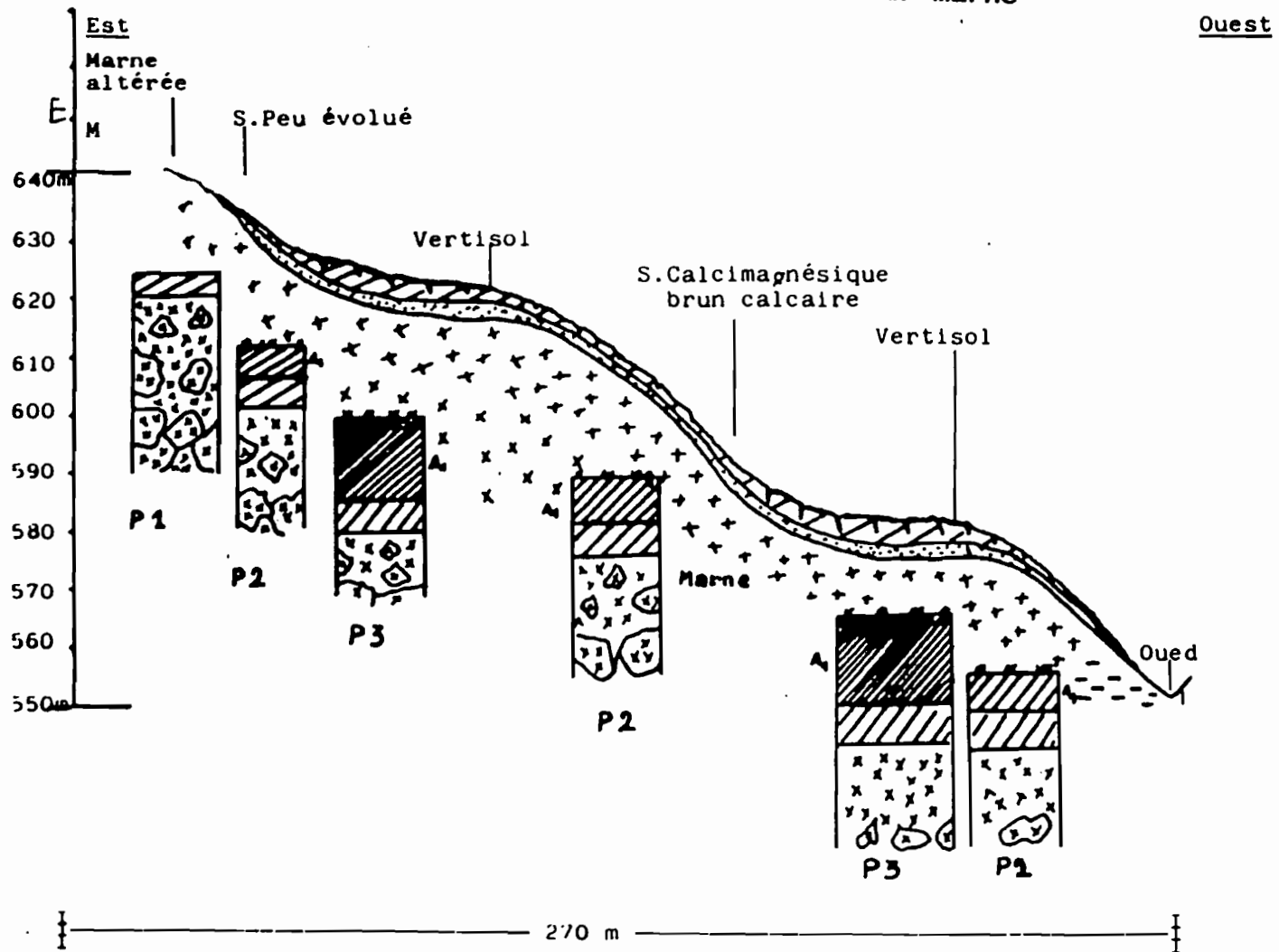
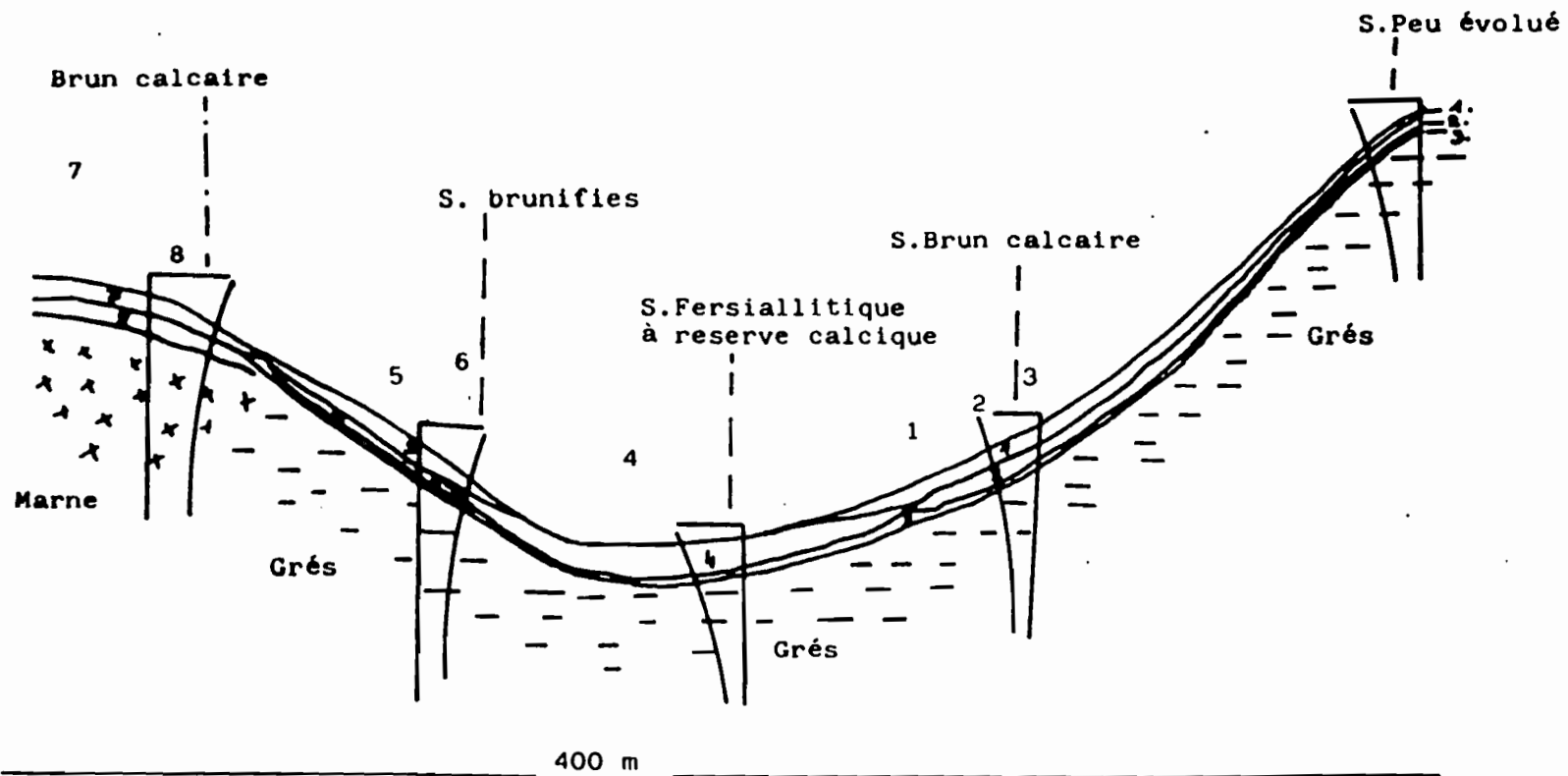


Fig. 12b - Toposéquence n° 2

Sol sur grès et marne



DESCRIPTION DES DIFFERENTS PROFILS RENCONTRES SUR LA TOPOSEQUENCE N° 1

P1 : Sol peu évolué non climatique d'érosion régosolique sur marne

0-30 cm : Sec, gris, argileux, structure fragmentaire polyédrique, tassé, effervescence à l'HCl généralisée,, porosité très faible, présence de cailloux (5 %), transition diffuse et irrégulière.

) 30 cm : Sec, gris, texture argileuse, altération de la roche mère (Marne).

P2 : Sol calcimagnésique carbonaté brun calcaire, vertique, sur marne.

0-20 cm : Sec, couleur grise, texture argileuse, structure polyédrique, avec de larges fentes de retrait, activité biologique faible, faiblement humifié, effervescence généralisée et moyenne, transition diffuse.

20-40 cm : Sec, couleur grise, texture argileuse, structure polyédrique grossière, très cohérent, effervescence généralisée et moyenne, plus tassé que l'horizon de dessus, transition diffuse.

) 40 cm : Marne altérée.

P3 : Vertisol à drainage externe possible et à structure anguleuse, vertique sur marne.

0-7 cm : Sec, couleur ^{gris} très foncé, texture argileuse, structure fragmentaire polyédrique très fine, sans taches, cailloux peu abondant (5 % - $\phi = 1$ cm), meuble, très poreux, nombreuses racines fines, effervescence à HCl généralisée, fente de retrait (largeur des pentes est de 1-2 cm), organique, transition diffuse irrégulière.

7-70 cm : Sec, couleur noir foncé, texture argileuse, structure polyédrique grossière, sous structure polyédrique subangulaire moyenne, très cohérent, peu poreux, effervescence à HCl généralisée, fentes de retrait assez nombreuses slickensides peu affirmées, organique.

) 70 cm : Marne altérée.

DESCRIPTION DES VOLUMES DE SOLS RENCONTRES A LA TOPOSEQUENCE N° 2

Volume 1.

Sec, brun, structure polyédrique moyenne et fine, limono-sablo-argileux, organique, poreux, présence de cailloux 10 %, nombreuses racines fines dans toutes les directions, effervescence à HCl généralisée, nombreuses galeries.

Volume 2.

Sec, brun, limono-sablo-argileux, structure polyédrique fine, friable, non cimenté, tassé, activité biologique moyenne, effervescence à HCl généralisée, calcaire sous forme d'amas friable, présence parfois d'une croûte calcaire discontinue de 1 cm d'épaisseur.

Volume 3.

Altération du grès, terre très fine, couleur jaunâtre, tendre, friable, sablo-limoneux.

Volume 4.

Brun rougeâtre, limono-argilo-sableux, structure polyédrique subangulaire, moyenne et fine, poreux, nombreuses galeries, effervescence à HCl généralisée et moyenne, organique.

Volume 5.

Brun noirâtre, limono-argilo-sableux, structure fragmentaire polyédrique subangulaire à grumuleuse, friable, peu collant (humide), très poreux, nombreuses racines verticales, nombreuses galeries, organique, effervescence à HCl généralisée et moyenne.

Volume 6.

Brun rougeâtre, limono-sableux, structure fragmentaire polyédrique, friable, peu compact, non collant (humide), très poreux, nombreuses galeries, organique.

Volume 7.

Brun jaunâtre, limono-argileux, structure fragmentaire polyédrique subangulaire, poreux, collant (humide), organique, effervescence à HCl généralisée, calcaire sous forme diffuse.

Volume 8.

Brun jaunâtre, argileux, structure fragmentaire polyédrique grossière, compact, faiblement organique, effervescence à HCl généralisée, porosité faible, peu de racines.

Les mesures montrent que la majorité des sols argileux (vertisols) possèdent les plus faibles densités apparentes en surface (1,36). Alors qu'en profondeur elle augmente (1,5 à 1,7) ; la porosité en profondeur est faible (30 à 40 %), mais en surface, la porosité est relativement bonne (48 %) (tableau n° 11).

Pour les sols limoneux à limono-sableux, la densité apparente varie de 1,5 à 1,9. La porosité est faible (27 à 40 %) surtout en profondeur où le sol est tassé et le volume des pores grossiers a tendance à s'annuler. Les sols limoneux sont "battants" et dans ce type de sol l'érosion en nappe et le ruissellement l'emportent sur les autres formes d'érosion (décapage des horizons de surfaces).

Les sols à texture équilibrée (sols bruns) et bien travaillés présentent une bonne porosité de l'ordre de 58 % avec une densité apparente de 1,1 sur 40 cm de profondeur (les deux types de porosité sont presque du même ordre de grandeur).

Dans un bon sol agricole, la porosité totale doit être égale ou dépasser 50 %, répartie de manière homogène entre les deux types de porosité (macro et micro-porosité), ce qui correspond sensiblement à une densité apparente de l'ordre de 1,2. Lorsque la porosité totale décroît par destruction de la structure il s'agit essentiellement de l'écrasement de la macroporosité avec l'augmentation de la densité apparente ; 1,5 est une valeur critique de cette dernière mesure.

Le travail du sol augmente temporairement la macro-porosité. Dans les sols limoneux, il faut rechercher un travail de sol qui donne une surface motteuse. Le roulage et les instruments d'émiettement (disques) favorisent la battance en surface et le tassement des horizons. La présence d'une couverture végétale réduit les risques de battance de la surface du sol.

Perméabilité.

Le drainage de l'eau dans le sol est provoqué par la pesanteur ; il correspond aux phénomènes d'infiltration puis de percolation. La perméabilité dépend des pores d'un sol qui permettent un cheminement plus ou moins facile de l'eau de gravité et de l'état de la surface du sol (humidité, surface fermée par la battance, rugosité, présence de résidus de culture, activité de la mésofaune, etc...).

Détermination sur le terrain d'un coefficient de perméabilité en suivant la dynamique de l'infiltration d'une quantité d'eau donnée.

Principe : on suit l'infiltration en fonction du temps, d'un litre d'eau introduit dans un cylindre de 100 cm² de section (charge initiale 100 mm).
Méthode Plogger (CF. AUDRY et COLL, 1973).

Fig. 12c - Forme de la partie mouillée sous le cylindre
(forme du front d'humectation . Test de perméabilité :
Piogger simplifié (Audry et al, 1973)

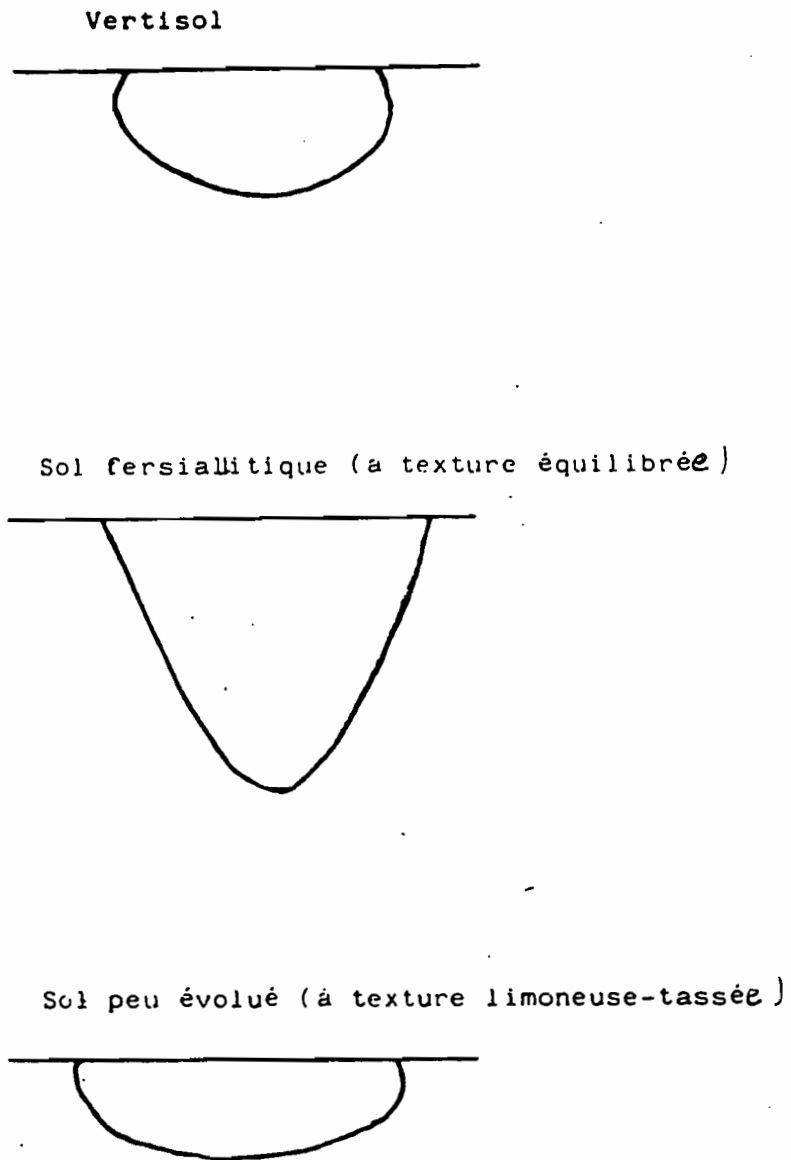


Tableau 7 - FICHE ANALYTIQUE : vertisol gris

ECHANTILLON		P ₁ H ₁	P ₁ H ₂	P ₁ H ₃	
PROFONDEUR	cm	0-7	7-60	> 60	
Calcaire Total %		14	22.5	28	
P H		7.9	8.0	8.0	
CARACT. BIOCHIM.	%	C.O.	0.4	0.3	0.2
		M.O.	2.5	1.80	1.30
		N	0.03	0.02	
	C.O / \bar{N}	13.3	10.5		
G R A N U L O	%	A	48.20	52.50	50.10
		LF	27.25	27.15	27.50
		LG	16	15.25	19
		SF	5.83	2.77	1.70
		SG	2.86	2.48	2.20
	Class.Tex	A	A	A	
COMPLEXE, ADSORBANT	meq / 100g, / de Sol	Ca ⁺⁺	16.40	20.50	20.50
		Mg ⁺⁺	7.80	7.70	6.50
		K ⁺	0.35	0.30	0.10
		Na ⁺	1.5	1.5	0.9
FER LIBRE					
FER TOTAL %					
FER L. / FER T.					
P ₂₀₅		0.15	0.14	0.06	

Tableau 8 - FICHE ANALYTIQUE : sol rouge fersiallitique

ECHANTILLON		P ₅ H ₁	P ₅ H ₂	P ₅ H ₃	
PROFONDEUR <i>cm</i>		0-35	35-50	>50	
Calcaire Total %		6.6	24.6	20.4	
P H		7.9	8.1	8.0	
CARACT., BIOCHIM.	%	C.O	0.095	0.09	0.10
		M.O	1.67	1.64	1.02
		N	0.007	0.012	0.015
	C.O / N	13.6	9.5	7.0	
G R A N U L O .	%	A	28.10	32.20	30.07
		LF	23.30	24.58	25.70
		LG	17.70	14.16	19.50
		SF	28.50	23.40	18.10
		SG	5.5	5.6	4.85
	Classe Text	LAS	LAS	LAS	
COMPLEXE, ADSORBANT	- meq / 100 g	Ca ⁺⁺	9.55	13.80	14.40
		Mg ⁺⁺	8.40	2.11	2.44
		K ⁺	0.84	1.60	1.52
		Na ⁺	0.87	0.90	0.57

Tableau 9 - FICHE ANALYTIQUE : sol brun calcaire

ECHANTILLON,		P ₄ H ₁	P ₄ H ₂	P ₄ H ₃	
PROFONDEUR. cm.		0-20	20-60	> 60	
Calcaire Total %		25.23	26.74	24.64	
P H		7.9	8.1	8.4	
CARACT., BIOCHIMIE	%	C.O	0.31	0.24	0.14
		M.O	1.03	0.84	0.32
		N	0.03	0.02	0.01
	C.O /N	10	8.0	7.2	
G R A N U L O	%	A	35.5	38.4	46.2
		LF	34.5	30.8	30.4
		LG	16.	18.2	11.2
		SF	8.4	6.9	7.5
		SG	5.2	7.5	5.1
Classe Textural		L A	L A	L A	
COMPLEXE ADSORBANT	meq 100g de sol	Ca ⁺⁺	14.5	20.8	12.6
		Mg ⁺⁺	2.96	3.64	1.32
		K ⁺	4.9	3.82	2.3
		Na ⁺	0.72	0.60	0.82
FER. LIBRE.					
FER. TOTAL %		1.80	1.90	1.05	
FER.L. / FER.T.					
P ₂₀₅ ‰		0.10	0.08	0.07	

Tableau 10 - FICHE ANALYTIQUE : sol peu évolué d'érosion

ECHANTILLON		P ₆ H ₁	P ₆ H ₂	Roche mère
PROFONDEUR		0-35	35-45	Grès
Calcaire Total %				
P H				
CARACT. BIOCHIM.	%	C.O	0.24	0.11
		M.O	1.55	0.50
		N	0.02	0.01
	C. /N	10.6	8.2	
G R A N U L O	%	A	10.2	5.2
		LF	20.5	18.4
		LG	26.2	26.5
		SF	20.2	23.2
		SG	24.5	26.2
Class.Text.		LS	SL	
COMPLEXE, ADSORBANT	meq / 100 / de Sol	Ca ⁺⁺	12.50	10.20
		Mg ⁺⁺	4.90	2.50
		K ⁺	0.70	1.04
		Na ⁺	0.63	0.84
FER LIBRE				
FER TOTAL %		1.80	1.05	
FER L. / FER T.				
P ₂₀₅ %		0.10	0.08	

Une fois l'infiltration terminée, on ouvre une fosse et on mesure la profondeur mouillée à la verticale du cylindre. Le relevé systématique de la forme et des dimensions de la partie mouillée sous le cylindre est très intéressante puisqu'elle nous permet de voir comment s'est effectué le drainage et de corriger la diffusion latérale de l'eau. Les coefficients de perméabilité sont donnés au tableau n° 12. D'après les courbes de perméabilité (fig. n° 11) on constate qu'au début l'infiltration est rapide (remplissage des gros pores (macroporosité) et à mesure que le sol s'imbibe d'eau et que la structure se dégrade, le mouvement devient de plus en plus lent et le sol de moins en moins perméable.

Les sols étudiés ont généralement un coefficient de perméabilité lent (10 à 30 mm/heure). On constate aussi que dans les sols travaillés, l'écoulement d'eau est plus rapide que dans les mêmes sols non travaillés.

La perméabilité des vertisols (à texture argileuse) est voisine de celle des sols à texture équilibrée. Cela est dû à leur bonne structure (ils sont très fortement structurés) ainsi qu'à leur fissuration à l'état sec (densité et importance des fissures).

Les facteurs intervenant sur la perméabilité.

a) la porosité

La perméabilité est en rapport direct avec la porosité du milieu. D'après Garola (1980) lorsque la porosité en volume d'un sol de limon passe de 30 à 60 % la perméabilité est multipliée par 5,7.

Bien entendu, la texture intervient et la vitesse d'écoulement est multipliée par trois lorsque la teneur en argile d'abaisse de 25 à 3 %, mais les recherches (COMBEAU et MONNIER, 1961 ; VIGNERON et DESAUNETTES, 1960) ont montrés l'influence prééminente de la structure, par rapport à la texture, sur la perméabilité ; les sols à structure stable sont généralement perméables, alors que les sols à structure fondue ou particulière sont peu perméables.

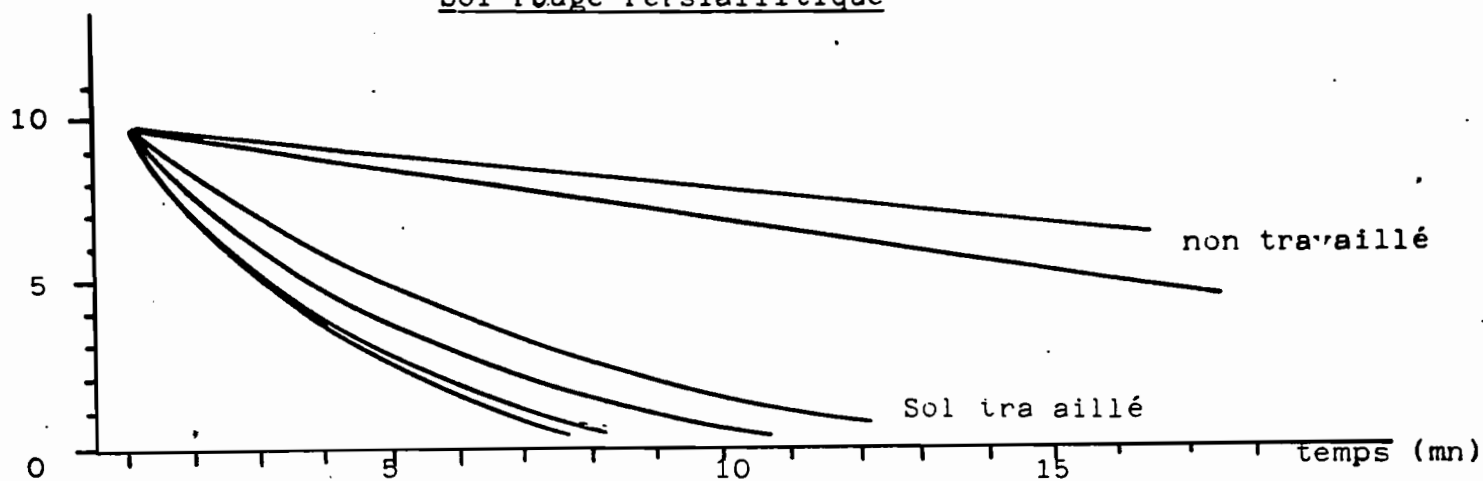
b) L'humidité du sol.

L'humidité du sol intervient aussi sur la perméabilité. une terre sèche absorbera toujours l'eau, et à mesure que la terre s'imbibe d'eau, le mouvement d'eau devient de plus en plus lent.

Lors de ces tests, nous avons fait un relevé systématique de la forme et des dimensions de la partie mouillée sous le cylindre. Le front d'humectation avait une forme concave (forme d'un champignon renversé). Dans les sols non travaillés et tassés, ce front est aplati au niveau du fond de labour (voir figure n° 10).

lame d'eau en surface

Sol rouge Fersiallitique



lame d'eau en surface

Sol brun calcaire

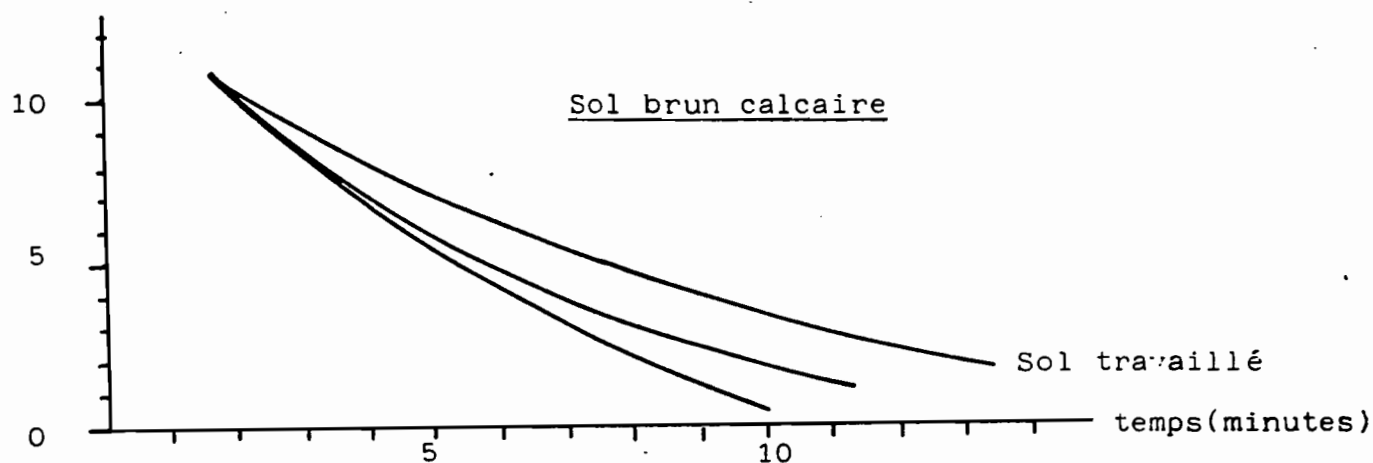
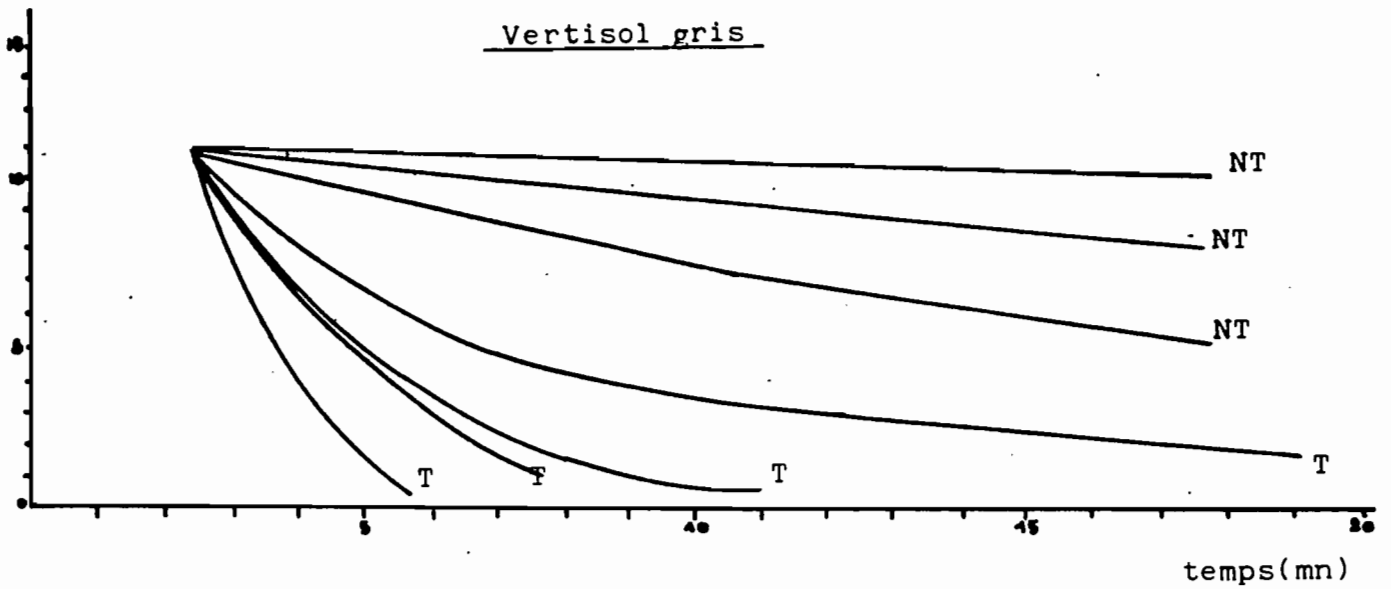


Fig n° 13 Dynamique de l'infiltration dans un cylindre de 100cm³
(Méthode Plogger) in Audry et coll., 1973.

lame d'eau en surface

Vertisol gris



lame d'eau en surface

Vertisol noir

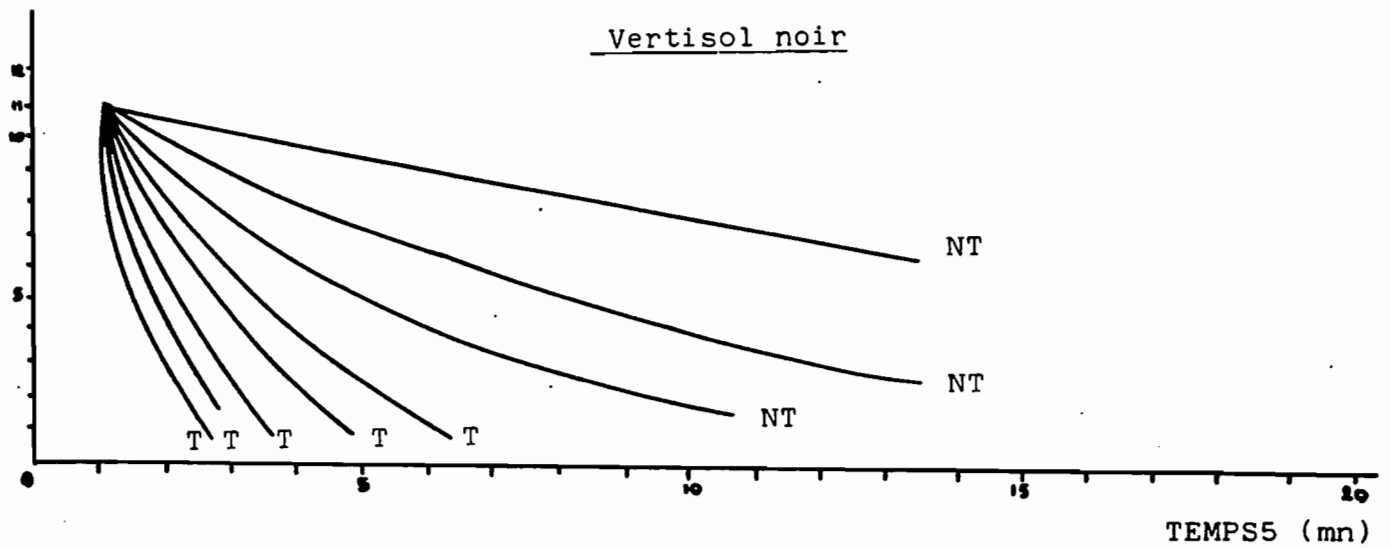


Fig n° 13' Infiltration d'une lame d'eau dans un cylindre
de 100 cm² Cas des Vertisols.

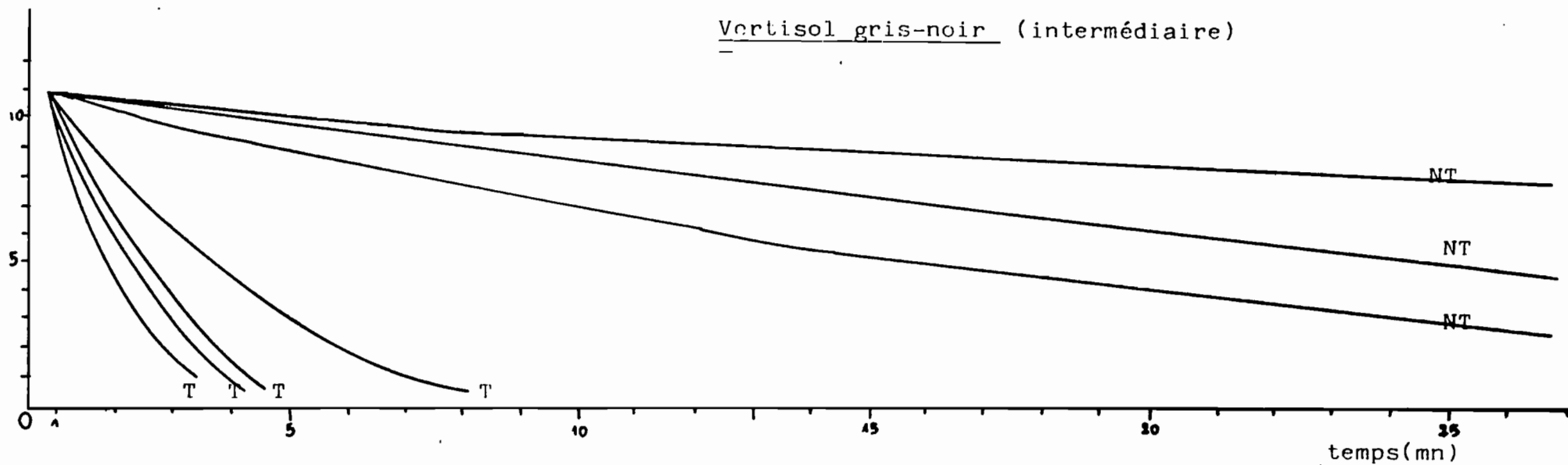
NT : non travaillé

T : travaillé

Fig n°13'' Infiltration d'une lame d'eau en fonction du temps et du travail

Lame d'eau à la surface du sol

Vertisol gris-noir (intermédiaire)

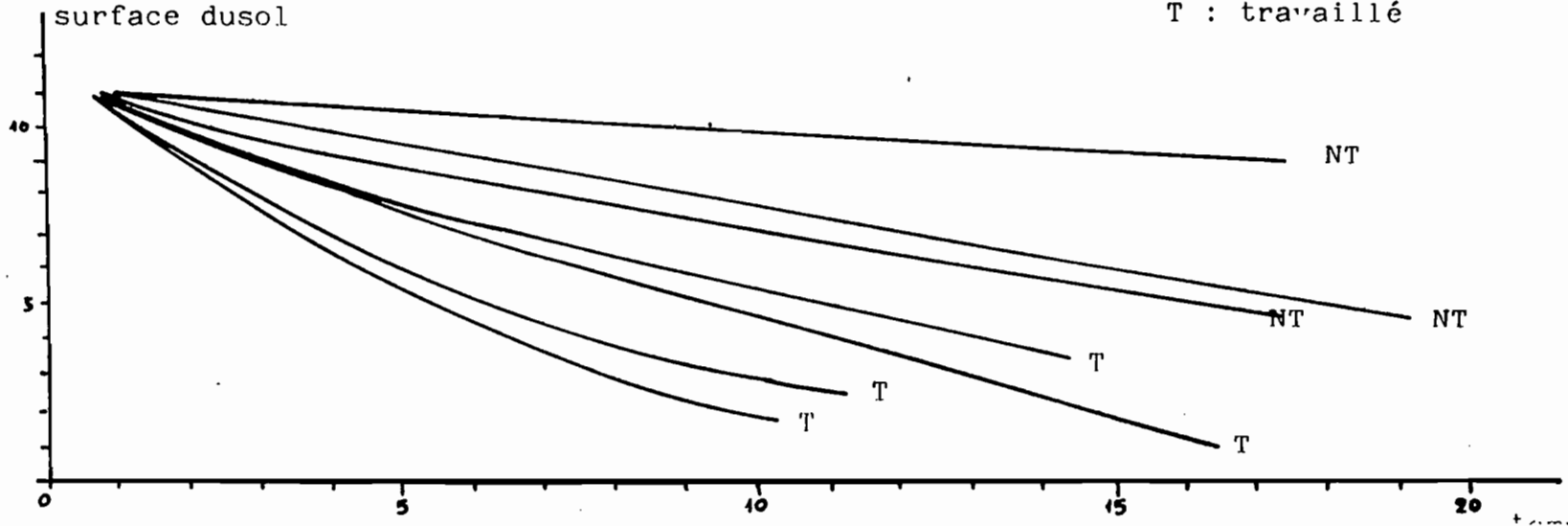


la lame d'eau à la surface du sol

Sol peu évolué (sur grés)

NT: non travaillé

T : travaillé



- 48 -

L'humidité du sol (la teneur en eau)

La teneur en eau du sol est une donnée fondamentale, elle est utilisée pour la bonne compréhension des phénomènes hydrologiques, mécaniques et chimiques des sols et de son influence sur le développement et la croissance des plantes.

Nous avons utilisé cette donnée pour caractériser le bilan hydrique du sol.

Nous avons effectué des mesures périodiques d'humidité sur cinq types de sol. Ces mesures ont été répétées à des dates espacées de trente jours. Ces dernières ont été faites seulement pour la saison sèche, période critique pour les végétaux (il faut noter que cette année 87/88 est sèche).

Les résultats sont donnés sur le tableau n° 13.

Les limites d'Atterberg.

Les limites d'Atterberg (tableau n° 11) sont basses en général et facilement atteintes, ce qui explique la fréquence des mouvements de masse le long de certains versants durant les périodes de précipitations.

Quant à la limite de retrait, dans ces types de roches (marne et argile) elle doit être très grande, comme le soulignent les observations sur le terrain, la dessiccation se traduisant rapidement par un réseau de fissures non seulement dense mais aussi le plus souvent profond. Dès le mois d'avril, le réseau de fissures commence à se former sur les sols à texture fine.

Dans certains secteurs, l'érosion extrêmement forte, va jusqu'à la dénudation de la roche mère.

Certains sols sont plus fragiles (sensibles à l'érosion) d'autant plus que la topographie et les cultures les exposent gravement aux effets du ruissellement.

De tels sols exigent beaucoup de soins et doivent être protégés de l'érosion. Ceci ne peut être fait que si on possède une bonne connaissance de ces sols.

Le rapprochement des données pédologiques et des données topographiques, climatiques et géologiques, permettra de tirer les premières conclusions quant aux mesures à préconiser pour freiner l'érosion (dispositifs anti-érosifs, couverture du sol, façons culturales appropriées, systèmes culturaux adaptés, alternance des cultures, cultures conduites sur bandes, reboisement, etc...).

La constatation des carences en N et P révélées par les analyses chimiques pourra conduire à formuler certaines recommandations immédiates en matière de restauration des sols (emploi de fumures organiques, engrais verts, fumures de fond, amendements, apports d'éléments minéraux, etc...).

Tableau 11 - Caractéristiques physiques des profils

Type de sol.	profondeur	Densité Apparente	Porosité	Limites d'Atterberg		
				L.Liquidité	L Plasticité	Indice
Vertisol Noir	-30cm	1.36	47.69	46.70	22.60 %	24.10
	-60cm	1.56	40.90			
Vertisol Gris	-30	1.35	47.70	48.20	23.07 %	25.13
	-60	1.37	34.60			
Brun Calc Vertique	-30	1.36	47.69			
	-60	<u>1.69</u>	34.60			
S.Rouge à Text.équilibr.	-30	I.II	58.30			
	-60	<u>I.65</u>	36.50			
S.Peu Evolué	-20	I.50	40.76			
	-40	<u>1.90</u>	24.6			
S.Brun Calcaire	- 20	<u>1.58</u>	39.23			
	-40	<u>1.68</u>	35.38			

Tableau n° 12 Test de perméabilité (M. Pioger)

Type de sol	Travaillé		Non travaillé		K Facteur d'Erodibilité (WISCHMEIER et al, 1971)
	1 à 50 mm cm/s	90 à 100 mm cm/s	1 à 50 mm cm/s	90 à 100 mm cm/s	
Vertisol N	8.10^{-2} 28,8 mm/h	$1,8.10^{-2}$ 65 mm/h	$1,3.10^{-2}$ 4,7 mm/h	$8,3.10^{-3}$ 3,0 mm/h	0,13
Vertisol G	$3,6.10^{-2}$ 12,9 mm/h	$1,1.10^{-2}$ 3,9 mm/h	$6,4.10^{-3}$ 2,3 mm/h	$3,8.10^{-3}$ 1,4 mm/h	0,18
S. Rouge T. moy	$2,5.10^{-2}$ 9 mm/h	$1,6.10^{-2}$ 5,8 mm/h	$1,7.10^{-2}$ 6,1 mm/h	$8,3.10^{-3}$ 3,0 mm/h	0,28
S. Brun Cal.	$1,5.10^{-2}$ 5,4 mm/h	$6,5.10^{-3}$ 2,3 mm/h	$1,1.10^{-3}$ 0,4 mm/h	$8,2.10^{-4}$ 0,3 mm/h	0,29
S. peu évolué limon. sabl.	$1,3.10^{-2}$ 4,7 mm/h	$5,5.10^{-3}$ 2,0 mm/h	$1,1.10^{-3}$ 4,0 mm/h	$9,1.10^{-3}$ 3,3 mm/h	0,41

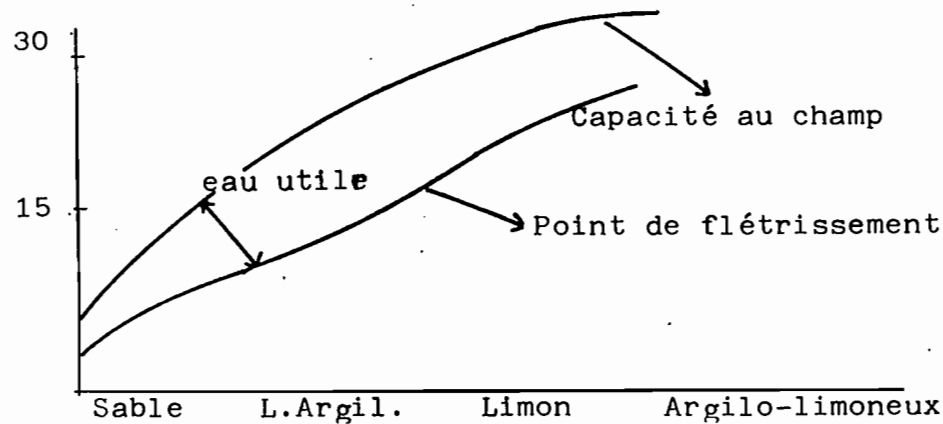
1 à 50 représente les 50 premiers mm infiltrés (sol sec).

90 à 100 mm c'est l'infiltration au 10 ème cm (sol humide) lorsque le sol est déjà humecté et dégradé par 90 mm.

Tableau N° 13- Dessiccation des profils durant la saison sèche (Juillet à Septembre 1988)

Période	Type de sol											
	Vertisol		Vertisol		Brun Cal		S.Rouge		S.Brun Cal		S.Peu Evol	
Profondeur en cm	-30	-60	-30	-60	-30	-60	-30	-60	-20	-40	-20	-40
13 Juillet	9.6	22.9	9.8	23.2	10.3	21.4	8.4	25.3	7.3	9.4	7.2	6.2
15 Août	4.0	15.0	6.7	16.3	6.0	17.7	7.6	15.3	5.6	5.2	4.6	-
1 ^{er} Septembre	3.6	10.0	4.0	11.2	5.4	11.1	7.0	10.1	3.3	3.0	4.5	4.0

Figure N° 11- Eau utile en fonction de la texture du sol.



L'humidité au point de flétrissement varie essentiellement avec la texture. Il correspond à une humidité plus élevée pour les sols argileux (20%) que pour les sols grossiers (3 à 5%).

— 52 —

CHAPITRE 2. LE MILIEU HUMAIN

Par **Benelouati A.**

2.1 INTRODUCTION

Le choix de trois micro-bassins versants très proches les uns des autres et peu différents quant au climat, à la lithologie (marno-gréso-calcaire), aux cultures représentées a pour objectif de mettre en lumière l'influence du milieu humain sur le développement de l'érosion et par conséquent de découvrir les techniques culturales, les structures foncières et les modes de mise en valeur les plus favorables pour réduire les risques d'érosion.

Pour atteindre cet objectif, un questionnaire a été rédigé qui a servi de base à une enquête agro-socio-économique à laquelle se sont soumis les chefs d'exploitation des 175 habitants du douar de Hadjadja vivants sur les 150 hectares du bassin versant 2 et des 359 habitants du douar de Ouled-Seghir exploitant 300 hectares du bassin versant 3. Il n'a malheureusement pas été possible de faire cette enquête sur le bassin le plus dégradé (bassin versant 1), le douar étant abandonné et en ruine.

Ce questionnaire cherchait à préciser l'occupation des terres, la surface agricole utilisable (SAU), les caractéristiques des familles et des parcelles, la production végétale et animale ainsi que les pratiques de gestion correspondantes (voir en annexe).

La méthode utilisée n'est pas banale. Deux années de contacts sporadiques (par manque de véhicule) ont servi à "la mise en confiance" du milieu paysan. Après quoi l'équipe a vécu dans les douars pendant cinq semaines pour répondre au questionnaire avec le plus de chefs de famille possible. On peut évidemment regretter que les femmes n'aient pu s'exprimer : cela pourrait faire l'objet d'une étude complémentaire lorsque l'équipe comptera un membre féminin pour rendre l'opération plus faisable en milieu musulman assez strict.

2.2 LES RESULTATS DE L'ENQUETE SUR DEUX BASSINS.

22.1 La population s'élève à 574 habitants dont 175 hab./150 ha (soit 117 hab./km²) sur le bassin versant 2 et 359 hab./300 ha (soit 120 ha/km²) sur le bassin versant 3.

22.2 La structure familiale

	bassin versant 2		bassin versant 3		TOTAL	
	%	N. femmes	%	N. femmes	%	N.femmes
2 à 4 personnes	28	7	46	26	37	33
5 à 8 personnes	40	10	34	27	37	33
> 8 personnes	32	18	20	15	26	23

On peut noter que les familles de plus de cinq personnes sont plus nombreuses sur le bassin dégradé (Hadjadja) que sur le bassin peu dégradé de Ouled-Seghir. la majorité des familles compte 2 à plus de 6 enfants.

22.3 Les classes d'âge

Classes	bassin versant 2		bassin versant 3		TOTAL
	Nombre	%	Nombre	%	%
< de 7 ans	40	27,4	78	25,2	25,9
7 à 17 ans	33	22,6	42	13,6	16,5
18 à 70 ans	68	46,6	183	59,3	55,2
> 70 ans	5	3,4	6	1,9	2,4
Total échantillon	146	100 %	309		100

Les populations de jeunes (< 17ans) sont très élevées et plus abondantes dans le bassin versant 2 (50 % contre 39 %). Les jeunes enfants (< 7 ans) sont à peine moins nombreux sur le bassin 3.

La classe active (18 à 70 ans) est plus abondante sur le bassin 3 (59 %) que sur le bassin 2 (47 %) plus dégradé. Cependant la scolarisation étant faible (17 % sur bassin versant 2 et 23 % sur bassin versant 3). On peut estimer que l'apport des jeunes au travail compense le manque d'actif sur le bassin versant 2.

22.4 Les surfaces cultivées et le morcellement

	Surface Cultivée (ha)			Nombre de parcelles		
	Mini	Maxi	Médiane	Mini	Maxi	Médiane
Bassin versant 2	1	15	4	1	20	7
Bassin versant 3	0,5	35	4	1	60	6

Les surfaces cultivées par les plus grandes exploitations atteignent 10 à 20 ha sur le bassin versant 2 et 15 à 30 ha sur le bassin versant 3. Mais 50 % des exploitations sont de taille réduite, inférieure à 4 ha.

Le morcellement des exploitations est très important, jusqu'à 20 à 60 parcelles pour les plus grandes exploitations ; 50 % des exploitations ont 6 à 7 parcelles de 1/4 à 1 ha. mais l'enquête ne dit pas où sont dispersées les parcelles, à quelle distance du douar.

22.5 Les surfaces occupées par les diverses productions (en ha).

Production	Bassin versant 2 (ha)	Bassin versant 3 (ha)	Bassin versant 2 + Bassin versant 3 (ha)
Vigne	10.74	46.15	57
Pommier	10	11.50	20.35
Prunier	2.5	5	7.5
Poirier	0.5	2.5	3
Figuier	2	5.20	7.20
Amandier	1.5	5.20	6.70
Fruitiers %	28 %	43,6 %	
Orge	33	53	86
Blé	22	30	52
Céréales %	55 %	48 %	
Petits Pois	1	5	6
Pois chiches	5	2	7
Fèves	2	1	3
P. de terre	6	2	8
Oignons	3	4.5	7.5
Légumes %	17 %	8,4 %	
TOTAL	99,25 ha	173,05 ha	

Les céréales (orge et blé) occupent les plus grandes surfaces : 55 % du bassin versant 2 et 48 % du bassin versant 3. Mais l'arboriculture et la vigne sont en pleine expansion, bien plus avancée en bassin versant 3 (44 %) que dans le bassin versant 2 (28 %). Par contre les cultures de légumes sont plus étendues sur le bassin versant 2 (17 %) que sur le bassin versant 3 (8,4 %).

Si on veut bien admettre que les céréales, cultures à faibles revenus, sont cultivées de façon extensive, alors que les cultures légumières et fruitières rapportent plus de revenus et exigent plus de travaux culturaux, on peut conclure à une tendance du bassin versant 3, à être mieux protégé contre le ruissellement suite à des travaux culturaux plus fréquents.

CEREALES	CULTURES MARAICHES	ARBORICULTURE
blé dur 3,3 qx/ha	pommes de terre 89 qx/ha	olives 35,8 qx/ha
blé tendre 4,1 qx/ha	fèves vertes 23,9 qx/ha	amandes sèches 1,7 qx/ha
orge 5,0 qx/ha	oignons 255,4 qx/ha	prunes 6,3 qx/ha
avoine 3,3 qx/ha	carottes 81,8 qx/ha	poires 7,1 qx/ha

LEGUMES SECS : 2,3 qx/ha

Le tableau suivant donne une indication des rendements moyens en année normale (Source BNEDEP). La variabilité des rendements en fonction des terrains, de techniques culturales et de précipitations sera précisée ultérieurement.

22.6 La charge animale

L'enquête révèle que sur 25 chefs d'exploitation enquêtés sur bassin versant 2, 16 seulement ont du bétail. Sur bassin versant 3 sur 55 chefs d'exploitation enquêtés 35 ont du bétail. Il est clair que la majorité des paysans élèvent du bétail, mais quel type de bétail ?

	Bassin versant 2	Bassin versant 3	Bassin versant + Bassin versant 3
Nbre d'éleveurs d'enquêtés	16 25	35 55	51 80
Animaux			
Ovins	181	193	374
Bovins	9	22	31
Caprins	21	8	32
Mulets	13	22	35
Anes	15	23	38
TOTAL	242	268	510 têtes

Probablement chaque paysan a un âne ou un mulet pour assurer le transport et le travail aux champs. Le mouton est de loin le plus représenté. Il y a autant de moutons + chèvres sur les 150 ha du bassin versant 2 que sur les 300 ha du bassin versant 3. Mais le nombre de bovins est un peu plus élevé sur le bassin versant 3. Ceci confirme le caractère extensif de la gestion du bassin versant 2 (beaucoup de céréales et d'ovins-caprins).

Au gros bétail, il faut ajouter des petits élevages de poulets et de lapins. Il reste peu de gibier sur les bassins (quelques perdreaux, des lapins et des sangliers de passage).

2.3 Interprétation de l'enquête en relation avec l'érosion.

23.1 Introduction

L'occupation des sols et les activités humaines ont une influence certaine sur les phénomènes érosifs. Cette influence tend, soit à stabiliser l'érosion et par conséquent à neutraliser les aspects néfastes des conditions naturelles, soit au contraire à les aggraver.

L'étude porte sur trois micro-bassins versants caractérisés par des degrés de dégradations différents représentatifs de la diversité des états de dégradation des Beni-Chougrane.

Le bassin versant n° 1 d'une superficie de 15 ha est le plus dégradé : il sera présenté et rapidement décrit mais exclu de l'étude pour des raisons d'abandon total par les habitants. Dans le passé proche il a été l'objet d'une exploitation dont la seule et unique finalité a été la production de céréales pour la consommation locale. Sa population a sous-estimé les méfaits de l'érosion qui, avec le temps, a complètement ruiné les terres et entraîne son abandon presque total et définitif de la part de ses habitants (douar en ruine). Cet abandon, aussi paradoxal que cela puisse paraître, a précipité à terme les destructions et les méfaits de l'érosion à un point tel que seules, quelques terres situées en amont des plus fortes pentes du bassin sont encore périodiquement exploitées.

Ces terres font l'objet d'une exploitation très extensive par les troupeaux aggravant les phénomènes d'érosion (tassement du sol, absence de couvert végétal et surpâturage sur le bassin). Elles évoluent manifestement vers le ravinement généralisé.

Les bassins versants 2 et 3 seront par contre étudiés ; ils correspondent respectivement aux douars de Hadjadja et de Ouled-Seghir.

Le bassin versant 2, d'une superficie totale de 150 ha, est en dépit d'un état de dégradation poussé avec ses versants à pentes fortes, relativement fort peuplé pour ses faibles potentialités. Il faut cependant noter l'importance de la charge de pacage (3 ovins/caprins/ha).

Le bassin versant 3, peu dégradé, bien mis en valeur et bien peuplé est le seul où l'on constate des embryons d'aménagement. Il connaît une érosion bien moindre que celle des deux autres bassins versants.

La composition de ces deux bassins versants et de leur système d'exploitation en relation avec l'état de dégradation des sols, pourrait nous donner des indications sur les facteurs humains favorisant l'érosion. La lutte antiérosive consistera ensuite à réorienter le système d'exploitation en favorisant les modes de gestion conservatoires de l'eau et de la fertilité des sols.

23.2 Les effets sur l'érosion de la densité de la population par rapport à la surface agricole utilisée.

La densité de population joue un rôle non négligeable sur l'érosion par la masse humaine qui doit tirer sa subsistance d'un terroir dont l'exigüité et les lacunes sont évidentes.

Dans le bassin versant 2, eu égard à la pauvreté et à la fragilité des sols, la densité de population rapportée à la SAU est très élevée avec 130 habitants au km² de SAU.

Définition de la S.A.U.

La S.A.U. : est représentée par les terres utilisées directement pour l'agriculture (surfaces cultivées, surfaces en jachère, surfaces plantées en arboriculture). Les terrains de parcours permanents, le couvert forestier, les surfaces habitées et les infrastructures en sont exclues.

A cela s'ajoute la nécessité de produire plus, donc à défaut d'intensifier (vu le manque d'intrants et divers contraintes) les paysans sont obligés de cultiver de plus grandes surfaces dans les zones de plus en plus fragiles. Ces cultures, menées avec de faibles moyens et effectuées rapidement (productions extensives, peu d'engrais, travaux manuels ou traction animale) laissent trop peu de temps aux exploitants pour organiser leur terre pour lutter contre l'érosion. Leur unique objectif est la survie et l'autosuffisance.

Il faut souligner l'indisponibilité du matériel au moment des travaux et l'impossibilité de mécaniser le travail dans certaines zones (fortes pentes) où l'exploitation même manuelle ou à l'aide d'animaux est à proscrire si ce n'est pour la plantation soignée de vignes ou de vergers.

Dans le bassin versant 3, en dépit de la relative prospérité du terroir et de l'aspect moins tourmenté de la morphologie, la densité de la population rapportée à la SAU reste relativement forte avec 109 habitants au km² de SAU.

Cette importante densité s'explique par la relative richesse du terroir et par les conditions naturelles qui sont moins contraignantes. Elles permettent une mécanisation plus poussée, facilitée par la disponibilité de deux tracteurs sur place, par l'existence de sols plus fertiles, par des structures antiérosives mieux-organisées (talus enherbés, clôtures, haies vives) permettant le labour en courbe de niveau.

Les sols étant relativement fertiles et les pertes par érosion étant faibles, le peu d'engrais qu'on y introduit suffit à assurer des rendements honnêtes et dispense de l'extension des surfaces cultivées dans les zones fragiles et dangereuses.

La mécanisation plus généralisée (disponibilité du matériel, des moyens) liée aussi aux conditions physiques moins contraignantes (pentes moins fortes) influe sur l'élément "temps de travail" et permet aux exploitants de lutter contre les formes visibles de l'érosion (labours dans les sens des courbes de niveau, ravines comblées aussitôt déclarées confections de haies, etc...).

L'élément densité de population n'est donc pas le seul facteur favorisant l'érosion : entre les deux bassins versants, la différence entre les densités de population rapportées aux SAU n'est pas énorme. C'est la forte densité alliée au manque de moyens et aux conditions physiques contraignantes qui entraînent une exploitation irrationnelle des potentialités du sol.

Au contraire, le bassin versant 3, avec une densité assez forte mais disposant de conditions naturelles, humaines et matérielles meilleures semble apporter une relative prospérité.

23.3 Influence de la population active.

Il est généralement admis que dans une famille où vivent plusieurs personnes en âge de travailler, la force de travail est telle que les terres sont correctement travaillées, cette population active augmente la productivité et permet de nourrir une plus grande population à partir d'une surface donnée. Cette force de travail est en mesure d'effacer par les techniques culturales la plupart des manifestations de l'érosion (griffes, rigoles, talus raviné, chemin dégradé, etc...).

A l'inverse, dans une famille nombreuse, où seul le chef de famille travaille, la force de travail disponible pour les champs étant moindre, le producteur ne pense qu'à la subsistance de sa famille nombreuse et n'a guère le temps de se soucier de l'érosion : ce comportement est propice au développement de l'érosion.

La répartition par classes d'âge est significative à cet égard pour comparer les deux bassins versants. Si on exclut les personnes âgées et les enfants scolarisés, la population âgée de 1 à 17 ans est de 42 % du total de la population totale du bassin versant 2 alors que celle âgée de 18 à 70 ans (population active) représente 39 %.

Pour le bassin versant 3, les enfants de 1 à 17 ans représentent 30 % et la population active près de 46 % du total. Donc, en plus de tous les facteurs précédemment énumérés, la part relative de la population active plus importante dans le bassin versant 3 (46 %) influe positivement sur le comportement antiérosif.

Pour le bassin versant 2, la relative faiblesse de la population active (39 %), alliée à une configuration accidentée et très compartimentée du bassin concourt à un comportement différent de l'exploitant.

Cependant tout compte fait, chaque personne active dispose en moyenne d'une surface de 1,9 ha à travailler dans chacun des deux bassins versants et prend en charge une population sensiblement égale (1 à 2 personnes en moyenne).

C'est donc, moins l'importance de la densité de la population active en tant que telle, que son effet conjugué aux conditions naturelles et physiques, voire socio-économiques contraignantes ou au contraire stimulantes qui influe sur le comportement de l'exploitant vis à vis de l'érosion.

23.4 L'effet du morcellement sur l'érosion.

Le morcellement est un élément de forte contrainte dans le développement de l'agriculture et du monde rural (frein à la mécanisation, etc...). Le rôle du morcellement n'est pas négligeable. En effet les partages consécutifs aux héritages entraînent des découpages géométriques tels qu'avec la configuration morphologique des bassins, ils donnent des parcelles formées de langues de terres s'étirant le long de la pente.

Pour une SAU de 134,5 ha, le bassin versant 2 totalise 194 parcelles donnant une surface moyenne par parcelle de 0,69 ha.

Le bassin versant 3 avec une SAU de 364,5 ha et un nombre de parcelles de 549 présente une surface moyenne par parcelle de 0,66 Ha.

Le morcellement est donc semblable pour les deux bassins versants. Donc le morcellement seul ne joue pas ici le rôle primordial sur l'érosion. Il faut donc étudier les relations du morcellement avec d'autres facteurs.

Sur le bassin versant 2, les parcelles étroites sont labourées dans le sens de la pente, ce qui aggrave l'érosion.

Dans le bassin versant 3, les pentes fortes sont plantées en vignes ou en vergers ; si certaines terres sont labourées dans le sens de la pente pour des commodités de travail, d'une part, c'est un phénomène moins généralisé et d'autre part, les dégâts sont limités par la relative faiblesse des pentes de ce bassin versant. Pas mal de terres sont divisées par des talus en courbes de niveau.

Ce qui n'est pas le cas pour le bassin versant 2 où les pentes sont plus fortes (mais ces fortes pentes ne sont pas forcément plantées en arbres ou en vignes) et la configuration des parcelles allongées est un phénomène généralisé où prédominent la céréaliculture avec labour dans le sens de la pente.

On peut en conclure que le morcellement ne joue négativement, dans le cas des bassins versants étudiés, que lié à d'autres facteurs dont le plus important est ici la configuration des parcelles aggravée par la raideur des pentes et les techniques culturales.

23.5 L'effet des cultures proprement dites sur l'érosion.

Il faut souligner avant tout que la surface agricole utile n'est pas exploitée dans sa totalité. Suite à notre enquête, en plus des terres incultes, donc impropres à l'agriculture (et qui représentent 10 % de l'ensemble des terres du bassin versant 2 et 8,9 % de celle du bassin versant 3), 16,8 % de la SAU ne sont pas cultivées dans le bassin versant 2 et 51,4 % de la SAU du bassin versant 3 ne sont pas utilisés (jachères pâturées de courte durée).

Dans les bassins versants, l'arboriculture et le vignoble ont connu un élan remarquable ces dernières années, surtout depuis le lancement du programme de mise en valeur des monts de Beni-Chougrane.

Les anciens vergers de figuiers constitués de sujets âgés aux faibles densités et généralement abandonnés occupaient des surfaces insignifiantes. Depuis près de six ans, on assiste à un regain d'intérêt pour l'arboriculture et pour la vigne dans le cadre du programme d'aménagement des Beni-Chougrane (réalisation de travaux agricole, fourniture de plants gratuits, etc...) avec des surfaces de plus en plus substantielles.

L'arboriculture et la vigne occupent les terres les plus fertiles (vu les rapports escomptés), mais pas forcément les zones les moins accidentées. Ces deux cultures occupent dans chacun des deux bassins versants l'équivalent de 20 % de la SAU de chacun.

D'une part, les profits envisagés par ces cultures et la facilité avec laquelle elles ont été dispensées par l'office de mise en valeur ont permis leur extension spectaculaire. D'autre part, l'intérêt qu'elles ont attiré en tant qu'élément de stabilisation des sols semble évident (communication orale du Directeur de l'OAMV).

Les champs d'arbres et de vignes sont soigneusement travaillés et clôturés. Ces pratiques aident à la stabilisation de l'érosion, surtout si elles sont pratiquées dans les zones fragiles mises en défens contre le pacage.

Essayons de comparer la place occupée par l'ensemble vergers-vignes par rapport à la SAU et par rapport aux autres cultures dans les deux bassins versants étudiés.

Dans le bassin versant 3, la vigne et les vergers occupent également 20 % de la SAU, mais ici la surface occupée par ces deux cultures est sensiblement la même que celle occupée par les céréales.

L'arboriculture est donc en train de détrôner la place prépondérante de la céréaliculture.

Les labours se font indifféremment sur tous les sols et sur toutes les pentes, mais quand les arbres ou la vigne sont introduits, c'est sur les sols les plus fertiles (pas forcément les moins accidentés) et surtout les travaux culturaux sont assez nombreux pour effacer les traces d'érosion débutante.

Les céréales sont souvent reléguées sur les sols les plus pauvres, donc les plus propices à l'érosion.

Cette céréaliculture extensive faite avec peu de soin, avec des rendements faibles (7 q/ha), est un élément favorisant l'érosion par les labours et par la nudité du sol durant une partie de l'année (l'hiver et surtout l'automne).

L'arboriculture et la vigne, contrairement aux céréales, vu les profits attendus, sont des cultures influant positivement sur la stabilisation de l'érosion non par la couverture qu'elles procurent au sol (20 à 40 % donc moins que les céréales), mais par les soins dont les champs font l'objet (champs cultivés avec soins, clôtures de haies vives plus barbelés, interdits au bétail) et aussi par des cultures maraîchères pratiquées entre les arbres et qui améliorent le couvert végétal de ces champs pendant une partie de l'année.

Donc, ce n'est pas le couvert des vignes et des arbres fruitiers qui contribue en lui même à limiter l'érosion mais les techniques culturales.

23.6 Les effets de l'élevage sur l'érosion.

Le pacage est l'une des activités les plus déterminantes dans l'aggravation de l'érosion dans les monts Beni-Chougrane. Mais dans une zone où les produits du sol ne suffisent pas à nourrir une population de plus en plus nombreuse qui vit sur des terres dont la superficie se réduit de plus en plus, l'élevage constitue un complément de subsistance inestimable des populations. De plus, l'élevage peut entretenir la fertilité des sols de certaines parcelles où sont concentrés les déjections provenant du pacage sur les talus, les parcours et d'autres terres inutilisables autrement.

L'élevage ne devait plus être considéré comme l'ennemi de l'agriculture (surpâturage tassant les sols, détruisant la végétation, les jeunes arbres et même des récoltes par la divagation), mais un complément valable de cette dernière. Il faut intégrer l'élevage à l'agriculture par des méthodes plus rationnelles de gestion du troupeau.

Le grand danger que représente l'élevage dans cette région est celui du surpâturage. Dans une zone qui a subi ces dernières années une relative sécheresse ayant freiné toute possibilité de la régénération de la couverture végétale (seule protection contre l'érosion), s'ajoute un pâturage qui a détruit la couverture végétale.

Ce surpâturage provient d'un nombre excessif de tête à l'hectare, dans une zone où comme on l'a indiqué, le couvert végétal est très réduit et les sols fragiles.

On considère pour chaque bassin versant que les terres disponibles pour le pacage sont constituées par les terres incultes, les surfaces de la SAU non exploitées et la moitié des labours.

Aussi, dans le bassin versant 2, cette surface totale disponible pour le pacage est de 73 ha avec un nombre de têtes d'équivalent mouton évalué à 242 soit une charge de trois têtes par hectare dans une zone où la maigreur des pâturages supporte à peine une tête/ha. Dans ces conditions le pâturage est un facteur de dégradation et d'érosion.

Dans le bassin versant 3, la situation est plus rassurante avec 270 têtes (ovins) pour une surface de terres disponibles pour le pacage de 280 ha, soit une tête par hectare.

En plus des conditions naturelles plus favorable dans ce bassin la charge du pacage est acceptable avec une tête à l'hectare ; l'élevage coexiste en harmonie avec l'agriculture. Ce n'est plus la dualité agriculture-élevage, mais la complémentarité des deux dans laquelle l'élevage constitue effectivement un complément pour la subsistance de la population de ce bassin versant.

On peut en conclure que, pour le bassin versant 2, où les conditions naturelles prédisposent à l'érosion il faudrait en plus des améliorations à entreprendre dans d'autres secteurs, veiller à ce que la charge de pacage soit réduite au maximum à une tête/ha pour pouvoir nourrir correctement les troupeaux et contribuer à une meilleure reconstitution du couvert végétal à l'instar de la situation qui existe dans le bassin versant 3.

Il reste à souligner que l'agriculture ne profite presque pas des déjections animales car les troupeaux paissent souvent dans les parcours et sur les terrains incultes lors de leurs "transhumances" ; seules les déjections nocturnes des troupeaux lorsqu'ils sont parqués, sont recueillies comme fumure pour les petits jardins potagers familiaux, tellement les quantités sont infimes. Aucune paille n'est ajoutée sur le lieu de pacage ni sur la fumière, si bien que la majorité de l'azote des uines et des déjections est perdue. De plus, on ne constate aucune fermentation (le fumier ne fume pas) si bien que les graines d'adventices, préparées par les sucs digestifs, sont prêtes à germer au lieu d'avoir été détruites lors de la fermentation.

Il se dégage donc quatre thèmes d'amélioration :

- 1 - production de fourrage de qualité (légumineuse),
- 2 - addition de pailles ou de litière sur le parc pour augmenter le volume et la qualité du fumier,
- 3 - construction d'une fumière,
- 4 - adaptation du troupeau au volume de fourrage disponible.

2.4 Conclusion sur le milieu humain

Nous avons évoqué certains facteurs humains tels que la densité de population rapportée à la SAU, le morcellement, le type de culture et l'élevage ; nous avons étudié leur influence probable directe ou indirecte sur les risques d'érosion sur ces deux bassins versants.

C'est une zone qui est caractérisée par un climat semi-aride avec 550 mm de pluies par an. Cette quantité ne profite que très peu au sol et par conséquent aux cultures avec des précipitations qui tombent souvent sous formes d'averses sur des zones pentues où les sols sont de dominance marneuse, le tout limitant l'infiltration et favorisant l'écoulement et l'érosion.

Si on s'en tient à la quantité d'eau effectivement infiltrée, on remarque qu'elle est minime (écoulement lors des averses hivernales et évaporation en été) avec un bilan hydrique négatif en saison sèche, ce qui en fait une zone d'agro-pastoralisme extensif à l'équilibre très précaire et dont la moindre faille perturbe le fragile édifice et accentue le phénomène érosif au point de provoquer la ruine et l'abandon de certains bassins versants très dégradés.

Il est donc délicat de songer à l'intensification de l'agriculture de montagne, tant que les ressources en eau seront mal utilisées (fort ruissellement) et que l'irrigation sera impossible. On ne pourra pas intensifier partout : ce ne sera rentable que sur les terres pas trop dégradées. Mais ailleurs, il faudra mettre au point des systèmes de gestion extensive qui maintiennent une couverture végétale suffisante.

L'enquête socio-agricole a révélé plusieurs conclusions intéressantes :

- forte densité de population surtout très jeune (< 17 ans), peu scolarisée,
- plus d'actifs et plus de moyens sur le bassin versant 3 à pente moins fortes et à surpâturage moins marqué,
- le bassin versant 2 est plus érodé, les pentes plus fortes, l'agriculture plus extensive, moins d'actifs, orientation vers la survie... peu de temps à consacrer à la lutte antiérosive.

Une chance : l'évolution vers une agriculture plus rentable (vigne et arboriculture) exigeant plus de soins culturels... donc plus performante pour protéger les sols contre le ravinement.

Les rendements peuvent être améliorés par l'achat de plants et graines sélectionnées, par l'utilisation d'engrais qui sont pour l'instant peu disponibles, et par la fabrication et l'utilisation d'un meilleur fumier.

La nécessité de la mécanisation se fait sentir de nos jours mais elle serait à limiter à certaines parcelles bien définies. La mécanisation peut être un facteur substantiel de gain de temps qui pourrait être éventuellement consacré à l'amélioration des champs (structures antiérosives et travaux agricoles). Ces améliorations sont susceptibles d'élever le niveau de la production et d'éviter de cultiver les zones dangereuses, si ce n'est en verger et en vignes. Mais très généralement la mécanisation en montagne entraîne le tassement des terres et le travail dans le sens de la pente, l'extension des surfaces et donc la disparition des talus.

Les densités de population rapportées à la SAU (>100 ha/km²) sont actuellement trop élevées dans le système actuel de production assez extensif. Si le bassin versant 2 connaît des problèmes de surpeuplement (130 hab./km² SAU), le bassin versant 3, de par ses conditions naturelles favorables, encaisse bien ce relatif surpeuplement.

Si le morcellement est un élément contraignant, les deux bassins, de par leurs conditions naturelles se comportent différemment face à ce phénomène : le bassin versant 2 est handicapé par ce morcellement en langues de terre dans les sens de la pente alors que le bassin versant 3, organisé en bandes de terre horizontales est épargné par ce problème.

L'importance de la population active joue un rôle de premier ordre dans l'amélioration des exploitations agricoles et dans le comportement antiérosif des exploitants (importance des soins culturels). Elle est plus forte dans le bassin versant 3 et elle explique en partie sa relative prospérité.

Mais les deux facteurs les plus déterminants, de l'érosion sur ces bassins versants sont le type de culture et le surpâturage :

- vigne et arboriculture couvrent mal le sol (20 à 40 %) mais les travaux culturaux sont nombreux et soignés (vu les profits escomptés) qui permettent d'effacer rapidement les premières traces d'érosion. De plus on pourrait associer des cultures légumières couvrant le sol pendant la saison pluvieuse pendant laquelle le couvert de la vigne et des arbres est quasi nul. Par contre les céréales extensives, rapportent peu, font l'objet de moins de soins, produisent peu de biomasse et protègent mal le sol contre l'érosion. Il y a donc un lien entre ce type de système de production et l'érosion.

- L'élevage extensif en surnombre semble un élément déterminant de la dégradation des couvertures végétales et pédologiques. le surpâturage entraîne la réduction du couvert végétal, le tassement du sol, le ruissellement et l'érosion. Mais il faudrait savoir si la dégradation provient de la présence des troupeaux ou bien si on ne laisse au troupeau que les terres trop dégradées pour l'agriculture ? Où est la cause première ? Un élevage bien géré pourrait avoir un rôle très positif par la valorisation de la biomasse des terres non cultivables, par le transfert de fertilité sur les meilleures terres et par la production de fumier. Encore faut-il préciser la charge optimale pour maintenir le capital végétal et foncier. Dans les zones à forte densité de population et à terrains fragiles il faut penser à un autre système pastoral : la stabulation en étable combinée à un pâturage contrôlé pendant une partie de la journée sans la surveillance d'un pasteur spécialisé (ex. Rwanda).

CHAPITRE 3. PROPOSITIONS D'AMENAGEMENTS DANS LES MICROBASSINS.

L'érosion en nappe, le ravinement et les glissements de terrain sont si nombreux dans les Beni-Chougrane que de nombreuses terres arables jadis cultivées ont été abandonnées au pâturage extensif et au ravinement accéléré. Les transports solides dans les oueds et l'envasement des barrages s'en trouvent encore accélérés.

Mais par où commencer ? Quelle priorité proposer ?

La stratégie de D.R.S. s'est attaquée avant tout à revégétaliser les terres ruinées et à stabiliser les ravines. Bien que les terres ravinées aient une valeur marchande très faible, ces mesures de défense se justifient économiquement pour assurer la protection des terres adjacentes (ravinement remontant) mais surtout pour protéger les infrastructures situées à l'aval (ville, routes, barrages, réservoirs d'eau potable pour les villes, réseau d'irrigation des riches terres dans les plaines, etc...). Comme le volume des actions de protection est inférieur aux besoins créés par la dégradation accélérée des terres on a du mal à constater une amélioration significative de la situation, d'autant plus que le milieu paysan accepte mal les structures imposées et s'il ne les détruit pas, il ne les entretient jamais.

La stratégie de GCES place sa priorité dans l'amélioration, de la production de biomasse des terres cultivées par l'augmentation de leur fertilité, et par l'amélioration de l'infiltration et par voie conséquence la réduction des risques d'érosion. Elle s'attache à définir au mieux la gestion des eaux pluviales, et du couvert végétal, la gestion des résidus organiques végétaux et animaux et la gestion des éléments nutritifs des sols.

Alors que la DRS cherche à imposer des solutions techniques d'équipement aux ruraux afin de protéger la ressource en eau des citadins des plaines, la GCES analyse les problèmes des paysans, recherche avec eux toute une gamme de solutions partielles (en partant des stratégies paysannes traditionnelles) en accord avec leur système de production en voie d'intensification, compare chez les paysans la faisabilité, le coût et l'efficacité des diverses techniques proposées, avant de généraliser le traitement conservatoire à l'échelle du bassin versant.

Evidemment, l'amélioration de la gestion des terres cultivées et des parcours doit être accompagnée d'actions de stabilisation du réseau routier, des points d'eau, des ravines et des oueds. Mais là aussi on fera appel à des méthodes biologiques et mécaniques les plus efficaces, les moins onéreuses et gérables par le milieu rural lui-même. Les paysans éleveurs étant les premiers intéressés par la gestion de leur terrain seront impliqués dans ce lent processus de développement rural, depuis le stade de mise au point du projet jusqu'à sa réalisation : nous croyons que dans cette ambiance de responsabilisation et de dialogue les paysans veilleront à la bonne marche et à l'entretien des équipements qu'ils auront eux-même mis en place. Le dialogue prend du temps et exige de la persévérance, mais le respect et la formation des intéressés est le prix à payer pour mettre en place des solutions durables bien comprises par chacun et mieux adaptées.

3.1. AMELIORATION DES TECHNIQUES CULTURALES ANTIEROSIVES.

Une modification apparemment insignifiante des techniques culturales peut changer profondément l'état de la surface des sols et modifier considérablement les risques de ruissellement et d'érosion.

Ces modifications sont déjà efficaces si elles sont effectuées seules, mais elles seront encore bien plus efficaces si elles sont combinées à des structures perméables antiérosives favorisant la culture en bandes perpendiculaires à la pente.

31.1 Le travail du sol est ressenti dans la région comme un moyen efficace de lutter contre le ravinement. Les terres abandonnées au pâturage sont rapidement ravineées tandis que le travail répété du sol des vignobles efface rapidement les premières manifestations du ruissellement. Le travail répété du sol réduit donc les manifestations de ravinement.

En réalité, le travail du sol n'a pas que des avantages. Lors des averses modérées, il améliore temporairement l'infiltration jusqu'à ce que l'énergie des pluies (30 à 130 mm en fonction de la stabilité des sols) provoque la formation d'une pellicule de battance peu perméable à la surface des sols dénudés pendant la majorité de la saison froide et pluvieuse (de l'automne au printemps).

Lors des grosses averses de fréquence 1/5 à 1/50, le bilan est moins favorable car le travail du sol réduit la cohésion du matériau et augmente les risques d'érosion en ravines ou en masse, surtout sur fortes pentes.

Par ailleurs, le travail du sol entraîne mécaniquement la terre vers le bas des pentes (érosion de 1 à 10 t/ha à chaque passage) du seul fait du passage des outils dans le sens de la pente ou perpendiculairement à celle-ci : il est rare qu'on rejette la terre vers l'amont. De plus le poids des engins et des remorques sur leurs roues tasse le sol en profondeur (jusqu'à 30-40 cm) tandis que certains outils (surtout les disques et les charrues moins les dents) lissent le fond de labour, deux obstacles à l'infiltration qui limitent l'enracinement et sensibilisent les cultures à la sécheresse.

Il est donc souhaitable de faire un labour grossier à l'automne et reprendre les terres à la herse (à dent plate) sans pulvériser les mottes en surface (éviter les disques et proscrire les rouleaux), de réduire le nombre de passage des engins (minimum tillage), de recouvrir de terre les traces des roues et de soussoler tous les quatre ans (Roose et Cavalié, 1988). Le sarclobinage entre les vignes et les arbres peut effacer les croûtes de battance sur les sols nus, mais ces travaux rapides devront être recommencés après chaque groupe d'averses érosives, ce qui augmente les risques de tassement en profondeur.

Le travail du sol aux dents (chisel) laisse la surface du sol couverte de mottes et de résidus de culture qui réduisent considérablement les risques de ruissellement et d'érosion. C'est une des méthodes les plus efficaces sur les terrains de jachère ou de parcours, mais sur les champs il faut faire appel à des herbicides pour maîtriser les mauvaises herbes généralement enfouies par le labour.

31.2 Le drainage et les doubles dérayures.

Si les sols souffrent d'un engorgement en profondeur ou en surface, il faut organiser l'évacuation rapide des eaux pluviales que le sol refuse. Traditionnellement les labours sont effectués parallèlement aux couches de niveau. Ensuite les laboureurs exécutent une double dérayure entourant un gros billon (non travaillé, fixé par les adventices) au travers de la parcelle (oblique à la pente) pour drainer vers un exutoire aménagé en bordure de parcelle les eaux excédentaires ruisselantes dès leur naissance.

Cette technique traditionnelle permet l'évolution des terrains en terrasses progressives. La plantation d'arbres fruitiers sur le billon enherbé renforcera le système et le rentabilise. Une simple plantation d'arbustes (amandiers, grenadiers, opuntia, cognaciers) ou d'herbes vivaces en courbe de niveau aboutit au même résultat : la transformation d'un long versant tendu en une suite de pentes concaves plus douces et de talus raides enherbés. Sur les bassins étudiés certaines limites de parcelles ont joué le même rôle. Ces talus de 1 à 3 mètres de haut, demandent qu'on les entretienne (pas trop mordre à la base maîtriser les rongeurs qui creusent des terriers) sous peine d'y voir naître de nouvelles ravines.

31.3 La fertilisation organique et minérale.

Le drainage, l'érosion et l'exportation des récoltes entraînent des pertes de nutriments pour le sol qui s'épuise. Généralement, les stocks de nutriments du sol sont très importants en regard des exportations, mais les éléments nutritifs ne sont pas forcément disponibles à un rythme suffisant ni sous une forme assimilable pour assurer une croissance vigoureuse à tous les stades des plantes cultivées. D'après les analyses, la majorité des sols cultivés sont carencés en azote et phosphore, tandis que potassium, calcium et magnésium sont présents en quantités suffisantes. La présence de calcaire actif ($\text{pH} > 8$) risque aussi d'entraîner la rétrogradation de certains oligo-éléments.

L'apport de fumier (20 à 30 tonnes/ha/3 ans) pourrait résoudre ce problème... mais il n'est pas disponible en quantité suffisante et ne fait pas l'objet d'une production intensive. Seules les déjections sèches sont utilisées dans les jardins potagers et dans les trous de plantation des vignes et des arbres fruitiers. La disponibilité (à un coût attractif) d'engrais minéraux adaptés à chaque région et à chaque culture permettrait une meilleure valorisation des eaux pluviales rendues plus disponibles par la lutte contre le ruissellement.

Les cultures fourragères dérobées ou en rotation pourraient améliorer à la fois les propriétés physiques des sols et le stockage de l'azote (apport par les légumineuses).

31.4 Les rotations, les bandes alternées, les cultures associées et l'agroforesterie.

D'un simple point de vue agronomique, si on veut obtenir une production plus intense, il faut varier les cultures dans le temps (rotations) et dans l'espace (bandes alternées) pour réduire les risques phytosanitaires et augmenter l'exploitation de tous les niveaux du sol et de l'espace aérien.

En terrain de montagne, il s'agit d'organiser les versants pentus en une succession de bandes cultivées isohypses séparées par des talus enherbés (fourrager) et/ou plantés d'arbres (fruitiers ou fourragers). Ces bandes d'arrêt ne doivent pas être des surfaces perdues, mais doivent permettre de réduire les risques agricoles en diversifiant les productions commercialisables à diverses époques de l'année : du fourrager, des fruits et du bois (ex. cerisiers).

- Les arbres (à production multiple) pourraient donc être introduits avantagement dans ou autour des parcelles cultivées. Pour réduire la concurrence hydrique avec les cultures traditionnelles il faut les planter en haut d'un (futur) talus, tailler leur branches et couper dès la première année leurs racines superficielles d'un trait de charrue ou de soussoleuse à 50 cm du pied.

- La vigne et les cultures fruitières laissent généralement le sol de l'interligne dénudé pendant la majorité de la saison pluvieuse et froide. Diverses cultures (légumes secs, céréales, fourrages) à récolte précoce (avant la fin de la saison des pluies) pourraient profiter des excès d'eau temporaires pour se développer, couvrir mieux le sol donc le protéger contre la battance des pluies, améliorer l'infiltration et produire une biomasse précieuse (ex légumes secs et fourrages riches en azote). Ces techniques traditionnelles de cultures associées, abandonnées pendant la colonisation, devraient à la fois intensifier la production et réduire les risques d'érosion (en nappe et en ravine).

La rotation traditionnelle "céréale-jachère pâturée" est à remettre en cause. Elle ne permet qu'un repos bien médiocre des terres soumises au pacage extensif car les pertes par ruissellement et érosion sont très importantes sur ces terres battantes. La rotation "céréales-légumineuses" semble plus intensive et plus protectrice, surtout avec un petit apport d'engrais minéral.

Les plantations fruitières (surtout pommiers, abricotiers, vignes) sont très demandées par les paysans de la zone d'étude. Mais de vieilles plantations de figuiers sont abandonnées : les fruits sont trop fragiles pour être commercialisés dans les villes situées à plus de 20 km. Il ne faut donc pas planter n'importe quoi, n'importe où ! Une plantation fruitière exige un soussolage, une fertilisation et une taille annuelle ; elle ne sera rentable que si l'espèce est bien adaptée au milieu et les fruits recherchés sur le marché.

Pour le choix des espèces, il faut tenir compte de plusieurs critères :

1. économique - demande sur le marché régional ou international,
2. écologique - adaptation au sol et au climat (résistance à la gelée et à la sécheresse),
- présence de sujets témoins vigoureux et productifs,
- disponibilité en plants dans les pépinières régionales,
3. sociologique - demande des paysans.

TABLEAU N° 15

Caractéristiques des espèces retenues:

-Exigences climatiques.

Espèces	T° minimales			Résistance	Besoin en Eau	Observations
	Bouton	Fleur	Jeune fruit			
Poirier	-4.5°C	-2.8°C	-1.8°C	Redoute les grandes chaleurs; 35 à 38°: Brulures.	600 à 700 mm	Bonne résistance aux froids.
Abricotier,	-3.9°C	-2.2°C	-0.6°C	Très résistant	+500 mm	Floraison abondante et rapide. Résiste aux grands froids hivernaux.
Cerisier	-	-2.4°C	-1.1°C	Craint les grandes chaleurs. 35 à 38°: Brulures	600 mm	sensible aux gelées. Alt: 500 à 900 m.
Prunier	-3.9°C	-2.2°C	-1.1°C	Très résistant	+700 mm	Même dans le cas de longues gelées, son abondante floraison lui assure une fructification suffisante. Alt: 600 à 1200 m
Amandier		3°C	-1.1°C	Aux gelées et à des sécheresses prolongées	à partir de 200 mm	sensible à l'asphyxie résiste aux gelées 500 m
NB: ces T° sont des mini à ne pas dépasser, elles sont supportables durant des temps réduits.						
Pécher	-3°C	-2.5°C	-0°C	Résistant	+600 mm	Bonne résistance lors du repos végétatif.
Pommier	-4.5°C	2.8°C	-2.3°C	Redoute les grandes chaleurs. 35 à 38°: Brulure.	600 à 700 mm	Bonne résistance au froid
Olivier				Supporte la sécheresse très marquée	220 à 320 mm	Craint les gelées
Figuier	-5°C			supporte les forte chaleurs	résiste aux eaux salées	Ne craint pas les gelées

TABLEAU N° 16

Caractéristique des espèces retenues:-Exigences agrologiques.

Espèces	Profondeur	Texture	P.H	Resistance		Observation
				Asphixie	Calcaire	
Poirier	profond	S.A ou S	6à7	sensib.	sensib.	resiste au gel
Abricotier	peu prof.	A.	6.5à8	resist.	resist.	greffé sur prunier
Cerisier	profond	legère	6a7	sensib.	peu resist.	craint sol argileux
Prunier	peu prof.	A.L	5.5à7	trés resistant		bon resultat sur Arg.
Pommier	profond	A.	5à7	sensible		craint humidité
Pécher	peu profond	A.	7.5	sensib.	resist.	indifferent
Amendier	peu prof.		8à8.5	sensib.	resist.	terrains secs et legers
Olivier	profond	A.	6à8.5	sensib.	resist.	dégats à partir 8° C
Figuier	profond	evite A.	8à8.5	sensib.	resist.	ne craint pas les gelées

Les exigences agrologiques et climatiques des espèces fruitières concernées sont résumées aux tableaux 15 et 16.

3.2. AMELIORATION DES PARCOURS.

La majorité des parcours sont des terres dégradées issues soit de l'appauvrissement des forêts épuisées par le surpâturage et l'exploitation sans limite des arbres pour en tirer du bois d'oeuvre (constructions des maisons pour faire face à la pression démographique galopante).

Le parcours s'exerçant sans contrôle avec des charges qui dépassent largement les potentialités, on observe une dégradation des plantes utiles, une diminution de la densité du peuplement et l'envahissement par des plantes épineuses ou non appréciées.

Sur ces terres épuisées, le problème consiste donc à mettre temporairement en défens, à restaurer le niveau de fertilité des sols, à réintroduire les herbes et les légumineuses à forte potentialité fourragère et à organiser la gestion de ces pâturages intensifs. Pour ce faire on propose la mise en défens de parties ou totalité de versants (gardien + deux rangées de fil barbelé); la confection de petits fossés d'infiltration (2 m de long, 25 x 50 cm) avec rejet de la terre vers l'aval pour mieux retenir l'eau, ou vers l'amont pour former des terrasses progressives, fixation de ces terres travaillées avec des graminées, plantation d'une haie continue de buissons fourragers (Atriplex, Lycium, Olivier de bohème, Opuntia, etc...). Entre ces haies fourragères isohypses seront semées des graminées et des légumineuses (hedysarum, luzernes, etc...) sur le sol griffé sur quelques centimètres.

Les travaux cultureux pourront être exécutés à la charrue portée sur tracteur sur des pentes inférieures à 14 %, ou aux dents tractées par divers animaux sur les pentes < à 25 % ; elles seront très limitées et réalisées précautionneusement à la main sur les pentes supérieures à 25 %. Tous les 20 mètres des lignes d'arbres pourraient réduire la vitesse du vent (donc l'évapotranspiration), et favoriser la formation de terrasses progressives. Le pacage programmé entre ces haies fourragères devraient aussi favoriser la transformation naturelle des versants tendus en une suite de terrassettes et de talus. Une légère fumure minérale aiderait à maintenir une forte production de fourrages de qualité. L'espacement entre les haies devrait varier de 2 à 4 mètres en fonction de la pente, des pluies et de l'orientation des versants.

Exemples de plantations pastorales.

1. - Arbres :

- Caroubier
- Olivier de Bohème
- Frêne oxyphylle
- Murier
- Pistachier de l'Atlas
- Févier d'Amérique
- Robinier faux-acacia
- Acacia divers

2. - Arbustes :

- Prosopis juliflora
- Atriplex, halimus, numularia, etc...
- Opuntias
- Luzernes
- Caprier
- Medicago arborea
- Lyciet d'Arabie

Plantes herbacées.

- Sulla (Hedysarum)
- Luzernes rampantes
et diverses graminées (Cynodon dactylon, etc...).

3.3 L'AMENAGEMENT DES RAVINES.

Trois types de ravine sont reconnaissables : les ravins en V dû au ruissellement, les ravins en U dûs aux glissements de terrain et à la suffosion (Tunneling).

La plupart de ces ravines prennent naissance à partir du ruissellement des terres hautes sur versant concave (parcours ou cultures), à partir du réseau routier (mauvaise organisation du drainage) ou des oueds (érosion régressive).

Les mesures à prendre pour fixer les ravines sont de trois ordres :

- a) mise en défens de la zone ravinée pour supprimer le vagabondage du bétail et favoriser la repousse du couvert naturel.
- b) Révision du plan d'aménagement et de culture des terres environnantes pour réduire le ruissellement de pointe,
- c) Eteindre le ravinement par fixation mécanique (seuils) du fond et des lèvres des ravines pour permettre le rétablissement d'une couverture végétale naturelle. Végétalisation artificielle des sédiments et des versants stabilisés.

Les rigoles et les ravines de petites tailles, alimentées par des zones d'impluvium restreintes peuvent souvent être effacées par le travail du sol ou fixées par végétalisation (bande enherbée + lignes d'arbres : Fraxinus, Laurier rose, Tamarix, etc...).

Les ravines trop profondes, pour être effacées par les techniques culturales doivent être traitées en deux temps.

D'abord fixer le fond et les berges du ravin par construction de seuils en pierres sèches, en gabions (sur marnes), en maille plastique, en grillage, en sacs plastiques ou en fascines (selon les matériaux disponibles et les compétences des ouvriers).

Quatre règles sont à respecter impérativement :

- bien centrer les écoulements en construisant des ailes nettement plus hautes que le déversoir central,
- bien ancrer les ailes et les fondations pour éviter que le flux ne contourne le seuil,
- amortir l'énergie du tourbillon de chute par un lit de grosses pierres pour éviter le surcreusement du lit à l'aval et le basculement du seuil,
- écarter les seuils de telle sorte que le haut du seuil aval soit environ à la même hauteur que le pied du seuil amont (à 5 % près = pente de compensation).

Ensuite, dès que les sédiments atteignent 90 % du niveau définitif il faut fixer rapidement par des herbes basses au centre, des espèces pionnières sur les côtés (*Populus alba* ou *nigra*, *Salix* species, *Tamaris*, *Carex*, Roseaux de provence) et des espèces précieuses à croissance plus lente mais produisant du bois de qualité supérieure, des fruits ou du fourrage (ex noyers, cerisiers, peupliers sélectionnés, frênes, cèdres, poiriers, etc...).

La correction des ravines importantes passe d'abord par la stabilisation mécanique du fond et des lèvres des ravines avant de réimplanter la végétation sauf en milieu marneux trop souple, trop mobile pour supporter des barrages rigides. On fait alors appel à une correction biologique qui fait intervenir à la fois des lignes d'arbres très serrées et des graminées à croissance rapide supportant d'être couvertes par des séries de sédiments. L'implantation de légumineuses dans les divers étages de végétation améliorerait plus rapidement la fertilité des sédiments piégés et des versants décapés.

Correction torrentielle biologique.

Espèces : sur sol lourd à tendance argileuse, argilo-marneuse ou marneuse, et sur grès calcaire.

- Robinier faux acacia
- Ailante
- Olivier de Bohème
- Frêne
- Peupliers blancs et noirs
- Févier d'Amérique
- Eucalyptus gonphocephala
- Pistachier de l'Atlas
- *Tamarix articulata*
- *Prosopis juliflora*
- Noyer, cerisier, amandier
- Micocoulier
- *Acacia lophanta*
- Mûrier
- *Acacia cyanophylla*
- Caprier
- *Atriplex halimus* (si sol salé) *nummularia* dans les autres cas
- *Opuntia* sp.
- Luzerne arborescente (*Medicago arborea*)
- *Hedysarum (Sulla) sp*

3.6 AMENAGEMENT DES FOSSES DE DRAINAGE ET PROTECTION DES ROUTES.

Dans les Beni-Chougrane, une bonne partie des ravines prennent naissance en bordure des routes soit à l'exutoire des fossés de drainage soit sur les versants déséquilibrés par le creusement des talus en déblais. Lorsque les exutoires des routes ne sont pas bien protégés jusqu'en bas du versant, il se forme de profondes ravines qui rongent les terres adjacentes et causent des dégâts à l'assise de la route elle-même.

La première action à organiser consiste à protéger les fossés d'écoulement qui bordent les routes et à organiser le renforcement des exutoires (seuils en gabion, en maille ou sac plastique, enrochement des chutes, pavage de canaux ou coulis de béton). parallèlement, il faut stabiliser les terres cultivées environnantes.

L'inspection, l'entretien systématique et la réparation rapide des ouvrages constituent des mesures importantes trop fréquemment négligées : les investissements sont inutiles si on ne peut garantir l'entretien des ouvrages. Mais il doit être clair que rien n'est définitivement sauvé sans la présence d'une protection végétale herbacée et ligneuse fixant les sédiments et les versants. Tout dommage si minime soit-il, doit être immédiatement réparé avant d'évoluer vers la ruine irréversible des ouvrages.

3.7. CONCLUSIONS.

Pour être efficace la lutte antiérosive doit s'appuyer à la fois sur une saine gestion des eaux pluviales et des potentialités des terres, sur les intérêts des paysans-éleveurs et sur la gestion des sédiments risquant d'envaser les barrages (intérêts des habitants des plaines et des villes) en particulier la stabilisation des ravines, des oueds et des versants. Un certain nombre d'aménagements ont été proposés qui visent à la fois le développement rural, l'amélioration de la production grâce à une meilleure gestion de l'infiltration de la fertilité des sols et de la diversité des espèces végétales.

Si le problème est abordé d'emblée avec les paysans sur leurs parcelles dispersées dans le paysage pour les sensibiliser à ce grave problème, il faut que le promoteur de l'aménagement dégage rapidement les grandes lignes d'action d'un plan d'aménagement global à l'échelle du bassin versant (l'échelle de base du traitement des problèmes d'aménagement antiérosifs). Il faut en effet s'appuyer sur les synergies des aménagements des diverses parcelles et sur l'effet d'entraînement des activités de développement sur l'ensemble de la communauté rurale. Mais ceci ne peut être exigé d'emblée et n'est acquis qu'après une longue période de démonstration et de mise en confiance.

CHAPITRE 4. CONCLUSIONS GENERALES.

Arrivé au terme de la première phase de notre étude sur l'aménagement intégré des microbassins dans les Beni-Chougrane, il nous faut conclure.

1. Le milieu physique semi-aride, les pluies qui tombent en averses erratiques en saison froide, les paysages jeunes marnogrésocalcaires, les pentes raides, les sols instables, battants limoneux et pauvres en matières organiques, souvent épuisés et carencés en N et P, la végétation méditerranéenne détruite par le surpâturage et la mise en culture, l'élevage extensif de moutons et de chèvres : tout indique un milieu fragile, épuisé, surexploité.

2. De plus la population est très jeune (> 50 % de moins de 18 ans) et la densité est assez forte déjà en rapport avec la fragilité du milieu. Les familles sont nombreuses et à peine 20 % des enfants sont scolarisés. Pourtant, la tendance actuelle de l'Algérie est d'intensifier l'agriculture de montagne pour retenir les populations à la campagne : il n'y a plus d'avenir pour eux en ville, l'industrie lourde a déçu !

C'est dans ce cadre, certes encore à préciser sur certains points, qu'il nous faut faire des propositions pour réduire la dégradation de l'environnement par les différents formes d'érosion.

Le point le plus positif est la volonté des paysans de s'en sortir en développant la vigne et l'arboriculture sans pour autant cesser de diversifier sa production et de viser l'autosuffisance (céréales et légumes).

Dans un deuxième stade il devrait être possible de proposer des actions capables d'améliorer substantiellement la production et de mieux couvrir le sol :

1. remplacement de la jachère pâturée par une production fourragère (vesce, avoine, sulla) + engrais,
2. Intensification de la production céréalière par l'introduction modérée des engrais minéraux (N + P), et des semences sélectionnées.
3. Organisation des versants en bandes de culture isohypses avec des bandes d'arrêt enherbées (fourrages) et arborées (fruitiers),
4. cultures de légumes, de céréales ou de fourrages associés à la vigne et aux arbres fruitiers.

Le challenge va résider dans l'organisation d'un élevage intensif non divagant, la formation de troupeaux villageois confiés à un vrai berger chargé d'exploiter systématiquement la biomasse produite sur les parcours enrichis, sur les talus et dans les champs et de produire du fumier de qualité en quantité importante.

Pour augmenter la biomasse, il faut compter sur l'amélioration de l'infiltration dans les champs et dans les pâturages rénovés par les techniques culturales. Le ruissellement restant devrait être capté et recyclé (irrigation d'appoint des jardins, potagers et vergers et alimentation hydrique des troupeaux) dans des Megden améliorés (mares où sont captées les eaux de ruissellement) et de petites retenues collinaires.

C'est l'ensemble de ces opérations de développement qui, jointes à quelques opérations de fixation des ravines réduiront les débits de pointes et les transports solides des oueds qui provoquent la majeure partie de l'envasement des barrages.

L'Etat et les paysans doivent donc unir leurs moyens pour réussir un développement harmonieux du pays.

BIBLIOGRAPHIE

- AUBERT (G.), 1987. Quelques remarques sur la susceptibilité à l'érosion hydrique des sols de la région de Médéa. ORSTOM - Réseau Erosion, Bulletin 7 : pp 97-99.
- AUDRY (P.), COMBEAU (A.), HUMBEL (F.X.), ROOSE (E.), VIZIER (J.F.), 1973. Essai sur les études de dynamique actuelle des sols. Bulletin du Groupe DAS n° 2 ORSTOM Paris, 126 p + Annexes.
- BAGNOULS (F.), GAUSSEN, 1953. Saison sèche et indice xérothermique. Cartes des limites écol., Toulouse VIII, 46 p.
- BNEDER, (1982). Etude de développement intégré des Monts de Beni-Chougrane, Algérie, 167 p.
- CTFT. Conservation des sols au Sud du Sahara. Ministère Coopération Paris, 295 p.
- DALLONI (M.), 1924. Note préliminaire sur le terrain crétacé des Monts de la Mina et du massif des Beni-Chougrane, (Tell oranais), 33 p.
- DALLONI (M.), 1939. Géologie appliquée de l'Algérie. Ed. Masson et Cie, Paris, 888 p.
- DUCHAUFFOUR (P.), 1979. Pédogénèse et classification. Ed. Masson et Cie, Paris, 471 p.
- FAO, 1982. La conservation du sol comme moyen d'accroître la production agricole en Afrique dans les contextes notamment de la culture nomade. 12ème conférence régionale pour l'Afrique, 1982, Alger, 11 p.
- GLANGEAUD (L.), 1955. Déformation plio-quadernaire de l'Afrique du Nord, Geologische Rundschau, 25 p..
- GRECO (J.), 1966. La défense des sols contre l'érosion. Edit. La Maison Rustique, Paris, 183 p.
- GRET, 1950. Manuel de conservation du sol. CRET, Paris France, 359 p.
- I.N.A. Etude d'un profil cultural. Polycope INA, Alger, 57 p.
- KHOUANE (H.), 1982. Etude géologique et hydrogéologique de l'oued Zelamta, Université d'Oran. Thèse d'ingénieur, 170 p.
- MESSAOUDI (N.), 1984. Contribution à la cartographie des sols de la région de Thenia et étude géomorphologique. INA, Alger, 91 p.
- ONM. Atlas Climatologique National : recueil de données de 1977 à 1983. Station de Mascara, 14 p.
- ROOSE (E.), 1987. Evolution des stratégies de lutte antiérosive en Algérie. Nouvelle démarche la GCES, Réseau Erosion, Bulletin 7 : pp. 91-96.

- ROOSE (E.), CAVALIE, 1988. Nouvelle stratégie de gestion conservatoire de l'eau et des sols : GCES. Application en France et en Afrique occidentale : ISCO 5 Bangkok, 14 p.
- SARI (D.), 1977. L'homme et l'érosion dans l'Ouarsenis (Algérie), SNED, Alger, 624 p.
- SELTZER (P.), 1946. Le climat de l'Algérie, Alger, 218 p.
- TAVERNIER (R.), VAN WAMBEKE (A.), 1976. Détermination du régime hydrique des sols d'après le système Newhall. Ann. de l'INA, Alger, V,2, pp. 5-20.
- TRICART (J.), MICHEL (P.), 1965. Morphogénèse et pédogénèse. Sciences du sol, n° 2 : 149-156.
- USDA, 1975. Soil taxonomy : a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. Agriculture Handbook n° 436, Washington, 754 p.
- WISCHMEIER (W.), JHONSON (C.), CROSS (B.), 1971. A soil erodibility nomograph for farmland and construction sites. J. of Soil and Water Conser., 26, 5 : 189-192

DOCUMENTATION CARTOGRAPHIQUE

- Carte topographique (IGN)
 - . Carte au 1/50 000 - 1/25 000
 - feuille 183 Mohammadia
 - feuille 185 Ain Fares

- Carte géologique
 - . Carte au 1/50 000
 - Feuille n° 183 Ain Fares, M. DALLONI, 1926
 - Feuille n° 183 Mohammadia (Perregaux), M. DALLONI, 1936

- Photo aérienne
 - Mission 72, échelle 1/20 000 - Agrandiss : 1/5 000
 - Mission 82, échelle 1/10 000 - Agrandiss : 1/5 000

ANNEXE 1

Associations et espèces rencontrées dans les Beni-Chougrane

par BOUACHE M. et MORSLI B.

INTRODUCTION

Le massif de Beni-Chougrane est compris dans le domaine le plus favorable à la croissance des espèces communes des régions telliennes.

Les associations les plus répandues dans les Beni-Chougrane sont celle de l'Olivier-lentisque, celle du Pin d'Alep, celle du Chêne vert et celle du Thuya de barbarie. Il y a lieu de signaler aussi des enclaves d'autres associations, tels que l'association steppique (décrites par Sari, 1979).

Les paysages originels sont rares par suite de la dégradation quasi générale des boisements. Certes des îlots forestiers, relativement bien conservés, existent encore, comme ceux des massifs de Guetarnia, de Fergoug, des Beni-Khemis, de Bouziri et du Cheurfa (Bneder, 1982).

Dans l'ensemble des Beni-Chougrane, le couvert forestier qui représente un taux de boisement de <10 % est loin de protéger ces monts des phénomènes érosifs (Bneder, 1982).

Ces associations végétales sont bien adaptées à ce milieu, mais leur dégradation ainsi que leur disparition progressive, doivent être attribués aux activités anthropiques.

L'association de l'olivier-lentisque.

Cette association est bien adaptée aux conditions climatiques. Dans la zone étudiée, elle n'est représentée que par de rares témoins ; cette association est dégradée et commence à disparaître progressivement par suite de l'extension des cultures et de la surcharge pastorale. En effet, dès que les pressions humaines se relâchent, la régénération redevient normale, comme le souligne en particulier la réapparition constante des touffes de jujubier, alors que ces dernières font l'objet d'extraction mécanique avant chaque labour. Elle est généralement constituée par l'olivier, le *Pistacia lentiscus*, le *Chamaerops humilis* (doum). On y rencontre souvent le jujubier.

Association du thuya.

Le thuya est le faciès le plus étendu dans les Beni-Chougrane puisqu'il est caractérisé par une grande plasticité vis-à-vis des précipitations et la nature du sol. Le sous-bois comprend souvent les mêmes espèces que celles de l'olivier-lentisque : chêne vert, romarin et pistachier.

Association du pin d'Alep.

C'est l'une des plus importantes du massif, il s'agit en effet d'une essence très robuste. Cependant, cette essence remarquable reste vulnérable aux incendies. Cette formation est en association avec le chêne vert sur les différents massifs forestiers (Bneder, 1982).

Association steppique.

La steppe qui parvient à s'installer jusqu'au piémont Nord des Beni-Chougrane (proximité du djebel Bouziri), est une formation naturelle herbacée, très ouverte et très irrégulière. Cette association steppique est constituée généralement de l'armoïse blanche (chih) et quelque fois de l'alfa: la présence de cette association est un indice de dégradation.

Genre et Espece	Sites
<i>Achillea leptophylla</i>	parcours dégradés
<i>Anocyclus clavatus</i>	champs
<i>Asterisaes aquaticus</i>	terrains rocailleux
<i>Asteriscus maritimus</i>	terrains rocailleux
<i>Asphodelus microcarpus</i>	parcours dégradés
<i>Anthyllis vul neraria</i>	champs et bords des routes
<i>Astragalus monspessulanus</i>	parccours dégradés et terrains rocailleux
<i>Anthoxanthum odoratum</i>	champs
<i>Archusa azurea</i>	champs
<i>Adonis annua</i>	champs et parcours
<i>Aceras anthropophrum</i>	terrains calcaires et parcours dégradés
<i>Ampelodesma mauritanicum</i>	parcours et ravines et fonds d'oueds
<i>Asphodelus microcarpus</i>	ravins, champs et parcours
<i>Agropyrum elongatum</i>	champs
<i>Bellis annua</i>	bas-fonds de ravines (humides)
<i>Bromus rubens</i>	champs parcours
<i>Borago officinalis</i>	champs et bords des routes
<i>Calendula arvensis</i>	champs et vignobles
<i>Centaurea pullata</i>	parcours et talus herbeux
<i>Chrysanthemum caronarium</i>	champs cultivés
<i>Calendula bicolor</i>	champs
<i>Carthamus lanatus</i>	champs et terrains incultes
<i>Calycotome spinosa</i>	forêts et terrains rocailleux
<i>Cynoglossum cheirifolium</i>	talus et bords de routes
<i>Convolvulus tricolor</i>	champs, parcours non dégradés
<i>Convolvulus althaeoides</i>	champs et bords des routes
<i>Cynodon dactylon</i>	champs, ravines, parcours (sols marneux et léger
<i>Capparis spinosa</i>	ravines, sols marneux très dégradés
<i>Chamaerops humilis</i>	parcours dégradés
<i>Erodium moschatum</i>	champs
<i>Fumaria capreolata</i>	parcours dégradés
<i>Foeniculum vulgare</i>	champs et lieux incultes
<i>Galactite tomentosa</i>	côteaux rocailleux et bords des routes
<i>Gagea granatelli</i>	parcours dégradés

Genres et Espèces	Sites
<i>Globularia alypum</i>	terrains rocaillieux
<i>Hordeum murinum</i>	champs et parcours
<i>Hypocrepis pendulum</i>	champs et parcours
<i>Hedysarum esp</i>	champs parcours et flancs des ravines
<i>Iris planifolia</i>	parcours dégradés et terrains rocaillieux
<i>Iris sisyrinchium</i>	terrains sablonneux et rocaillieux
<i>Juncus acutus</i>	fonds des pueuds
<i>Lavendula dentata</i>	terrains calcaires
<i>Lavatera arborea</i>	terrains rocheux
<i>Merendera filifolia</i>	terrains argileux et parcours non dégradés
<i>Muscari comosum</i>	champs de blé et vignobles
<i>Micromeria inodora</i>	terrains calcaires
<i>Malva sylvestris</i>	champs et bords des routes
<i>Mondragara autumnalis</i>	terrains argileux, parcours dégradés
<i>Médocago arborea</i>	parcours et ravines
<i>Narcissus elegans</i>	parcours non dégradés, bords des routes
<i>Nerion oleander</i>	fonds des oueds et des ravines
<i>Oryzopsis milliacea</i>	ravines et terrains dégradés
<i>Orchis mascula</i>	parcours non dégradés
<i>Paronychia argentea</i>	parcours non dégradés
<i>Paronychia kapelus</i>	champs cultivés
<i>Papaver rhoeas</i>	champs et parcours
<i>Pantago ovata</i>	champs et parcours
<i>Pituranthos scoparius</i>	terrains rocaillieux et parcours dégradés
<i>Populus alba</i>	bas-fonds des ravines
<i>Pistacia lentiscus</i>	versants rocaillieux
<i>Rosmarinus officinalis</i>	garrigues
<i>Renonculus bullatus</i>	parcours non dégradés
<i>Reseda arabica</i>	champs et parcours dégradés
<i>Raphanus raphanistrum</i>	champs
<i>Scorsonea esp</i>	jachères pâturées
<i>Scilla lingulata</i>	parcours non dégradés et bords des routes
<i>Silene fuscata</i>	champs et terrains argileux
<i>Silene colorata</i>	champs et bords de routes
<i>Scabiosa sellata</i>	champs et parcours non dégradés
<i>Stipa tenacissima</i>	parcours rocaillieux
<i>Sinapis arvensis</i>	champs
<i>Tulipa sylvestris</i>	cultures et terrains argileux
<i>Trifolium stellatum</i>	terrains sableux et bords de routes
<i>Thymus ciliatus</i>	versants rocaillieux
<i>Urginea maritima</i>	parcours et côtes
<i>Zizyphus lotus</i>	champs, ravines, sols profonds et argileux.

Surfaces cultivées = Variete

Douar Ouled-Seghir

N°	F.V	Sce	Morc	Vig.	POM.	Prun.	Poir.	Fig.	Amnd.	Orge	Ble	P.Pois	Fev.	P;terre p;	P.ch.	Oig.
1	D	35	17	3.5	1					3	2	1.5	0.25		1	1
2	D	1	4	0.5	0.5											
3	D	35	14	8	1	2	1	1			2	0.25		0.5	0.5	2
4	D	3	10	0.3		0.3			0.3	0.5	0.5					
5	M	30	9													
6	D	11	7	2	0.5				2	4						0.5
7	DM	2	10							0.75						
8	D	2	5	1						0.5	0.5					
9																
10	D	6	2	1						1						
11	D	1.5	10	1	0.25				0.25							
12	D	10	5	1	0.5			0.5		2	1	0.5	0.5		0.5	
13	D	7	8	1.5	0.5					2.5	2.5					
14	D	5	10	2	1		0.5		0.5							
15	D	2	3	0.5	0.3	0.3			0.4	0.25	0.25					
16	M	3	12													
22	D	13	4	1.5	0.5					1.5	1.5					
24	D	12	4	0.5												
27	D	0.5	1	0.5												
28	D	2	5							1	1					
29	M	3	8							1						
32	D	15	9	1			1	0.5	1	12						
35	D	2	2	1						1						
36	D	8	6	1	0.5	0.5										
37	D	10	5	1	0.5					1.5						
38	D	5	7		1					2	2					
39	D	1	6	0.5	0.5											
40	D	1	6	0.25	0.25											
42	D	8	10	1.5	0.25	0.25				2	2					
43	D	12	60	0.5	1			0.25		0.5	1	0.25				
45	D	4	5	2												
46	D	3	5	0.25						1						
48	D	1	6	0.5												
49	D	11	12	2					.5	2						
0	D	2	5	0.5												
52	D	1.5	3	1.5												

AVOINE

Annexe 2 - Résultats de l'enquête

Surfaces cultivees + Varietes

Douar Hadjadja

N°	F.V	Sce	Morc	Ving.	Pom.	Prun.	Poir.	Fig.	Am.nd.	Orge	Ble	P;Pois	Fev.	P.ch.	P;terre	Oig.
1	D	8 ha	15	0,5	0,25					2	1	0,25		0,25	0,25	0,25
2		5	10	1	0,5	0,25		0,25								
3		14	13	0,5				1	0,5	3	3	.5	0,25	1	1	.5
4		4	13		0,25					1	1		0,25			Ail
5		2	7							1						
6		1	4	2	4	2				1	1			0,5	1	0,5
7		14	6	0,25	0,75			0,25		4	2	0,25	0,25	0,5	0,3	
8		10	7	0,5	0,5					1					0,5	
9		7	15	1	1		0,5			0,5	2	0 1	0 1	0 10		0,10
10		15	20	1						0,5	0,5					
11		4	10	0,25					0,25	1			0,25		0,25	
12		1,5	4	0,25	0,25					0,5					0,5	
13		2	3	1	0,15	0,25		0,25		4	1				1	
14		4	4						0 5	4	4					
15																
16																
17																
18																
19																
20																
21																
22																
23																
24		7	10	0,25						4	3			1		
25		14	6	1,5	0,5				0 5	2	2		0,5	0,5	0,5	0,40
26																
27		2	3		0,5											
28		2	3													
29		4	15		0,25					0,5	0,5					
30		10	20	0,25						0,0	0 50					
31		3		0,5						1,5	1					
32		1	1													
33										0,25				0,75		
34																

Propriétaires en ville-

1-58

Surfaces cultivées + Varietes

Douar Ben-chenane

N°	F.V	Sce	Morc	Vig;	Pom.	Prû.	Poir.	Fig.	Amend.	Orge	Ble	P;POIS	Fev.	P.terre	P.ch.	Qlg
1	DM	4	3					1		1.5	1.5					
2	M	3.5	7							0.75	0.75					
4	D	10	15							1	1					
5	D	2	3	0.4												
6	DM	6	12	0.5						1	0.5					
7	D	6	30	1				0.5		1	1	0.5				0.5
8	r	20	25	0.5				0.5		1	1					0.5
10	M	3	4	0.5						1	1					
11	D	1	3	0.3						0.25	0.25					
12	DM	8	14	1				0.5		2.5	2.5					
13	D	6	30	0.5	0.25	0.5		0.4		1	1	0.5				0.5
14	r	6	14	0.5	0.25					1.5	1					0.5
15	M	1	1							.5	.5					
16	D	2.5	3	0.5	0.5					0.5	1					
19	D	5	30	0.20	0.20					1	1					
22	Locat	1	5							0.5	0.55					
29	D	1	3		0.5			0.5								
31	D	8	4	1	0.25			0.10								
32	D	2	6	0.5	0.5											

Les exploitants manquants sont représentés par:

Les ménages habitants en ville.

Les ménages habitants sous le même toit avec leurs parents.

En ce qui concerne les ménages habitants en ville, il est impossible d'avoir les données les concernant; il est également impossible d'avoir des données concernant leurs propriétés par le biais des autres exploitants. Les ménages habitants en ville sont de 9 pour le Douar de Ouled-Seghir, de 8 pour le Douar de Hadjadja et de 5 pour le Douar de Ben-Chennane, soit un total de 22 ménages pour les deux micro-bassins.

Les ménages vivant sous le même toit que leurs parents sont au nombre de 08 pour le Douar de Ouled-Seghir, de 04 pour le Douar de Hadjadja et de 08 pour le Douar de Ben-Chennane, soit un total de 20 ménages pour les deux micro-bassins.

- 98 -

Annexe 3 - Questionnaire agro-socio-économique (BENELOUATI)

Composition de la famille

Propriétaire (exploitant):

-Age:

Epouse (s):

(Age:

Nombre d'enfants à charge:

Garçons:

Age:

Filles:

Age:

Autres

Nbre

Age

*Activités

Exploitant :

-Mode de faire valoir

-Activités agricoles (annexes)

-Autre(s) activité(s)

-Autres revenus (salaire-retraité-pension.)

Effets de comportement de l'agriculteur en fonction du type de faire valoir.

Epouse(s):

Activité(s)

Enfant(s):

-Travaillant dans l'exploitation:Nbre

-Tâches

-Travaillant ailleurs

Nbre:

Emplois:

Scolarisation

Nbre de garçons: /

Age:

Nbre de filles:

Age:

Total:

Autres

Exploitation

- Superficie
- Nombre de parcelles
- Structure
- Emplacement
- Valeur agricole des sols
- Cultures
- Eloignement

.....
Techniques culturales

cultures	Orge	Blé	Legumes	Secs	varietés	Vigne
opération						
Labours						
Semailles						
Desherbage						
Recolte						
Stockage						
Semences						
Engrais						

cultures	Orge	Blé	Legumes secs: varietés				vigne
opération							
P.P.S							
Arrosage							
Autres							

Techniques culturales: cultures maraichères et Arboriculture

culture	cultures maraicheres :varietes				Arboriculture		
opération							
Labours							
Semailles							
Desherbage							
Recolte							
Stockage							
Semences							
Engrais							
P.P.S							
Arrosage							
Autres							

Calendrier cultural

	Orge	Blé	Leg.secs	Cult;maraiçh	Arbo:	Vigne
Labours						
Semailles						
Desherbage						
Engrais						
P.F.S						
Arrosage						
Autres						

Traction (travail) mécanique et/ou animale utilisée

Traction mécanique

Traction animale

Engins:

Mulet:

Anes:

Chevaux:

bœufs:

Materiel:

Sous-produits de l'élevage.

	Viande		Lait		Laine		Oeufs	
	Q	V	Q	V	Q	V	Q	V
Consommé								
Vendu								
Transformé								
Echangé								
Autres								

Methode d'élevage

Conditions alimentaires

Abreuvement

Charge de pacage $\frac{\text{surface utilisée}}{\text{Nbre Tete}}$ tête/ha

Lieux de pacage

Réaction et mesures prises en cas d'épizooties

Agriculture-elevage

Jachere ----- alimentation (durée)

Restes de champs de Blé(ou ravages par sécheresse

-----Alimentation (durée)

Restes des cultures maraicheres-----Alimentation (durée)

Restes des légumes secs -----Alimentation (durée)

Paille de céréale -----Alimentation(durée)

Elevage-----Agriculture

Dejections animales ----- Fumure (remplace les defaillances en engrais chimique peu disponible)

Fumier : couvre quel pourcentage des besoins en engrais ?

Commercialisation ----- Méthode de vente

<u>Produits agricoles</u>	{	sur pied
		au marché

<u>Produits animaux</u>	{	sur pied
		au marché

Qui fixe le prix

Amenagement

-Avez vous vu des aménagements ?

-Avez-vous entrepris un(s) aménagement ?

-Que pensez-vous de ces aménagements ?

-Seriez-vous partie prenante dans un aménagement concernant votre zone ?

-Que font les organismes de réalisation tel que l'O.A.M.V ?

Bilan de l'exploitation

Revenu brut

Revenu en valeur

Valorisation de la journée de travail

Possibilités d'épargne

Perspectives d'amélioration des conditions de travail et de production. (est-ce que l'argent épargné est réinvesti dans l'exploitation ou non) ?