



HAL
open science

Le bassin versant de Roujan : Caractéristiques générales du milieu

Patrick Andrieux, Robert Bouzigues, Christian Joseph, Marc Voltz, Philippe Lagacherie, Michel Bourlet

► To cite this version:

Patrick Andrieux, Robert Bouzigues, Christian Joseph, Marc Voltz, Philippe Lagacherie, et al.. Le bassin versant de Roujan : Caractéristiques générales du milieu. INRA; UR Science du Sol Montpellier. 1993. hal-04759050

HAL Id: hal-04759050

<https://hal.inrae.fr/hal-04759050v1>

Submitted on 29 Oct 2024

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

LE BASSIN VERSANT DE ROUJAN

CARACTERISTIQUES GENERALES DU MILIEU

**ANDRIEUX P., BOUZIGUES R., JOSEPH C.* , VOLTZ M,
LAGACHERIE Ph. et BOURLET M.****

INRA - UR Science du Sol - Montpellier

* Université Montpellier 2 - Laboratoire Hydrologie et Modélisation.

** INRA - UR Science du Sol - Avignon



ROUJAN



Chapelle
⊙ St. Nazaire

MARGON

BASSIN VERSANT DE ROUJAN

ÉCH. : 0

500m.



TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION	7
1. PRESENTATION GENERALE: CADRE REGIONAL ET CLIMAT	11
1.1. Situation géographique.....	11
1.2. Hydrographie.....	11
1.3. Le climat.....	11
1.3.1. Pluviométrie	11
1.3.2. La température.....	12
1.3.3. Les vents.....	12
1.3.4. ETP.....	13
1.4. Occupation des sols.....	13
2. GEOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE.....	15
2.1. Le bassin versant dans le cadre géologique régional.....	15
2.2. La géologie du bassin versant	17
2.2.1. Les formations miocènes.....	17
2.2.2. Les formations continentales de la période post-miocène.....	19
2.2.3. Les formations de versant.....	19
2.3. Le bassin versant dans le cadre hydrogéologique régional	21
2.4. Hydrogéologie du bassin versant.....	22
2.5. Essais de pompage	23
2.5.1. Campagne de pompage de juin 1992.....	23
2.5.2. Campagne de pompage d'août 1992	23
2.5.3. Conclusions	24
3. LES SOLS	25
3.1. La démarche cartographique	25
3.1.1. Critères cartographiques.....	25
3.1.2. Méthode cartographique.....	25
3.1.3. Présentation des documents.....	25
3.1.4. Précision de la carte et pureté des limites.....	26
3.2. Eléments de reconnaissance des séries de sols.....	26
3.2.1. Les sols du plateau et de sa bordure	26
3.2.2. Sols des versants aménagés en terrassettes.....	28
3.2.3. Les sols de glacis	28
3.2.4. Les sols de la dépression centrale.....	29
3.3. Caractéristiques minéralogiques des sols.....	30
3.4. Caractéristiques physiques des sols.....	31
4. CONCLUSION GENERALE	32
· Le cadre géomorphologique	32
· Les sols	32
· Le fonctionnement hydrologique du bassin versant	33
ELEMENTS BIBLIOGRAPHIQUES	34
PUBLICATIONS EN RELATION AVEC LE PROJET Allegro-ROUJAN	35
ANNEXES.....	36

INTRODUCTION

Ce rapport est le fruit d'un travail collectif. Il a pu être réalisé grâce à la participation de:

- ANDRIEUX P., BOUZIGUES R., BORNAND M., CONVENTI S., FALIPOU P., FAVROT J.C., HUTTEL O., LABAU G., LAGACHERIE Ph., VOLTZ M. - INRA, UR Sc. du Sol - Montpellier.
- BOURLET M. - INRA, UR Science du Sol - Avignon.
- JOSEPH C. - Université Montpellier 2, Laboratoire Hydrologie et Modélisation - Montpellier.
- AZNAR J.L., CHAVERNAC C., ROBBEZ-MASSON J.M. et des étudiants DAA 1991 (BILLY F., DROIN T., MOLLET J.M) - ENSA, Chaire de Science du Sol - Montpellier.

Ce document est une première synthèse des connaissances concernant les principales composantes du milieu (géologie, hydrogéologie, climat et cartographie des sols) caractérisant le bassin versant de Roujan. Il s'adresse à tous ceux qui sont amenés à intervenir sur le bassin versant et qui souhaitent à cette occasion prendre connaissance du site dans sa globalité, et s'informer sur les conditions de mise en place des principales formations géologiques et des matériaux pédologiques.

Cette étude a été initiée en janvier 1991 dans le cadre plus large du programme de recherche pluridisciplinaire ALLEGRO ("AnaLyses Locales Et intéGrées de la RessOurce en eau. Un projet d'hydrologie méditerranéenne."), qui a pour objectif l'étude hydrologique du bassin versant de la Peyne, un affluent de l'Hérault. Le bassin de la Peyne couvre environ 125 km² de superficie. Il peut être divisé en deux ensembles géographiques distincts:

- la haute vallée de la Peyne caractérisée par un relief accidenté et une végétation de type garrigue avec chêne vert dominant;
- la basse vallée de la Peyne où l'on rencontre au sein d'un relief plus adouci le paysage viticole typique de la moyenne vallée de l'Hérault.

Au sein du programme ALLEGRO, plusieurs équipes et unités de recherche interviennent à différentes échelles de travail. Trois principaux groupes se sont constitués pour travailler sur trois domaines distincts, le bassin versant de la Peyne dans son ensemble, la haute vallée de la Peyne et la basse vallée de la Peyne. Ce rapport concerne exclusivement ce dernier domaine et constitue un premier document de synthèse sur le bassin versant de Roujan (programme "Allegro-ROUJAN").

Le projet Allegro-ROUJAN s'inscrit dans le cadre de deux objectifs généraux:

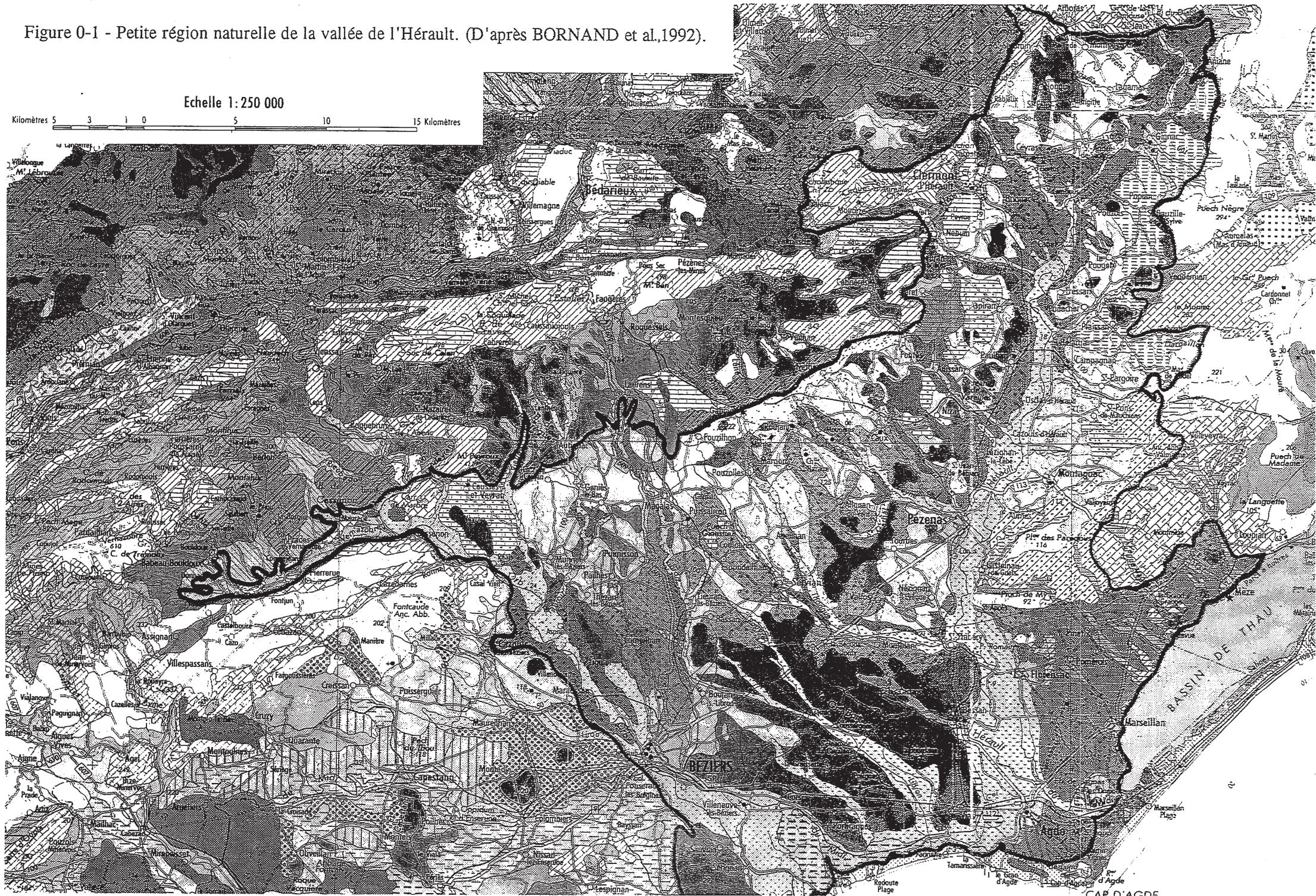
1- L'identification et la quantification de la répartition spatio-temporelle des flux dans le système cultivé viticole méditerranéen en fonction de sa variabilité pédoclimatique. Il s'agit de pallier le manque de connaissances actuelles sur le bilan hydrique et hydrologique de la culture de la vigne dans la zone méditerranéenne. Il existe en effet très peu de données sur l'estimation des flux de transpiration, d'évaporation et de ruissellement pour cette culture et selon les différents itinéraires techniques adoptés. La connaissance de ces flux est indispensable pour définir les voies potentielles de transport de substances polluantes en fonction des principaux contextes pédologiques et géomorphologiques. Mais il doit également permettre de mieux appréhender les modifications majeures sur le cycle de l'eau que vont produire les changements d'occupation du sol (remplacement de la vigne par la jachère ou des cultures irriguées) prévus à moyen terme en zone méditerranéenne.

2- L'analyse de la contamination des sols et des eaux par pollution diffuse des produits phytosanitaires de la vigne. Il s'agit d'identifier et de comprendre le devenir de substances réputées polluantes, dont l'utilisation est très intensive dans le cas de cultures pérennes telles que la vigne. Ainsi d'après MUNOZ (thèse CEMAGREF, 1992), la vigne recevrait 51% du total des pesticides employés en agriculture en France, dont 61% correspondent à des fongicides minéraux (cuivre, soufre). D'un point de vue finalisé, l'objectif est d'évaluer les implications environnementales des différents itinéraires culturaux de la vigne, et de prévoir les risques liés à la tendance actuelle d'abandon du travail du sol et de recours au desherbage chimique. Ces risques sont doubles: pollution d'eaux pouvant, suivant les endroits, être introduites dans les circuits d'eau potable; et éventuelle phytotoxicité des sols, empêchant certaines options de diversification de la culture de la vigne.

Figure 0-1 - Petite région naturelle de la vallée de l'Hérault. (D'après BORNAND et al.,1992).

Echelle 1:250 000

Kilomètres 5 3 1 0 5 10 15 Kilomètres



Les échelles spatiales concernées, dans le cadre d'objectifs de gestion, d'aménagement et de protection des ressources en eau et en sols en zones cultivées, sont principalement celles de la **parcelle agronomique** et du **bassin versant élémentaire**. Le bassin versant élémentaire peut-être considéré comme une échelle de diagnostic en termes de qualité et de quantité d'eau, car c'est une unité d'espace où se forme la ressource en eau et où s'intègrent les variabilités du milieu et des phénomènes. Réciproquement, dans le domaine cultivé, la parcelle agronomique correspond à l'échelle d'intervention privilégiée, car elle est le plus souvent l'unité de base des pratiques agricoles.

Pour accéder à la compréhension des phénomènes à ces deux échelles, le dispositif expérimental de notre projet est concentré sur un bassin versant élémentaire: le bassin versant de Roujan.

Les critères de choix de ce bassin versant sont:

- **d'ordre géographique et topographique:** superficie d'environ 1 km² suffisamment intégratrice du point de vue des flux; variété de situations topographiques et géomorphologiques; présence d'un exutoire bien défini et enfin sa proximité de Montpellier (environ 60 km).
- **d'ordre agronomique et pédologique:** nous avons cherché un site représentatif du contexte languedocien au plan des mutations agricoles en cours, de la diversité agronomique, des itinéraires culturels pratiqués par les vignerons et des sols. Le bassin versant de Roujan constitue un des sous-secteur de référence représentatifs de la petite région naturelle de la Vallée de l'Hérault: "plaines de l'Orb et de l'Hérault" (FAVROT et al., 1992) qui constitue l'une des 80 petites régions naturelles du Languedoc-Roussillon, définies à partir de la carte des paysages pédologiques au 1/250 000 (BORNAND et al., 1992). Les contours de cette petite région naturelle, couvrant une superficie d'environ 119 000 ha, ont été représentés sur la figure 0-1.

Les spécificités du site par rapport aux autres bassins versant étudiés en France concernent principalement sa forte **anthropisation**, sa **zone climatique** et son **système de culture**. Ces trois facteurs ont bien évidemment une incidence forte sur la nature des processus de transport que l'on analyse sur le bassin versant et sur les méthodologies de mesure et de modélisation que l'on y développe. La zone méditerranéenne est caractérisée par une forte variabilité inter-annuelle et intra-annuelle du régime pluviométrique avec l'existence de périodes de crise prononcées (orages à intensité très forte) survenant à la suite de périodes de sécheresse prolongée. L'étude des phénomènes de transferts (par exemple le rapport infiltration/ruissellement) requiert de travailler à différentes échelles de temps, notamment à des pas de temps très fins durant des épisodes de crise. Enfin, la culture de vigne, du fait d'une couverture végétale discontinue et d'un enracinement très hétérogène, implique des dispositifs expérimentaux adaptés, ainsi que des approches de modélisation intégrant l'hétérogénéité de la culture.

Dans une première partie nous abordons la description du cadre géographique et climatique du site expérimental. Dans une seconde partie sont présentés les principaux traits des formations géologiques ainsi qu'une première étude sur l'hydrogéologie du bassin versant. La troisième partie du rapport, après avoir décrit les principes de la démarche cartographique, aborde la description des sols du site d'étude. Une carte des sols a été réalisée au 1/5 000. Une conclusion générale regroupe les principales caractéristiques du bassin versant de Roujan. Une bibliographie succincte regroupe quelques publications concernant les principaux traits climatiques, géologiques, pédologiques régionaux. Ces différentes publications ne sont pas toutes intégrées dans le texte. En annexe, sont d'autre part regroupées dans un tableau analytique les principales caractéristiques physico-chimiques des sols du bassin versant, ainsi que la carte de localisation des sondages pédologiques, la carte des sols, la carte géologique, la carte topographique, le parcellaire et les points d'eau recensés. Un rapport complémentaire rassemble des données plus détaillées concernant la description des sols, des mesures de pompage et des caractéristiques physiques des sols.

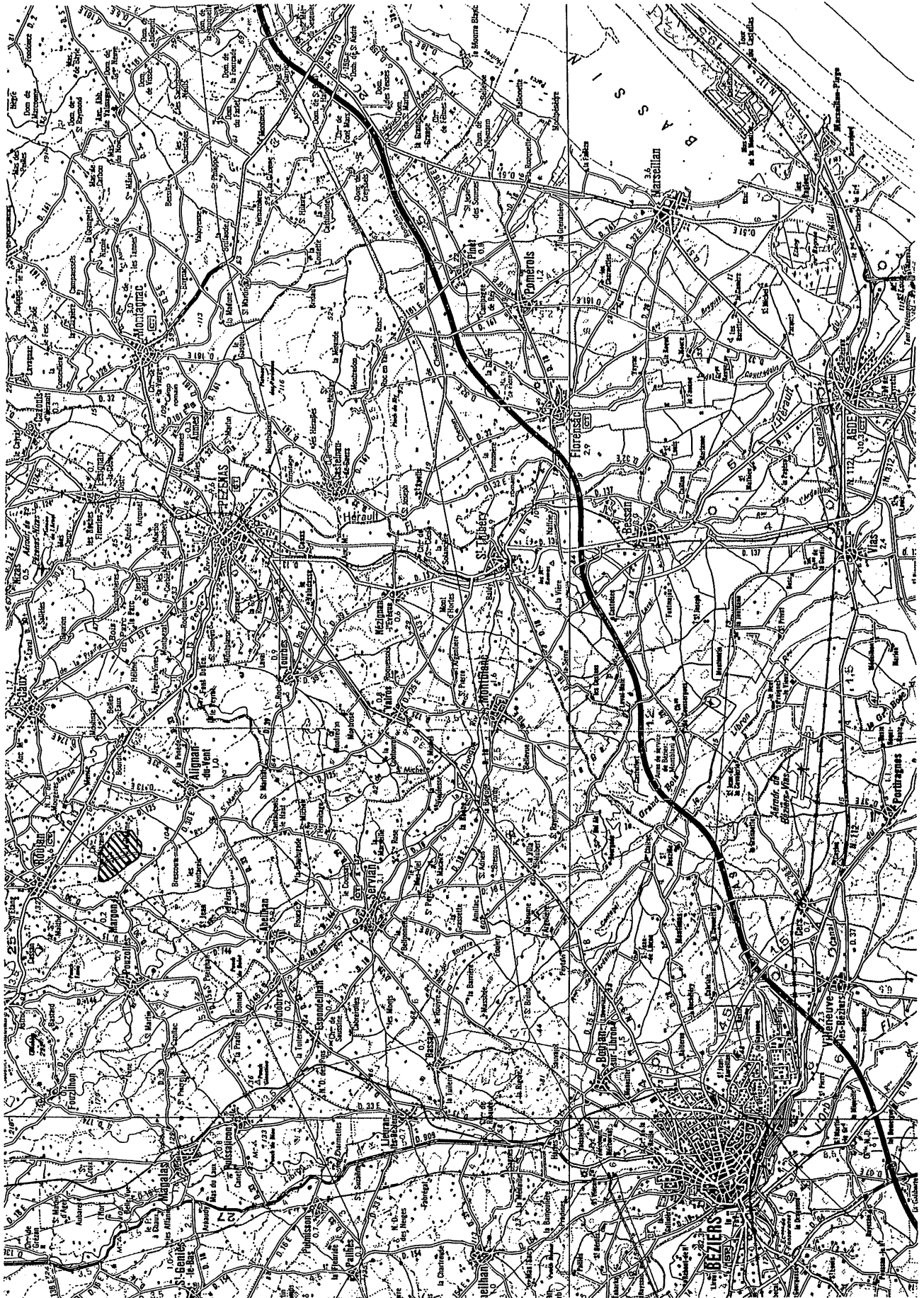
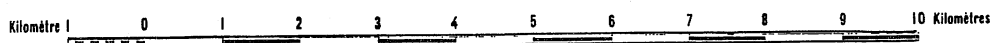


Figure 1.1 - Localisation du bassin versant de ROUJAN (cartes I.G.N. au 1/100.000).



2. GEOLOGIE ET HYDROGEOLOGIE

2.1. Le bassin versant dans le cadre géologique régional

L'histoire géologique de cette région est relativement simple. Elle est marquée pour la période post-primaire sur sa bordure nord-ouest par la présence d'une zone émergée. A la fin de l'ère primaire, entre 330 et 300 Millions d'années (Ma), la Montagne Noire, chaîne hercynienne, se met en place, introduisant régionalement un domaine continental dont les limites dans leurs grandes lignes ne seront pas modifiées par la suite.

Après une période d'émersion générale, la mer revient à la fin du trias vers 205 Ma. Les limites nord-ouest des rivages au jurassique et au crétacé seront sensiblement les mêmes que celles des limites d'affleurements actuels de la bordure sud du Massif Central et de la Montagne Noire. Vers 100 Ma, au milieu du crétacé, l'émersion de horsts et de plis anticlinaux établit un nouveau domaine continental dans la région. C'est la période de formation et de dépôts des bauxites. La mer, après une courte réapparition à l'est du bassin, au début du tertiaire entre 65 et 40 Ma, laisse la place à la formation, à l'érosion, puis à l'effondrement de la chaîne pyrénéo-provençale. La mer reviendra une dernière fois, de façon très transgressive, au miocène vers 23 Ma et son comblement sera terminé vers 12 Ma. L'épisode marin du pliocène, de 12 à 3 Ma, ne concerne pas cette région où l'on peut considérer le domaine continental comme définitivement établi dès la fin du miocène.

Pour la compréhension des affleurements observables sur le bassin versant de Roujan, seule l'histoire miocène et post-miocène présente un intérêt.

La mer miocène qui s'établit après l'effondrement de la chaîne pyrénéenne est l'ancêtre direct de la mer méditerranée. Il s'agit d'une mer ouverte, profonde dont les limites sur le sud de la France sont données sur la figure 2-1. A peine formée, cette mer, sous l'action d'une sédimentation active provenant du démantèlement des édifices alpins, commence à se combler. Les matériaux déposés proviennent des massifs les plus proches: sud du Massif-Central, massif de la Clape, Corbières. A l'émersion depuis la fin du crétacé, ces régions riches en carbonates et en roches cristallophylliennes, alimentent tous les types de sédimentation en fonction des conditions de transport et de mise en place. Le schéma illustrant le comblement de la mer miocène est donné sur la figure 2-2. A une sédimentation marine terrigène profonde succède une phase toujours marine, mais nettement plus gréseuse, marquée par la proximité du continent avec apparition de bancs calcaires, vers le haut de la série. Ces terrains correspondent à l'helvétien, noté "m₂a" (Fig. 2-3), de la carte géologique au 1/50 000 (BRGM - feuille de Pézénas, 1983).

La mer se retire de ce secteur avant la fin du miocène. L'émersion est progressive, la sédimentation devient de plus en plus carbonatée avec des calcaires coquilliers, à lamellibranches, à huîtres, et finalement des calcaires lacustres à gastéropodes d'eau douce succèdent aux dépôts marins. Cette série régressive est notée "m₂b" (Fig. 2-3) sur la carte géologique. Puis une période d'altération de 12 Ma couvrant le pliocène et le quaternaire s'installe dans la région (sauf pour le golfe marin pliocène de la vallée de l'Orb). Cette période va imposer les morphologies dont nous observons actuellement les traces.

Tous les terrains ayant participé à l'histoire géologique régionale ne sont toutefois pas représentés sur le bassin versant de Roujan (Fig. 2-2). L'histoire du substratum du bassin commence vers la fin du miocène, juste avant que la mer se retire. La situation du bassin étant assez proche des anciennes lignes de rivage de la mer miocène, les faciès de bordure y sont par conséquent bien représentés. Au dessus des terrains miocène, les dépôts marins sont absents sur le bassin versant, l'histoire des dépôts est exclusivement continentale.

La situation du bassin versant sur la bordure nord-ouest d'un bassin continental, dont les accumulations dépassent 100 m au droit de la ligne de rivage actuelle, explique cependant que les sédiments continentaux y soient peu représentés. La grande période d'altération et d'érosion post-miocène (12 Ma) n'est entrecoupée que par de courtes périodes d'apports, au pliocène et au villafranchien, ne représentant que quelques mètres de sédiments tout au plus.

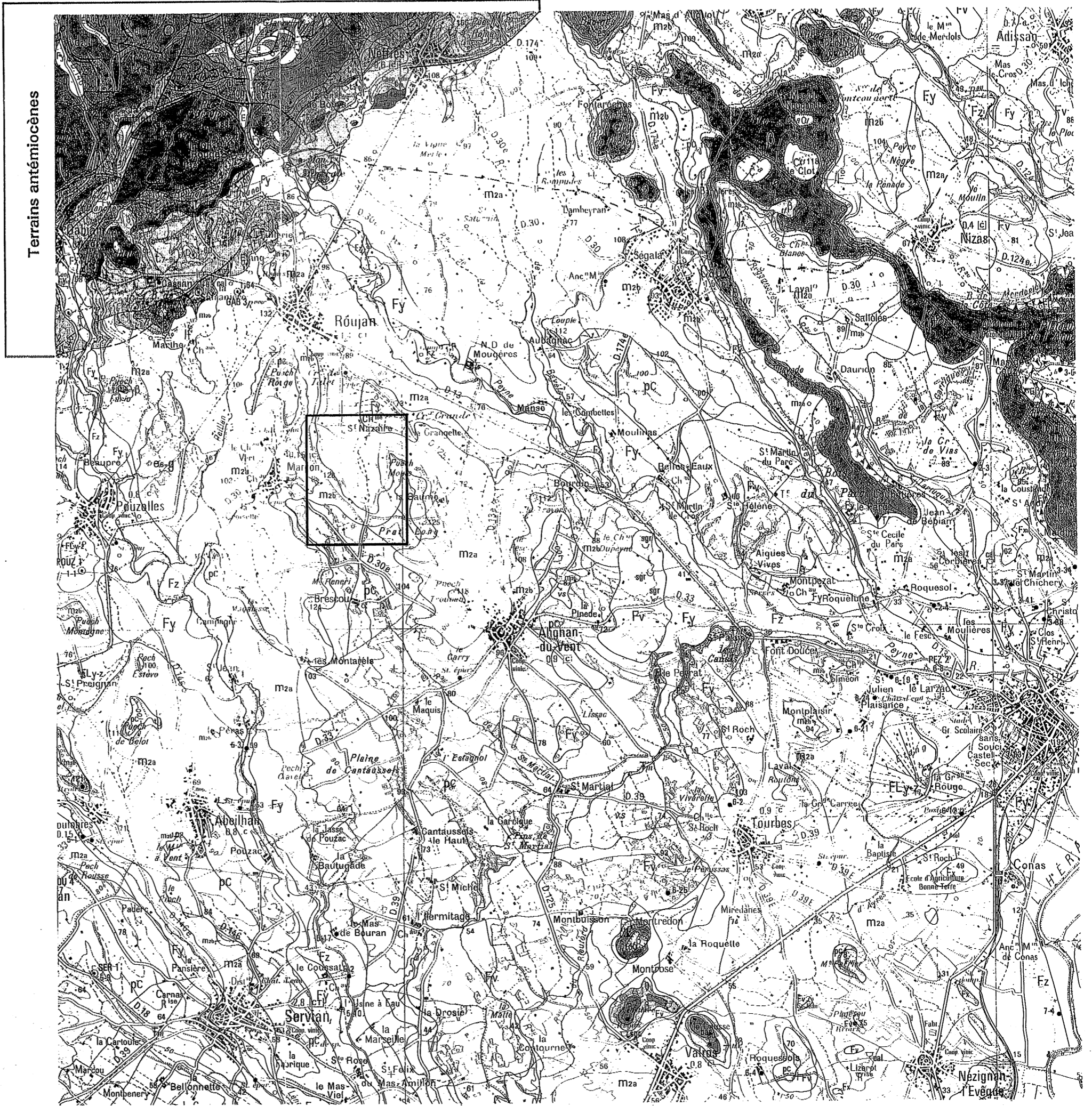
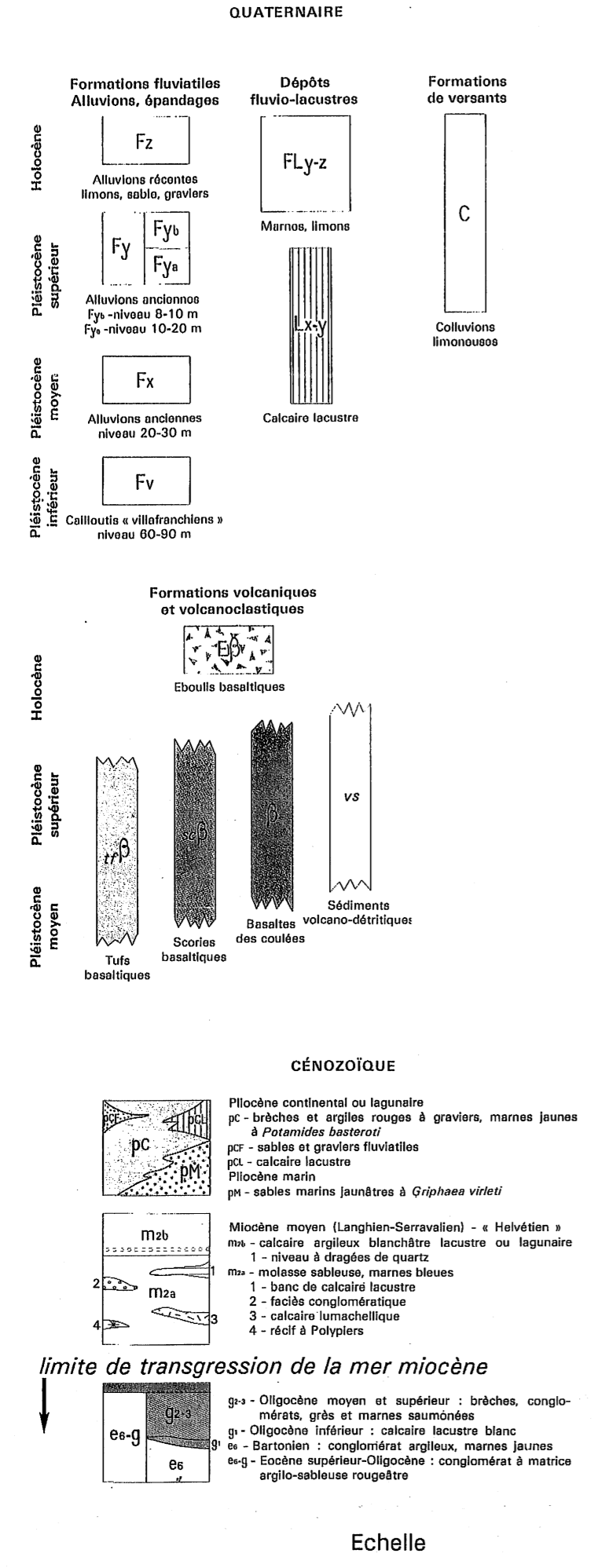


Figure 2.3 - Extrait de la carte géologique au 1/50.000 (B.R.G.M. feuille de PEZENAS, 1983).

1. PRESENTATION GENERALE: CADRE REGIONAL ET CLIMAT

1.1. Situation géographique

Le bassin versant (BV) de Roujan (Fig. 1-1), d'une superficie de 90 ha, se localise pour l'essentiel sur la commune de Roujan et pour partie sur celles de Margon et d'Alignan du Vent, toutes trois situées dans le département de l'Hérault (Cartes IGN Pézenas-1/50 000, Servian-1/25 000). Ce site d'étude se trouve à une quarantaine de km au nord-est de Béziers et à une dizaine de km à l'ouest de Pézenas. Il fait partie du Bas-Languedoc et plus précisément du piémont bittérois, contrefort oriental de la Montagne Noire.

Les altitudes sont comprises entre 75 et 125 m.

Les coordonnées du bassin versant sont les suivantes:

- latitude: 43°30'N; longitude: 3°19'E
- coordonnées Lambert zone III (679-680, 132-133)

1.2. Hydrographie

Le système hydrographique du bassin versant de Roujan se compose d'un collecteur central d'écoulement, de 1 à 2 m de profondeur et de 1,5 à 2 m de largeur, localisé dans la partie la plus déprimée, auquel est rattaché un réseau de fossés secondaires. Ce réseau intercepteur des eaux de surface est beaucoup plus dense sur les versants où les fossés et talus ceinturent partiellement de nombreuses terrassettes (encore appelées "restanques" ou "faïsses").

Ce réseau aboutit par l'intermédiaire du ruisseau Boudic dans la Peyne dont le BV a une superficie d'environ 125 km². Il se positionne en rive droite de la Peyne, affluent important de l'Hérault. Leur confluence s'opère à Pézenas.

Le fonctionnement du réseau hydrographique du BV de Roujan se caractérise par son extrême irrégularité inter et intra-annuelle.

1.3. Le climat

Le climat est de type "méditerranéen subhumide" à saison sèche prolongée.

1.3.1. Pluviométrie

Station	Période	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	ANNEE
Gabian	1961-90	69.4	77.2	62.1	59.2	55.2	32.4	21.4	38.1	63.5	120.1	69.5	59.2	727.5
Servian	1973-91	60.1	74.2	46.8	45.0	48.2	29.0	14.9	30.9	37.6	101.9	59.0	50.5	602.8
Pézenas	1961-90	68.9	76.7	62.2	57.7	50.7	28.2	17.5	38.2	55.8	109.2	63.8	56.0	673.2
St Geniès	1961-90	60.0	61.7	47.7	59.0	49.6	27.9	20.1	39.3	55.2	104.9	57.4	50.6	634.2
Gignac	1891-79	68.0	63.0	76.0	54.0	61.0	42.0	27.0	44.0	71.0	116.0	64.0	70.0	758.0

Tableau 1-1: Pluviométries (en mm) moyennes mensuelle et annuelle des stations de Gabian, Servian, Pézenas, St Geniès-le-Bas et Gignac (Météo France, 1992) [P de 6h à 6h TU].

La pluviométrie moyenne enregistrée sur les stations les plus proches est rassemblée dans le tableau 1-1. La pluviométrie moyenne annuelle est de l'ordre de 650 mm avec un maximum en octobre et en février. Contrairement à d'autres régions méditerranéennes, la recrudescence des pluies de printemps est relativement faible. Mais les moyennes sont peu représentatives face à la grande variabilité inter-annuelle et intra-annuelle des précipitations mises en évidence par les valeurs des paramètres statistiques réunis dans le tableau 1-2. Des orages diluviens et des crues parfois dévastatrices peuvent suivre de

longues périodes de sécheresse, comme par exemple à Pézenas où le 19 janvier 1979 il tomba 210 mm en 24 h (ASCENSIO, 1984). Par ailleurs, le nombre annuel moyen de jours pluvieux, recensé par ce même auteur pour la région de Roujan entre 1951 et 1975, est compris entre 80 et 70 jours.

Station	Paramètre (mm)	Janv	Févr	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	ANNEE
Gabian 1961-90	min	0	0	0	0	41.0	33.0	0	0	0	0	3.0	0	370.2
	max	434.5	257.0	244.9	174.2	143.6	112.9	56.1	157.0	329.9	570.5	255.6	295.7	1334.8
	moy	69.4	77.2	62.1	59.2	55.2	32.4	21.4	38.1	63.5	120.1	69.5	59.2	727.5
	ET	82.4	71.9	66.4	43.2	35.5	28.1	19.1	33.2	74.6	136.0	68.9	61.0	261.5
Servian 1973-91	min	0	23.0	87.0	0	35.0	0	0	0	0	26.0	0	86.0	327.6
	max	469.0	295.4	157.1	120.4	161.9	89.3	60.1	80.0	187.6	366.9	228.2	227.1	1111.4
	moy	60.1	74.2	46.8	45.0	48.2	29.0	14.9	30.9	37.6	101.9	59.0	50.5	602.8
	ET	100.1	76.2	41.3	36.8	40.8	24.3	18.8	23.8	47.0	114.5	64.9	58.0	221.8
Pézenas 1961-90	min	0	0	0	10.0	10.0	0	0	0	20.0	10.0	0	0	335.2
	max	429.4	265.6	247.2	200.3	169.7	89.8	69.2	139.9	183.0	419.0	273.7	199.2	1205.1
	moy	68.9	76.7	62.2	57.7	50.7	28.2	17.5	38.2	55.8	109.2	63.8	56.0	673.2
	ET	84.5	71.1	61.0	52.5	38.7	25.8	15.0	33.0	51.9	118.1	66.3	50.2	244.4
St Geniès 1961-90	min	0	28.0	0	58.0	23.0	17.0	0	8.0	0	12.0	0	1.0	326.7
	max	407.2	228.4	203.5	187.6	137.9	113.6	73.9	103.4	281.1	448.5	234.8	213.2	1172.6
	moy	60.0	61.7	47.7	59.0	49.6	27.9	20.1	39.3	55.2	104.9	57.4	50.6	634.2
	ET	75.9	57.4	47.2	40.9	33.4	23.0	18.9	30.3	63.1	111.9	56.4	47.9	227.8

Tableau 1-2: Paramètres statistiques des pluviométries (en mm) mensuelles des stations de Gabian, Servian, Pézenas et St Geniès-le-Bas (Météo France, 1992).

1.3.2. La température

Les moyennes mensuelles et annuelles des températures minimales et maximales quotidiennes enregistrées sur les stations de Servian et de St Geniès-le-Bas sont indiquées dans le tableau 1-3. Les moyennes annuelles des températures quotidiennes oscillent entre 10 et 20 °C. Le mois le plus froid est janvier (3 à 11 °C) et le plus chaud juillet (18 à 30 °C).

Station	Température (°C)	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	ANNEE
Servian 1980-91	mini	2.9	3.2	5.8	7.8	10.9	14.5	17.7	17.4	15.1	11.4	7.3	4.0	9.9
	maxi	10.9	11.8	14.6	17.4	21.0	26.1	30.0	29.6	26.7	20.8	14.7	12.0	19.8
St Geniès 1971-90	mini	3.4	4.4	5.8	8.0	11.4	15.0	17.7	17.1	14.6	11.0	6.6	4.5	10.0
	maxi	11.4	12.7	15.2	17.8	21.7	26.3	29.7	29.0	25.7	20.3	14.9	12.3	19.8

Tableau 1-3: Moyennes mensuelles des températures (en °C) minimales et maximales quotidiennes des stations de Servian et St Geniès-le-Bas (Météo France, 1992) [T de 6h à 6h TU].

1.3.3. Les vents

Les données disponibles, fournies par Météo France (1992) proviennent du sémaphore principal de la ville de Sète. Pour la période de janvier 1976 à décembre 1990, les fréquences moyennes enregistrées des valeurs trihoraires (de 0 à 21 h TU) par groupe de vitesse ont été les suivantes:

< 3 m/s:	9.5 % des relevés
3 à 5 m/s:	29.9 % des relevés
6 à 8 m/s:	29.8 % des relevés
> 8 m/s:	30.8 % des relevés

Quatre vents principaux peuvent être distingués en fonction de leur direction et de leur fréquence d'occurrence. La direction principale observée (33.7 % des relevés), pour toutes les vitesses de vent confondues et pour la période 1976-1990, est l'orientation NW (300 à 340°); il s'agit de la "tramontane". Pour 16.4 % des relevés la direction du vent est le NE (40 à 80°); il s'agit alors du "mistral". 11.6 % des relevés concernent le "grec" de direction SE (100 à 140°) alors que le "marin", de direction S (160 à 220°), concerne 10.6 % des relevés.

1.3.4. ETP

Nous ne disposons de longues chroniques de mesure de l'ETP que sur la station Météo France de l'aéroport de Montpellier-Fréjorgues. Les moyennes et les écarts-type mensuels exprimés en mm sur la période 1966-1990 sont rassemblées dans le tableau 1-4. Ces valeurs ont calculées avec la formule de Penman.

Station	Paramètre (mm)	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	ANNÉE
Fréjorgues 1966-1990	moyenne	27.8	35.9	71.7	101.5	130.4	163.1	188.2	158.9	100.5	55.3	31.2	29.9	1094.4
	ET	7.9	5.6	11.9	15.4	11.6	12.0	13.1	10.0	11.1	6.4	5.5	21.8	

Tableau 1-4: ETP Penman (mm). Moyennes mensuelles et écarts-type (ET) calculés à partir des données de la station Météo France de Montpellier-Fréjorgues pour la période 1966-1990.

1.4. Occupation des sols

La vigne occupe environ 81 % de la S.A.U sur le bassin versant de Roujan (Tab. 1-5). Ce vignoble de plaine produit presque exclusivement du vin rouge de consommation courante. Un effort concernant l'encépagement a été cependant entrepris au cours de la dernière décennie. Des cépages améliorateurs tels que merlot, syrah, grenache... ont été introduits.

	vigne	vigne arrachée	céréale	asperge	friche- garrigue	lagune	divers (routes, bâtiments)	Total
nb parcelles	183	28	5	5	21	2	-	244
surface (ha)	67.4	11.2	2.8	2	2.9	1.3	2.4	90
% surface totale	74.9	12.4	3.1	2.2	3.2	1.4	2.8	
% S.A.U	80.8	13.4	3.4	2.4				

Tableau 1-5: Occupation des sols sur le bassin versant de Roujan en juillet 1993.

Toutefois, par suite de la réorganisation des exploitations agricoles, confrontées à un vieillissement de la population des vigneron et à une diminution de la main d'oeuvre disponible, certaines parcelles, principalement des terrassettes d'accès difficile, sont laissées à l'abandon. La végétation naturelle s'y réinstalle peu à peu. Ainsi en juillet 1993, 2.9 ha soit 3.2 % de la surface totale était occupée par des friches ou de la garrigue (Tab. 1-5).

On peut par ailleurs signaler sur ce bassin versant, comme dans toute la région, une amorce significative de diversification culturelle. Quelques parcelles sont en effet réservées à la culture de l'asperge (2.4 % de la S.A.U en juillet 1993). D'autres sont arrachées (11.2 ha, 13.4 % de la S.A.U en juillet 1993) et réservées aux céréales (2.8 ha, 3.4 % de la S.A.U en juillet 1993), généralement du blé, avant d'être une ou deux années plus tard replantées en vigne avec des cépages de qualité.

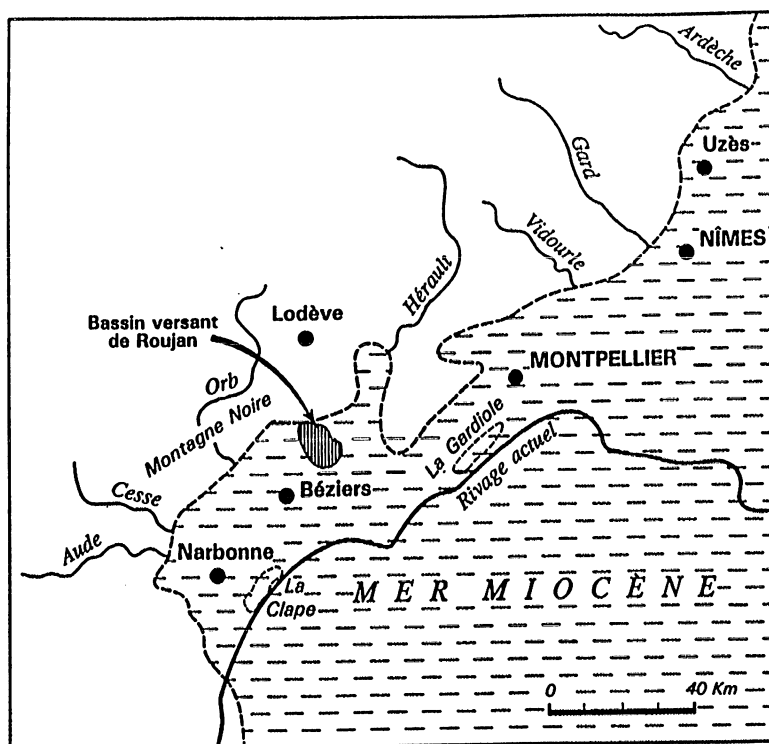


Figure 2.1 - Limites de la mer Miocène (les écologistes de l'Euzière, 1991).

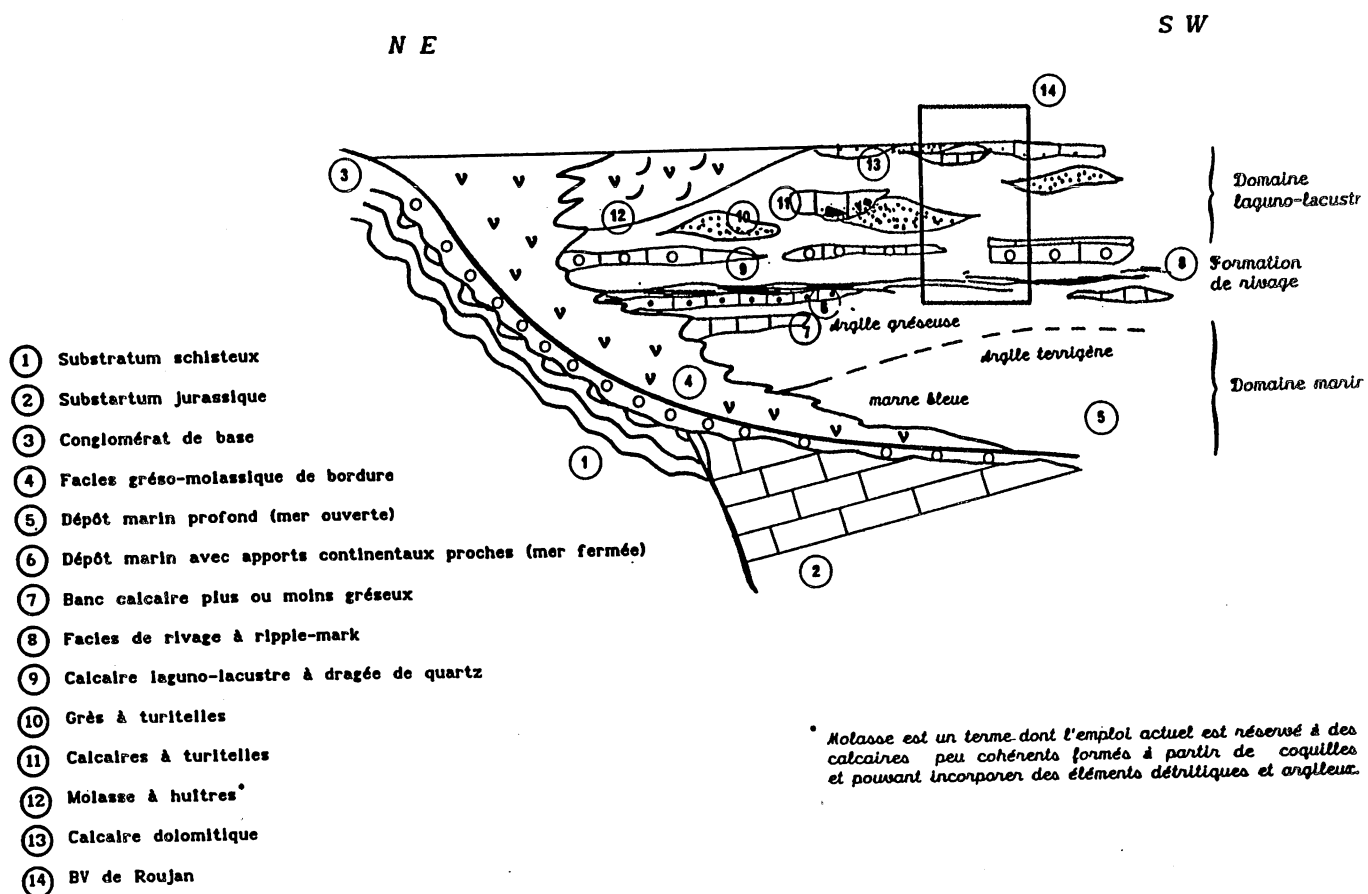


Figure 2.2 - Schéma du comblement de la Mer Miocène.

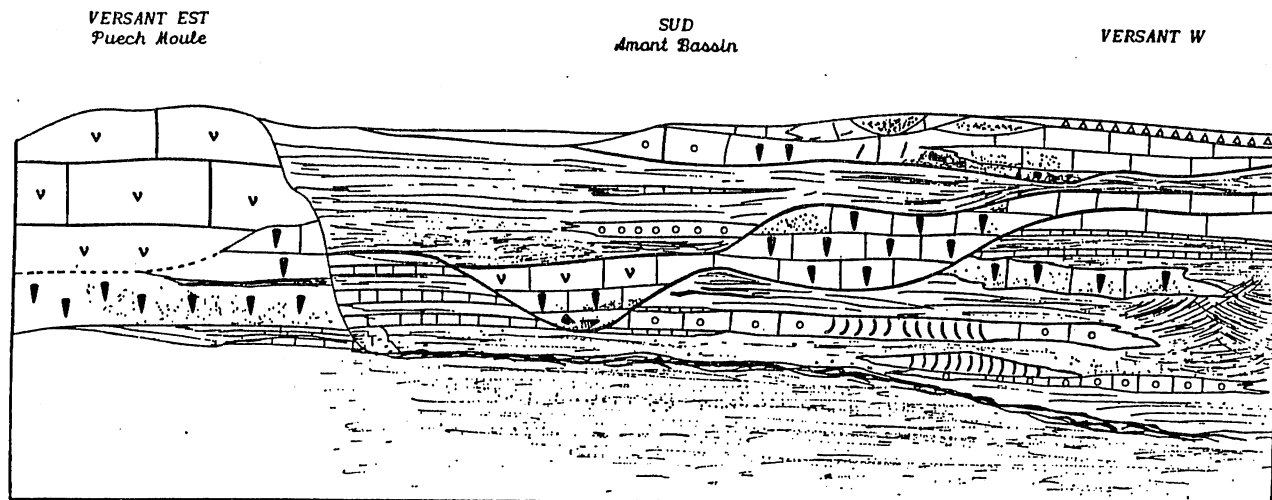


Figure 2.5 - Interprétation géologique sur un déroulé est-ouest, répartition des faciès laguno-lacustres (légende cf bloc diagramme page 17).

La fin de la transgression marine généralisée ou le début du retrait local de la mer (dans certains golfes), est marqué par l'apparition de faciès caractérisant la bordure de rivage. Ces faciès appelés "faciès tidaux" à haut niveau d'énergie (agitation par les vagues) forment un horizon repère de quelques mètres d'épaisseur sur tout le pourtour de la dépression du bassin versant de Roujan. Les traces de "ripple-mark", ondulations faites par les vagues sur le fond de la mer, y sont nombreuses.

Au dessus, on n'observe pas de faciès supra-tidaux, sable de rivage ou dune, mais à la séquence marine se substitue une séquence laguno-lacustre. Le début de cette séquence est marqué par la présence de bancs de calcaire à dragées de quartz blancs non altérés, type galets de plage. Associés à ces bancs, on trouve des niveaux remaniés contenant de nombreux débris d'*Ostrea Crassissima*, soit franchement calcaires, soit dans une matrice grés-argileuse de couleur jaune. Les récifs constituent une manifestation spectaculaire de la fin de la mer miocène. Quand ils peuvent être observés dans une séquence stratigraphique ininterrompue, ils sont situés au-dessus des argiles gréseuses et parfois des marnes bleues, et sont recouverts par les calcaires à dragées de quartz (coupe d'Autignac, près d'Alignan du vent). Les récifs à *Ostrea*, s'ils existaient sur le bassin, occuperaient la place de la formation de rivage. Le niveau à débris d'*Ostrea Crassissima* observé sur le site est un niveau détritique remanié des récifs situés en dehors du bassin versant.

Au dessus apparaissent les premiers bancs de calcaire avec des calcaires et des grès grossiers à Turitelles. Bien que plus visibles, les bancs à Turitelles ne constituent pas un horizon repère dans le bassin. Présents à plusieurs niveaux dans la séquence stratigraphique, ils sont limités latéralement par un passage à des faciès faisant alterner des bancs carbonatés à débris ou à dragées de quartz et des niveaux argilo-gréseux. Les bancs à Turitelles sont presque tous fortement silicifiés. Cette silicification n'est pas compatible avec le milieu de dépôt, elle est donc postérieure et doit être rapportée aux phases d'altération de la longue période de régime continental qui va suivre les dépôts miocènes.

Le sommet de cette série se termine par des niveaux de calcaires francs peu épais alternant avec plusieurs autres faciès: argiles gréseuses en petits niveaux, masses isolées de grès grossiers, traces de décharge détritique du continent tout proche et aussi des niveaux de calcaires dolomitiques karstifiés.

Les faciès que nous venons de décrire au dessus des faciès de bordure de rivage ont une répartition très variable, aussi bien latéralement que verticalement. La stratification est très souvent entrecroisée et si la tendance à la carbonatation vers le haut de la série est manifeste, on ne peut dégager une coupe type sur l'ensemble. Ces variations latérales sont à l'origine des structures morphologiques observables sur le bassin. Sur le flanc ouest, les portions convexes ont une armature incluant des bancs à Turitelles, et les flancs concaves sont creusés là où la sédimentation est la plus argileuse.

2.2. La géologie du bassin versant

Le bloc diagramme schématique, présenté sur la figure 2-4, permet d'avoir une vision d'ensemble de la répartition des principales formations géologiques présentes sur le bassin versant.

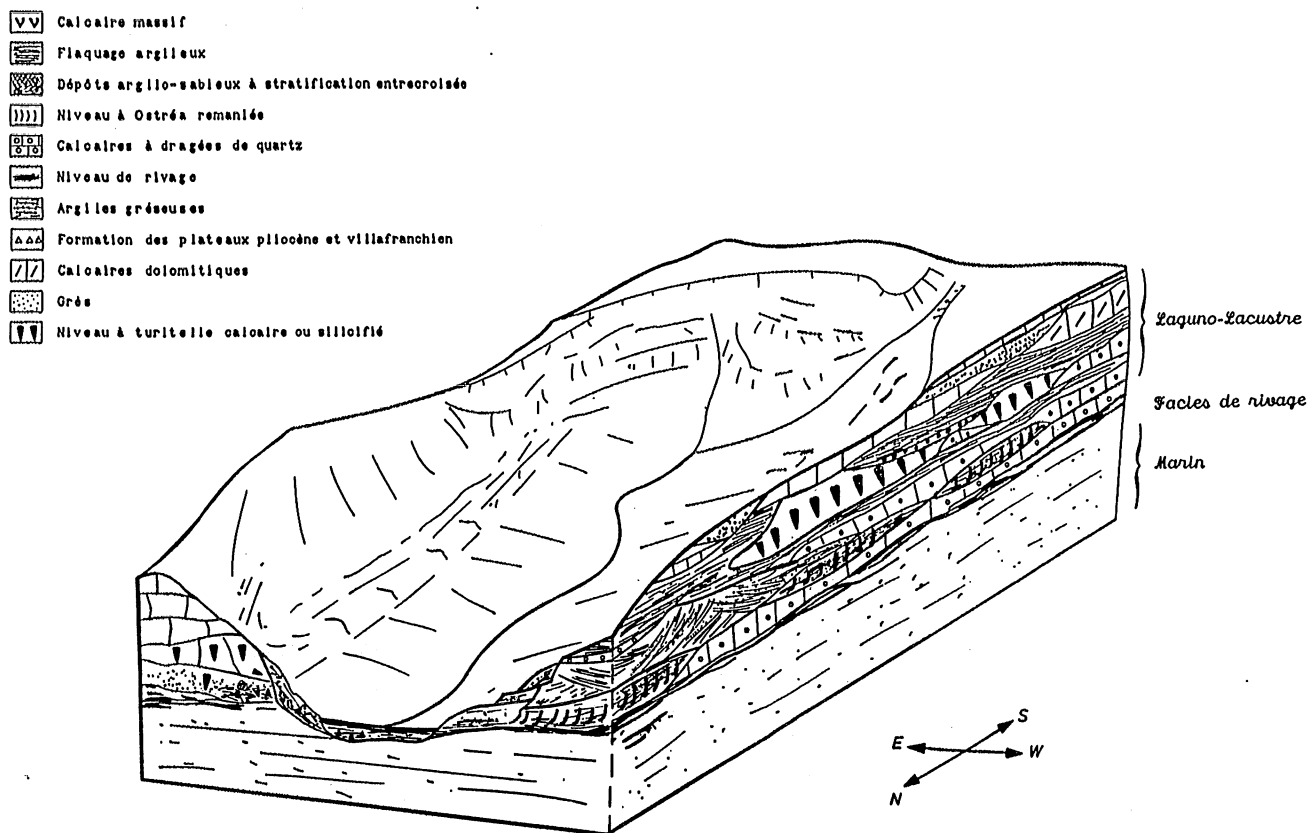


Figure 2.4 - Bloc diagramme du bassin versant de ROUJAN, en amont de la Chapelle St Nazaire.

2.2.1. Les formations miocènes

La figure 2-5 présente, sur un déroulé allant du flanc est au flanc ouest, en passant par le plateau sud, un schéma de la répartition des principales unités stratigraphiques et de leurs relations. Le fait le plus important est la dissymétrie est-ouest dans la répartition des principaux corps sédimentaires, dont l'alignement est probablement contrôlé par les anciennes lignes de rivage. Vers le sud, les calcaires du Puech Moule s'interrompent brutalement. En l'absence d'accident tectonique visible, on peut penser que le horst du Puech Moule à sédimentation calcaire était bordé par des chenaux plus profonds à sédimentation argileuse le long d'une faille synsédimentaire (faille ayant fonctionné lors du dépôt des sédiments).

La partie basse du bassin, jusque vers la cote 90 m (NGF) est constituée par les niveaux sommitaux d'une sédimentation gréso-argileuse. La couleur jaune de ces formations est due à l'oxydation dans la zone d'altération dont l'épaisseur peut atteindre 15 à 20 m selon la porosité des roches. Les faciès observés peuvent aller de marnes finement gréseuses à des bancs gréseux avec présence de bancs calcaires isolés. Fortement décalcifiés par l'altération consécutive à leur affleurement, ces faciès ne sont pas toujours facilement identifiables au travers des horizons pédologiques.

Mais la plus grande différence induite par les passages latéraux de faciès est celle existant entre le flanc ouest et le flanc est. Le versant ouest présente des faciès très divers. Le versant est par contre caractérisé, à l'emplacement du Puech Moule, par une structure massive formée par une série exclusivement calcaire reposant sur d'épais bancs à Turitelles.

2.2.2. Les formations continentales de la période post-miocène

Après le retrait de la mer miocène, le continent s'installe définitivement sur la région. La continuité des observations n'est plus assurée par une séquence stratigraphique. Les dépôts continentaux observables (quelques mètres au plus), épandages, colluvions, cailloutis représentent une durée très courte, quelques milliers d'années, par rapport aux périodes d'émersion (plus de 12 Ma) dont il ne reste comme trace morphologique qu'une simple surface d'érosion, accompagnée de modifications qui se sont traduites par une altération du substratum.

La surface d'altération post-miocène est bien repérable sur le versant est du bassin, avec des accumulations d'argilites rouges sombre, riches en fer (ferrallitisées) et par la teinte rose induite dans le substratum sous-jacent. La silicification de niveaux à Turitelles, n'a pu s'effectuer que par migration de la silice de niveaux supérieurs actuellement disparus, pendant un épisode d'altération tropical humide. Dans ces conditions d'altération intense, seuls sont restés sur place le fer et les argiles illitiques; les éléments peu solubles, silice et magnésium, ont pu migrer sur de faibles distances, tandis que les éléments les plus solubles, calcium, sodium et potassium ont pu être exportés complètement. Il est probable que dans les horizons venant en affleurement, à proximité de cette surface d'altération, les transformations paléogéochimiques se surimposent à l'action pédologique plus récente et actuelle.

Au-dessus de la surface d'altération, quand elle subsiste ou directement sur les derniers entablements calcaires de la série miocène sur la partie sud-est du bassin versant, on trouve une petite séquence caillouteuse de 1,50 m d'épaisseur au maximum, attribuable par sa position et sa description au pliocène continental. L'un des traits majeurs de ce dépôt est son irrégularité, qui se marque particulièrement bien au niveau du cailloutis. Ce dernier varie en effet dans sa forme, dans sa nature et dans sa charge. Pour l'essentiel, il se compose de cailloux calcaires irréguliers, anguleux ou émoussés de 1 à 5 cm, parfois arrondis. La matrice comporte essentiellement des argiles et des limons assez fortement rubéfiés. En plus des éléments calcaires, les cailloutis contiennent deux types de quartz:

- des quartz à dragées blancs, propres, centimétriques;
- des quartz grossiers, altérés, rubéfiés, parfois associés à des phyllades et pouvant atteindre 10 cm.

Sur la bordure de l'ex-bassin miocène, le pliocène est pratiquement une formation colluviale avec peu de transport. Il y a donc eu quasiment remaniement sur place de la surface d'altération ou de ce qu'il en subsistait, argiles riches en fer et galets siliceux, avec apports d'éléments calcaires issus des bancs calcaires érodés durant cette période.

Les gros galets de quartz altérés, parfois même rubéfiés, sont les témoins des dépôts de cailloutis villafranchiens (pléistocène inférieur). Il s'agit d'une formation fluviale en position sommitale sur le plateau. Elle subsiste seulement en lambeaux disséqués par l'érosion et s'observe principalement sur la partie ouest. Ces alluvions très grossières, ayant pour origine la zone cévenole, déplacées lors d'épisodes torrentiels, sont constituées de galets roulés de quartz, quartzites, schistes et phyllades associés à des argiles et des limons rubéfiés.

Ces dépôts se sont parfois mélangés au cailloutis du pliocène continental. En raison de la faible épaisseur de ce dernier, et de l'identité des matrices des deux formations, leur distinction n'est pas toujours possible.

2.2.3. Les formations de versant

Ce sont des formations récentes qui, sur le bassin, masquent la plupart des niveaux géologiques situés en-dessous de la cote 100 m (NGF). Leur épaisseur varie de 0,5 m dans les zones de pente à plus de 3 m dans les parties basses du bassin. Elles sont constituées de limons emballant des reliquats des parties dures, galets de quartz ou éclats de quartz, des niveaux géologiques affleurant sur les bordures. L'inorganisation dans le dépôt de ces éléments, est à mettre en relation avec des transports colluviaux sur

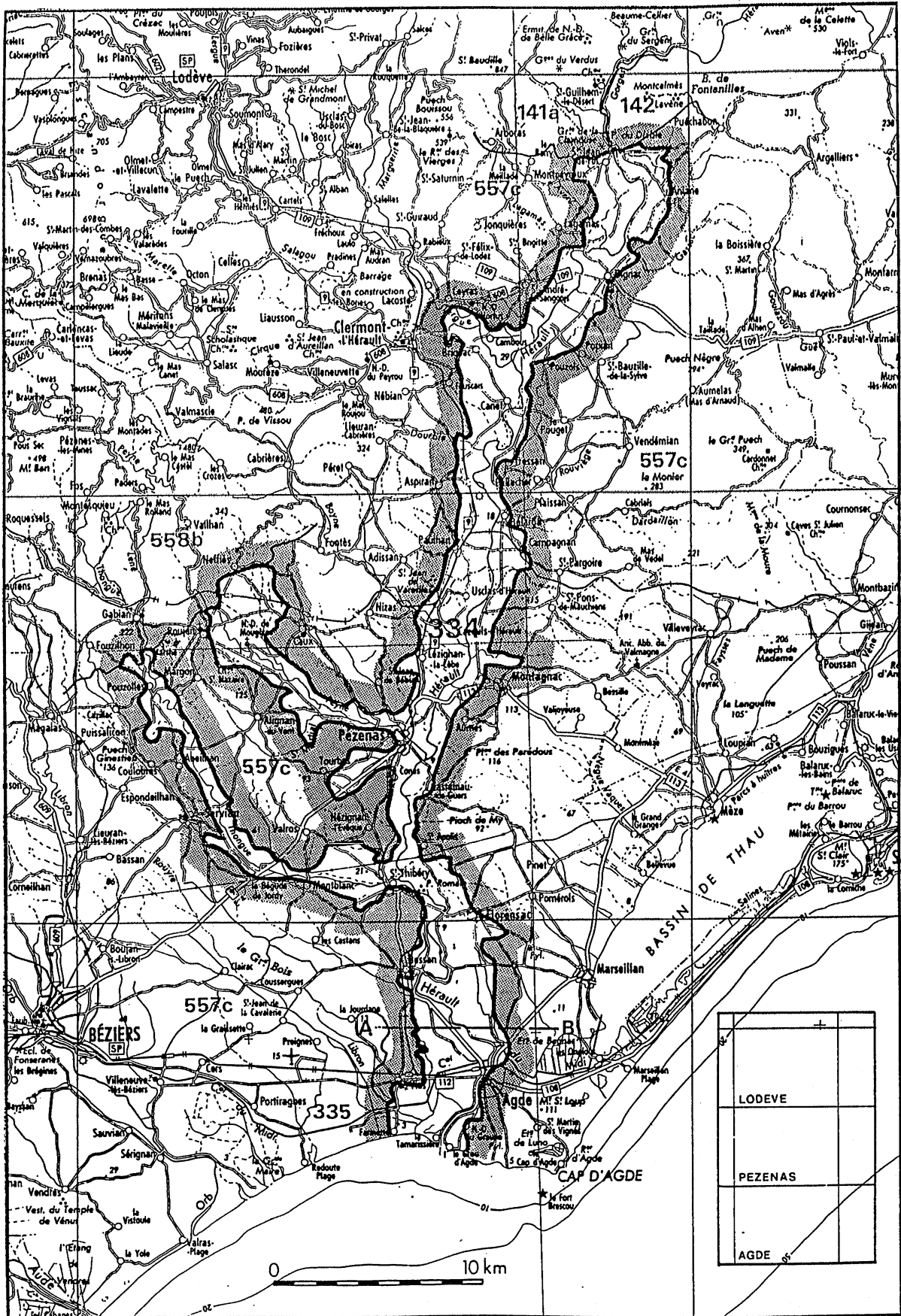


Figure 2.6 - Bassin versant de la basse vallée de l'Hérault. (Catalogue des domaines hydrogéologiques Languedoc Roussillon - Midi Pyrénées. Agence de bassins Rhône - Méditerranée - Corse 1983).

de courtes distances ou à des phénomènes de solifluxion. Ces formations peuvent être plus argileuses ou associées à des éboulis de gravité en pied d'escarpements calcaires.

2.3. Le bassin versant dans le cadre hydrogéologique régional

Le bassin versant de Roujan, par l'intermédiaire de celui de la Peyne, est situé dans le périmètre du bassin versant du fleuve Hérault et plus particulièrement dans le bassin versant de la basse vallée de l'Hérault (Fig.2-6), dans une région où la basse vallée est creusée essentiellement dans des formations tendres à dominante marneuse du miocène. Dans sa vallée largement établie, avec des niveaux de terrasses anciennes rissiennes et würmiennes (Fig. 2-7), l'Hérault dispose d'un lit majeur de plus d'1 km de large.

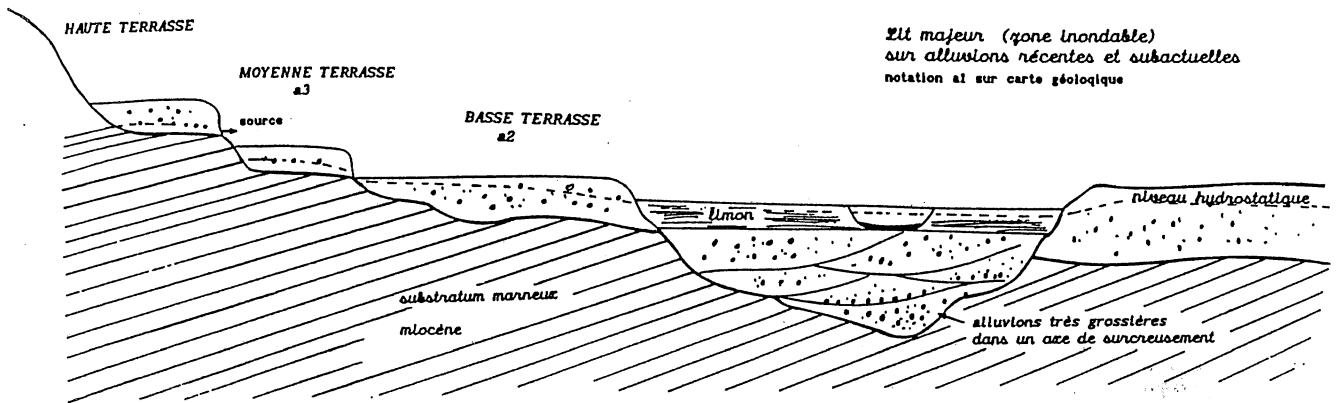


Figure 2.7 - Coupe hydrogéologique type en travers de la vallée de l'Hérault.

Les alluvions récentes de ce lit majeur peuvent atteindre une quinzaine de mètres d'épaisseur, comme le souligne une coupe type rencontrée sur un forage à Cazouls d'Hérault au nord de Pézénas (Fig. 2-8). Ces alluvions reposent directement, par l'intermédiaire d'anciennes surfaces de creusement, sur les marnes ou les argiles gréseuses du miocène.

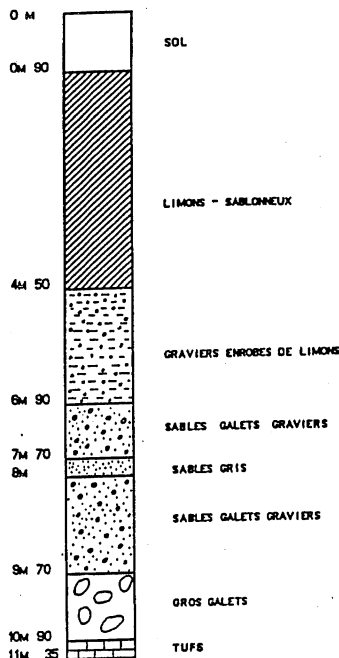


Figure 2.8 - Coupe géologique type de la moyenne Vallée de l'Hérault, (station de pompage de CAZOULS d'Hérault).

Les alluvions récentes de la vallée de l'Hérault constituent un des aquifères les plus productifs de la région; ainsi des unités de captage de plus de 1000 m³/h peuvent y être installées. Les captages du Syndicat Intercommunal de la basse vallée de l'Hérault, implantés à Florensac, desservent le littoral jusqu'aux environs de Montpellier.

Ce type d'aquifère ne dispose pas de réserve propre, il est en permanence réalimenté par les débits infiltrés sur les berges du fleuve. C'est pourquoi il est souvent désigné par le terme d'infero-flux ou plutôt de nappe sous-fluviale ("nappe comprise dans un aquifère alluvial de fond de vallée, en liaison hydraulique ou non avec un cours d'eau, et dont l'écoulement a une composante longitudinale principale" : CASTANY, 1966). Les niveaux hydrostatiques y sont en équilibre alimentation-drainage avec les cotes du fil d'eau sur le fleuve. En terme d'alimentation en eau potable, les alluvions récentes sont des massifs filtrants naturels permettant de rendre potables, efficacement et à moindre frais, les eaux superficielles toujours contaminées, au moins bactériologiquement, des rivières.

La structure hydrogéologique décrite ci-dessus a une extension limitée au fleuve Hérault proprement dit. Sur les affluents d'ordre 1 comme par exemple la Peyne, il y a une réduction considérable des lits majeurs dont la largeur dépasse rarement 100 m. Corrélativement, il y a réduction de l'épaisseur des alluvions qui deviennent plus fines et plus argileuses. Les débits de ces affluents sont plus faibles (quelques l/s à l'étiage). La capacité des formations aquifères est donc très réduite et variable suivant l'époque de l'année, environ 40 m³/h en hautes eaux et 10 m³/h aux plus basses eaux.

Au niveau des affluents du deuxième et troisième ordre, il n'y a pratiquement plus d'alluvions (c'est le cas du ruisseau de Boudic, constituant l'exutoire du bassin versant de Roujan). Les fonds de thalweg sont constitués de remplissage de formations colluviales à matrice limono-argileuse. Les ressources en eau, drainées sur le flanc des bassins versants, sont faibles. Elles sont mobilisées par des niveaux graveleux répartis dans l'épaisseur des formations d'altérations. Quand il y a de l'eau, les débits exploitables sont de l'ordre du m³/h, voire du m³/j. Si ces débits sont suffisants pour une habitation individuelle, ils sont trop faibles pour l'adduction d'eau potable d'un village.

En plus des alluvions, un certain nombre de formations géologiques présentes sur le bassin versant, telles que: calcaires, grès et récifs miocène, sables et cailloux du pliocène continental, peuvent, en fonction de leur position structurale, fournir localement des débits de l'ordre de quelques m³/h.

D'une façon globale, en dehors de la zone alluviale aquifère du fleuve Hérault, la région est considérée comme sans ressources en eaux exploitables pour des usages collectifs d'irrigation ou d'eau potable. La plupart des villages de la vallée au sens large, sont alimentés en eau potable à partir d'adductions d'eau de Syndicats Intercommunaux dont la ressource est un forage situé dans les alluvions récentes en bordure de l'Hérault.

2.4. Hydrogéologie du bassin versant

A priori, sur un substratum relativement imperméable formé par les argiles gréseuses du miocène, trois réservoirs hydrogéologiques différents peuvent être distingués sur le bassin versant de Roujan:

- le plateau présentant en affleurement quelques mètres de formations pliocènes ou villafranchiennes;
- la zone de pente (terrassettes);
- la dépression à remplissage colluvionnaire sur substratum miocène drainée par un fossé, aboutissant au ruisseau de Boudic.

Seuls, le plateau et la dépression présentent une structure potentielle de réservoir pouvant donner lieu à la formation de nappes localisées. Sur le plateau, les affleurements calcaires plus ou moins fracturés et légèrement karstifiés, les niveaux à Turitelles et grès situés en position haute, peuvent donner lieu à des stockages temporaires d'eau en périodes pluvieuses. Leur ressuyage provoque vers la base de la formation laguno-lacustre, des niveaux de suintements plus ou moins permanents sans doute à l'origine de l'apparition d'horizons pédologiques hydromorphes.

La carte d'inventaire des principaux points d'eau (voir carte en annexe) souligne l'existence de nombreux ouvrages sur le bassin. Pour certains, il s'agit de citernes alimentées soit par les eaux de ruissellement, soit par le réseau des fossés de collature ou de drainage. D'autres ouvrages constituent par contre de véritables puits et sont donc susceptibles de nous renseigner sur l'éventuelle présence de nappes naturelles et sur leur dynamique.

Pour déterminer la part des écoulements souterrains dans le bilan hydrologique, des essais de pompage ont été entrepris. Les pompages permettent d'autre part l'estimation de la transmissivité des aquifères (produit de la conductivité hydraulique par l'épaisseur de l'aquifère), qui est une donnée essentielle à connaître pour définir les vitesses d'écoulement des nappes.

Deux catégories de puits ont été retenus:

- des puits du plateau pour déterminer les stockages et les apports en provenance du plateau;
- des puits à l'aval du bassin pour disposer de l'intégration des écoulements souterrains quittant le bassin.

Deux campagnes d'essais ont par ailleurs été réalisées. Une première campagne en juin 1992, en période de hautes eaux, après une série d'épisodes pluvieux. Une deuxième campagne en août 1992, en période d'étiage des eaux souterraines. La méthodologie des essais de pompage et la description et l'analyse des essais sont rassemblés au sein du rapport complémentaire (cf Introduction).

2.5. Essais de pompage

2.5.1. Campagne de pompage de juin 1992

Les essais de pompages se sont déroulés les 16, 17 et 25 juin après une série d'épisodes pluvieux (70,5mm entre le 1/06 et le 10/06 et 55 mm le 22/06). Ils ont été effectués sur les 6 puits suivants (voir carte de localisation avec numérotation en annexe):

- Puits du plateau: 5, 19, 25, 27.
- Puits de la dépression: 54, 55.

Après la recharge, occasionnée par les épisodes pluvieux, les puits du plateau avaient un niveau statique proche de la surface (1 à 2 m de profondeur). Sur la bordure sud-est du plateau l'eau était drainée par le réseau des fossés de collature puis se réinfiltrait à mi-pente (l'eau ne transite plus dans le fossé). Dans la partie nord du bassin ce phénomène s'observe à nouveau quelques dizaines de mètres avant le puits 54. Durant la journée du 16 juin, du fait de la diminution des débits collectés par les fossés, cette infiltration s'observe quelques mètres en amont. Le débit de cette perte a été estimé à 2 ou 3 l/mn avec une température d'infiltration de 20 °C.

Les principaux résultats obtenus au cours de cette campagne sont les suivants (l'analyse détaillée figure dans le rapport complémentaire).

- Le plateau n'est pas le siège d'une nappe permanente susceptible de réalimenter les puits une fois passés les épisodes pluvieux.
- Les fossés de collature amont drainent activement le plateau au contact de la zone d'altération sur miocène et des formations situées au-dessus ainsi que les eaux de ruissellement. Les fossés sont drainants ou infiltrants en fonction de leur position et de l'état hydrique des sols.
- Les puits de la dépression présentent une perméabilité un peu forte pour le type de formation dans lequel ils sont implantés.

L'observation montrant l'existence d'une perméabilité plus forte des niveaux de surface, il est nécessaire de disposer pour une interprétation globale, d'essais de pompage en période d'étiage.

2.5.2. Campagne de pompage d'août 1992

Les essais de pompages se sont déroulés les 26 et 27 août après une longue période sèche; les épisodes pluvieux du mois d'août (44,5 mm le 9 août) sont assez faibles pour ne pas avoir perturbé l'étiage des eaux souterraines. Ils ont été effectués sur les 2 puits suivants (voir carte de localisation avec numérotation en annexe):

- Puits de la dépression: 54, 55.

Les conditions de pompage ont été identiques à celles des essais précédents, soit un débit de 3m³/h imposé pendant 3 ou 4 heures. Lors de ces essais, les courbes de remontée ont été suivies afin de disposer d'observations non influencées.

Les valeurs calculées à partir des courbes (voir rapport complémentaire) sont les suivantes:

$$T = 3.1 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s} \text{ (puits 54)}$$

$$T = 2.6 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s} \text{ (puits 55)}$$

Ces valeurs constituent certainement les meilleures approximations de la transmissivité de la partie aval du bassin.

2.5.3. Conclusions

L'ensemble des valeurs de transmissivités obtenues lors des deux campagnes de pompage de juin et août 1992 sont rassemblées dans le tableau suivant (voir rapport complémentaire pour l'explication complète des différents modes de calcul de la transmissivité).

date (1992)	mode de calcul de T	puits 55	puits 54
juin et août	débit de pompage	$8.4 \cdot 10^{-5}$	$8.4 \cdot 10^{-5}$
juin et août	débit moyen avec correction effet de puits	$3.5 \cdot 10^{-5}$	$5.2 \cdot 10^{-5}$
juin	correction par groupe de points	$6.9 \cdot 10^{-5}$	$5.3 \cdot 10^{-5}$
août	correction point par point	$3.8 \text{ à } 4.9 \cdot 10^{-5}$	$3 \text{ à } 3.1 \cdot 10^{-5}$
août	courbe de remontée débit moyen avec correction effet de puits	$3.6 \cdot 10^{-5}$	$3 \cdot 10^{-5}$

Le comportement globalement plus homogène et les valeurs un peu supérieures des transmissivités obtenues en août sur le puits 55 par rapport aux résultats du puits 54, pourraient être attribués à la différence de leur diamètre. Ce dernier est effectivement de 1,60 m au puits 55 et seulement de 1,35 m au puits 54, soit une différence proche de 1 m^2 si l'on tient compte de l'espace annulaire.

La connaissance de la transmissivité T (m^2/s) permet d'estimer la perméabilité moyenne K (m/s) d'un aquifère d'épaisseur e (m): $T = K e$.

Si l'on estime ici à 4 m la tranche d'eau concernée par les pompages, on obtient une valeur de **perméabilité comprise entre $6.5 \cdot 10^{-6}$ et $7.5 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$ pour la partie aval du bassin**, au niveau de l'exutoire, soit une valeur moyenne de $7 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$.

Le débit Q (m^3/s) s'écoulant dans la nappe sur un tube de courant est donné par la relation suivante. Soit:

$$Q = Ksi \text{ avec } s \text{ section du tube de courant (m}^2\text{) et } i \text{ gradient de charge.}$$

Si l'on considère que l'aquifère a une largeur de 500 m et une puissance de 4 m et si l'on affecte au gradient la valeur de 10^{-3} , le débit calculé est: $Q = (7 \cdot 10^{-6} \times 500 \times 4) \cdot 10^{-3} = 1.4 \cdot 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$. Soit un débit annuel de 441 m^3 . Si l'épaisseur de l'aquifère est 8 m et le gradient $3 \cdot 10^{-3}$, le volume annuel évacué représente alors 2646 m^3 .

En conclusion, on peut estimer que **l'ordre de grandeur des débits s'écoulant par la nappe à l'exutoire du bassin versant est compris entre 400 m^3 et 2700 m^3** .

Si l'on considère que le gradient peut être estimé avec une grande précision (différence des niveaux piézométriques absolus mesurée entre deux puits ou piézomètres situés à proximité de l'exutoire du bassin versant), les erreurs sur l'estimation des débits peuvent provenir de:

- la largeur du tube de courant;
- l'épaisseur de l'aquifère;
- l'estimation de la transmissivité.

Les erreurs commises sur l'épaisseur de l'aquifère et sur l'estimation de la transmissivité sont susceptibles d'être réduites par la réalisation d'un pompage sur un forage profond crépiné.

3. LES SOLS

L'étude des sols du bassin versant de Roujan a été conduite à l'échelle du 1/5 000, permettant ainsi d'atteindre le détail du parcellaire. Une carte des sols établie à cette échelle est jointe en annexe. Une carte précisant la localisation des différents sondages et profils est par ailleurs également disponible. Un tableau rassemblant les principales analyses réalisées sur les échantillons prélevés lors des descriptions de profils est d'autre part joint en annexe.

3.1. La démarche cartographique

3.1.1. Critères cartographiques

Les différents critères permettant d'accéder à un inventaire aussi précis et exhaustif que possible pour l'établissement de la carte et la distinction des différentes unités élémentaires sont essentiellement géomorphologiques et intrinsèques au sol.

- **Critères géomorphologiques.** Au niveau le plus élevé, quatre ensembles majeurs bien distincts dans l'organisation paysagique se distinguent :
 - le plateau et sa bordure,
 - les versants aménagés en terrassettes,
 - le glacis à pente douce,
 - la dépression centrale.

A l'intérieur de ces ensembles, une hiérarchisation a pu être établie selon la nature du substratum et/ou de sa profondeur.

- **Critères intrinsèques.** Il s'agit essentiellement de critères traduisant les propriétés permanentes du sol. Ils concernent la texture, l'épaisseur des différents horizons, la pierrosité, la couleur, la réaction (HCl 1/2) et les indices d'engorgement.

3.1.2. Méthode cartographique

Les levés cartographiques ont été localisés sur photo aérienne agrandie à l'échelle du 1/5 000. Ce support s'est avéré particulièrement intéressant pour identifier les quatre ensembles majeurs précédemment définis ainsi que pour localiser les zones d'affleurements calcaires ou de sables gréseux (molasse) ou encore les étendues caillouteuses.

La délimitation des différentes séries de sols résulte de l'observation de près de 500 sondages à 1,20 m de profondeur et de 56 fosses pédologiques creusées, suivant le profil, jusqu'à 1 ou 2 m. Sur la plupart de ces fosses un sondage profond de complément a été réalisé ce qui a permis d'atteindre les couches localisées vers 3 m ou 3.50 m sous la surface du sol.

3.1.3. Présentation des documents

- **La carte des sols** (carte en annexe). La carte des sols rend tout d'abord compte des quatre grands ensembles géomorphologiques existants par le choix de quatre couleurs différentes:
 - rouge pour le plateau,
 - jaune pour les versants,
 - vert pour le glacis,
 - bleu pour la dépression.

Les unités de sols élémentaires se distinguent par des nuances de couleur et par un chiffre positionné à l'intérieur des différentes plages qui correspond au n° d'identification figurant dans la légende. D'autres informations sont par ailleurs mentionnées sur la carte:

- les affleurements rocheux visibles et notamment les bancs calcaires,
- l'emplacement et le n° des profils pédologiques réalisés.

- **La légende.** 19 unités principales notées de 1.0 à 19.0, ainsi que six sous-unités sont ordonnées à l'intérieur des 4 ensembles géomorphologiques et des sous-ensembles précédemment définis. Chaque unité correspond à une cartouche accompagnée d'une description synthétique du sol.

3.1.4. Précision de la carte et pureté des limites

La précision de la carte est celle du 1/5 000. Toutefois, du fait du mode de mise en place des matériaux ou de leur remaniement plus ou moins aléatoire, certaines formes de variabilité sans distribution logique apparente n'ont pu être délimitées. Ainsi une très faible variation texturale des formations sablo-gréseuses (molasse) qui induit une modification structurale sensible, lorsqu'elle tend vers des pôles légèrement plus sableux ou légèrement limoneux n'a pu être représentée. De même, l'irrégularité d'épaisseur du sol au-dessus de l'entablement calcaire du rebord de plateau n'a pu être parfaitement prise en compte. Enfin l'existence de brusques changements texturaux en minces lits discontinus (1 à 5 cm d'épaisseur), dans la dépression centrale, ne s'est pas avérée cartographiable.

Néanmoins, malgré ces quelques particularités, la pureté des unités cartographiques peut être estimée entre 80 et 90 % selon les ensembles géomorphologiques décrits. La précision des limites sur le terrain est d'environ 15 à 20 m soit sur la carte au 1/5 000 de 3 à 4 mm.

3.2. Eléments de reconnaissance des séries de sols

Dans chacun des quatre paragraphes suivants, les principales caractéristiques communes aux différentes séries de sols sont présentées. Les éléments différenciant les séries de sols entre elles sont décrits de façon plus détaillée dans le rapport complémentaire.

Une planche photographique (planche 1) permet de visualiser de façon synthétique les principaux types de sols. Ils sont regroupés au sein de six pédocomparateurs, correspondants à six transects principaux composés de tous les profils décrits et analysés sur le bassin versant.

3.2.1. Les sols du plateau et de sa bordure

Ces sols constituent une entité bien définie de par leur situation topographique. Ils dérivent de trois types de formations qui occupent chacune une position spécifique:

- *le villafranchien*, distribué en placages (position légèrement sommitale) dans le paysage (série 1.0);
- *le pliocène* plus ou moins remanié, largement développé sur les surfaces d'aplanissement représentées sur la partie sud-est ou en auréole autour des dépôts villafranchiens (séries 2.0 et 3.0);
- *les formations calcaires*, en bancs plus ou moins épais et continus, localisées en bordure de plateau ou occupant les zones légèrement recreusées des départs de thalwegs (séries 4.0 et 5.0).

Bien qu'issus de matériaux mères différents, les sols du plateau présentent un certain nombre de caractéristiques communes. Ils sont:

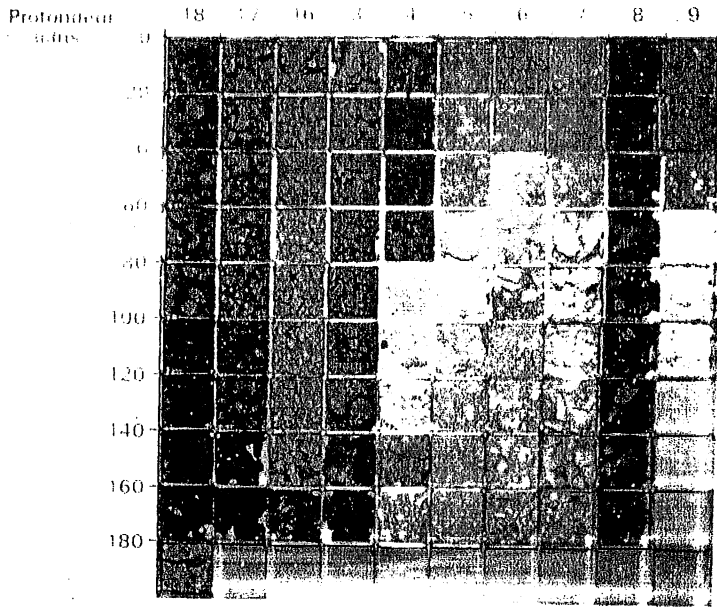
- **caillouteux** sur tout le profil avec:
 - des galets de quartz, quartzites, schistes quartzeux pour les surfaces villafranchiennes,
 - des cailloux calcaires dominants, plus ou moins arrondis ou émoussés associés à une charge en petits quartz blancs dérivant, d'une reprise du calcaire à dragées laguno-lacustre sous-jacent pour les matériaux remaniés du pliocène;
- **de texture assez fine** en particulier pour les horizons développés dès 40-50 cm;
- **de couleur dominante brun rouge en surface** et assez rougeâtre en profondeur (excepté pour les séries 3.0 et 5.0 de faible extension);
- **marqués pour la plupart des séries par des précipitations noires ferro-manganiques en profondeur.**

Toutefois, en fonction de la charge en cailloux et de sa nature, de la texture, de la réaction à l'acide et de la nature du substratum, cinq séries majeures sont distinguées et ordonnées dans deux sous-ensembles :

- sur dépôts quaternaires anciens en place ou remaniés,
- sur formations calcaires.

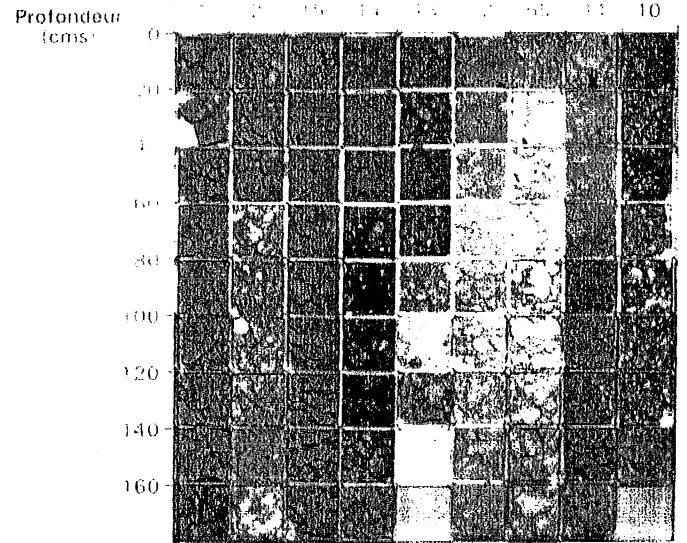
TRANSECT 11

Profils (numéros)



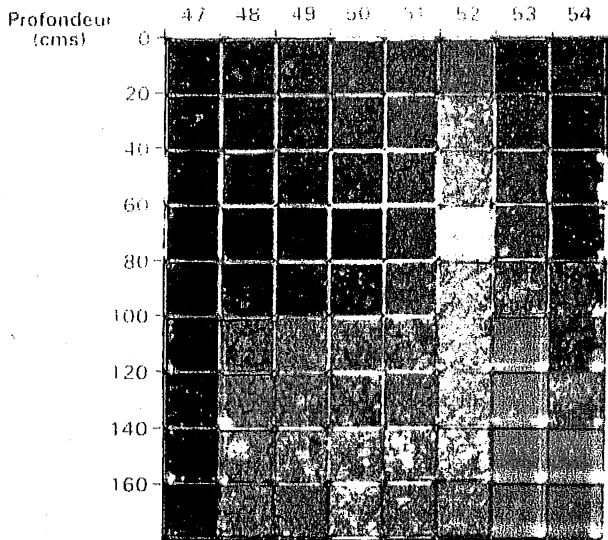
TRANSECT 12

Profils (numéros)



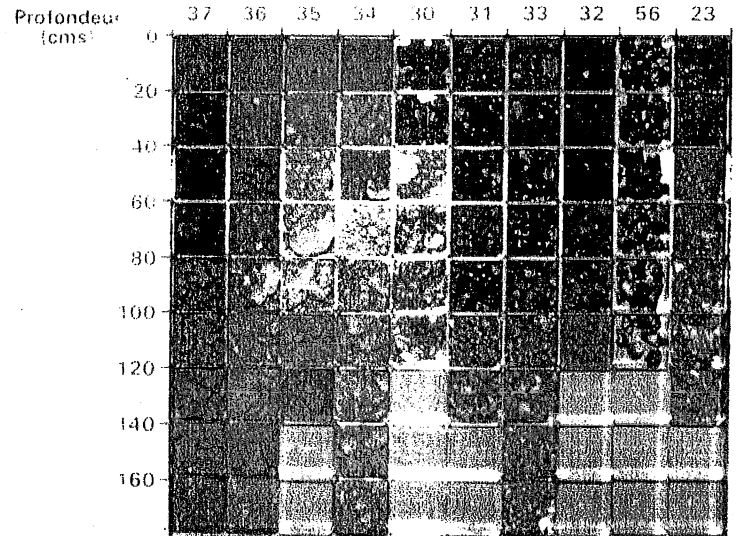
TRANSECT 13

Profils (numéros)



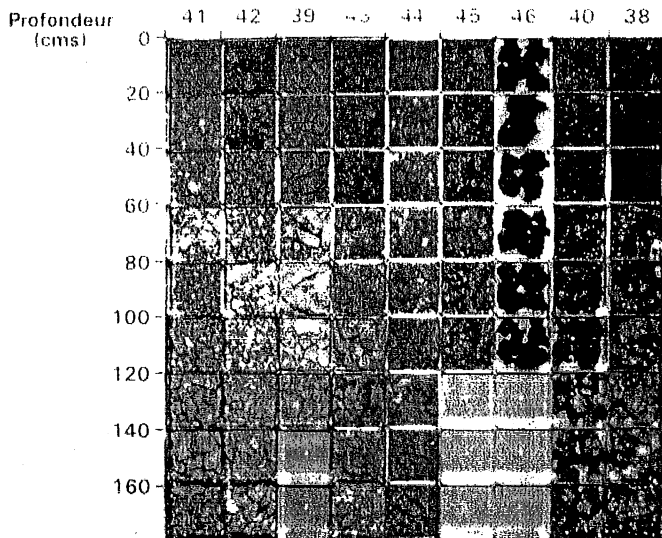
TRANSECT 14

Profils (numéros)



TRANSECT 15

Profils (numéros)



TRANSECT 16

Profils (numéros)

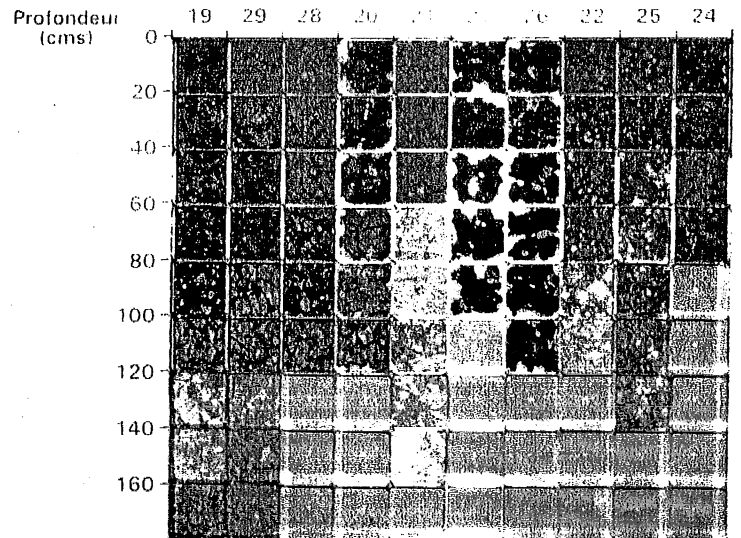


Planche 1 - Pédocomparateurs. Les principaux types de sols du bassin versant de ROUJAN.

3.2.2. Sols des versants aménagés en terrassettes

Ces sols occupent des pentes accentuées pouvant atteindre 10 à 15 %. Ils sont entièrement aménagés en terrassettes de superficie limitée à quelques ares. Les talus de bordure de 2 à 3 m de hauteur sont, selon les situations, confectionnés en pierre sèche ou en terre. Dans ce dernier cas, ils sont colonisés par une végétation arbustive. De nombreux fossés de collature plus ou moins fonctionnels assurent une protection contre l'action érosive. Deux types de substratum s'individualisent sur ces versants (cf 2.2.):

- **les éboulis et bancs calcaires** parfois affleurants, très représentés sur le versant Est et plus localement sur le versant Ouest où s'individualisent des portions de versant convexes
- **les formations sablo-gréseuses litées ou feuilletées** (molasse), beaucoup plus tendres se trouvant sur les versants caractérisés par une légère concavité.

Toutefois, dans les deux situations, les sols ne dérivent pas directement de la roche-mère en place mais sont au contraire la résultante de remaniements liés à des phénomènes de transports en masse (éboulis) et/ou de colluvionnement dont la nature et l'intensité varient avec le modelé du versant.

Sur les versants à modelé convexe à armature calcaire, les transports en masse se singularisent soit par la présence d'éboulis avec blocs calcaires, soit par des matériaux à charge graveleuse et caillouteuse de calcaires et quartz issus du plateau, mêlés à une argile d'altération rougeâtre.

Sur les versants à modelé concave c'est toujours la présence d'éclats calcaires, de graviers ou cailloux de quartz - mais de charge sensiblement moindre - mêlés aux limons, qui souligne les phénomènes de colluvionnement au-dessus de l'assise sablo-gréseuse non polluée.

Dans cet ensemble les différentes séries de sols sont distinguées selon leur texture, leur charge grossière ou leur épaisseur.

3.2.3. Les sols de glacis

La zone de glacis correspond à une surface topographique bien délimitée dans le bassin versant entre les versants aménagés en terrassettes et la dépression centrale. Le passage des terrassettes au glacis est généralement souligné par un talus de 2 à 3 m de haut. Le côté Ouest est largement développé alors que le côté Est est plus réduit. La pente moyenne vers la dépression est d'environ 5 %. Seuls quelques fossés espacés collectent les eaux en provenance des versants.

Les sols développés sur ce glacis possèdent des caractéristiques qui résultent de l'interaction de deux processus probablement imbriqués: le mode de mise en place des matériaux et leur évolution. Ces facteurs auront par ailleurs une incidence sensible sur la distribution spatiale des sols.

• Mode de mise en place et origine des matériaux

Les investigations de terrain montrent que tous les matériaux développés au-dessus du substratum sablo-gréseux en place sont affectés par de très nets phénomènes de remaniements. Ils se traduisent par la présence de petits graviers de quartz et de quelques galets villafranchiens et, à un degré moindre, de petits graviers calcaires au pied des versants, enrobés dans une matrice de texture fine légèrement rougeâtre. Ces sédiments présentent certaines analogies avec ceux du plateau. Les remaniements affectent également la partie supérieure du substratum sablo-gréseux sur quelques décimètres ou, selon la situation, sur plusieurs mètres d'épaisseur. Ceci se marque ici encore par la présence de quelques petits graviers de quartz ou de niveaux à graviers dont l'épaisseur peut atteindre 50 cm, ou parfois par la présence de bancs de grès. La matériau sablo-gréseux non perturbé est effectivement exempt de toute pollution grossière. La présence à la fois de cailloux et de graviers et le degré de carbonatation semblent attester que ces matériaux ont une double origine:

- le déblaiement des surfaces villafranchiennes du plateau,
- l'altération de l'assise sablo-gréseuse très calcaire.

• Evolution des matériaux

L'évolution du sol est caractéristique. Elle se singularise par la présence d'un horizon argilifié de teinte brun foncé ou légèrement rougeâtre, situé au-dessus du substratum sablo-gréseux remanié.

Probablement à la suite de travaux culturaux profonds (défoncements), cet horizon est généralement remonté en surface où il accentue la texture fine, la coloration plus brunâtre et une teneur en carbonates plus faible. Lorsque la pente présente une légère convexité, cet horizon apparaît plus superficiellement. Son épaisseur est d'autant plus réduite que le substratum est peu profond. Si ce dernier est sub-affleurant (pieds des versants), l'horizon brun argileux ne s'individualise pratiquement pas.

Les sols du glacis sont par ailleurs typiques en termes évolutifs par :

- L'existence de poches d'interpénétration de teinte brune à rougeâtre de texture comparable à celle de l'horizon enrichi en argile, dans l'assise sablo-gréseuse remaniée. Si beaucoup de ces poches paraissent résulter de l'action d'animaux fouisseurs, dans certains cas, une altération in situ du matériel sablo-gréseux existe (P 49 et P 50).
- L'abondance de pseudomycéliums blanchâtres, résultant presque exclusivement de la calcitisation de cellules racinaires dans l'horizon enrichi en argile, mais également dans les poches d'interpénétration de la formation sablo-gréseuse.
- La présence en profondeur, dans le niveau plus argileux à pseudomycéliums de quelques taches ferro-manganiques noires précipitées sous forme d'amas de 1 à 5 mm de côté.

• Distribution spatiale des sols

La cartographie détaillée montre une variation latérale de l'épaisseur des sols au-dessus du substratum sablo-gréseux. De quelques centimètres d'épaisseur en pied de versants où l'assise sablo-gréseuse est parfois affleurante, ces sédiments peuvent atteindre 2 à 2,50 m d'épaisseur à proximité de la dépression. Ceci permet de distinguer deux sous-ensembles :

- les sols sur formation sablo-gréseuse peu profonde, peu ou pas remaniée;
- les sols sur formation sablo-gréseuse profonde remaniée.

La texture des horizons superficiels, l'importance de la charge grossière ou la teneur en carbonates sont autant de paramètres qui permettent, à l'intérieur des sous-ensembles, de distinguer les unités de sols.

3.2.4. Les sols de la dépression centrale

La dépression centrale d'orientation Sud-Ouest - Nord-Est est bien individualisée. Elle s'amorce pratiquement dès le plateau. D'abord de largeur limitée à une vingtaine de mètres en amont, elle s'évase considérablement et atteint un maximum d'amplitude avec près de 350 m de largeur dans la partie aval où la topographie d'ensemble tend vers une configuration en cuvette. La partie aval (située au Nord) de cette dépression est d'ailleurs le résidu d'un ancien étang (d'âge indéterminé 50, 100 ans ?) plus ou moins marécageux (à proximité de l'exutoire du bassin versant se situe le lieu dit "La Prairie").

Dans cette zone dépressionnaire se sont accumulés des dépôts dont l'épaisseur va croissant vers la partie centrale. Ainsi, le substratum sablo-gréseux localisé vers 1,50 à 2 m en tête de dépression (au Sud) n'a jamais été atteint ailleurs dans les 5 premiers mètres.

Dans l'ensemble, les sédiments déposés sont de texture moyenne à fine. Dans la partie aval (au Nord) une couche profonde à dominante argileuse s'est même accumulée et y paraît généralisée.

La mise en place des sédiments s'est opérée par phases successives. Ainsi de minces lits sableux ou graveleux s'intercalent entre des matériaux plus fins. De même, plusieurs axes de dépôts fossiles se sont constitués. Certains ont alimenté des dépôts caillouteux qui se juxtaposent à des sédiments plus fins (zone aval du bassin). Dans tous les cas, l'origine allochtone des sédiments se marque par la présence de petits grains de quartz, ou de quelques cailloux roulés.

Une nappe permanente fluctuante, alimente différents puits. Elle peut, lors de précipitations prolongées, remonter à proximité de la surface du sol.

Du fait de la présence de cette nappe, et d'une topographie assez plane, l'évolution des sols a été largement dominée par l'hydromorphie. Dans les couches profondes, notamment dans la partie aval, un gley quasi généralisé se développe. Dans les niveaux plus superficiels de battement de nappe, outre la ségrégation du fer, matérialisée sous forme de dépôts et taches noires pelliculaires, on observe des précipitations carbonatées sous forme de pseudomycéliums (cellules rhizomorphes calcitisées).

Dans ce contexte, la cartographie détaillée conduit à distinguer un ensemble sur substratum sablo-gréseux profond (100-150 cm), et un ensemble sur substratum sablo-gréseux très profond (> 150 cm).

La texture des différents horizons, la charge en éléments grossiers et surtout l'intensité de l'hydromorphie constituent les critères de distinction des différentes séries.

3.3. Caractéristiques minéralogiques des sols

Des diagrammes diffractométriques, dont les résultats sont rassemblés dans le tableau 3-1 ci-après, ont été réalisés sur des profils représentatifs des divers ensembles géomorphologiques reconnus sur le bassin versant :

- le profil 5 en situation de glacis sur substratum sablo-gréseux peu profond;
- le profil 6, plus haut dans le relief, situé sur terrassettes avec un matériau mère de texture assez grossière;
- le profil 7 situé sur terrassettes mais avec un matériau de base de texture plus fine et localisé plus en amont sur le versant;
- le profil 46 représentatif des dépôts détritiques du villafranchien en position de plateau.

Profil	Horizon (cm)	Interstr	Smectite	Vermiculite	Chlorite	Illite (a. m.)	Kaolinite	Quartz	Goethite	Feldspath
5	0-35	g+	++	?	+	++	?	t	t	-
	35-95	+	+++	?	?	+	?	-	-	-
	95-200	+	++	?	+	++	?	-	t?	-
6	0-20	g+	++	?	+	++	?	t	-	-
	20-40	+	++	+	t?	+	+	+	+	t
	60	+	+++	+	t?	+	+	t	t?	t?
	70	+	++	+	-	+	+	t	t	-
7	0-45	+	+++	?	+	+	?	t	t?	t?
	45-110	+	+++	?	+	+	?	t	-	t
	110-130	+	+++	?	+	+	?	t	-	t
46	0-20	+	++	++	-	++	+	-	+	-
	20-65	-	++	+	-	+	+	-	+	t?
	65-115	g+	++	++	-	++	+	-	+	-

Tableau 3-1: Analyses minéralogiques (diffractométrie X) réalisées sur les profils 5, 6, 7 et 46 - [Interstr.: interstratifiés; a.m.: argile micacée; +: minéral peu abondant; ++: minéral abondant; +++: minéral très abondant; g: minéral interstratifié gonflant; ?: présence possible; t: traces].

Le tableau 3-1 fait apparaître, dans les trois situations géomorphologiques retenues, certaines analogies mais aussi quelques différences concernant le cortège des minéraux argileux.

Parmi les traits les plus marquants on constate:

- Une dominance très nette de la smectite, quelle que soit la couche de sol ou la roche mère considérée. Mais si généralement, la smectite est bien cristallisée pour tout ce qui concerne les formations sablo-géseuses, elle l'est sensiblement moins au profil 46 où, du fait de l'acidité du milieu, les conditions de conservation de ce minéral sont moins favorables ,

- La présence systématique d'argile micacée (illite) dans tous les horizons et dans toutes les roches mères. Ce type d'argile semble cependant plus abondant dans les dépôts villafranchiens.
- L'existence d'interstratifiés irréguliers parfois gonflants.
- L'identification et l'abondance de kaolinite marquée par une bonne cristallinité dans les matériaux acides du plateau. Ce minéral est très peu représenté ou incertain et à faible cristallinité dans les matériaux carbonatés.
- L'absence de chlorite dans les dépôts villafranchiens alors qu'elle est généralement présente ailleurs.
- La présence de vermiculite dans les formations détritiques du plateau, très incertaine dans les matériaux sablo-gréseux.
- La présence de goethite bien individualisée sur les dépôts du plateau.

3.4. Caractéristiques physiques des sols

Une première caractérisation physique des principaux sols du BV a été effectuée sur 18 profils situés sur deux transects est-ouest recoupant les quatre ensembles géomorphologiques (plateau, terrassettes, glacis et dépression). Le premier transect est situé vers l'amont du BV (profils 30, 31, 37, 43, 45, 48 et 54) et le second vers l'exutoire du BV (profils 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 14, 16, 18 et 21).

Ces deux transects ont fait l'objet de mesures de densités apparentes in situ avec la double sonde gamma LPC-INRA. Les porosités ont été mesurées au laboratoire sur des agrégats. Des prélèvements de grands cylindres de sol de 1325 cm³ (150 mm x 75 mm) ont été effectués pour mesurer la conductivité hydraulique en saturé (Ks). Les résultats détaillés ainsi que les dispositifs de mesure sont rassemblés dans le rapport complémentaire.

Les principaux résultats obtenus dans les 120 premiers cm sont les suivants (valeurs extrêmes).

1- Sols du plateau et de sa bordure:

Densité apparente:	0-50 cm	1.49 à 1.73
	50 cm et plus	1.52 à 1.83
Porosité totale:	0-50 cm	37 à 44 %
	50 cm et plus	32 à 43 %
Conductivité hydraulique (Ks):	0-50 cm	20 à 140 10 ⁻⁶ ms ⁻¹
	50 cm et plus	0.3 à 60 10 ⁻⁶ ms ⁻¹

2- Sols des versants aménagés en terrassettes:

Densité apparente:	0-50 cm	1.20 à 1.71
	50 cm et plus	1.44 à 1.80
Porosité totale:	0-50 cm	37 à 56 %
	50 cm et plus	36 à 50 %
Conductivité hydraulique (Ks):	0-50 cm	46 à 170 10 ⁻⁶ ms ⁻¹
	50 cm et plus	0.6 à 52 10 ⁻⁶ ms ⁻¹

3- Sols du glacis:

Densité apparente:	0-50 cm	1.39 à 1.78
	50 cm et plus	1.45 à 1.72
Porosité totale:	0-50 cm	34 à 49 %
	50 cm et plus	37 à 47 %
Conductivité hydraulique (Ks):	0-50 cm	4 à 28 10 ⁻⁶ ms ⁻¹
	50 cm et plus	3.5 à 79 10 ⁻⁶ ms ⁻¹

4- Sols de la dépression:

Densité apparente:	0-50 cm	1.33 à 1.73
	50 cm et plus	1.35 à 1.66
Porosité totale:	0-50 cm	36 à 51 %
	50 cm et plus	39 à 50 %
Conductivité hydraulique (Ks):	0-50 cm	0.6 à 140 10 ⁻⁶ ms ⁻¹
	50 cm et plus	11 à 240 10 ⁻⁶ ms ⁻¹

4. CONCLUSION GENERALE

Le bassin versant de Roujan est une entité d'environ 90 ha située au coeur de la basse vallée de la Peyne. Il est largement ouvert vers le nord et sillonné par un réseau dense de fossés. Un exutoire permet de collecter la totalité des eaux de surface. L'importance de la culture de la vigne et la diversité des itinéraires techniques utilisés par les vigneronns constituent par ailleurs une de ses caractéristiques agronomiques majeures. Cet ensemble représente un outil expérimental particulièrement intéressant permettant notamment d'étudier tous les éléments constituant le bilan hydrique et hydrologique de la vigne. Il doit, d'autre part, permettre de mieux appréhender les modifications majeures sur le cycle de l'eau, en terme de ressource et de qualité, que vont produire les changements d'occupation du sol (remplacement de la vigne par une jachère ou des cultures irriguées) prévus à moyen terme en zone méditerranéenne.

Les principales caractéristiques générales du bassin versant mises en évidence dans ce rapport concernent:

• Le cadre géomorphologique

Quatre ensembles se distinguent nettement:

- *Le plateau* plus ou moins disséqué par l'érosion sur lequel dominant essentiellement les formations continentales du villafranchien et du pliocène. Localement, sur les bordures, le substrat laguno-lacustre constituant un entablement calcaire, d'épaisseur très irrégulière, a été mis à jour.
- *Les formations de versants aménagés en terrassettes* (pente forte 10 à 20%) essentiellement représentées par le substrat sablo-gréseux (molasse), de texture généralement moyenne, juxtaposées à des bancs et éboulis calcaires. Le relief présente une succession de formes convexes, lorsque les bancs et éboulis calcaires sont présents, et concaves lorsqu'ils sont absents.
- *Le glacis* à pente douce, 2 à 7 %, vers la dépression se caractérisant par des dépôts issus pour l'essentiel du plateau et du remaniement des formations de versants. Les sédiments accumulés au-dessus du substratum en place peuvent avoir plusieurs mètres d'épaisseur.
- *La dépression centrale* très évasée, de pente très faible dans sa partie amont (1 à 2 %) ou même pratiquement à fond plat dans sa partie aval, est comblée par des matériaux généralement assez fins mis en place par phases successives, soulignées par la présence de minces lits sableux ou graveleux. L'épaisseur des matériaux accumulés augmente sensiblement depuis la tête de la dépression vers l'exutoire du BV.

• Les sols

Les sols développés au sein des ensembles précédents se distinguent suivant des caractéristiques intrinsèques résultant de leur mode de mise en place et de leur évolution.

- *Sur le plateau* ce sont essentiellement des sols caillouteux qui se développent.
 - Sur les formations villafranchiennes: il s'agit de sols acides à galets de quartz mêlés à des fractions fines sablo-argileuses ou argilo-sableuses rougeâtres;
 - Sur les surfaces d'érosion plio-quadernaires: le cailloutis dominant est calcaire et associé à quelques quartz. La matrice est de texture fine, argileuse, rubéfiée et généralement carbonatée.
 - Dans les zones de bordure, ou de reprise des thalwegs où le substratum calcaire a été mis à jour, la charge en éléments caillouteux calcaires, toujours associés à quelques quartz, domine et la matrice argileuse calcaire est faiblement rubéfiée.
- *Sur les versants*, les sols varient selon la forme du relief.
 - Dans les parties concaves, sous un mince dépôt colluvial, de texture moyenne avec quelques éléments grossiers, le substratum sablo-gréseux de teinte bariolée plus ou moins altérée présente une structure caractéristique en plaquettes. Au sein de ce substratum, une nette ségrégation du fer et des carbonates est observée en particulier dans les zones périracinaires.
 - Dans les parties convexes avec bancs et éboulis calcaires, on observe au-dessus du substratum à plaquettes une charge importante en éléments grossiers ou blocs calcaires, mais aussi quartz, mêlée à une matrice argileuse de teinte brune à rougeâtre.
- *Sur le glacis*, se développent des sols profonds, de texture fine, peu caillouteux, faiblement calcaires, enrichis en argile dans l'horizon sous cultural. Ils reposent sur un matériau d'origine molassique remanié et épais. Au sein de ce matériau, les traits du remaniement se marquent par la présence de petits graviers

de quartz, de blocs gréseux ou de niveaux graveleux discontinus. Le substratum sablo-gréseux en place ne s'observe qu'au pied des terrassettes.

- Sur la *dépression centrale*, les sols sont calcaires et essentiellement limoneux ou argileux, et caillouteux. Leur évolution est dominée par un engorgement occasionné par une nappe permanente qui fluctue selon le rythme et l'importance des précipitations.

• Le fonctionnement hydrologique du bassin versant

Un premier schéma de fonctionnement hydrologique du bassin versant est proposé sur la figure 4-1. Ce schéma, encore provisoire, résulte des différentes connaissances acquises au cours de cette première étape concernant l'étude du bassin versant de Roujan. Il fait largement référence aux observations de terrain (topographie, géologie, pompages, écoulements dans les fossés...). Il ne constitue en l'état actuel qu'un modèle hypothétique de fonctionnement. Il sera donc modifié et amélioré en fonction des résultats des expérimentations destinées à comprendre et quantifier les flux régissant le cycle hydrologique du bassin versant.

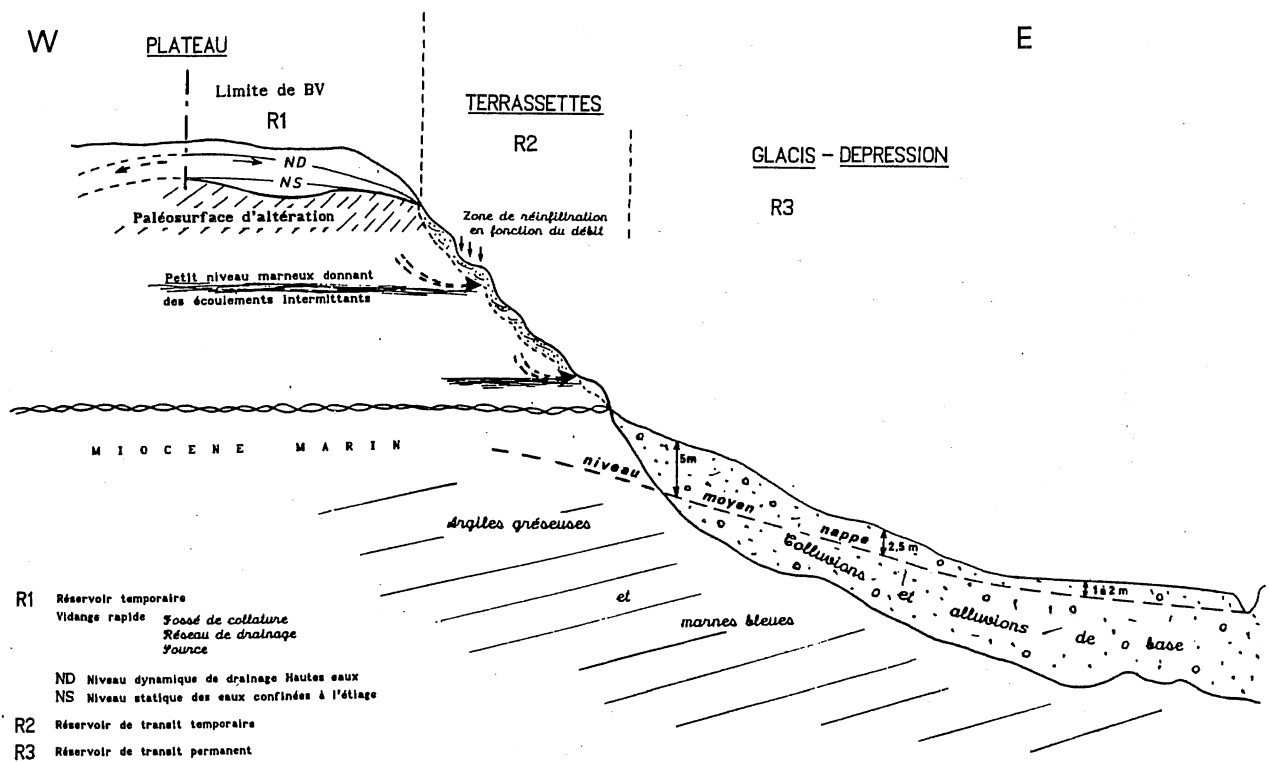


Figure 4.1 - Schéma des unités morphopédologiques et des réservoirs hydrologiques.

ELEMENTS BIBLIOGRAPHIQUES

- ALBAILLE S.J., 1967** - Le Miocène du Biterois. Editions CERGA, Montpellier, 100 pp.
- AGENCE DE BASSIN RHONE-MEDITERRANEE-CORSE, 1983** - Catalogue des domaines hydrogéologiques, Languedoc Roussillon - Midi Pyrénées.
- ARTHAUD F., OGIER M., SEGURET M., 1980-81** - Géologie et géophysique du golfe du Lion et de sa bordure Nord. Bulletin du BRGM, section 1, n° 3, pp.175-193.
- ASCENSIO E., 1984** - Aspects climatologiques des départements de la région Languedoc-Roussillon. Monographie n°4. Ed. Météorologie Nationale, Paris, 94 pp..
- BONFILS P., 1988** - Carte pédologique au 1/100 000: Lodève. INRA UR Science du Sol, Montpellier.
- BORNAND M., BONFILS P., BARTHES J.P., 1991** - Carte des pédopaysages du Languedoc-Roussillon. Exemple de l'Hérault. INRA, UR Science du Sol, Montpellier.
- BRGM, 1983** - Carte géologique de la France au 1/50 000, feuille de Pézénas. BRGM, Orléans.
- CASTANY G., 1966** - Traité pratique des eaux souterraines. Ed. Dunod, Paris, 661 pp.
- CASTANY G., MARGAT J., 1977** - Dictionnaire français d'hydrogéologie. BRGM, Orléans, 249 pp.
- CLOCHARD P., LEENHARDT D., LEFAY O., 1990** - Carte des sols du Secteur Adissan-Montagnac (Moyenne Vallée de l'Hérault) au 1/10 000. INRA UR Science du Sol, Montpellier.
- DEMANGEON P., 1960** - Données apportées par les transports minéraux sur l'évolution morphotectonique du Bas-Languedoc au Tertiaire. Revue de Géographie Physique et de Géologie Dynamique, (2), Vol. III, fasc. 3: 149-157.
- ECOLOGISTES DE L'EUZIERE, 1991** - Géologie de l'Hérault. Cahier n°3. St Jean de Cuculles (Hérault), 96 pp.
- FAVROT J.C., 1992** - Recherches méthodologiques sur l'application de la méthode des Secteurs de Référence au domaine agronomique. Cas de la diversification des cultures en Moyenne Vallée de l'Hérault. Rapport de synthèse. INRA et IGCS. INRA UR Science du Sol, Montpellier, 87 pp.
- GOTTIS M., 1957** - Contribution à la connaissance géologique du Languedoc. Thèse Doctorat, Université Montpellier 2.
- GROUPE FRANCAIS D'ETUDE DU NEOGENE, 1983** - Le Mio-pliocène du Languedoc. Guide des excursions. BRGM, Orléans, 27 pp.
- IGN, 1983** - Carte topographique. Feuille de Pézenas (1/50 000) et feuille de Servian (1/25 000)
- LEDUC C., 1983** - Etude hydrogéologique de la nappe captive astienne située entre Valras et Agde. Thèse 3^{ème} cycle., Université de Montpellier 2.
- METEO FRANCE, 1992** - Statistiques climatiques de l'Hérault. Centre départemental de la Météo, Fréjorgues - Montpellier.
- SUC J.-P., 1980** - Contribution à la connaissance du Pliocène et du Pléistocène inférieur des régions méditerranéennes d'Europe Occidentale par l'analyse palynologique des dépôts du Languedoc-Roussillon et de la Catalogne. Thèse Doctorat d'Etat, Université Montpellier 2.

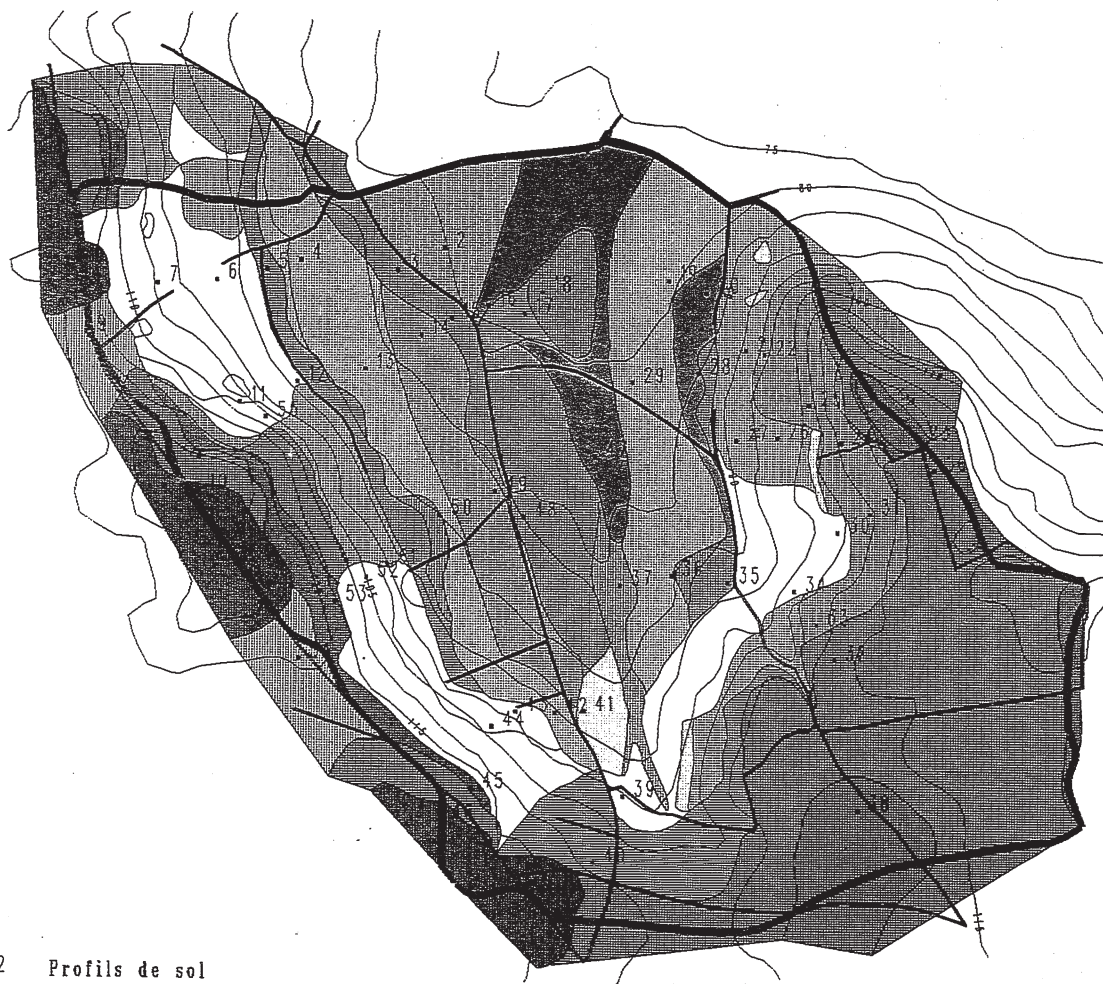
<p>PUBLICATIONS EN RELATION AVEC LE PROJET Allegro-ROUJAN à la date du 31 juillet 1993</p>

- FIORI E., 1992** - Variabilité spatio-temporelle du fonctionnement hydrique des sols et de la croissance végétative de la vigne dans le bassin-versant de Roujan. DEA Ecosystèmes Continentaux Arides Méditerranéens et Montagnards, Université Marseille I, 31 pp.
- GALAIS J.-L., 1992** - Variabilité du stock et des flux profonds d'eau à l'échelle de la parcelle de vigne. Analyse de la précision d'estimation des valeurs moyennes. DAA Génie Agronomique, ENSA Montpellier, 41 pp.
- LEONARD J., 1993** - Flux de ruissellement en milieu viticole méditerranéen. Méthodologie de mesure et variabilité spatiale à l'échelle de la parcelle. Maîtrise de Géographie Physique, Université d'Avignon, 53 pp.
- RIBOLZI O., 1992** - Dynamique des éléments majeurs et des métaux sur un petit bassin versant méditerranéen. DEA Géosciences de l'environnement, Univ. Marseille III, 50 pp.
- TAMIA A., 1992** - Etude morphologique des structures liées à la redistribution du fer et du manganèse en milieu calcaire. DEA Géosciences de l'environnement, Univ. Marseille III, 53 pp.
- TRAMBOUZE W., 1992** - Etude d'un dispositif de mesures automatiques pour estimer l'évapotranspiration réelle et la transpiration de la vigne. DEA Hydrologie, UM2-ENGREF Montpellier, 35 pp.

ANNEXES

- 1- Formations géologiques au 1/10.000.
- 2- Carte des sols et courbes de niveau au 1/10 000.
- 3- Carte des sols et parcellaire au 1/5 000.
- 4- Localisation des sondages au 1/5 000.
- 5- Réseau de fossés, points d'eau et parcellaire au 1/5 000.
- 6- Parcellaire au 1/5 000.
- 7- Occupation des sols du bassin versant.
- 8- Tableau analytique des sols du bassin versant.

CARTE DES SOLS DU BASSIN VERSANT DE ROUJAN



- 22 Profils de sol
- Limites du bassin versant
- Courbes de niveau
- Routes et chemins

Echelle 1/100000e

LEGENDE

- 1 - SOLS DU PLATEAU ET DE SA BORDURE
 - 1.1 - SUR DEPOTS QUATERNAIRES ANCIENS EN PLACE OU REMANIES (sols non ou peu calcaires)
 - 1.0 Sol argilo-sableux, très caillouteux (quartz), brun rougeâtre.
 - 2.0 Sol limono-argileux, caillouteux (calcaires et quartz), brun rougeâtre.
 - 3.0 Sol limono-argileux, brun, sur argile à graviers (quartz et calcaires) vers 50 cm.
 - 1.2 - SUR FORMATIONS CALCAIRES (sols calcaires)
 - 4.0 Sol sablo-argileux, caillouteux (calcaires et quartz), brun jaunâtre.
 - 5.0 Sol sablo-argileux, très caillouteux (calcaires et quartz), brun jaunâtre.
- 2 - SOLS DES VERSANTS AMENAGES EN FERRASSETTES
 - 2.1 - SUR EBOULIS ET BANCS CALCAIRES PARFOIS AFFLEURANTS (sols peu calcaires)
 - 6.0 Blocs, cailloux et bancs calcaires (quelques quartz) avec argile rougeâtre.
 - 7.0 Sol limono-argileux, très caillouteux (calcaires et quartz), brun rougeâtre avec blocs calcaires vers 30-60 cm.
 - 7.1 idem, avec quartz plus abondants en surface.
 - 2.2 - SUR FORMATION SABLO GREUSEUSE LITEE OU FEUILLETEE (sols calcaires)
 - 8.0 Sol limono-sableux, peu caillouteux, olivâtre, sur sable gresieux vers 20 cm
 - 8.1 idem, avec bancs calcaires interstratifiées.
 - 9.0 Sol limono-sableux, caillouteux (calcaires et quartz), jaunâtre sur sable gresieux bariole vers 40-70 cm.
 - 9.1 idem, peu ou pas caillouteux.
 - 10.0 Sol limono-argileux, peu caillouteux (calcaires et quartz), brun rougeâtre.
- 3 - SOLS DU GLACIS
 - 3.1 SUR FORMATION SABLO GREUSEUSE PEU PROFONDE: inférieure à 50-60 cm (sols calcaires)
 - 11.0 Sol limono-sableux, jaunâtre, sur sable gresieux vers 30-50 cm.
 - 12.0 Sol limono-argileux, peu caillouteux, brun fort, sur sable gresieux vers 40-60 cm.
 - 12.1 Sur sable gresieux bariole à nodules calcaires.
 - 3.2 SUR FORMATION SABLO GREUSEUSE PROFONDE: supérieure à 60 cm (sols peu calcaires)
 - 13.0 Sol sablo-argileux, peu caillouteux, brun jaunâtre, sur sable gresieux vers 60-90 cm.
 - 14.0 Sol limono-argileux, brun, sur sable gresieux vers 60-90 cm.
 - 14.1 idem, sur sable gresieux vers 90-150 cm.
 - 15.0 Sol sablo-argileux, peu caillouteux, jaunâtre, sur sable gresieux vers 90-140 cm.
- 4 - SOLS DE LA DEPRESSION
 - 4.1 - SUR FORMATION SABLO GREUSEUSE PROFONDE: 100 à 150 cm (sols calcaires)
 - 16.0 Sol limono-sableux, jaunâtre, à taches rouille vers 50 cm.
 - 16.1 idem, avec taches rouille vers 80-100 cm.
 - 4.2 - SUR FORMATION SABLO GREUSEUSE TRES PROFONDE: supérieure à 150 cm (sols calcaires)
 - 17.0 Sol sablo-argileux, brun jaunâtre, caillouteux et à taches rouille vers 50 cm.
 - 18.0 Sol limono-sableux, jaunâtre à taches rouille vers 50 cm.
 - 19.0 Sol limono-argileux, brun jaunâtre, à taches rouille vers 40 cm.
 - 19.1 idem, avec taches rouille vers 50 cm.

OCCUPATION DU SOL DU BASSIN VERSANT DE ROUJAN









Juillet 1993



Echelle
0 50 100 150 200 m

.... Contour du Bassin Versant

Occupation des sols

-  Vignes
-  Cereales
-  Asperges
-  Arrachage
-  Friches
-  Garrigues
-  Batiments
-  Bassin de lagunage











FORMATIONS GEOLOGIQUES

DU BASSIN VERSANT DE ROUJAN

d'après la carte géologique du BEGM, feuille de Pezenas, au 1/50000

(limites adaptées au 1/5000 par C. Joseph, LHM / Université Montpellier 2)

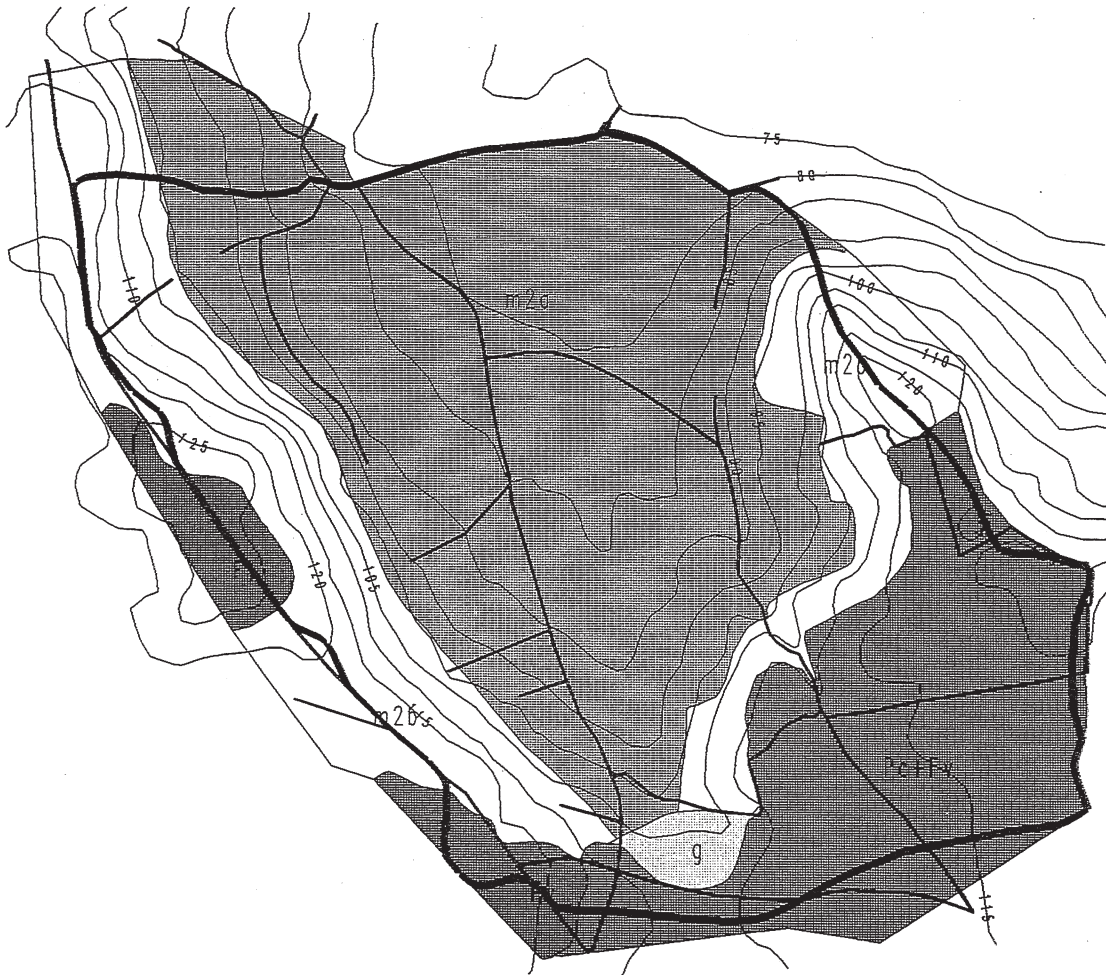
LEGENDE

-  Pleistocène inférieur
Fv : Cailloutis "villafranchiens"
-  Pliocène continental ou lagunaire
Pc+Fv : brèches et argiles rouges à graviers,
marnes jaunes, avec apports
villafranchiens
-  Miocène moyen
m2b : calcaire argileux blanchâtre, lacustre
ou lagunaire.
-  m2a : molasse sableuse, marnes bleues.
-  g : Formation à galets glaciaires
(indéterminée au 1/50000)
-  Limites du bassin versant
-  Routes et chemins
-  Courbes de niveau

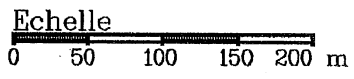
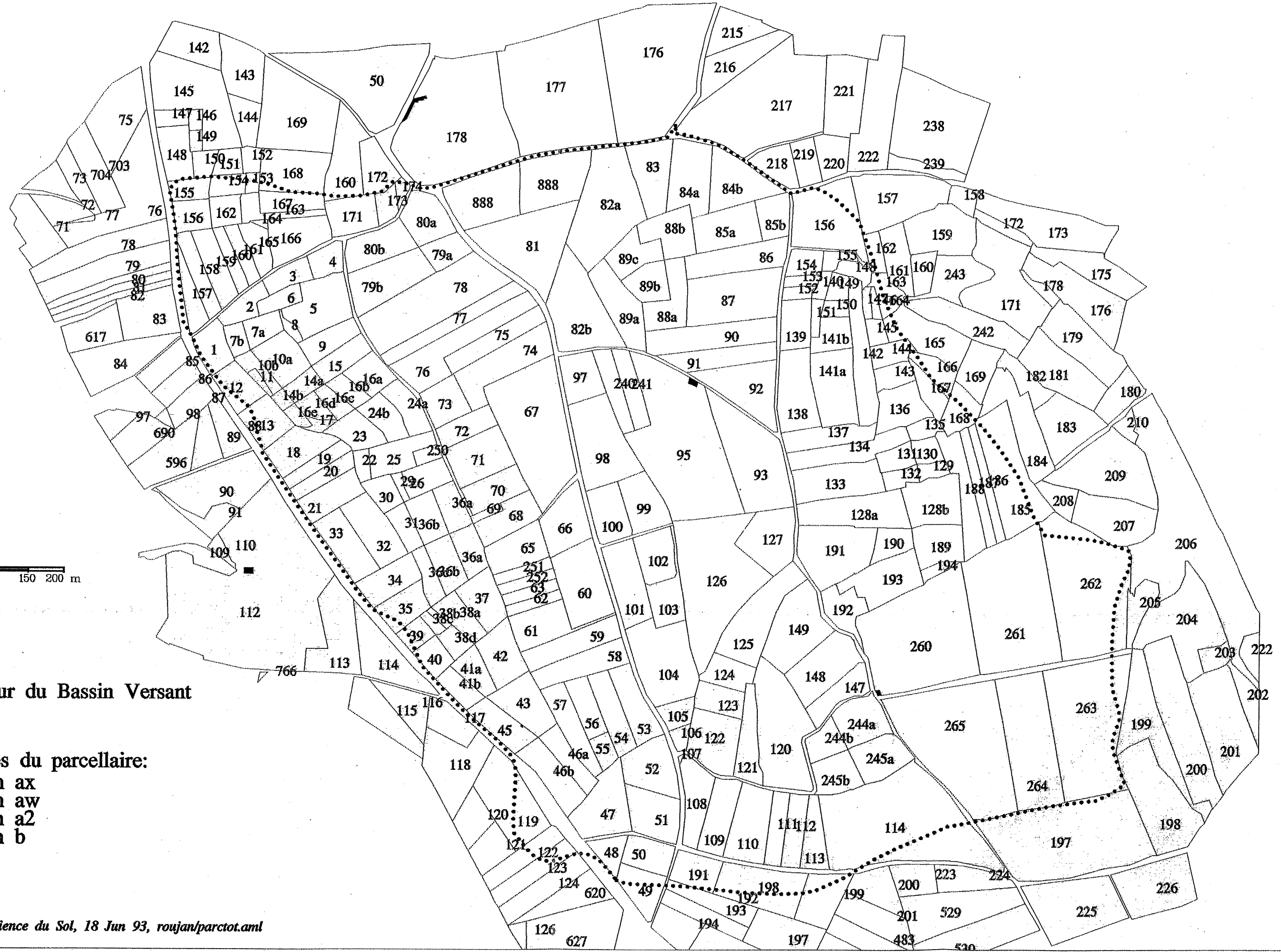
Echelle 1/10000e

INRA Montpellier, Science du Sol, septembre 1992

Composition: /home/rouzet/roujan/rougeol2.aml



PARCELLAIRE DU BASSIN VERSANT DE ROUJAN



..... Contour du Bassin Versant

Limites du parcellaire:

- section ax
- section aw
- section a2
- section b

LOCALISATION DES POINTS D'EAU DU BASSIN VERSANT DE ROUJAN



Echelle
0 50 100 150 200 m

- ... Contour du Bassin Versant
- Parcellaire
- Réseau de drainage
- POINTS D'EAU**
- ⊙ Puits
- Citernes

PARCELLAIRE DU BASSIN VERSANT DE ROUJAN ET POINTS DE SONDAGE



Points de sondage:

• réalisés par PA et RB

• par les étudiants

Limites du parcellaire:

— Section ax

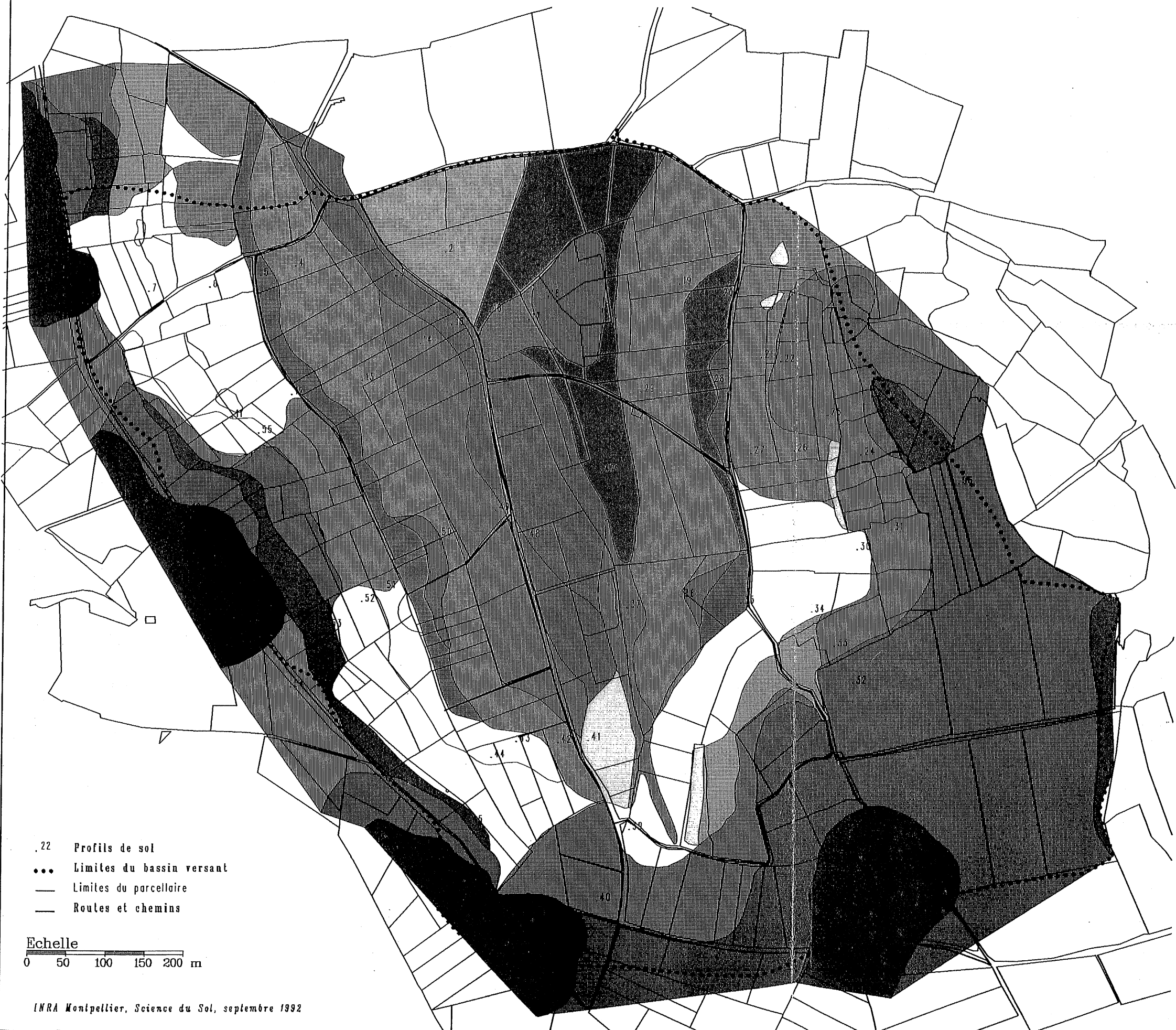
— Section av

— Limites du bassin versant

— Routes et chemins

Echelle 1/5000e

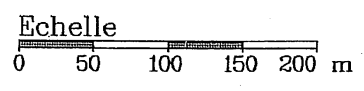
CARTE DES SOLS DU BASSIN VERSANT DE ROUJAN



LEGENDE

- 1 - SOLS DU PLATEAU ET DE SA BORDURE
 - 1.1 - SUR DEPOTS QUATERNAIRES ANCIENS EN PLACE OU REMANIES (sols non ou peu calcaires)
 - 1.0 Sol argilo-sableux, tres caillouteux (quartz), brun rougeatre.
 - 2.0 Sol limono-argileux, caillouteux (calcaires et quartz), brun rougeatre.
 - 3.0 Sol limono-argileux, brun, sur argile a graviers (quartz et calcaires) vers 50 cm.
 - 1.2 - SUR FORMATIONS CALCAIRES (sols calcaires)
 - 4.0 Sol sablo-argileux, caillouteux (calcaires et quartz), brun jaunatre.
 - 5.0 Sol sablo-argileux, tres caillouteux (calcaires et quartz), brun jaunatre
- 2 - SOLS DES VERSANTS AMENAGES EN TERRASSETTES
 - 2.1 - SUR EBOLIS ET BANCs CALCAIRES PARFOIS AFFLEURANTS (sols peu calcaires)
 - 6.0 Blocs, caillou et bancs calcaires (quelques quartz) avec argile rougeatre.
 - 7.0 Sol limono-argileux, tres caillouteux (calcaires et quartz), brun rougeatre avec blocs calcaires vers 30-60 cm.
 - 7.1 idem, avec quartz plus abondants en surface.
 - 2.2 - SUR FORMATION SABLO GRESEUSE LITEE OU FEUILLETEE (sols calcaires)
 - 8.0 Sol limono-sableux, peu caillouteux, olivatre, sur sable greseux vers 20 cm
 - 8.1 idem, avec bancs calcaires interstratifies.
 - 9.0 Sol limono-sableux, caillouteux (calcaires et quartz), jaunatre sur sable greseux bariole vers 40-70 cm.
 - 9.1 idem, peu ou pas caillouteux.
 - 10.0 Sol limono-argileux, peu caillouteux (calcaires et quartz), brun rougeatre.
- 3 - SOLS DU GLACIS
 - 3.1 SUR FORMATION SABLO GRESEUSE PEU PROFONDE: inferieure a 50-60 cm (sols calcaires)
 - 11.0 Sol limono-sableux, jaunatre, sur sable greseux vers 30-50 cm.
 - 12.0 Sol limono-argileux, peu caillouteux, brun fari, sur sable greseux vers 40-60 cm.
 - 12.1 Sur sable greseux bariole a nodules calcaires.
 - 3.2 SUR FORMATION SABLO GRESEUSE PROFONDE: superieure a 60 cm (sols peu calcaires)
 - 13.0 Sol sablo-argileux, peu caillouteux, brun jaunatre, sur sable greseux vers 60-90 cm.
 - 14.0 Sol limono-argileux, brun, sur sable greseux vers 60-90 cm.
 - 14.1 idem, sur sable greseux vers 90-150 cm.
 - 15.0 Sol sablo-argileux, peu caillouteux, jaunatre, sur sable greseux vers 90-140 cm.
- 4 - SOLS DE LA DEPRESSION
 - 4.1 - SUR FORMATION SABLO GRESEUSE PROFONDE: 100 a 150 cm (sols calcaires)
 - 16.0 Sol limono-sableux, jaunatre, a laches rouille vers 50 cm.
 - 16.1 idem, avec laches rouille vers 80-100 cm.
 - 4.2 - SUR FORMATION SABLO GRESEUSE TRES PROFONDE: superieure a 150 cm (sols calcaires)
 - 17.0 Sol sablo-argileux, brun jaunatre, caillouteux et a laches rouille vers 50 cm.
 - 18.0 Sol limono-sableux, jaunatre a laches rouille vers 50 cm.
 - 19.0 Sol limono-argileux, brun jaunatre, a laches rouille vers 40 cm.
 - 19.1 idem, avec laches rouille vers 50 cm.

- .22 Profils de sol
- ... Limites du bassin versant
- Limites du parcellaire
- Routes et chemins



RESULTATS ANALYTIQUES des Sols du B.V. de Roujan

Légende: P = Profil, Prof = Profondeur en cm, S = N° de série

granulométrie à 5 fractions: Arg(0à2μ), Lf(2à20μ), Lg(20à50μ), Sf(50à200μ), Sg(100à2000μ)

granulométrie à 8 fractions: Arg(0à2μ), Lf(2à20μ), Lg(20à50μ), Sf(50à100μ), Sg(100à200μ), F6(200à500μ), F7(500à1000μ), F8(1000à2000μ)

Cx: cailloux; Tf: terre fine; CT: calcaire total; CA: calcaire actif; pH: pH eau; CEC: capacité d'échange cationique; FT: fer total; FL: fer libre

P	Prof	S	Arg Lf Lg Sf Sg					F6	F7	F8	Cx	Tf	M.O. Azote		CT	CA	pH	Ca Mg K Na Cec					FT	FL	P205	Cu ⁺⁺
			(%)										%	%				%	%	(CMOL ⁺ /Kg * 100)						
1	0 50	18 ₀	188	256	217	293	46				0	1000	12,4	0,84			8,2									
	50 85		194	255	228	251	72				0	1000					8,4									
	85 140		225	377	244	131	23				0	1000					8,5									
	140 150		205	208	142	307	138				0	1000														
2	0 55	17 ₀	164	170	142	337	187				50	950	8,8	0,53	176	18	8,6									
	55 160		177	199	85	185	354				230	770			374	63	8,6									
	160 230		174	336	192	226	72				0	1000														
3	0 55	15 ₀	172	189	185	332	122				30	970	10,5	0,65	181	10	8,5									
	55 120		184	178	147	336	155				50	950			162	17	8,6									
	160 170		221	142	136	393	108				0	1000														
	230 240		253	156	125	370	96				0	1000														
4	0 30	14 ₀	250	164	127	189	180	49	30	11	50	950	10,9	0,76	41		8,4									
	40 60		311	178	109	183	146	37	26	10	20	980			24		8,4									
	70 85		259	206	112	179	148	63	25	8	0	1000			223	43	8,5									
	85 160		129	304	161	192	90	49	53	22	0	1000			485	90	8,6									
	160 190		132	261	141	326	66	28	27	19	0	1000			391	64	8,5									
	190 230		92	196	148	465	56	16	18	9	30	970			322	50	8,6									
5	0 35	11 ₀	165	196	110	272	178	42	26	11	30	970	7,7	0,48	289	40	8,5	3780	88	39	6	830	20,0	7,8	10	64,0
	35 95		113	198	123	291	208	30	25	12	0	1000			359	56	8,7	3640	80	10	5	540	17,6	6,9	3	5,8
	95 200		55	69	50	319	457	30	10	10	0	1000			245	18	8,9	3280	63	8	4	360	16,0	5,7	2	4,8
6	0 20	9 ₁	179	260	171	232	158				0	1000	10,2	0,71	293	42	8,5	3710	97	66	3	840	21,4	9,0	21	115,0
	20 40		156	278	231	250	50	16	11	8	0	1000			306	37	8,5	3730	101	43	5	800	18,9	6,9	2	15,4
	60 61		111	173	328	382	6				0	1000			199	31	8,9	3570	108	13	7	610	19,7	7,3	2	9,6
	70 71		175	379	309	58	37	26	12	4	0	1000			388	67	8,7	3910	220	17	9	900	21,9	8,3	2	38,9

P	Prof	S	Arg	Lf	Lg	Sf	Sg	F6	F7	F8	Cx	Tf	M.O. Azote		CT	CA	pH	Ca	Mg	K	Na	Cec	FT	FL	P205	Cu ⁺⁺	
													%	%													%
7	0 45	9 ₁	194	329	223	220	34				0	1000	6,7	0,47	311	55	8,6	3760	131	40	7	910	23,5	8,6	3	8,6	
	45 110		260	494	197	39	10				0	1000			325	75	8,6	3900	459	30	19	1180	30,0	12,0	2	12,4	
	110 130		233	464	222	71	10				0	1000			308	70	8,4	3770	584	29	107	1070	25,5	7,5	6	11,8	
8	0 60	1 ₀	287	138	50	226	299				180	820	7,1	0,53	7		8,4	2120	91	44	8	1320	33,1	19,9	27	68,3	
	60 80		320	108	64	312	196				40	960			4		8,2	1790	95	35	8	1480	29,6	15,5	22	24,3	
	80 130		352	105	61	311	171				0	1000					8,2	1850	108	34	11	1620	28,5	14,7	29	13,1	
9	0 30	4 ₀	173	283	92	229	223				130	870	8,8	0,56	418	71	8,5	3780	64	31	5	930	16,3	8,0	15	128,0	
	30 80		255	395	68	101	181				80	920			554	127	8,5	4230	79	23	5	1260	19,6	9,1	3	10,6	
10	0 30	2 ₀	205	171	75	245	304				400	600	17,1	0,81	375	34	8,3										
	30 70		380	115	47	189	269				380	620			191	18	8,5										
11	0 55	9 ₀	186	310	157	243	104				300	700	9,1	0,67	333	62	8,5	3910	71	28	6	960	21,0	7,9	3	51,8	
	55 65		179	344	238	193	46				350	650			332	72	8,6	4080	83	13	9	900	21,8	9,1		8,9	
	65 85		54	95	201	632	18				0	1000			191	25	8,7	3440	63	6	6	380	17,0	6,4		16,1	
	85 100		156	407	314	95	28				0	1000			408	84	8,5	3990	154	11	15	750	20,8	8,2		6,7	
100 120		112	206	375	305	2				0	1000			223	29	8,4	3720	157	12	18	630	19,8	6,3		9,3		
12	0 50	10 ₀	175	297	278	199	51				130	870	9,1	0,61	347		8,5										
	50 65		181	277	248	189	105				160	840	8,1	0,53	353		8,6										
	65 100		207	235	188	231	139				70	930	7,7	0,56	258		8,6										
	100 130		221	268	209	211	91				10	990			270		8,6										
13	0 60	14 ₀	264	206	133	238	159				120	880	11,2	0,75	152	24	8,4										
	60 90		311	343	107	148	91				20	980			311	103	8,5										
	90 130		189	475	110	84	142				0	1000			595	173	8,6										
14	0 60	14 ₁	168	135	135	358	204				170	830	10,7	0,62	139	13	8,4										
	60 90		306	175	139	312	68				0	1000			5		8,3										
	90 130		358	178	117	283	64				40	960			5		8,2										
	130 180		145	119	136	487	113				0	1000			240	20	8,5										
15	0 20	15 ₀	236	253	173	265	73				170	830	16,4	0,99	152	27	8,3										
	20 70		221	221	180	289	89				70	930			149	26	8,5										
	70 110		198	189	209	330	74				0	1000			123		8,6										
	110 150		181	183	189	360	87				20	980			146	21	8,7										

P	Prof	S	Arg	Lf	Lg	Sf	Sg	F6	F7	F8	Cx	Tf	M.O. Azote		CT	CA	pH	Ca	Mg	K	Na	Cec	FT	FL	P205	Cu ⁺⁺	
													%	%													%
16	0 20	18 ₀	165	207	194	337	97				0	1000	13,3	0,85	231	22	8,4										
	20 70		169	186	187	351	107				0	1000			230	31	8,6										
	70 100		155	183	195	343	124				0	1000			260	41	8,6										
	100 140		145	161	251	415	28				0	1000			242	30	8,7										
17	0 30	19 ₁	244	331	201	187	37				0	1000	17,1	1,14	172	39	8,3										
	30 65		261	291	206	194	48				0	1000			184	36	8,4										
	65 105		241	236	202	280	41				10	990			119		8,6										
	105 115		244	200	162	331	63				10	990			72		8,5										
18	0 45	19 ₀	289	301	152	125	84	26	13	10	0	1000	12,8	0,90	196	33	8,5	4430	151	43	8	1670	26,3	11,1	6	113,0	
	45 75		236	192	165	183	161	39	15	9	0	1000			104		8,6	4080	151	25	9	1150	21,4	8,8		10,7	
	75 105		262	211	162	221	128	13	3		0	1000			78		8,5	4180	248	26	15	1280	23,5	9,4		11,6	
	105 125		337	247	137	151	85	27	14	2	0	1000			99		8,5	4600	387	31	26	1740	26,0	8,9		12,7	
19	0 45	14 ₀	256	203	129	141	136	68	44	23	70	930	12,8	0,82	95		8,5										
	45 85		286	256	125	116	99	62	35	21	10	990			231	58	8,5										
	105 120		234	299	127	111	99	77	42	11	60	940			386	102	8,6										
	140 160		190	383	127	77	77	55	49	42	30	970			534	89	8,6										
21	0 40	10 ₀	210	335	149	144	162				130	870	15,0	0,99	359	70	8,4	4020	113	40	5	1150	20,3	7,3	12	123,0	
	40 70		221	350	156	140	133				140	860			382	81	8,6	4050	90	20	11	1060	19,6	6,8		33,1	
	70 110		158	476	162	78	126				10	990			624	135	8,7	3960	76	10	9	760	15,5	5,7		6,1	
22	0 25	7 ₀	229	196	98	259	218				290	710	11,6	0,76	255	45	8,5										
	25 50		225	168	81	240	286				0	1000			263	31	8,5										
	50 105		129	325	121	166	259				330	670			586	112	8,9										
23	0 40	5 ₀	341	233	86	157	183				190	810	15,5	1,01	364	71	8,4										
	40 60		312	303	96	136	153				40	960	4,8	0,41	446	87	8,6										
	60 95		329	320	96	115	140				0	1000			446	82	8,6										
24	0 35	7 ₀	257	130	73	253	287				140	860	13,3	0,85	156	6	8,5										
	35 100		274	154	82	230	260				180	820			283	35	8,5										
25	0 30	7 ₀	258	200	84	218	240				180	820	13,5	0,81	325	48	8,5										
	30 50		371	197	85	201	146				110	890			261	51	8,6										
	50 90		245	300	76	112	267				240	760			565	97	8,7										
	120 140		240	275	65	123	297				230	770					8,7										

P	Prof	S	Arg	Lf	Lg	Sf	Sg	F6	F7	F8	Cx	Tf	M.O. Azote		CT	CA	pH	Ca	Mg	K	Na	Cec	FT	FL	P205	Cu ⁺⁺	
													%	%													%
26	0 15	10 ₀	199	207	108	252	234				70	930	10,7	0,68	323	47	8,5										
	15 50		210	205	109	244	232				140	860	12,4	0,71	305	47	8,5										
	60 61		146	173	80	208	393				140	860			479	68	8,6										
	65 66		153	248	112	212	275				100	900					8,7										
27	0 20	10 ₀	149	152	114	343	242				110	890	25,9	1,25	201	16	8,1										
	20 70		196	153	114	330	207				90	910	6,5	0,43	200	15	8,5										
	70 140		247	174	129	317	133				50	950			138	16	8,5										
	140 180		247	348	151	167	87				10	990			392	107	8,6										
28	0 55	14 ₀	242	271	120	199	168				80	920	9,6	0,67	239	34	8,5	4260	109	49	7	1330	22,5	8,7	19	86,3	
	55 85		328	243	99	196	134				90	910			112		8,5	4630	111	37	12	1680	29,3	12,1		18,7	
	85 100		334	274	104	174	114				60	940			105		8,5	4830	102	37	11	1740	30,5	13,1		53,1	
29	0 65	14 ₀	251	192	115	270	172				80	920	9,8	0,71	104		8,5	4060	114	38	10	1270	22,2	8,9		54,0	
	65 90		315	209	102	261	113				20	980			38		8,5	4190	129	39	11	1490	29,7	12,4		16,2	
	90 120		217	263	109	239	172				60	940			315	71	8,5	4190	108	28	10	1060	22,2	8,8		10,0	
30	0 15	9 ₁	218	303	155	216	108				90	910	11,4	0,75	355	58	8,4										
	15 60		223	288	152	239	98				80	920			345	62	8,4										
	60 70		178	384	173	169	96				20	980			478	85	8,7										
31	0 40	7 ₀	250	167	79	246	258				280	720	13,6	0,87	254	23	8,5										
	40 85		288	148	76	231	257				320	680	7,2	0,52	233	21	8,6										
	85 120		211	179	86	243	281				540	460	3,9	0,33	419	54	8,6										
32	0 50	2 ₀	312	140	78	288	182				200	800	12,9	0,91	110		8,5	4210	106	58	8	1690	24,1	13,9	11	55,4	
	50 80		295	215	83	248	159				60	940			339	68	8,6	4340	73	26	7	1390	22,4	11,8		11,4	
	80 120		121	114	61	374	330				70	930			475	21	8,8	3530	28	12	4	640	10,9	5,3		5,6	
33	0 25	7 ₀	239	154	69	233	305				410	590	11,9	0,78	288	31	8,5	4070	64	45	5	1270	18,8	9,1	8	47,0	
	25 60		243	144	73	258	282				500	500	11,2	0,75	308	27	8,6	4060	63	35	5	1230	18,3	8,8	4	76,3	
	60 120		218	177	70	234	301				520	480			374	49	8,6	4100	56	24	6	1030	16,9	7,5		8,9	
35	0 15	11 ₀	215	370	142	188	85				10	990	16,1	0,90	333	71	8,4										
	15 40		192	334	115	296	63				10	990			356	77	8,7										
	40 80		86	207	108	568	31				0	1000			291	35	9,0										
	80 120		121	219	104	473	83				0	1000			341	46	8,8										

P	Prof	S	Arg	Lf	Lg	Sf	Sg	F6	F7	F8	Cx	Tf	M.O. Azote		CT	CA	pH	Ca Mg K Na				Cec	FT	FL	P205	Cu ⁺⁺
													%	%				%	%	(CMOL ⁺ /Kg * 100)						
36	0 20	13 ₀	169	183	118	466	64				10	990	11,2	0,63	214	23	8,5									
	20 60		163	189	118	459	71				10	990			203	5	8,5									
	60 100		105	197	120	528	50				0	1000			335	54	8,9									
37	0 20	16 ₀	195	144	110	394	157				70	930	10,0	0,60	80		8,4									
	20 60		220	146	117	442	75				40	960			30		8,5									
	60 130		178	164	90	507	61				0	1000			210	29	8,6									
38	0 15	3 ₀	249	180	106	296	169				70	930	15,5	079	94		8,4									
	15 50		265	136	99	323	177				0	1000	9,3	060	70		8,5									
	50 75		234	194	83	145	344				270	730			442	64	8,6									
	75 120		290	285	111	164	150				160	840			411	66	8,6									
39	0 15	9 ₁	156	214	237	292	101				60	940	13,5	083	326	38	8,4									
	15 50		161	216	231	298	94				0	1000			331	46	8,6									
	50 75		83	189	229	362	137				0	1000			365	39	8,7									
	75 130		117	317	291	213	62				70	930			350	42	8,7									
40	0 45	7 ₁	304	203	85	154	254				230	770	8,1	053	310	35	8,5									
	45 70		357	221	92	173	157				220	780			276	11	8,5									
	70 120		401	223	94	173	109				0	1000			124		8,5									
41	0 15	12 ₁	128	237	355	224	56				50	950			280	16	8,7									
	15 45		135	263	384	181	37				10	990			286	32	8,5									
	45 75		267	578	143	10	2				0	1000			322	75	8,2									
	75 130		225	538	197	35	5				0	1000			291	59	8,3									
43	0 60	9 ₁	165	198	95	446	96				40	960	8,6	051	284	34	8,6									
	80 81		298	227	70	340	65				0	1000			212	47	8,5									
	100 101		48	49	51	586	266				0	1000			297		8,8									
	125 210		41	30	43	697	189				0	1000			312	25	9,1									
44	0 45	9 ₀	132	193	98	494	83				0	1000	4,3	032	286	33	8,8									
	50 51		57	76	56	749	62				0	1000			272	13	9,1									
	60 61		100	258	150	389	103				0	1000			472	71	8,8									
	100 101		80	161	96	582	81				0	1000			334	37	8,9									

P	Prof	S	Arg	Lf	Lg	Sf	Sg	F6	F7	F8	Cx	Tf	M.O. Azote		CT	CA	pH	Ca Mg K Na Cec					FT	FL	P205	Cu ⁺⁺
													%	%				%	%	(CMOL ⁺ /Kg * 100)	%	%				
(*)46	0 20	1 ₀	366	150	93	164	227				240	760	10,7	070			6,1	voir en dernière page pour d'autres analyses								
	20 65		366	166	92	171	205				360	640					7,6									
	65 115		283	129	67	105	416				480	520					7,2									
47	0 60	18 ₀	189	143	114	346	208				80	920	18,1	053	90		8,5									
	60 95		189	108	75	379	249				70	930			38		8,4									
	95 130		307	169	114	321	89				0	1000			4		8,2									
	130 150		311	173	112	292	112				10	990			6		8,4									
48	0 60	16 ₁	281	47	126	446	100				20	980	11,2	073	59		8,3									
	60 100										10	990			8		8,5									
	100 135		372	34	126	390	78				30	970			20		8,5									
	135 150										50	950			224	30	8,6									
49	0 20	14 ₁	166	176	156	242	133	68	38	21	0	1000	14,3	096	150	37	8,2	3770	97	44	6	1020	19,2	7,8	12	83,7
	20 60		160	132	152	246	140	72	54	44	30	970	8,1	053	160	3	8,5	3670	90	19	6	860	19,2	7,8		87,4
	60 100		193	126	111	274	151	93	37	15	0	1000	4,8	035	76		8,6	3600	101	21	8	890	21,5	9,5		10,6
	100 110		186	194	104	329	100	44	29	14	0	1000			260	58	8,6	4010	98	16	9	800	20,6	8,3		7,0
50	0 20	13 ₀	139	156	109	211	291	65	22	7	20	980	11,7	073	283	25	8,5									
	20 40		168	161	110	234	225	68	27	7	90	910			244	24	8,4									
	40 90		241	144	103	233	194	52	24	9	0	1000			116		8,5									
	90 130		140	222	99	287	176	39	31	6	0	1000			378	92	8,7									
51	0 15	10 ₀	120	198	245	356	81				30	970	14,5	084	367	43	8,4	3540	76	33	4	780			9	
	15 40		146	252	198	266	138				60	940			385	59	8,6	3770	104	21	5	730				
	40 70										80	920			228	55	8,6	4250	179	25	14	1220				
	70 110		429	116	199	161	95				0	1000			360	93	8,6	4150	169	17	12	930				
52	0 35	9 ₀									50	950	10,2	066	413	67	8,5									
	35 60		186	517	195	46	56				0	1000			469	82	8,7									
	60 85		202	479	172	64	83				20	980			402	79	8,8									
	85 110		73	201	88	502	136				30	970			315	33	8,7									
53	0 20	5 ₀	193	169	101	309	228				180	820	41,3	248	249	23	8,1	4050	84	29	8	1300	13,5	5,1	9	22,0
	20 40		169	199	106	311	215				320	680	9,8	066	357	44	8,6	3840	44	13	5	790	12,0	4,4		5,7
	40 60		184	177	100	313	226				350	650	11,2	076	248	87	8,5	3900	50	14	6	1000	13,6	5,1		6,3
	60 90		176	254	111	283	176				580	420			366	53	8,7	3910	47	13	7	940	13,8	3,9		5,5

P	Prof	S	Arg Lf Lg Sf Sg					F6	F7	F8	Cx	Tf	M.O. Azote		CT	CA	pH	Ca Mg K Na				Cec	FT	FL	P205	Cu ⁺⁺
			(%)										%	%				(CMOL ⁺ /Kg * 100)								
54	0	25	4 ₀	199	153	83	343	222			200	800	11,9	075	55		8,4									
	25	50		344	103	66	316	171			130	870	4,6	035			8,4									
	50	75		349	103	64	300	184			150	850			5		8,5									
	75	105		269	182	67	301	181			10	990			86		8,6									
	105	135		211	187	71	299	232			150	850			158	11	8,6									
55	0	30	9 ₀	172	309	283	178	58			0	1000	16,0	086	292	47	8,5									
	30	45		269	440	187	42	62			0	1000			297	75	8,6									
	45	120		261	411	260	50	18			0	1000			207	58	8,5									
56	0	35	2 ₀	360	261	104	173	102			150	850	7,1	057	229	22	8,5									
	55	75		307	223	80	113	277			280	720			417	31	8,6									

(*)analyses particulières effectuées dans le cadre de la "collection de sols" du laboratoire INRA d'Arras (prélèvement le 16/12/91):

P	Prof	Arg Lf Lg Sf Sg					M.O. Azote		CT	pH		Ca Mg K Na				Cec	FT	P205 (ppm)			B sol	B Tot	Cu Mn Zn P ₂ O ₅ Cr Ni Co							
		(%)					(%)			eau	KCl	(CMOL ⁺ /Kg * 100)						%	JH	DY			OL	(ppm)	(ppm)	éléments totaux HF (ppm)				
46	0	20	372	170	104	173	181	12,9	084	0	5,2	3,9	1270	224	56	8	1730	41,4	30	20	29	310	900	74,5	513	74	0,08	71,3	44,6	15,1

Ba	Li	Pb	Cd	Sr	V	Ca	Mg	K	Na	Hg	As	Se	Cu	Mn	Zn	CEC	Ca	Mg	K	Na	CE	Pouvoir fixateur	
éléments totaux HF (ppm)												élément. tot. (ppm)			extr. EDTA (ppm)			(CMOL ⁺ /Kg * 100)				(ms/cm)	Studer (mg/100g)
387	48,4	29,6	0,07	57	128	440000	4300	15800	1600	0,28	15,18	0,5	18,3	64	2,1	1660	1258	235	63	8	0,04	100	