

COMPAGNIE GENERALE DES EAUX

CENTRE REGIONAL DU LANGUEDOC-ROUSSILLON

Route de Boirargues - 34010 MONTPELLIER CEDEX

alimentation en eau de la ville de montpellier

CAPTAGE DE LA SOURCE DU LEZ

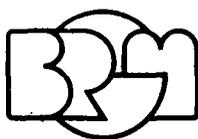
**études des relations entre la source
et son réservoir aquifère**

rapport n° 1

recueil des données et établissement d'un modèle de cohérence

par D. THIERY et P. BERARD

avec la collaboration de A. CAMUS



**BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL**

Service géologique régional LANGUEDOC-ROUSSILLON

1039, rue de Pinville - 34000 Montpellier

Tél. (67) 65.81.13

R E S U M E

L'étude des relations entre la source du Lez et son réservoir aquifère, en fonction notamment des nouvelles conditions de captage et de prélèvements, devant conduire à l'élaboration, par le BRGM, d'un modèle mathématique de prévision et de gestion, il a été procédé dans une première phase d'intervention :

- au recueil, à la sélection et à la mise en forme des données existantes
- à l'analyse et à la critique de ces données par un modèle de cohérence.

Les caractéristiques générales, tant géographiques que géologiques ou structurales du système aquifère de la source du Lez, très largement décrites dans de nombreux rapports et études cités en bibliographie mettent en évidence le compartimentage et le cloisonnement du réservoir karstique dont les limites sont schématiquement représentées au Sud par le front du Pli de Montpellier, au NE par le Vidourle et au NW par l'Hérault.

Les données actuellement disponibles dispersées au niveau de plusieurs services et organismes, ont été rassemblées et mises en forme. Elles montrent une très grande variabilité de répartition, à la fois dans l'espace et dans le temps. Les modèles de cohérence qui ont été établis à partir de ces données antérieures et de certaines données manquantes qui ont été recalculées, mettent en évidence les différentes liaisons entre précipitations, débits prélevés, variations de niveau et débits d'écoulements naturels, au niveau de la source elle-même ainsi qu'en différents points caractéristiques de son système aquifère.

La mise en place d'un réseau piézométrique de surveillance, et d'un système précis de contrôle des variations de niveau, des débits prélevés et écoulés sur la source elle-même, devraient permettre après une première année d'exploitation, d'analyser de manière plus fine, le fonctionnement du système en fonction de différents historiques de précipitations et de différentes hypothèses de prélèvement.

N.B. : Le contenu du présent rapport est susceptible d'être corrigé ou modifié sur certains des aspects traités, prenant en compte les données complémentaires antérieures ou actuelles, auxquelles nous pourrions avoir accès en cours de deuxième phase.

SOMMAIRE

Pages

RESUME

SOMMAIRE - LISTE DES ANNEXES - LISTE DES TABLEAUX ET DES FIGURES.

1 - INTRODUCTION	1
2 - LES CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA SOURCE DU LEZ ET DE SON RESERVOIR	3
3 - LES PRINCIPALES DONNEES RECUEILLIES	4
3.1 - Les données climatiques	4
3.2 - Les données hydrologiques	10
3.2.1 - Les stations de jaugeage sur cours d'eau	10
3.2.2 - Les stations de jaugeage sur sources	13
3.3 - Les données piézométriques	15
3.4 - Les expériences de coloration et les relations hydrauliques démontrées par pompages	20
3.5 - Les données relatives à la source du Lez	23
3.5.1 - Les mesures de niveau	23
3.5.2 - Les volumes produits ou prélevés	23
3.5.3 - Les volumes écoulés	26
3.5.4 - Les pompages d'essai	26
3.6 - Récapitulatif global des données recueillies	27
4 - ANALYSE ET CRITIQUE DES DONNEES HYDROCLIMATIQUES	29
4.1 - Pluviométrie	29
4.1.1 - Relations entre stations	30
4.1.2 - Données annuelles	30
4.1.3 - Etude des valeurs mensuelles	35
4.2 - Autres données climatiques	39
4.2.1 - Températures	42
4.2.2 - Insolation mensuelle (1959/1981)	42
4.2.3 - Humidité relative mensuelle	42
4.2.4 - Evaporation	45
4.2.5 - Evapotranspiration potentielle mensuelle	45
4.3 - Analyse des données des 35 piézomètres de contrôle	45
4.4 - Analyse des données hydrologiques	51
4.4.1 - Lez	51
4.4.2 - Hérault	51

4.5 - Analyse des niveaux à la vasque du Lez	51
4.6 - Analyse des limnigrammes de contrôle	55
4.7 - Analyse des débits prélevés dans la source du Lez	59
4.8 - Calcul du débit de débordement	59
5 - MODELES DE COHERENCE	65
5.1 - But de la modélisation	65
5.2 - Elaboration du modèle	65
5.3 - Simulation du niveau dans la source du Lez	66
5.3.1 - Simulation au pas mensuel	66
5.3.2 - Simulation au pas de 5 jours	69
5.4 - Simulation du débit de débordement	70
5.5 - Interprétation des pompages d'essai	72
5.5.1 - Pompage de 1965	72
5.5.2 - Pompage de 1969	74
5.6 - Interprétation des variations de niveau aux points de contrôle.	75
5.6.1 - La Fleurette	75
5.6.2 - Triadou	77
5.6.3 - Fontbonne	79
6 - CONCLUSIONS	82
7 - PRINCIPALES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	85

oOo

LISTE DES ANNEXES

Planches (échelle à 1/100 000)

- Planche 1 : Cadre géologique et structural
- Planche 2 : Réseau hydrographique - Infrastructures hydrométriques
et piézométriques - Stations climatologiques
- Planche 3 : Principales pertes et émergences répertoriées -
Relations hydrauliques

Annexes

- Annexe 1 : Variations de niveau des 35 piézomètres
Août 1981 à Août 1982 (figures I.1 à I.9)
- Annexe 2 : Données hydrologiques (figures II.1 à II.5)

TABLEAUX

	Pages
Tableau 1 : Le réseau pluviométrique et climatique	5
- 2 : Les stations retenues et les observations analysées ...	8
- 3 : Les stations de jaugeage sur cours d'eau	11
- 4 : Principales émergences du système aquifère de la source du Lez	
- 5 : Piézomètres d'observation - Caractéristiques principales	16
- 6 : Mesures CGE effectuées sur les piézomètres d'observation à compter du 26/08/1981.	18
- 7 ; Enregistrements piézométriques du CERH (1972 à 1976) ..	19
- 8 : Expériences de coloration	21
- 9 : Récapitulatif global des données recueillies	28
- 10 : Coordonnées Lambert des stations pluviométriques du Lez .	30
- 11 : Matrice de corrélation	32
- 12 : Caractéristiques annuelles - Climatologie bassin du Lez.	36
- 13 : Valeurs mensuelles des données climatiques	38
- 14 : Altitude et coordonnées Lambert des 35 piézomètres Lez .	47
- 15 : Source du Lez : prélèvements mensuels (1974/1981)	60

oOo

FIGURES

	Pages
Figure 1 : Précipitations : répartition des données recueillies	9
- 2 : Stations de jaugeage sur cours d'eau : périodes recueillies	12
- 3 : Situation géographique des stations pluviométriques	31
- 4 : Isohyètes pour la période 1964/1981 en mm/an	33
- 5 : Relation pluie annuelle - altitude	34
- 6 : Lamme d'eau annuelle pour 1964/1981	34
- 7 : Pluie moyenne Lez 1964/1981	37
- 8 : Deuxième composante principale (en racine carrée)	40
- 9 : Troisième composante principale (en racine carrée)	41
- 10 : Températures moyennes mensuelles en °C (1970/1977)	43

Figure 11	: Humidité moyenne, insolation mensuelle, évaporation et ETP moyenne à Montpellier	44
- 12	; Situation géographique des piézomètres	48
- 13	: Débits prélevés et niveaux journaliers sur la Source du Lez	52
- 14	: Historique des niveaux Lez : 1946 à 1980	54
- 15	: Cotes maxi-mini et débits prélevés hebdomadaires au Lez pour 1980/1981	55
- 16	: Niveaux journaliers à La Fleurette, lez, Triadou et Fontbonne pour 1978/1982	57
- 17	: Débits prélevés et niveaux à Fontbonne (1978/1982) .	58
- 18	: Débits prélevés à la source du Lez (1974 à 1981) ,.	62
- 19	: Relations débits écoulés - niveau à la vasque	63
- & 20	: Simulations du niveau dans la source du Lez au pas mensuel et par pentades	68
- 21		
- 22	: Simulations du débit de débordement	71
- 23	: Essai de pompage de Septembre 1965	73
- 24	: Variations de niveau et simulations à La Fleurette .	76
- 25	: Variations de niveau et simulations à Triadou	78
- 26	: Variations de niveau et simulations à Fontbonne ...	80

1 - INTRODUCTION

Le présent rapport a été réalisé dans le cadre d'une convention d'étude établie entre la Compagnie Générale des Eaux (CGE), et le Service Géologique Régional Languedoc Roussillon du Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM).

Notifiée par la Direction Régionale de la CGE en date du 27 Avril 1982, cette convention confie au BRGM "l'élaboration d'un modèle mathématique permettant la prévision des relations entre le débit prélevé par le futur captage de la Source du Lez et les écoulements de son réservoir aquifère".

La réalisation de ce modèle mathématique de simulation doit comprendre les cinq étapes suivantes :

- 1 - Recueil, mise en forme et relation des données existantes.
- 2 - Analyse et critique de ces données par un modèle de cohérence.
- 3 - Modélisation fine avec prise en compte des données obtenues après un an d'exploitation.
- 4 - Modélisation de gestion par simplification du modèle précédent avec implantation sur un ordinateur auquel aura accès la Compagnie.
- 5 - Suivi après réalisation et réajustement couvrant une période de trois ans.

Nous rendons compte ci-après des résultats enregistrés pour les deux premières étapes de notre étude sur le recueil des données, et sur la mise en oeuvre du modèle de cohérence.

Les organismes et services, avec qui nous avons pris contact, dans le cadre de l'acquisition des données nécessaires à l'élaboration du modèle, sont les suivants : les services techniques de la ville de Montpellier, l'Université, la DDA de l'Hérault, le SRAE, la Météorologie Nationale, ainsi que les Sociétés fermières exploitant, ou ayant exploité le système aquifère du Lez ou des sous-systèmes voisins.

Nous avons d'autre part dressé une liste bibliographique aussi complète que possible, et analysé en détail, certains des ouvrages et documents cités, qui avaient déjà fait l'objet en 1979 d'une synthèse documentaire, pour en extraire les principales données hydrométriques et piézométriques. Ces données sont rares, le plus souvent incomplètes, partielles ou élaborées.

L'accès aux documents et aux enregistrements originaux n'a pas toujours été possible. Lorsque ce fut le cas, nous avons complété, corrigé et réinterprété certaines des données disponibles.

Les historiques que nous avons pu établir sont donc relativement complets pour les principaux éléments climatiques pris en compte : précipitations journalières et mensuelles, températures, degré d'humidité (données de la Météorologie Nationale et du SRAE). Ils sont également assez complets pour les mesures de niveaux effectuées sur la Source du Lez (cahiers n° 1 et 2 de la Mairie), encore que l'utilisation de ces données soit, pour l'instant, rendue difficile. En effet, tant sur la Source du Lez elle-même que sur les principales émergences de son système aquifère où des sous-systèmes voisins, ainsi qu'au niveau des principaux captages AEP, il aurait été souhaitable de pouvoir disposer de l'ensemble des données hydrométriques, volumétriques et piézométriques existantes. A de rares exceptions près, la plupart des rapports que nous possédons dans nos propres archives, ainsi que ceux que nous avons pu consulter, mis à notre disposition par la DDA, la Mairie, le SRAE ou l'Université, ne font pas état des données brutes utilisées.

Outre les paramètres climatiques, les mesures de niveaux, de débit et de prélèvements - qui seront complétés au cours des phases ultérieures - les informations les plus récentes et les plus précises que nous avons pu analyser, portent sur les enregistrements limnigraphiques effectués depuis Septembre 1978 sur la vasque de la Source du Lez, les forages du Triadouet de la Fleurette (limnigrammes DDA/SRAE), sur les mesures ponctuelles effectuées par la Compagnie sur le réseau des quelques trente piézomètres dont nous fournissons la liste et dont certains ont été équipés d'un limnigraphe en Décembre 1982, et sur les volumes prélevés à la Source (volumes hebdomadaires pour l'année 1981).

Nous joignons en annexe, une carte à 1/100 000, précisant le cadre géologique et structural du réservoir aquifère du Lez, et une carte de situation à 1/100 000, répertoriant les principaux points d'observation du système pour lesquels nous disposons des données : stations climatologiques, hydrométriques et piézométriques.

Les tableaux récapitulatifs successifs regroupant ces données seront complétés au fur et à mesure de l'acquisition de nouvelles informations, ou d'informations antérieures auxquelles nous pourrions avoir accès en cours d'étude.

2 - LES CARACTERISTIQUES GENERALES DE LA SOURCE DU LEZ ET DE SON RESERVOIR

Les conditions morphologiques, géologiques et structurales du réservoir aquifère de la Source du Lez dont le bassin d'alimentation est représenté par la région des garrigues nord-montpelliéraines sont très largement décrites et détaillées dans les documents cités en bibliographie (voir chapitre 7).

Parmi ces références bibliographiques, nous retiendrons - pour les conditions aux limites : nature et extension du réservoir ; pour les conditions de captage : historique des prélèvements ; et pour les paramètres d'écoulement : données piézométriques, relations par traçages et pompages - la note de synthèse de H. PALOC : "Etude documentaire préalable à l'établissement des périmètres de protection". Rapport 79 SGN 319 LRO du 16 Mai 1979.

En conclusion à cette synthèse documentaire, qui se trouve être la plus complète, puisque depuis cette date, il n'y a pas eu d'études importantes sur les conditions d'exploitation du réservoir, l'auteur envisage, avec les nouvelles conditions de captage et de prélèvement, la mise en oeuvre d'un modèle de gestion et de prévisions permettant "d'apprécier à tout moment la capacité de production de la source en fonction de l'état de la réserve", la représentativité de ce modèle étant fonction du nombre et de la fiabilité des données climatologiques, hydrologiques et piézométriques.

Sur la carte à 1/100 000 présentée hors texte (planche 1), nous précisons le cadre géologique et structural du système aquifère du Lez. Sur cette carte, sont mises en évidence :

- d'une part, les principales unités hydrogéologiques essentiellement représentées par les formations carbonatées du Jurassique et du Crétacé à caractère karstique. Le compartimentage du réservoir et son cloisonnement selon les directions NE-SW et E-W dominantes sont guidés par la tectonique pyrénéo-provençale : failles de Corconne-Les Matelles, structure de Viols le Fort-le Pic Saint Loup, front du pli de Montpellier, etc ... Les distinctions proposées seront précisées ultérieurement par une note annexe au présent rapport.

- d'autre part, les limites géographiques et hydrodynamiques du système, représentées au Sud par le chevauchement du pli de Montpellier, à l'Est par le Vidourle, à l'Ouest par l'Hérault, laissant une seule extension possible mais étroite vers le Nord entre Ganges et Quissac.

3 - LES PRINCIPALES DONNEES RECUEILLIES

Les principales stations de mesure et postes d'observation sur les données climatologiques, hydrométriques et piézométriques sont situés sur le plan à 1/100 000, joint hors-texte (planche 2).

Nous présentons pour chacun des paramètres pris en considération, les périodes d'observation recueillies et analysées. L'intérêt de ces données et de l'acquisition des données complémentaires existantes, mais que nous n'avons pas encore eu à notre disposition, est d'établir :

- un bilan hydrogéologique des entrées : précipitations, infiltration efficace, et des sorties : ETP, prélèvements, sources
- une première estimation du fonctionnement du système en liaison avec la piézométrie et la structure du réservoir : expériences de coloration, pompes pages d'essais.

3.1 - LES DONNEES CLIMATIQUES

Nous présentons, dans le tableau 1, la liste de la plupart des stations existantes ou ayant existé sur le système aquifère du Lez et des sous-systèmes voisins, comprenant :

- pour le bassin versant du Vidourle : 8 postes dans le département du Gard, et 7 postes dans le département de l'Hérault.
- pour le bassin versant de l'Hérault, 13 postes.
- pour le bassin versant du Lez, Mosson et fleuves côtiers, 21 postes.

Parmi ceux-ci, nous avons retenu 5 postes du Gard et 15 postes de l'Hérault. (Tableau 2), en prenant en compte dans une première approche, une plus grande période d'observation pour les données mensuelles que pour les données journalières.

Pour les 20 postes retenus, les données pluviométriques mensuelles s'échelonnent entre 1949 et 1982 (figure 1).

Les données pluviométriques journalières n'intéressent que 18 postes, avec la plupart des hauteurs retenues couvrant la période de 1978 à 1982.

Pour 11 de ces postes, nous disposons des températures moyennes mensuelles, s'échelonnant entre 1959 et 1982.

TABLEAU 1

LE RESEAU PLUVIOMETRIQUE ET CLIMATIQUE

n° carte	N° CTE *	Stations (organismes)	Coordonnées altitude			Périodes de référence	Bassin versant
			x	y	(m)		
-	30.12.1	QUISSAC (DDE)	733,7	180,1	179	1887-1906/1944-1947/ depuis 1959 ...	Vidourle
1	30.12.2	St HIPPOLYTE-DU-FORT (ONM/EDF/CM)	43°58'	3°51'	190	1886-1974 : Pont de Planque Depuis 09/74 : Le Maffre	Vidourle
-	30.12.3	Barrage de la ROUVIERE (Bragassargues - DDE)	735,6	182	90	Depuis 1968	Vidourle
-	30.12.4	Barrage de CEYRAC (Conqueyrac - DDE)	726,2	180,8	158	Depuis 1968	Vidourle
2	30.12.6	DURFORT (St Martin de Sossenac) (EDF/ONM/DDE)	43°59'	3°57'	175	Depuis 1956	Vidourle
3	30.12.7	QUISSAC (EDF/ONM)	43°52'	4°00'	90	Depuis 1887	Vidourle
4	30.12.8	VIC-LE-FESC (EDF/ONM)	43°52'	4°04'	45	Depuis 09/1956	Vidourle
5	30.12.12	POMPIGNAN (EDF/ONM)	43°53'	3°51'	175	Depuis 09/1955	Vidourle
-	34.12.3 (=34.14.19?)	VALFLAUNES (SRAE)	723,2	167,7	160	Depuis 09/1963	Vidourle
6	34.12.4	CAMPAGNE (SRAE)	735,7	167,4	67	Depuis 09/1966	Vidourle
-	-	LA SUQUE (ONM-St, automatique)	727,9	3164,1	#320	Depuis 1981	Vidourle
7	34.12.6	VACQUIERES (EDF/CM/ONM n° 3181)	43°52'	3°55'	95	Depuis 11/1956	Vidourle
8	34.12.7	VALFLAUNES (DDE/CM/ONM n° 3221)	43°48'	3°52'	150	Depuis 1944	Vidourle
9	-	St DREZERY (ONM n° 2491)	43°44'	3°58'	104	Depuis 01/1980	Cadoule Salaison
10	34.13.4	MONTPELLIER-FREJORGUES (Mauguio - ONM n° 1541)	43°35'	3°58'	5	Depuis 04/1940	Cadoule Salaison
11	34.17.11	GANGES (DDE/CM/ONM n° 1111)	43°56'	3°42'	145	Depuis 1943	Hérault
-	34.17.31	BRISSAC - Caysergues (CEPE)	709,8	178,9	164	Depuis 02/1966	Hérault
-	34.17.37	BRISSAC - Les Planas (CEPE)	710,5	175,5	156	Depuis 02/1966	Hérault
-	34.17.38	BRISSAC - Les Euzières (CEPE)	709,28	176,7	142	Depuis 02/1966	Hérault

*CTE = COMITE TECHNIQUE DE L'EAU

TABLEAU 1 (suite 1)

n° carte	N° CTE *	Stations (organismes)	Coordonnées altitude			Périodes de référence	Bassin versant
			x	y	(m)		
-	34.17.34	N.D. LONDRES - Lagarde (CEPE)	712,9	168,8	202	Depuis 02/1966	Hérault
-	34.17.35	N.D. LONDRES - La Boissière (CEPE)	713,2	171,8	240	Depuis 02/1966	Hérault
-	34.17.36	N.D. LONDRES - Cardonille (CEPE)	712,9	173,3	339	Depuis 02/1966	Hérault
-	34.17.33	MAS DE LONDRES (CEPE)	714,3	166,1	205	Depuis 02/1966	Hérault
-	34.17.32	St MARTIN DE LONDRES (CEPE)	713,6	164,6	280	Depuis 02/1966 (La Pourcaresse)	Hérault
-	34.17.3	St MARTIN DE LONDRES (SRAE)	713,2	165,2	211	1963-1976	Hérault
12	34.17.19	St MARTIN DE LONDRES (CM/ONM n° 2741)	43°47'	3°43'	200	Depuis 01/1954	Hérault
-	-	MAS DE LONDRES (Aérodrome) (ONM St. automatique)	43°48'	3°47'	180	Depuis 1982	Hérault
-	34.17.28	PUECHABON (DDE)	703,	158,	166	Depuis 1967	Hérault
13	34.14.5	TREVIERS (ONM/CM)	43°46'	3°52'	104	07/1965 à 01/1977	Lez
14	34.14.8	St MATHIEU DE TREVIERS (ONM/CMN n°2762)	43°46'	3°51'	130	Depuis 1970	Lez
-	34.14.18	CAZEVIEILLE (CEPE)	716,9	164,4	312	Depuis 02/1966	Lez
-	34.14.14	LES MATELLES (La baraque)	717,7	158,9	140	Depuis 02/1966 (CEPE)	Lez
-	34.14.15	LES MATELLES (Relais des Chênes)	715,8	161,1	228	Depuis 02/1966 (CEPE)	Lez
15	34.14.4	St GELY DU FESC (Mas du Juge) (CM/ONM n° 2551)	43°41'	3°49'	185 125	De 1948 à 1975 (Laval) Depuis 1975 à 02/1978	Lez
-	34.14.11	St GELY DU FESC (Les Vautes-CEPE)	720	153,9	140	Depuis 02/1966	Lez
-	34.14.12	St GELY DU FESC (P. du Juge-CEPE)	719,1	155,5	128	Depuis 02/1966	Lez
-	34.14.13	St GELY DU FESC (Plantade - CEPE)	719,2	157,5	138	Depuis 02/1966	Lez

*CTE = COMITE TECHNIQUE DE L'EAU

TABLEAU 1 (suite 2)

n° carte	N° CTE *	Stations (organismes)	Coordonnées altitude			Périodes de référence.	Bassin Versant
			x	y	(m)		
16	34.14.1	LES MATELLES (SRAE)	719,7	160,5	98	Depuis 10/1963	Lez
-	34.14.6	ARGELLIERS-SAUGRAS	711,05	157,7	180	Depuis 1966 (Fac.Labo.HG).	Lez
17	-	MONTARNAUD (ONM n°1631)	-	-	112	Depuis 02/1977	Lez
18	-	PRADES-LE-LEZ (Restinclières) (ONM n°217)	-	-	80	Depuis 03/1979	Lez
-	34.14.16	GOUR NOIR (CERH)	723,4	159,05	82	10/1975 à 03/1976	Lez
19	34.14.2	CASTELNAU-LE-LEZ (CM/ONM n° 571)	43°38'	3°54'	31	Depuis 1959 (ONM depuis 64)	Lez
20	34.14.3	MONTPELLIER BEL AIR	43°36'	3°51'	81	1948 - 1975	Lez
(20)	34.14.17	MONTPELLIER ENSA (ONM n° 1721)	43°37'	3°52'	45	Depuis 01/1975 (ONM - 1964)	Lez
-	34.14.7	MONTPELLIER - LAVALETTE (PV)	151,	724,5	40	Depuis (?)	Lez
-	34.14.9	MONTPELLIER - CAMPREDON (CEPE)	723,2	149,8	56	Depuis 02/1966	Lez
-	34.14.10	MONTPELLIER - PIQUET (CEPE)	720,6	152,2	85	Depuis 02/1966	Lez

*CTE : COMITE TECHNIQUE DE L'EAU

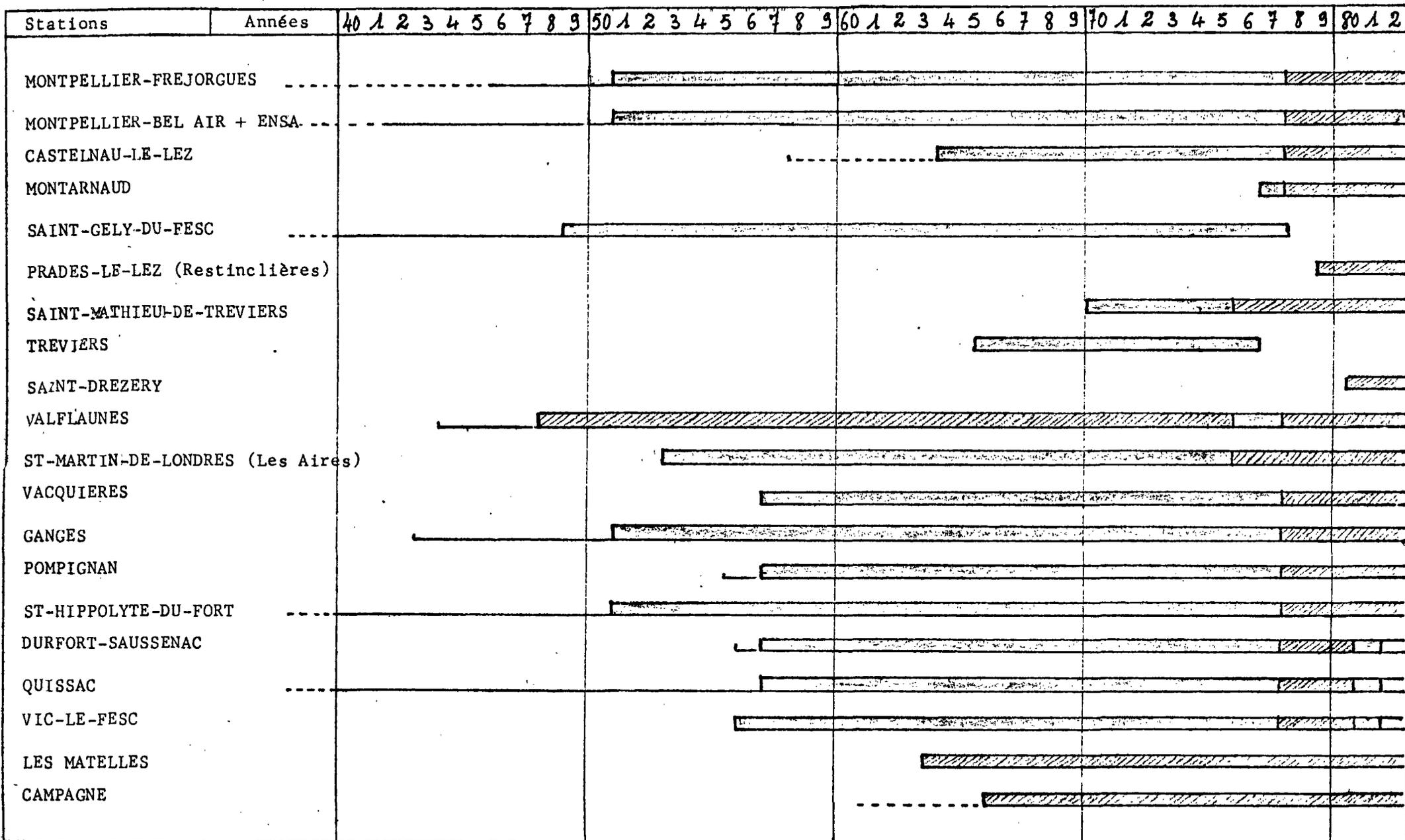
TABLEAU 2

LES STATIONS RETENUES ET LES OBSERVATIONS ANALYSEES

n°	Stations (1)	Altitude en m.	Pluviométrie mensuelle (mm)	Pluviométrie journalière (mm)	Températures moyennes mensuelles (°C)
1	SAINT-HIPPOLYTE-DU-FORT	190	01,51 à 12,81	01,78 à 12,80	-
2	DURFORT-SOSSENAC	175	01,57 à 12,81	01,78 à 12,80	-
3	QUISSAC	90	01,57 à 12,81	01,78 à 12,80	-
4	VIC-LE-FESC	45	01,56 à 12,81	01,78 à 12,80	01,78 à 12,80
5	POMPIGNAN	175	02,57 à 12,81	01,78 à 12,80	-
6	CAMPAGNE *	67	01,66 à 12,81	01,66 à 12,81	-
7	VACQUIERES	95	01,57 à 07,82	01,78 à 09,82	-
8	VALFLAUNES	150	01,48 à 07,82	01,48 à 12,75 01,78 à 09,82	-
9	SAINT-DREZERY	104	06,80 à 07,82	07,80 à 09,82	06,80 à 08,82
10	MONTPELLIER-FREJORGUES	5	01,51 à 07,82	01,78 à 09,82	01,59 à 08,82
11	GANGES	145	01,51 à 07,82	01,78 à 09,82	02,61 à 08,82
12	SAINT-MARTIN-DE-LONDRES	200	01,54 à 07,82	01,76 à 09,82	01,59 à 08,82
13	TREVIERS	104	07,65 à 12,76	-	-
14	SAINT-MATHIEU-DE-TREVIERS	130	01,70 à 07,82	01,76 à 09,82	01,70 à 08,82
15	SAINT-GELY-DU-FESC	185/125	02,49 à 02,78	-	01,64 à 08,82
16	LES MATELLES *	98	09,63 à 11,81	10,63 à 12,81	-
17	MONTARNAUD	112	02,77 à 07,82	01,78 à 09,82	02,77 à 08,82
18	PRADES-LE-LEZ	80	02,79 à 07,82	03,79 à 09,82	03,79 à 08,82
19	CASTELNAU-LE-LEZ	31	01,64 à 07,82	01,78 à 09,82	01,64 à 08,82
20	MONTPELLIER BEL AIR + ENSA	81/45	01,51 à 07,82	01,78 à 09,82	01,59 à 08,82

(1) Documents originaux ONM

* Documents SRAE



 Hauteurs mensuelles
 Hauteurs journalières

L'évaporation (en mm et $1/10^\circ$), l'insolation totale (en heures et $1/10^\circ$), l'humidité relative (en %), sous forme de données mensuelles, n'intéressent que le poste de Montpellier - Fréjorgues pour les périodes allant de 1959 à 1981.

La plupart des documents consultés sont ceux de nos propres archives, complétés par les originaux de la Météorologie Nationale (18 postes), et du SRAE (2 postes).

En fonction de la situation de ces postes précisée sur la carte à 1/100 000 jointe en annexe, on peut considérer comme bonne, leur représentativité pour l'ensemble du Bassin.

3.2 - LES DONNEES HYDROLOGIQUES

3.2.1 - Les stations de jaugeage sur cours d'eau :

Ces données concernent exclusivement les débits moyens mensuels et journaliers des principaux cours d'eau.

Elles sont pour la plupart extraites des annuaires hydrométriques de la France, pour 6 des 8 stations retenues. Pour les stations Lez + Lirou de Montferrier et de Lavalette, les documents originaux nous ont été transmis par le SRAE.

Trois des 8 stations sont situées sur le bassin du Vidourle: La Pansière, Sauve-Sabatier et le Planta (Crieulon); trois autres sur l'Hérault: La Roque, Moulin-Bertrand et Puéchabon et deux sur le Lez: Montferrier et Lavalette.

Les périodes d'observation recueillies sont très partielles pour Montferrier (2 ans) et pour la Roque (1,5 an). Pour les autres stations, on note des lacunes d'observation entre les années 1959 à 1980.

Le régime des eaux superficielles permet d'analyser les réactions plus ou moins rapides aux précipitations: l'Hérault et le Vidourle sont des limites NW et NE du système aquifère de la source du Lez, les autres cours d'eau, situés à l'intérieur du système hydrogéologique de la source présentent des écoulements nuls ou temporaires, liés aux seules périodes à pluviométrie élevée.

L'ensemble des données recueillies et analysées est représenté dans le tableau 3 et reproduit sur la figure 2.

TABLEAU 3

LES STATIONS DE JAUGEAGE SUR COURS D'EAU

n°	N° CTE	Stations (organismes)	Cours d'eau	Altitude (m)	Superficie BV (km ²)	Périodes d'observation recueillies. (1)
1	30.12.2	LA PANSIERE (DDE 30 - St Hippolyte)	Vidourle	167,89	33	1969 à 1970
2	30.12.6	SAUVE-SABATIER (DDE 30 - Quissac)	Vidourle	80,9	190	1965 à 1970, 73, 74
3	30.12.8	PLANTA (DDE 30)	Crieulon	66,7	95	01/1966 à 08/1970
4	34.17.4	LA ROQUE (SRAE)	Hérault	150	756,4	06/1969 à 12/1970
5	34.17.1	MOULIN - BERTRAND (CNABRL)	Hérault	102,5	1090	1959 à 1970/1973 1975 à 1977
6	34.17.11	PUECHABON (SRAE)	Hérault	74,04	-	1973 à 1977
7	-	MONTFERRIER (SOGREAH)	Lez + Lirou	44,45	106	11/1963 à 12/1965
8	34.14.15	LAVALETTE (SRAE)	Lez + Lirou	35,84	115	01/1975 à 12/1980

(1) : Débits moyens mensuels et débits journaliers en m³/s.

3.2.2 - Les stations de jaugeage sur sources :

Abstraction faite des observations sur la source du Lez, rassemblées au chapitre suivant, les autres émergences appartenant au système aquifère de la source du Lez n'ont fait l'objet que d'observations épisodiques et ponctuelles.

Il en est ainsi notamment pour les émergences pérennes et temporaires des divers sous-systèmes, pour lesquelles les données recueillies ne sont que partielles.

Les principales caractéristiques de ces émergences sont regroupées dans le tableau ci-dessous.

TABEAU 4 : PRINCIPALES EMERGENCES DU SYSTEME AQUIFERE DU LEZ

Dénomination	Altitude (m)	Principales caractéristiques et observations
--------------	--------------	--

1/ Sources ou émergences liées au sous-système de la source du Lez

Source du Lez	65,04	Voir ci-après.
Source de Restinchières	62	Pérenne, Q \approx 50 l/s (non enregistré) captée par les domaines voisins.
Source de Fleurette	64	Ecoulement temporaire, captée par forage par le Syndicat du Pic Saint-Loup, à partir de 1968 ; Q \approx 100 l/s ; <u>enregistrements limni-graphiques DDA/SRAE à partir du 10/10/1978.</u>
Source des Pouzets	70	Temporaire, débit non évalué
Source du Gour Noir	70	Temporaire, débit non évalué, située dans le lit du Lirou.

TABLEAU 4 (suite)

2/ Sources ou émergences des sous-systèmes voisins :

Source ou évent du Lirou (réseau = Grand Bouli-dou-Lirou)	98	Temporaire, situation liée à la faille de Corconne-Les Matelles, draine les eaux du Causse de Viols-Le-Fort. Débits enregistrés en 1962/63, puis de 1966 à 1972. Débit maximal de l'ensemble des groupes de sources de l'ordre de 20 m ³ /s.
Sources de Vabre	115	Temporaires, fonctionnant le plus souvent en pertes, débit non évalué.
Sources de Vedel	120	Temporaires, émergences-pertes à débit non évalué.
Foux de Pompignan	218	Pérenne, issue des marnes valanginiennes, captée par une ferme. Débit variable entre 8 et 100 l/s
Sources du Lamalou	196	Groupe de sources pérennes dont le débit moyen est de l'ordre de 500 l/s. Enregistrements existant depuis 1966.
Source de Sauve	-	Pérenne, observée en 1962/63, puis à partir de 1966.
Source de Fontbonne	55	Pérenne, captée par forage (puits), par le Syndicat des eaux de Garrigues-Campagne (gestion CGE) ; débit moyen de 100 l/s. <u>Volumes prélevés et mesures piézométriques disponibles</u> (périodes recueillies : 1976 à 1982 pour les volumes, et 1978 à 1982 pour les niveaux).
Source de Fontgrand	88	Pérenne, issue des calcaires valanginiens.
Source du Crès	45	Pérenne.
Sources de Montlobre	95	Temporaires, Q \neq 1 m ³ /s, situées au Sud du Causse de Viols-le-Fort (Rive gauche Mosson)
Bassin expérimental de Saugras	150	Source pérenne de la Cure, et sources temporaires de Saugras et de Cantagrils, issues de l'aquifère éocène perché. Observations complètes depuis 1966. (Laboratoire d'Hydrogéologie).
Foux du Mas de Banal	142	Temporaire, pouvant débiter plusieurs m ³ /s (plan d'eau à 118 m).
Sources du Baoutès	124	Temporaire, plan d'eau à l'étiage à 117 m (rive gauche de l'Hérault).
Sources du Cayla	100	Une source perenne et plusieurs sources temporaires.
Source de la Vernède	108	Pérenne; en rive gauche de l'Hérault.

3.3 - LES DONNEES PIEZOMETRIQUES

Les observations piézométriques tout comme les données hydrologiques (3.2) sont partielles. Nous avons pu, cependant, disposer de trois types de données :

- des enregistrements limnigraphiques effectués par l'Agriculture (DDA/SRAE), sur les forages d'exploitation du Triadou, de la Fleurette, et sur la vasque du Lez, pour la période du 10/10/1978 au 15/09/1982, et par la CGE sur le puits de Fontbonne, sur lequel nous avons retenu la période du 01/07/1978 au 17/10/1982.

- des relevés périodiques effectués par la CGE, à partir du 27/08/1981, jusqu'au 29/09/1982, sur les piézomètres de contrôle.

Au cours de l'année 1982, ont été exécutés 2 forages pour compléter ce réseau de surveillance ; l'un à Notre-Dame de Londres (non utilisable), et l'autre à Ferrières-Les-Verreries.

En fin d'année 1982, 8 de ces forages ont été équipés d'un limnigraphe, les autres points d'observation faisant l'objet de mesures périodiques. Nous donnons dans le tableau 5, la liste et les caractéristiques de ces piézomètres; les périodes d'observation sont précisées sur le tableau 6, leur situation est reportée sur le plan à 1/100 000 joint en annexe. (planche 2).

- des enregistrements et des mesures ponctuelles effectuées par le CERH pour la période comprise entre 1972 et 1976 sur un total de 14 piézomètres (cf. tableau 7). Ces observations sont souvent incomplètes ou sujettes à erreurs d'interprétation (enregistrements Richard et Callabat).

TABLEAU 5 : PIEZOMETRES D'OBSERVATION - CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

N°	Coordonnées géographiques			Dénomination	Distance /Lez (m)	Géologie	Prof. (m)	Observations	Références documentaires (n° Code Minier)
	x	y	z						
1	722,03	179,90	175/163	Pompignan Bergerie	21 100	0-100 m : Berriasien 100-148 m : calcaires Jurassique supérieur	148	(NH = 77 m) F Ø 165	963.3.69 (S3) BRGM / DDA-30 80 LRO 331 PR
2 *	720,90	179,75	180	Pompignan - Trou Fumant	20 900	0-60 m : Berriasien 60-225 m : Jurassique supérieur	225	(NH = 83 m le 11/08/79) F Ø 165, Tacier 120 x 125 de 0 à 80m Q ≠ 5 à 7 m3/h	963.3.66 id. S4
3	721,15	179,54	180	Pompignan Lavande	20 600	0-120 : Berriasien 120-154 : Jurassique supérieur	154	(NH = 78,60 le 11/09/79) F Ø 165	963.3.67 id. S1
4	726,16	174,14	144	Sauviac	16 000	0-48 : Berriasien 48-115 : Jurassique supérieur calcaire	115	F Ø 165 non équipé F 60/61 - 102/104	963.4.68 BRGM / DDA-34 80 LRO 343 PR
5	727,42	172,94	131,09	Sauteyrargues	15 300	Calcaires hauteriviens (eau à 60 m)	80/79	F Ø 140, T Ø 103x110 crépiné sur 32m (NH ≠ 59 m)	963.4 CERH / Mairie (FAC)
6 *	727,5	173,7	137	Mas de Vedel	16 000	Jurassique	106,6		963.4.13/15 Orengo 1974
7	730,70	175,33	106	Corcome - Soulas	18 700	Calcaires valanginiens	68,5/60	(NH = 20,10 m le 17/11/77) F Ø 120 et Ø 76	964.1.8 BRGM 14 LRO 71
8 *	721,72	165,76	131,33	Bois de St Mathieu (Tréviars)	5 900	Berriasien à Jurassique supérieur	80/67	(NH = 60 m en août 68) T Ø 60	963.7.59/60 Thèse Fabris 70
9	723,46	162,87	84	Terrieu n° 7	4 600	Berriasien à Jurassique supérieur	60	(1975)	963.8.8 Labo Hydrogéol.
10 *	728,00	166,42	93,54	Fontanès F2/piézo	10 100	Berriasien	69/68	T Ø 60	963.8.9/10 Thèse Fabris 70
11	730,95	166,33	77	Le Mazet (St Bauzille)	11 700	Valanginien supérieur Marno-calcaires	38		964.5
12	732,13	162,68	102	Montaud	10 500	Valanginien	53	Non équipé	964.5
13	735,55	162,17	60	Bois de Peillou	14 600	Valanginien calcaire	43,75	F Ø 220 non tubé Q ≠ 90 m3/h	964.5 Syndicat G.C.
14	728,66	150,24	≠ 45	Le Crès-Beauséjour	≠ 11000	Jurassique (pli de Montpellier)	45,7		990.8 Syndicat du Salaison Jacou-Le Crès
15	723,43	154,46	57	Teyran - Carrière	6 600	Valanginien	66	F Ø 400	990.4.78 Syndic. Garrigues Cam-pagne

N°	Coordonnées géographiques			Dénomination	Distance /Lez (m)	Géologie	Prof. (m)	Observations	Références documentaires (n° Code Minier)
	x	y	z						
16 *	723,33	159,03	83 (8296)	Gour Noir	1 900	Berriasien à Jurassique supérieur	50/46	F Ø 220 T Ø 160 x 170	990.4.82 Piézo 1975-76 Thèse Blanchard CERH 1976
17 *	722,63	160,42	72,33	Triadou - CERH	2 100	Calcaires Berriasien et Jurassique supérieur (?)	60	F Ø 140, T PVC Ø 103x110 NH = 18,8m	990.4 - CERH convention 1971
18	721,78	159,44	115	Triadou - SIAE DDA / SRAE	750	Calcaires Berriasien	106,4		990.3 - Syndic. du Pic St Loup
19 *	717,88	160,06	114	Les Matelles (source du Lirou)	3 900	Jurassique	45		990.3.3 - Thèse Fabris 1970
20 *	711,88	157,94	180	Cantagrils (Viols le-Fort)	9 600	Jurassique	126,5	T Ø 130	CERH/Mairie
21	714,91	152,71	76	Montlobre	8 900	Calcaires Eocène	58	Abandonné	990.2.42
22	712,10	151,46	142	Bois des Chênes	11 900	Calcaires Eocène (?)	100/74	F Ø 152, T PVC 112x 125, Q = 2,7 m3/h NH # 72 m	990.2.40 BRGM 77 LRO 205 PR
23	714	170	(198)	Mas Ricome	13 500		68,72	NH # 54 à 58 m	963.6
24	709,03	169,41	224	Frouzet-Eglise	16 400	Oxfordien, Jurassique moyen	138,5	F Ø 160, NH = 94/ 100 m (stat. pompage)	963.6.113
25	727,5	162,67	147,96	Ste Croix de Quintillargues	7 300	Calcaires et marnes du Berriasien	88	Bouché à 45m, F Ø 140 T 103x110 de 0 à 88 m	SAFER 963.8
26	717,48	176,34	319	Ferrières-Eglise	17 900	Valanginien	40/50	F Ø 165. Abandonné T PVC Ø 112x125	963.3.55
27	731,03	171,63	93	Mas de Fenouillet	16 000	Eocène/Hauterivien	50		
28	731,91	165,76	78	Lamare	12 500	Valanginien (?)			
29	727,48	170,17	114	Laudou	12 900	Valanginien calcaire	43,3		Orengo 1974 - 963.8 - CERH
30	710,48	161,85	245	Viols - Patrac	11 500	Bathonien (dol.)	180	T Ø 150, Q=500 l/j	
31	730,53	167,3	99,20	Mas de Martin (St Bauzille de Montmel)	12 400	Berriasien calcaire	60/40	F Ø 140, T Ø 103x 110 PVC	964.5.11 CERH
32	724,28	180,39	155	Pompignan - Rieu- massel	21 700	Berriasien	72/ 65,2	Abandonné Q = 5 m3/h	963.4.37
33	714,24	171,35	200	N.D. de Londres	14 400	Valanginien et Berriasien	157,3	F Ø 165 non tubé	CGE - 1982
34 *	716,61	175,78	250	Ferrières - CGE	17 600	Valanginien + Berriasien Calcaires	202	F Ø 165, T Ø 112,5 x125, Q # 500 l/h NH # 140 m	CGE - 1982

* Equipement limnigraphique prévu pour 1983.

TABLEAU 6

MESURES CGE EFFECTUEES SUR LES PIEZOMETRES
D'OBSERVATIONS A COMPTEUR DU 26.08.81

N°	Dénomination	Distance /Lez (m)	Altitude (m)	Origine des observations
1	Pompignan - Bergerie	21 100	175	27.08.81
2	Pompignan - Trou fumant	20 900	174	27.08.81
3	Pompignan - Lavande	20 600	180	27.08.81
4	Sauviac (Claret)	16 000	144	27.08.81
5	Sauteyrargues	15 300	131,09	26.01.82
6	Mas de Vedel	16 000	137	27.08.81
7	Corconne - Soulas	18 700	106	27.08.81
8	Bois de St Mathieu	5 900	131,33	27.08.81
9	Terrieu n° 7	4 600	84	27.08.81
10	Fontanès F2	10 100	93,54	27.08.81
11	Le Mazet (St Bauzille)	11 700	77	26.01.82
12	Montaud	10 500	102	26.01.82
13	Bois de Peillou	14 600	58	26.01.82
14	Le Crès Beauséjour	#11 000	# 35	26.01.82
15	Teyran - Carrière	6 600	57	26.01.82
16	Gour Noir	1 900	83	26.01.82
17	Triadou - CERH	2 100	72,33	21.09.81
18	Triadou - SIAE	750	115	21.09.81
19	Les Matelles	3 900	114	27.08.81
20	Cantagrils (Viols le Fort)	9 600	180	27.08.81
21	Montlobre	8 900	76	18.02.82
22	Bois des Chênes	11 900	142	18.02.82
23	Mas Ricome	13 500	(198)	16.07.82
24	Frouzet - Eglise	16 400	224	18.02.82
25	Ste Croix de Quintillargues	7 300	147,96	Non débouché
26	Ferrières - Eglise	17 900	319	18.02.82 (abandonné)
27	Mas de Fenouillet	16 000	93	18.02.82
28	Lamare	12 500	77	18.02.82
29	Laudou	12 900	117	18.02.82
30	Viols - Patrac	11 500	245	18.02.82
31	Mas de Martin	12 400	99,20	29.04.82
32	Pompignan - Rieumassel	21 700	155	08.06.82 (abandonné)
33	N.D. de Londres - CGE	14 400	200	04.08.82
34	Ferrières CGE	17 600	250	20.10.82

TABLEAU 7 : ENREGISTREMENTS PIEZOMETRIQUES DU CERH (1972 à 1976)

Piézomètre	N° d'ordre	Périodes de fonctionnement	Observations
Viols-le-Fort (Cantagrils)	20	du 25.05.72 au 26.07.72 du 16.08.72 au 08.08.73 du 20.12.74 au 02.11.75	Données ponctuelles (Richard) Données ponctuelles (Richard) Données ponctuelles (Richard) x = 711,90, y = 157,70, z ≠ 180 m
Claret (lagunage)	(4')	du 09.05.72 au 23.08.73 du 15.02.74 au 13.03.74 du 20.11.74 au 31.12.74 du 01.01.75 au 31.07.75	Données ponctuelles (Richard) Ininterprétables (Richard) Ininterprétables (Richard) Tableaux Forage situé à 500 m environ au NE du piézomètre Sauviac n° 4 retrouvé en 1982 et débouché. x = 726,7, y = 174,1, z = 138,58 NGF
Fontanès	10	du 23.01.73 au 25.06.73 du 14.03.74 au 03.04.74 du 21.12.74 au 05.04.75	Graphe (mesures en NGF), z = 93,50 NGF Mesures relatives (incertaines) Mesures journalières et ponctuelles
Saut yrargues	5	du 29.11.74 au 16.05.75 du 17.05.75 au 21.08.75 du 01.11.75 au 30.11.75	Mesures ponctuelles (Richard) Mesures ponctuelles (OTT) Mesures journalières (OTT)
Mas de Vedel	6	du 10.12.74 au 29.05.75 du 17.08.75 au 17.09.75 du 01.11.75 au 30.11.75	Mesures journalières à partir 22.12.75 Mesures journalières (OTT) Mesures journalières (OTT) z = 145 NGF
Vabre (forage V1)		du 17.01.75 au 11.03.75	Callabat ininterprétable, inutilisable
Triadou-CERH	17	du 03.12.74 au 26.05.75 du 11.06.75 au 04.07.75 du 05.07.75 au 17.08.75	Mesures journalières (OTT) Mesures journalières (OTT) Ininterprétable
Mas de Martin	31	du 17.12.74 au 31.07.75	Mesures journalières (OTT) avec quelques lacunes : 02-03-06 et 07/75
Laudou	29	du 12.12.74 au 09.05.75 du 04.06.75 au 11.06.75	Mesures journalières (Callabat) ponctuelles en 01/75 Mesures journalières, z = 115 NGF
Tréviars (Bois de St Mathieu)	8	du 19.11.74 au 17.02.75 du 23.03.73 au 20.06.73	Ininterprétables (Richard) Mesures ponctuelles (graphe)
Les Matelles	19	du 12.03.73 au 07.06.73	Graphe et Callabat, mesures incertaines du 12 au 20.03.73
Gour Noir (B) (Bergerie forage)	? (16)	du 23.01.73 au .09.73 du 15.02.74 au 19.04.74 du 07.01.74 au 20.09.74	Ininterprétables (Richard) Ininterprétables (Richard) Ininterprétables (Richard)
Gour Noir (T) (nouveau site)	? (16)	du 19.08.75 au 03.09.75 du 01.10.75 au 15.01.76 du 30.01.76 au 18.03.76	Mesures ponctuelles (OTT) Mesures journalières (OTT), lacunes en octobre et novembre 1975 Mesures journalières (OTT)
Ste Croix de Quintillargues	25	du 17.02.75 au 15.04.75	Mesures ininterprétables (Richard) forage bouché vers 40 m.

3.4 - LES EXPERIENCES DE COLORATION ET LES RELATIONS HYDRAULIQUES DEMONTREES PAR POMPAGES.

Les expériences de coloration, avec leurs caractéristiques principales, entreprises dans le système aquifère du Lez et dans les sous-systèmes voisins sont regroupées dans le tableau 8.

Les relations hydrauliques mises en évidence à l'occasion de pompages d'essai sur la source du Lez (thèse H. FABRIS - 1970) ou sur certains forages (Mas de Gentil) sont également prises en compte. Pour illustrer ces relations, nous reproduisons les données de la synthèse documentaire du 15 Mai 1979, sur la carte à 1/100 000 (planche 3 hors texte).

Il est à remarquer qu'en fonction du produit utilisé, des méthodes de détection employées et de la mise en évidence par l'un des auteurs d'une fluorescence naturelle des eaux de la source (?), certaines des expériences de traçage mériteraient d'être contrôlées. D'autres points possibles de coloration pourraient être recherchés, qui permettraient d'améliorer la connaissance de l'extension des aires de drainage des différentes sources du système aquifère.

De même, à l'occasion des pompages à fort débit devant être exécutés grâce aux nouveaux moyens d'exhaure actuellement en place sur la source, l'incidence des rabattements sur le réseau de piézomètres existant pourra être facilement contrôlée et constituera une donnée fondamentale supplémentaire sur l'extension du réservoir, et sur les directions privilégiées de la propagation de ces influences.

TABLEAU 8 - EXPERIENCES DE COLORATION

N°	Auteur et date	Injection	Réapparition	Distance en km	Temps		Conditions
					jours	heures	
1	E.A. MARTEL 27.09.1897	Aven de la Tour du Molle	F. de Sauve	0,085	-	1,2	Etiage moyen
2	R. DE JOLY 05.08.1942	Aven de Banelle (perte Vidourle)	F. de Sauve	7,5	20	480	Sècheresse
3	GSG A. BANCAL 25.05.1952	Perte du Rieutord	Trou de l'Olivier	2,5	0,2	5	Crue
4	GSG A. BANCAL GSG A. BANCAL 25.05.1952	Trou de l'Olivier	Les Sourcettes	3,5	5	120	Crue
			Sce Chataigniers	4,3	13	312	Crue
			Foux Triadou (?)	5,5	105	2 520	Crue
			Sce Vernède (?)	10,5	537	12 888	Crue
5	SCAL. P. DUBOIS 29.08.1954	Aven de l'Olivier	Les Sourcettes	3,5	22	528	-
6	SCM J. GOUZES 16.12.1956	Siphon aval B des Matelles	Event du Lirou	0,7	14	336	Sèc./crue
			Source du Lez (?)	4	1	24	Crue
7	SCM A. GUISSART 19.02.1957	P. du Brestalou B. Mas Vedel	B. de Viala	0,8	0,7	17	Crue
			Source du Lez	16,5	13	312	Crue
8	SCM H. PALOC 16.03.1958	P. de l'Hérault	Sce Ramassèdes	1,5	1,8	44	Sèc./crue
9	SCM H. PALOC 07.03.1959	P. du Brestalou	B. de Viala	0,8	1	24	Crue
10	SCAL/CERH P. DUBOIS 10.06.1961	Artigues P. de Miradel	Source du Lez	21	123	2 952	Sèc./crue
11	CERH C. DROGUE 18.04.1962	Yorgues à l'ouest de St Jean	Source du Lez	3,7	58	1 392	Sècheresse
12	CERH C. DROGUE 28.09.1962	P. du Cros (Vidourle)	Res. de Baumel	1,8	1	24	Etiage moyen
13	CERH C. DROGUE 14.10.1962	P. du Rieumassel	F. de Sauve	3,3	0,6	15	Crue
14	CERH C. DROGUE 15.01.1963	Ruisseau d'Arnède (P. de Saugras)	Sces de Combaillaux Montlobre	4,5	10	240	Etiage
15	SCM H. PALOC 10.11.1963	Aven de la Liquisse	Source Lamalou	3,4	4	96	Crue
			Source Crès	3,2			Crue
			Aven du Rouet	3,2			Crue
16	SCM H. PALOC 15.11.1963	Lamalou amont P. Moulin du Rouet	Source Fontanilles	15,4	28	672	Crue moyenne
			Source du Lez (?)	11,5			
17	SCAL P. DUBOIS 02.02.1964	P. du ruisseau de la Tourquille	Source du Lez (?)	17	14	336	Décrue
18	SCM H. PALOC 11.10.1964	Gd B. des Matelles	Event du Lirou	1	-	2	Décrue
19	SCM H. PALOC 08.11.1964	P. de St Martin	Rés. Châtaigniers	4	6	140	Décrue
			Source Fontanilles	10,6	7	168	

TABLEAU 8 (suite)

N°	Auteur et date	Injection	Réapparition	Distance en km	Temps		Conditions
					jours	heures	
20	SCAL P. DUBOIS 15.04.1968	Grotte de la Fausse Monnaie	Source du Lez Source du Lirou Aven de la Baraque	8,9	23	548	
21	CERH DROGUE - FABRIS 08.11.1968	P. Ruisseau Terrieu (amont de Trévièrs)	Source du Lez	7,8	6	144	Crue moyenne
22	SCAL P. DUBOIS 26.01.1969	Perte du Triadou	B. du Chemin Foux du Mas Banal Foux du Cayla Foux de la Vernède	2,4 2,7 8,65 8,65	8 31 31 31	190 740 740 740	Crue moyenne
23	P. WIENIN 23.03.1969	Grotte-aven de Cambous	Source Fontanilles	8,9	23	550	Crue
24	CLPA D. CAUMONT 14.09.1969	Grotte de la Fausse Monnaie	Source du Lez	8,9	10	240	Etiage
25	CERH MERLE - PUIG 03.04.1971	P. de Montguilhem	Foux de Banal (?) Source de la Vernède (?)	3,5 8,5	0,8 2	20 50	Crue moyenne Crue moyenne
26	CERH DI LUCA - SALADO 09.03.1972	P. de Cantagrils (= de Saugras)	Sources de Montlobre	5,4	6	144	Décrue
27	CERH G. MARJOLET 05.06.1972	P. du ruisseau de Pouzet	Gour Noir (?) Source du Lez (?) Restinclières (?) Fleurette (?)	5,5 7 7 6,2	1,5/4 1,5/4 1,5/4 1,5/4	36/96 36/96 36/96 36/96	Crue moyenne
28	R. ORENGO 13.06.1972	P. du Rouquet	Mas de Gentil		-	-	-
29	BRGM 17.03.1974	P. du Valat de Conques	B. du Mas de Martin	0,2	0,6	15	Décrue
30	CERH MARJOLET 10.04.1976	P. Brestalou de Lauret	Source du Lez	16,5	11,5	276	Crue moyenne
31	CERH MARJOLET 27.04.1976	P. Brestalou de Claret	Source du Lez	13,3	23	552	Décrue
32	CERH MARJOLET 23.03.1977	P. Terrieu amont de Trévièrs	Source du Lez	7,5	4,3	104	Crue
33	CERH MARJOLET 03.05.1977	P. thalweg Nord de la Source du Lez	Source du Lez	0,2	0,4	10	Crue
34	CERH MARJOLET 09.05.1977	P. Terrieu en aval de Trévièrs	Source du Lez	4,2	10	240	Crue
35	BRGM 26.04.1978	P. de Juailles	Event des Camps Event du Rouet Source du Crès	2,55 2,15 3,1	0,4 0,4 0,4	10 10 10	Crue Crue Crue
36	BRGM 30.04.1978	P. Ruisseau des Canaux	Source Lamalou et La Rabassière	4,25	0,3	8	Crue
37	BRGM 06.05.1978	Grotte de Baume	Source Lamalou + Rabass. Grotte de Gorniès	4,45 0,55	11 0,75	260 18	Décrue/crue

3.5 - LES DONNEES RELATIVES A LA SOURCE DU LEZ

3.5.1.- Les mesures de niveau.

Les lectures journalières du niveau de l'eau dans la vasque sont rassemblées dans deux cahiers des Services Techniques de la Mairie de Montpellier. Les données disponibles vont de 1946 à 1981.

Nous disposons également des mesures de niveau et de production rassemblées sur des graphiques transmis par la Mairie pour les périodes suivantes :

1968 à 1972	Niveaux seulement (non séparables)
05/73 à 01/74	} Mesures non séparables
05/74 à 01/75	
05/75 à 04/79	Niveaux et volumes prélevés identifiables

Pour la période allant du 14/09/1978 au 15/09/1982, nous avons les enregistrements limnigraphiques DDA/SRAE effectués au niveau de la vasque du Lez.

3.5.2. - Les volumes produits ou prélevés

a/ Historique des prélèvements :

Périodes	Volumes Prélevés	Conditions de prélèvement
1854 à 1877	25 l/s	Prélèvement gravitaire de 25 l/s par l'aqueduc dit de Pitot (ou aqueduc de Saint-Clément), exécuté entre 1753 et 1765 (longueur : 9 700 m), et prolongé sur 5 km jusqu'à la source du Lez en 1854.
1877 à 1879	100 l/s	
1879 à 1900	125 l/s	
1900 à 1931	250 l/s	1931 - Un décret du Conseil d'Etat, autorise la ville à prélever 400 l/s, avec obligation de maintenir dans le Lez un débit minimal de 160 l/s.
1931 à 12/1967	400 l/s	Adduction par la conduite gravitaire en béton de Ø 1 000. Le prolongement de cette conduite dans la vasque est en Ø 800. Le déversoir de la source est modifié en Novembre 1949, rendant inutilisables les mesures de niveau effectuées sur l'échelle limnigraphique, mise en place en 1939. En Mars 1962, mise en place d'une véritable station de jaugeage à 200 m en aval de la résurgence. A partir de 1963 jusqu'en 1966, les prélèvements sont variables, sui-

vant les périodes, de l'ordre de : 400 l/s (ou inférieurs), avec des lacunes d'observation.

L'estimation des prélèvements s'effectue par comparaison avec les volumes mensuels consommés à Montmaur (réservoir mis en service en 1959, d'une capacité de 24 000 m³).

Un essai de pompage est effectué par C. DROGUE & R. PLEGAT, du 09 au 18 Septembre 1965 (4 groupes de pompage de 220 l/s) au débit variable compris entre 300 et 820 l/s (600 l/s sont réservés pour la ville de Montpellier. Cf. CERH Dossier n° 29).

Le 09/06/1967, le barrage noyé est remonté de 6 cm environ. La crête du barrage se trouvait + 64,98 m NGF et le "0" de l'échelle était à + 63,92 m. Le relèvement du seuil de l'exutoire porte son arrasement à + 1,06 m par rapport au "0" de l'échelle.

L'adduction s'effectue toujours de façon gravitaire par la conduite Ø 1000 dont la génératrice supérieure est à 63,50m. A partir de Juillet 1968 sont mises en place dans la vasque (à - 6,60 m sous le seuil) 3 pompes immergées de 420 l/s chacune, qui refoulent dans la même conduite Ø 1000. La capacité de transport de cette seule conduite limite toujours les prélèvements à 600 l/s environ.

Pour la période de 1968 à 1972, nous disposons des graphiques niveau-production, établis par la Mairie.

Les mesures de niveau ou de débit ne sont pas toujours individualisables. Pour cette période, les débits prélevés sont très variables, les pompes centrifuges pouvant fonctionner ensemble ou séparément.

Deux essais de pompage sont effectués par le CERH (H. Fabris, 1970), du 20/07 au 12/08/1969 entre 800 et 1 200 l/s, et du 22/08 au 09/09/1969 au débit de 1200 l/s.

D'autres phases de pompage montrent la variabilité des périodes de prélèvement et celle des débits prélevés : Juillet à Octobre 1970 : Q = 600, 800 et 1200 l/s ; du 03 au 23/09/1971 ; du 03 au 12/10/1971 etc...

Des reconnaissances par plongées dans la vasque et le conduit souterrain du Lez, sont effectués en 1965/1967/1971 et 1972.

01/1968 à 05/1973

600 l/s

Du 03/05/1973 au 09/12/1982	500 à 1600 l/s	<p>Mise en fonctionnement de la conduite Ø 1 400. Le 03 mai 1973, cette conduite en charge est reliée aux pompes de la vasque. Les pompages sont extrêmement variables. Toutefois, du 01/05/73 au 30/04/79, les graphiques niveaux-débits de la Mairie, (non séparables pour Mai 73 à Janvier 74 et pour Mai 75 à Janvier 76) malgré quelques lacunes d'observation, permettent une estimation des débits prélevés.</p> <p><u>En périodes d'été</u>, les pompages sont souvent arrêtés et compensés par un apport de l'ordre de 400 l/s à partir de la station de Portaly (eau du Rhône). Le prélèvement maximal est donc de l'ordre de 700 l/s.</p> <p style="margin-left: 40px;">{ 600 l/s par la conduite Ø 1 000 { 100 l/s par l'aqueduc</p> <p><u>En dehors des périodes d'été</u>, les prélèvements sont de l'ordre de 1 100 l/s.</p> <p style="margin-left: 40px;">{ 600 l/s par la conduite gravitaire Ø 1 000 { 400 l/s par pompage et par le Ø 1 400 { 120 l/s par l'aqueduc</p> <p>En Mai 1979, les plongeurs de la COMEX parcourent 536 mètres de galerie et descendent jusqu'à la côte - 75 mètres (0 = niveau de la vasque).</p> <p>La Compagnie Générale des Eaux réalise les aménagements : galerie, usine souterraine et puits de pompage avec 3 groupes électropompes immergés à débit variable, pouvant aller jusqu'à 1 000 l/s chacun.</p>
A compter du 09/12/1982	1000 à 2000 l/s	<p>A partir du 09 décembre 1982, les pompages s'effectuent directement dans la galerie noyée à partir des puits de l'usine. Les prélèvements prévus pourront atteindre 2 000 l/s: 400 l/s autorisés par le décret du 14/08/1931 et 1 600 l/s supplémentaires.</p> <p>Depuis le 10/01/1983, la totalité de l'adduction de Montpellier s'effectue à partir de la source du Lez, sans aucun autre apport complémentaire.</p> <p>Sont enregistrées simultanément et en continu, les mesures de débit, de niveau et de température de l'eau. Un débit permanent de 160 l/s alimente l'écoulement superficiel du Lez à l'aval de la vasque.</p>

b/ Récapitulatifs :

Avant 1974, les données sont partielles ou difficilement interprétables.

Les volumes prélevés (\emptyset 1 400 + \emptyset 1 000 + aqueduc) en m³/j et en m³/mois sont connus pour la période du 01/06/1974 au 31/07/1981 (documents Mairie et CGE).

Les volumes hebdomadaires sont également connus pour les années 1980 et 1981.

3.5.3 - Les volumes écoulés

Les débits moyens journaliers correspondent aux volumes écoulés à la station de jaugeage située à 200 m en aval de la vasque et mise en place en mars 1962. En l'absence de courbe de tarage, nous n'avons pu dépouiller que les données allant du 27/02/1962 au 22/03/1963 (graphes CERH, dossier n° 29).

Certaines données fondamentales couvrant la période 1950 à 1975 seraient à analyser après acquisition auprès du Laboratoire d'Hydrogéologie : débits moyens mensuels, débits journaliers et débits instantanés de pointe de crue.

3.5.4 - Les pompages d'essai

Deux pompages d'essai ont été effectués du 09/09 au 18/09/1965 et du 21/07 au 09/09/1969. Les principaux éléments de ces essais ont été repris à partir des interprétations faites dans les documents suivants :

- CERH, dossier n° 29, pour l'essai de 1965,
- Thèse de H. Fabris, 1970, pour l'essai de 1969.

3.6. - RECAPITULATIF GLOBAL DES DONNEES RECUEILLIES

Dans le tableau 9 sont présentées, selon 8 grandes rubriques, les principales données recueillies :

N° 1 à 4, les données relatives à la climatologie comprenant la pluviométrie mensuelle (1), la pluviométrie journalière (2), pour plus de 10 postes à partir de 1978.

Les températures moyennes mensuelles (3) ont été recueillies pour l'ensemble des postes équipés à partir de 1959 (7 postes après 1978).

L'évaporation, l'insolation et l'humidité relative mensuelles (4) ne sont connues que pour la seule station de Montpellier-Fréjorgues (1959 à 1982).

N° 5, les données hydrologiques, comprenant les débits moyens mensuels et journaliers de l'Hérault, du Vidourle et du Lez + Lirou.

N° 6, les données piézométriques, avec en particulier, les enregistrements DDA/SRAE et CGE sur Fleurette, Triadou et Fontbonne, les mesures ponctuelles effectuées par la CGE sur le réseau piézométrique de surveillance. (enregistrements à partir de 1978, mesures à partir de 1981).

N° 7, les volumes produits ou prélevés, relatifs à Fontbonne à partir de 1976.

N° 8, l'ensemble des données mesurées ou enregistrées spécifiques à la source du Lez elle-même, et auxquelles nous avons pu avoir accès : mesures de niveau à l'échelle (doc. Mairie) et enregistrements (DDA/SRAE), volumes produits ou prélevés à partir de 1974, volumes écoulés (stations de jaugeage), pompes d'essais de 1965 et 1969, expériences de traçages.

Certaines de ces données pourront ou devront être nécessairement complétées pour la deuxième phase de l'étude (pluviométrie journalière, courbes de tarage, volumes écoulés ...) aussi bien pour les épisodes antérieurs que pour les nouvelles observations dont nous allons pouvoir disposer grâce aux équipements, récemment mis en place: enregistrements de débit, limnigraphes, remise en fonctionnement de la station de jaugeage etc...

4 - ANALYSE ET CRITIQUE DES DONNEES HYDROCLIMATIQUES

4.1 - PLUVIOMETRIE :

Parmi les stations pluviométriques recensées, nous en avons retenu 13, qui présentent des données mensuelles sans interruption pendant les 18 années de la période 1964 à 1981. Ces 13 stations sont les suivantes :

- 1 - CASTELNAU-LE-LEZ
- 2 - GANGES
- 3 - MONTPELLIER-FREJORGUES
- 4 - SAINT-MARTIN DE LONDRES
- 5 - VACQUIERES
- 6 - VALFLAUNES
- 7 - POMPIGNAN
- 8 - SAINT-HIPPOLYTE-DU-FORT
- 9 - DURFORT
- 10 - QUISSAC
- 11 - VIC-LE-FESC
- 12 - LES MATELLES
- 13 - CAMPAGNE

SITUATION :

La situation géographique de ces 13 stations a été précisée sur la planche 2 présentée en annexe (échelle 1/100 000), ainsi que sur la figure 3 (page 31 - échelle 1/250 000).

Les coordonnées géographiques des stations climatologiques de la Météorologie Nationale sont généralement présentées en degrés et minutes d'angle (voir tableau 1 pages 6 et 7). Pour faciliter la représentation et permettre de mieux repérer la situation de ces stations sur les différentes figures du texte, nous fournissons dans le tableau 10 ci-après, la correspondance dans le système Lambert III des 13 stations retenues.

TABLEAU 10 - COORDONNEES LAMBERT DES STATIONS PLUVIOMETRIQUES DU LEZ

N°	NOMS	COORDONNEES LAMBERT		ALTITUDE (m)
		x	y	
1	CASTELNAU-LE-LEZ	726,05	149,00	31
2	GANGES	710,3	182,3	145
3	MONTPELLIER-FREJORGUES	730,65	143,6	5
4	SAINT-MARTIN DE LONDRES	712,2	166,1	200
5	VACQUIERES	729,2	172,5	95
6	VALFLAUNES	723,6	167,7	150
7	POMPIGNAN	721,95	178,35	175
8	SAINT-HIPPOLYTE-DU-FORT	721,2	185,7	176
9	DURFORT-SOSSENAC	729,7	189,2	175
10	QUISSAC	733,85	180,6	80
11	VIC-LE-FESC	739,3	176,05	45
12	LES MATELLES	719,7	160,5	98
13	CAMPAGNE	735,7	167,4	67

4.1.1 - Relations entre stations

Nous avons tout d'abord calculé le coefficient de corrélation de chaque station avec les autres et ainsi obtenu la matrice de corrélation du tableau 11. Cette matrice montre que les coefficients de corrélation sont élevés (entre 0,8 et 0,9). Le coefficient de corrélation le plus faible est de 0,73, pour les stations les plus éloignées (Montpellier et Ganges).

On a ainsi choisi les stations les mieux corrélées pour calculer par corrélation les quelques valeurs manquantes aux stations Les Matelles et Campagne.

4.1.2 - Données annuelles

Nous avons tracé la carte des isohyètes annuelles moyennes (égales aux pluies annuelles) des 13 stations pour la période 1964-1981 sur la figure 4. Cette figure montre une grande régularité avec accroissement régulier du Sud-Est (Montpellier 744 mm) au Nord-Ouest (Ganges 1280 mm).

Pour l'influence de l'altitude sur la pluie annuelle, la figure 5 montre un accroissement de la pluie avec l'altitude, mais la relation n'est naturellement pas parfaite, car il faudrait aussi tenir compte d'autres facteurs, comme la distance à la mer, l'exposition du versant sur lequel est située la station, etc...

FIGURE 3 - SITUATION GEOGRAPHIQUE DES STATIONS PLUVIOMETRIQUES

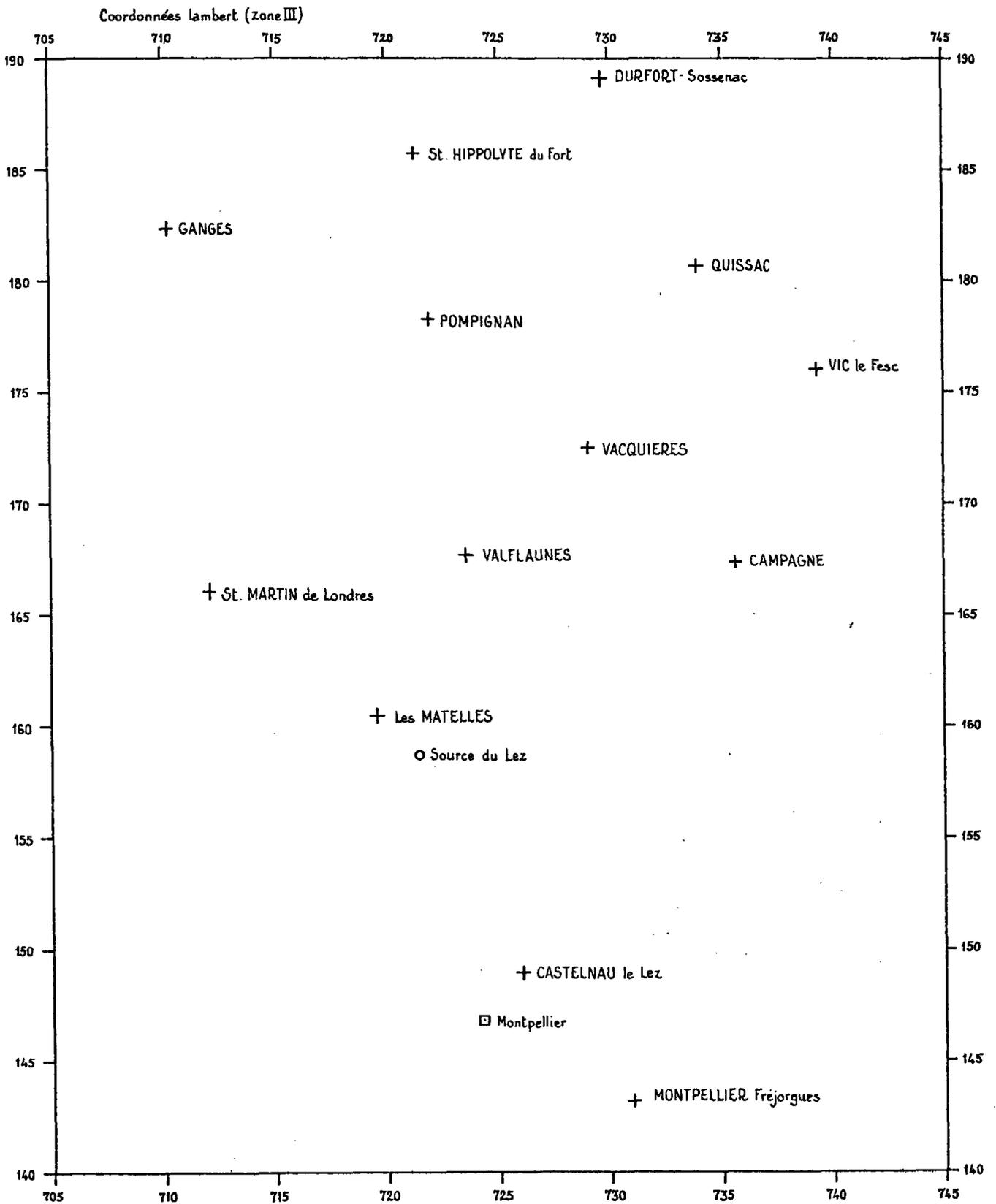


TABLEAU 11 - MATRICE DE CORRELATION

	CAST	GANG	MONT	LOND	VAQU	VALF	PDMP	HYPO	DURF	QUIS			
CAST	1.000												
GANG	0.788	1.000											
MONT	0.941	0.737	1.000										
LOND	0.864	0.924	0.819	1.000									
VAQU	0.852	0.909	0.818	0.935	1.000								
VALF	0.869	0.911	0.830	0.947	0.962	1.000							
PDMP	0.834	0.938	0.786	0.942	0.944	0.954	1.000						
HYPO	0.804	0.945	0.755	0.920	0.928	0.928	0.970	1.000					
DURF	0.803	0.936	0.771	0.918	0.944	0.929	0.962	0.965	1.000				
QUIS	0.823	0.912	0.790	0.912	0.955	0.931	0.944	0.944	0.964	1.000	VIC-	MATE	CAMP
VIC-	0.844	0.860	0.832	0.880	0.935	0.903	0.909	0.895	0.929	0.952	1.000		
MATE	0.887	0.883	0.851	0.935	0.916	0.955	0.910	0.889	0.879	0.883	0.855	1.000	
CAMP	0.886	0.854	0.873	0.890	0.925	0.912	0.905	0.883	0.911	0.926	0.971	0.878	1.000
	CAST	GANG	MONT	LOND	VAQU	VALF	PDMP	HYPO	DURF	QUIS	VIC-	MATE	CAMP

FIGURE 4 - ISOHYETES POUR LA PERIODE 1964 / 1981 EN mm/an

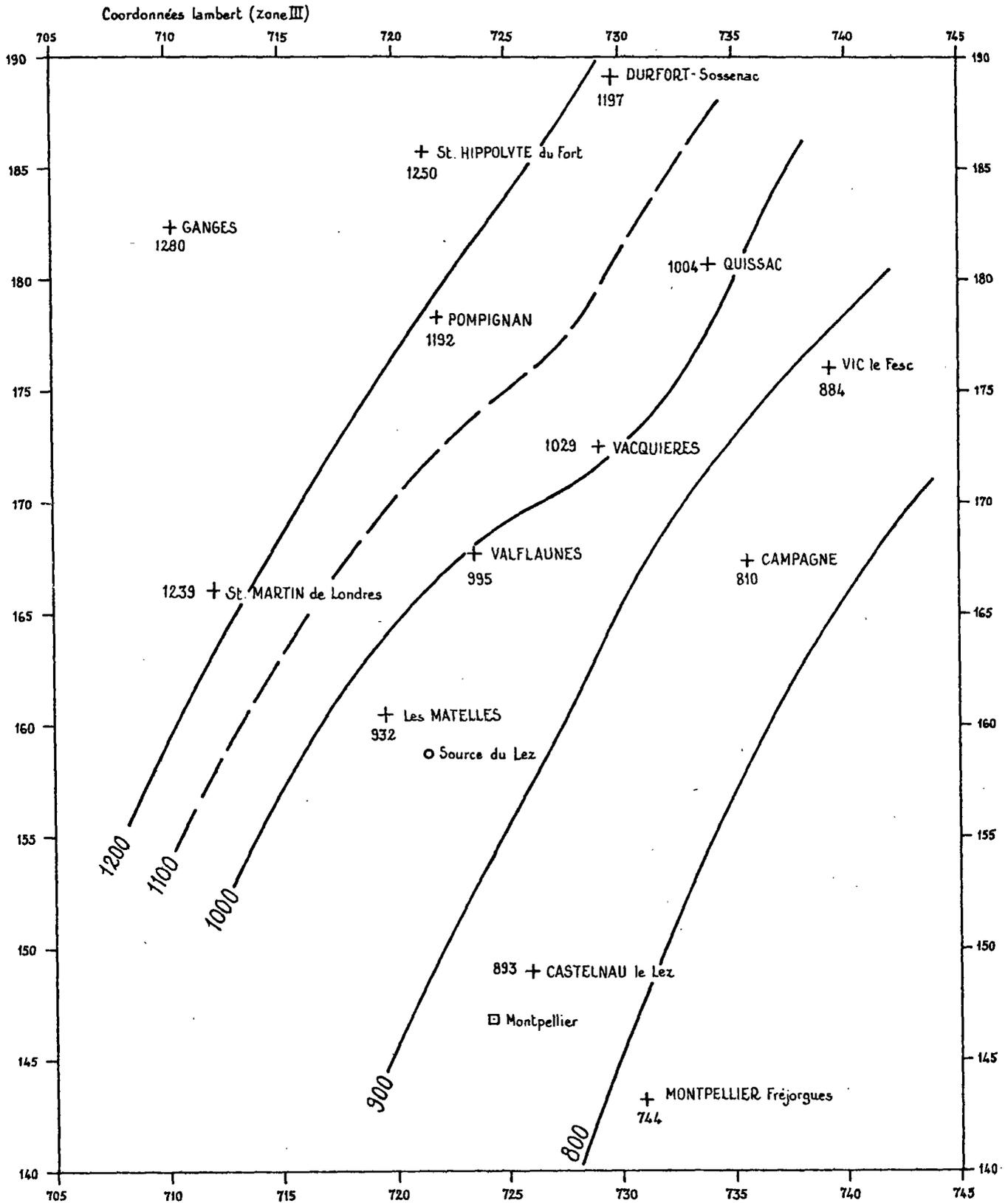


FIGURE 5 - RELATION PLUIE ANNUELLE - ALTITUDE

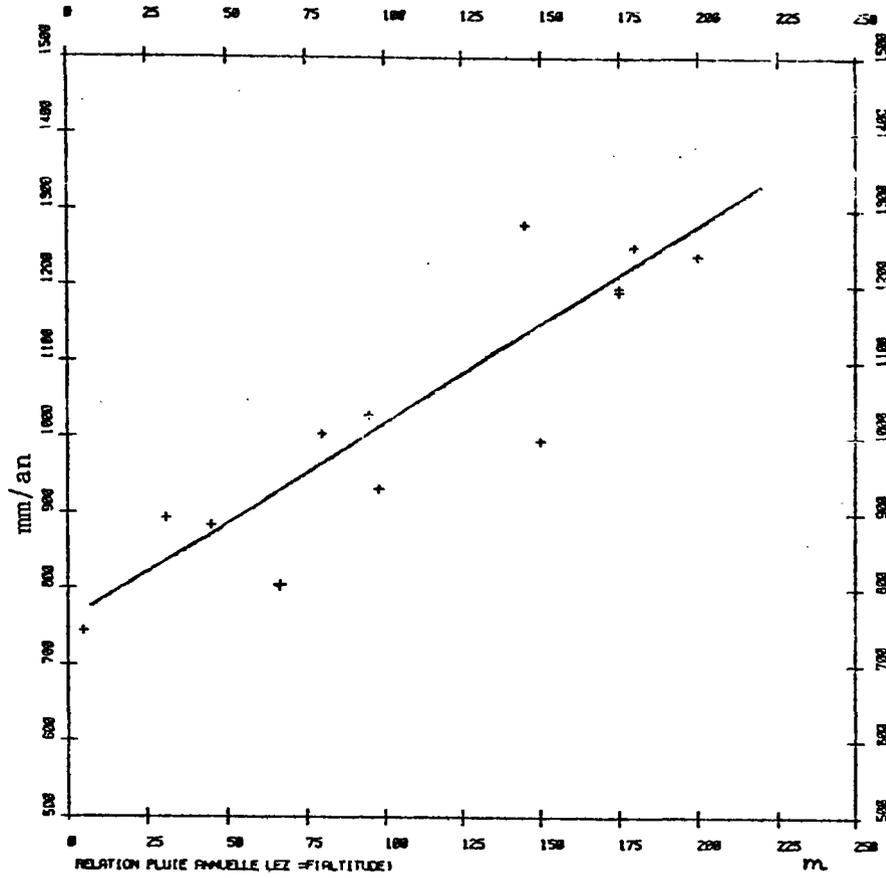
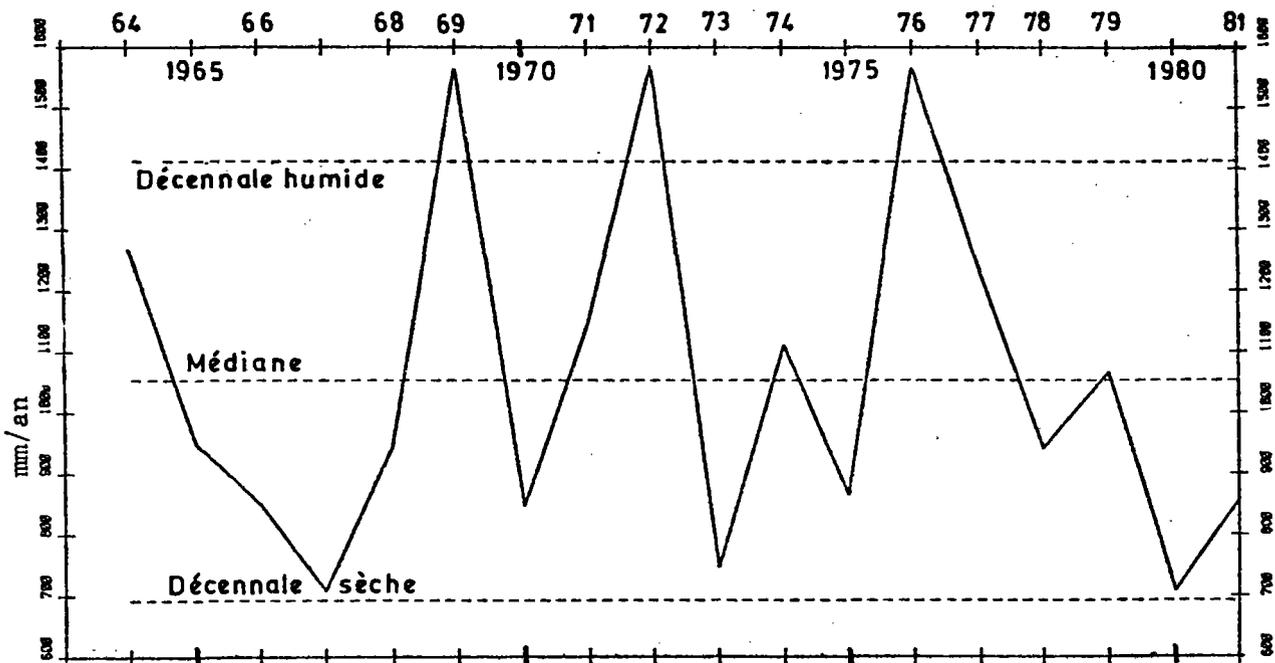


FIGURE 6 - LAME D'EAU ANNUELLE POUR 1964/1981



LAME D'EAU ANNUELLE BASSIN DU LEZ 1964/81

L'accroissement moyen (relevé sur la figure 5) est de 260 mm par 100 mètres d'altitude.

La variabilité annuelle a été appréciée par le coefficient de variation (rapport de l'écart-type à la moyenne). Ce coefficient de variation est généralement de 28 à 29 %. La valeur la plus basse est de 26 % à Vic-Le-Fesc et la plus haute de 31 % à Saint-Martin-de-Londres.

Une lame d'eau moyenne a été calculée par la moyenne arithmétique des 12 premières stations (la 13ème, Campagne, n'étant pas disponible au début de cette étude). Le coefficient de variation de cette lame d'eau moyenne est de 27 %.

De cette valeur, on déduit que la valeur décennale sèche est de 65 % de la moyenne et la valeur décennale humide est de 135 % de la moyenne. Les valeurs moyennes, décennales sèches et décennales humides sont reproduites sur le tableau 12.

Sont tracées, sur la figure 6, les valeurs annuelles de la lame d'eau, des 18 années de la période 1964-1981. On remarque en particulier une année très excédentaire en 1976, suivie depuis par une décroissance, et des années très sèches en 1980 et 1981 (années à peu près décennales sèches). L'année 1982, dont toutes les données n'étaient pas disponibles à la date de cette étude, est également très sèche. Il convient cependant de remarquer que la valeur annuelle ne suffit pas à caractériser une année. Par exemple, les niveaux les plus bas à la source du Lez sont atteints en 1978 et 1979 (pour un débit de prélèvement comparable), car les étés de ces années ont été particulièrement secs, bien que les valeurs annuelles soient de l'ordre de grandeur de la médiane.

4.1.3 - Etude des valeurs mensuelles

Pour chacune des 13 stations, on a calculé les valeurs moyennes sur la période 1964-1981 pour chacun des 12 mois de l'année. On a représenté sur un même graphique, les valeurs de toutes les stations (figure 7). Il apparaît que toutes les stations ont un profil moyen extrêmement semblable, avec :

.deux maxima : le plus fort en Octobre, et un second en Janvier.

.deux minima : le plus bas en Juillet, et un second en Novembre.

Les valeurs mensuelles sont rassemblées dans le tableau 13.

TABLEAU 12 - CARACTERISTIQUES ANNUELLES - CLIMATOLOGIE BASSIN DU LEZ

Précipitations (mm/an) 1964/1981	Moyenne	Ecart-type	Décennale sèche	Décennale humide
1 - Castelnau-le-Lez	893	250	573	1 213
2 - Ganges	1 280	359	820	1 740
3 - Montpellier-Fréjorgues	745	204	484	1 006
4 - St Martin-de-Londres	1 239	382	750	1 727
5 - Vacquières	1 028	294	652	1 404
6 - Valflaunès	994	292	620	1 368
7 - Pompignan	1 192	348	747	1 637
8 - St Hippolyte-du-Fort	1 250	352	799	1 250
9 - Durfort	1 196	338	763	1 629
10 - Quissac	1 004	268	661	1 347
11 - Vic-le-Fesc	884	231	588	1 180
12 - Les Matelles	932	249	613	1 251
13 - Campagne	810	221	527	1 093
<hr/>				
Lame d'eau (12 stations)	1 053	281	693	1 413
Lame d'eau générée 200 ans	1 073	269	729	1 417
Evaporation Montpellier (avril à octobre)	763	116	615	911
Evapotranspiration Turc 1959/1981	895	26,5	861	929
Humidité (%) 1961/1981	69,6	3,7	64,9	74,3
Insolation (h) 1959/1981	2 992	110	2 851	3 132

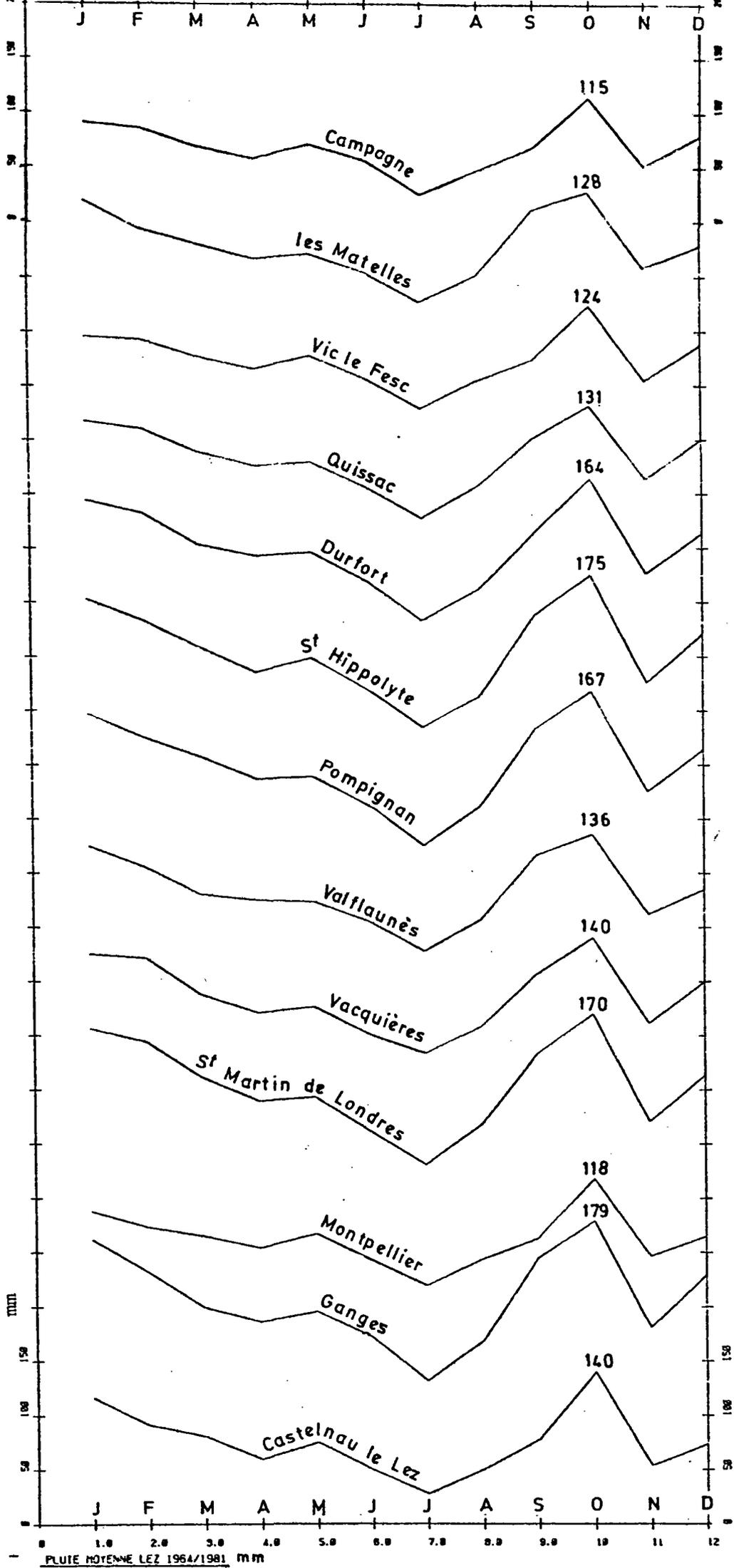


FIGURE 7 - PLUIE MOYENNE LEZ 1964/1981 mm

TABLEAU 13 - VALEURS MENSUELLES DES DONNEES CLIMATIQUES (BASSIN DU LEZ)

PLUIES MOYENNES 1964-1981 LEZ												
115.9	91.1	80.7	59.5	74.9	49.6	27.3	49.9	77.3	139.6	53.7	73.0	CAST
161.3	132.1	99.3	86.1	95.7	72.1	31.7	68.2	144.7	178.6	81.1	129.1	GANG
87.6	73.1	65.1	53.9	67.2	42.5	19.2	43.7	82.7	118.1	46.7	64.6	PELL
156.0	143.9	110.8	89.6	92.9	61.4	30.3	67.6	132.4	169.7	76.6	110.4	LOND
124.8	121.7	87.3	70.7	75.9	50.4	33.2	57.7	105.9	139.8	61.7	99.4	ACQ
124.3	105.6	79.9	74.4	72.9	55.2	27.5	56.7	116.2	135.6	61.9	84.9	VALP
146.6	124.9	107.5	86.3	88.5	62.3	25.1	60.9	132.4	167.4	75.7	114.0	POMF
152.3	133.1	108.4	85.0	97.8	69.2	34.2	62.0	137.4	174.6	75.8	120.6	HIPP
144.0	132.1	103.2	92.4	95.3	68.9	32.3	61.1	113.5	163.6	76.4	113.5	DURF
117.2	110.2	88.6	75.3	78.7	55.3	27.0	56.6	101.0	130.9	63.4	100.0	QUIS
95.7	92.4	76.7	65.1	77.2	55.7	28.2	53.8	73.1	123.8	54.6	87.6	VIC-
120.6	93.3	79.5	65.9	70.6	53.1	24.8	50.0	110.7	127.6	57.7	78.2	MATT
91.1	85.0	68.6	56.8	70.5	55.4	24.2	46.2	67.6	114.5	50.8	79.4	CAMP
LAME D EAU 12 STATIONS BASSIN DU LEZ												
128.7	112.8	90.6	75.4	82.3	58.0	28.4	57.3	109.1	147.5	64.9	98.3	
TEMPERATURE MOYENNE 1970-1977 LEZ												
7.38	8.34	9.11	12.26	16.04	19.74	22.49	22.05	18.66	14.20	10.11	7.50	PELL
7.07	8.25	9.04	12.29	16.30	20.18	22.75	22.25	18.66	14.19	10.20	7.40	CAST
7.06	8.46	9.50	12.84	16.63	20.83	23.60	23.43	19.13	14.31	9.98	7.21	GANG
7.23	8.28	8.64	12.25	16.08	19.89	22.92	22.56	18.65	14.20	9.71	7.14	GELY
6.74	7.91	8.90	12.34	16.28	20.24	22.93	22.20	18.66	13.88	9.66	7.24	MATH TV
4.99	6.09	6.79	9.93	13.94	18.06	20.64	20.31	16.50	11.59	7.78	4.95	SM LOND
INSOLATION MOYENNE (H) 1959-1981 MONTPELLIER FREJORGUES Z=5M												
146.4	155.4	201.2	236.7	275.6	313.5	351.1	308.2	231.6	187.8	150.4	133.6	
HUMIDITE MOYENNE (%) 1961-1981 MONTPELLIER FREJORGUES Z=5M												
74.1	71.7	68.3	66.2	68.0	64.8	62.3	65.0	72.1	75.3	73.5	74.3	
EVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE (TURC) 1959/1981												
25.0	34.6	59.9	89.8	118.2	146.0	159.4	135.8	96.5	61.2	35.6	22.9	

De façon à pouvoir interpoler les valeurs de la pluie mensuelle en tout point situé entre les stations, et à détecter d'éventuelles erreurs ou irrégularités, on a réalisé une analyse en composantes principales des 216 valeurs de chacune des 13 stations (chaque station étant considérée comme une variable). Pour rendre la répartition plus régulière, on a pris la racine carrée des pluies mensuelles. Les résultats sont les suivants :

Les deux premières composantes principales expliquent 93 % de la variance totale, les trois premières 96 %. A partir des trois premières composantes principales, il est donc possible de reconstituer correctement les précipitations mensuelles des 13 stations.

Il est également possible par cartographie de ces composantes et interpolation de déduire les précipitations mensuelles en tout point situé entre les stations.

La première composante principale explique 89 % de la variance. Elle quantifie l'effet d'abondance : il pleut généralement au même moment dans toutes les stations (on remarque que les profils des 13 stations sont très semblables). Cette première composante n'a pas été cartographiée car elle est à peu près constante (comprise entre 0,93 et 0,98 sauf Montpellier : 0,84 et Castelnau : 0,88).

La deuxième composante principale est cartographiée sur la figure 8. On voit qu'elle augmente du Nord-Ouest au Sud-Est et représente l'influence de l'altitude et de la distance à la mer. Cependant, il faut remarquer qu'il ne s'agit plus d'un effet d'abondance ni d'amplitude (car les données sont centrées et réduites et ont donc toutes la même moyenne et la même variance: zéro et un) mais d'un comportement identique des stations sur la même courbe Sud-Ouest Nord-Est.

La troisième composante principale est cartographiée sur la figure 9. Elle montre une influence Est-Ouest difficilement interprétable.

Il apparaît en tout état de cause sur les figures 8 et 9 que les composantes principales varient régulièrement et qu'aucune station n'est singulière (ni suspecte).

Cette analyse met en évidence, les mois particulièrement abondants suivants :

Février 1964, Octobre 1965, Janvier 1971, Septembre 1975, Octobre 1975, et surtout Octobre 1978.

Elle met également en évidence, les mois suivants :

Octobre 1968, Octobre 1975, Janvier 1978, Octobre 1978, où le contraste Nord-Ouest - Sud-Est est particulièrement marqué, et Janvier 1969, Septembre 1973, Septembre 1975, où le contraste Nord-Ouest - Sud-Est est particulièrement peu marqué.

4.2 - AUTRES DONNEES CLIMATIQUES

En dehors des données pluviométriques, on dispose sur le bassin du Lez de :

-6 stations de température de 1970 à 1977 :

- .Montpellier-Fréjorgues
- .Castelnau-Le-Lez
- .Ganges
- .Saint-Gély-du-Fesc
- .Saint-Mathieu-de-Tréviérs
- .Saint-Martin-de-Londres

FIGURE 8 - DEUXIEME COMPOSANTE PRINCIPALE (en racine carrée)

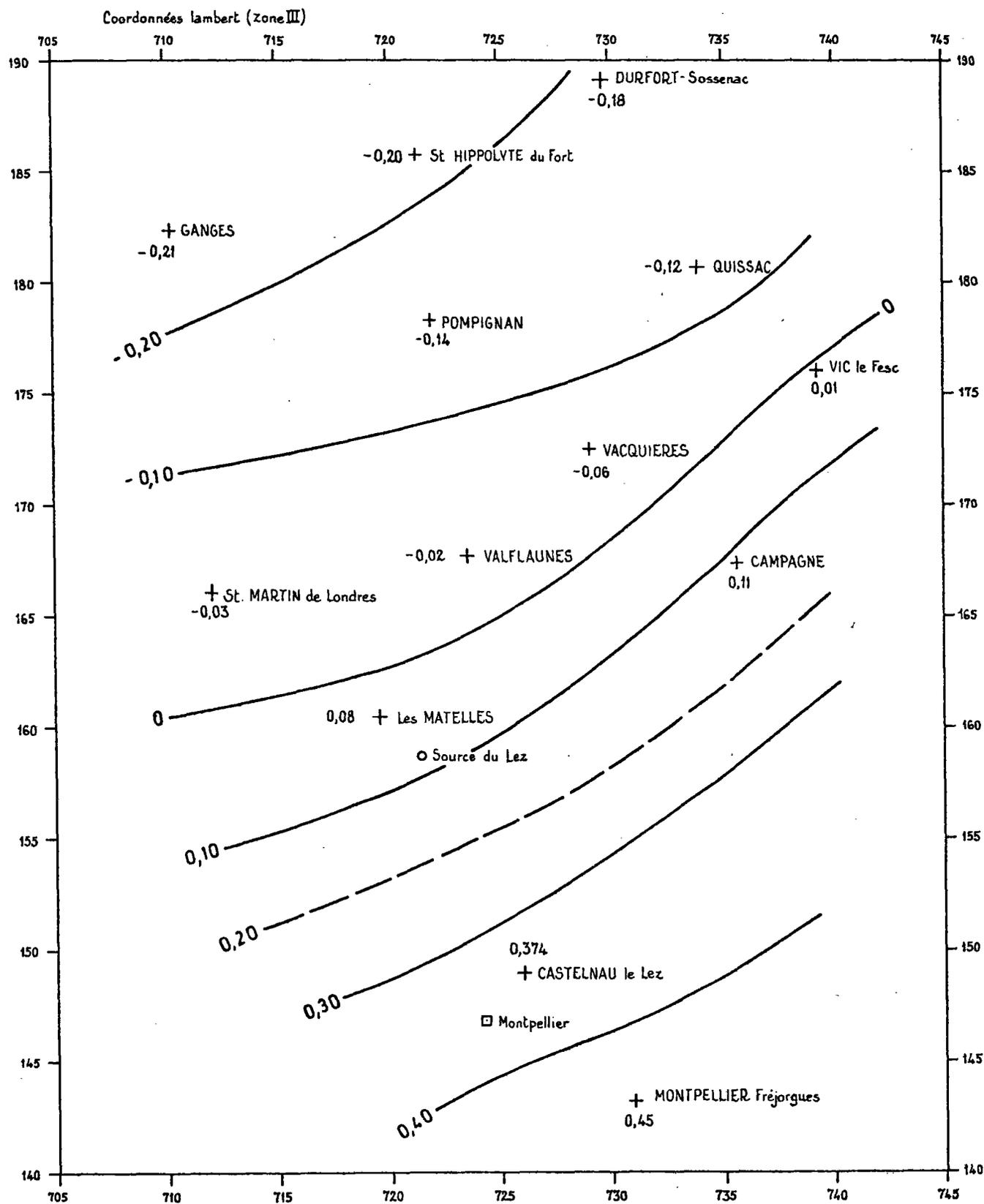
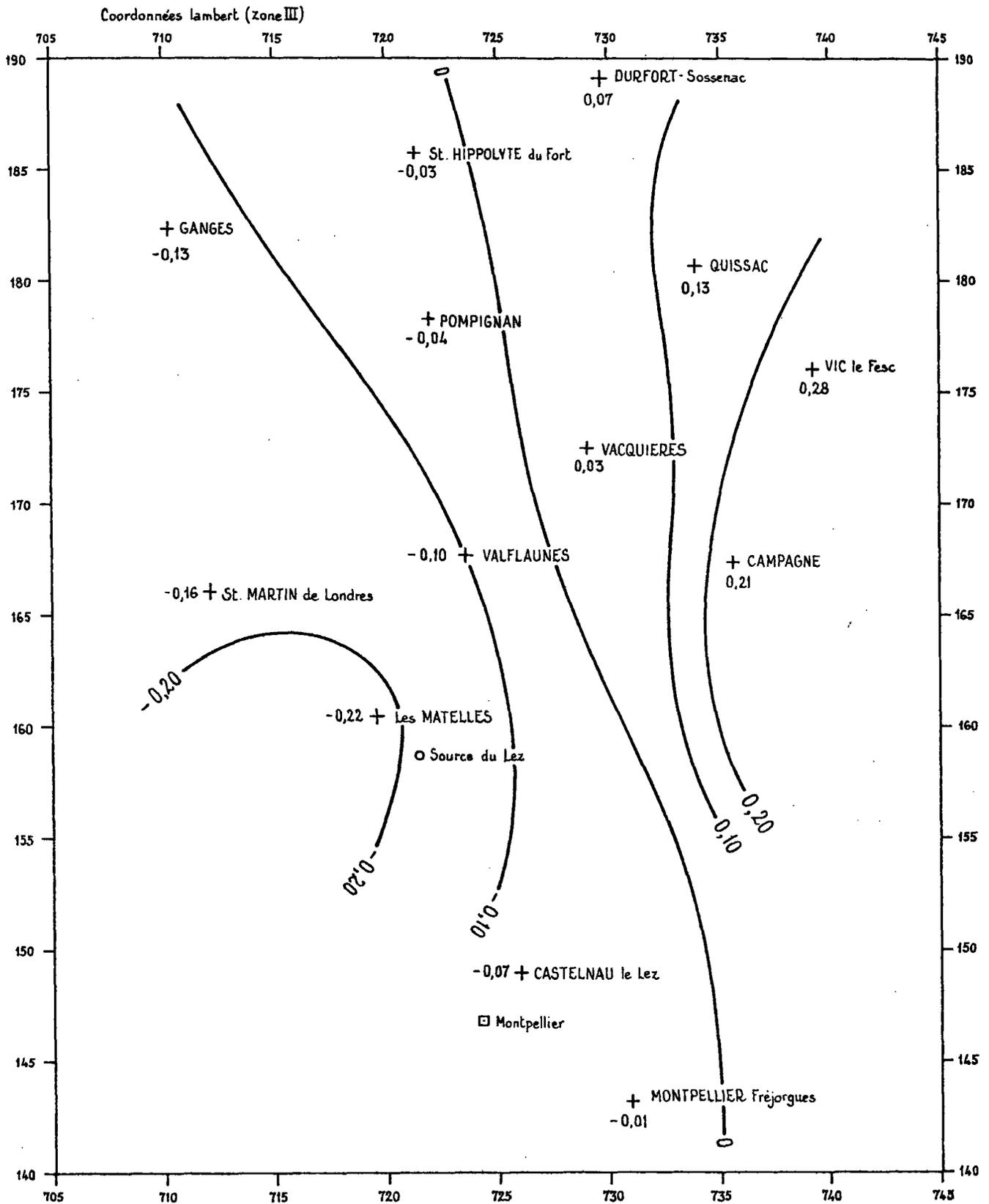


FIGURE 9 - TROISIEME COMPOSANTE PRINCIPALE (en racine carrée)



- l'insolation, de 1959 à 1981 à Montpellier
- l'humidité, de 1959 à 1981 à Montpellier
- l'évaporation d'Août à Octobre 1964 à 1981 à Montpellier

4.2.1 - Température

On a tracé sur la figure 10, les températures moyennes mensuelles de la période 1970-1977 de chacun des 12 mois de l'année. Cette figure montre que les profils de température sont très semblables avec :

- une valeur maximale en Juillet
- une valeur minimale en Décembre ou Janvier.

Toutes les stations sont extrêmement corrélées puisque le coefficient de corrélation le plus bas est de 0,984. La température n'est pas liée simplement à l'altitude puisque les températures annuelles, à Ganges (145 m) et à Saint-Gély-du-Fesc (185 m) sont supérieures ou égales à la température à Montpellier (5 m).

Seule la température à Saint-Martin-de-Londres (200 m) est nettement inférieure aux autres (11°8 contre 13°9 à 14°4).

L'analyse en composantes principales n'apporte pas grand-chose puisque la première composante explique 99 % de la variabilité.

4.2.2 - Insolation mensuelle (1959/1981)

La figure 11 montre le profil moyen :

- la valeur maximale est de 350 heures par mois en Juillet
- la valeur minimale est de 134 heures par mois en Décembre

La valeur annuelle est de 2 992 heures; elle varie de 2 851 heures en année décennale couverte à 3 132 heures en année décennale dédagée.

4.2.3 - Humidité relative mensuelle

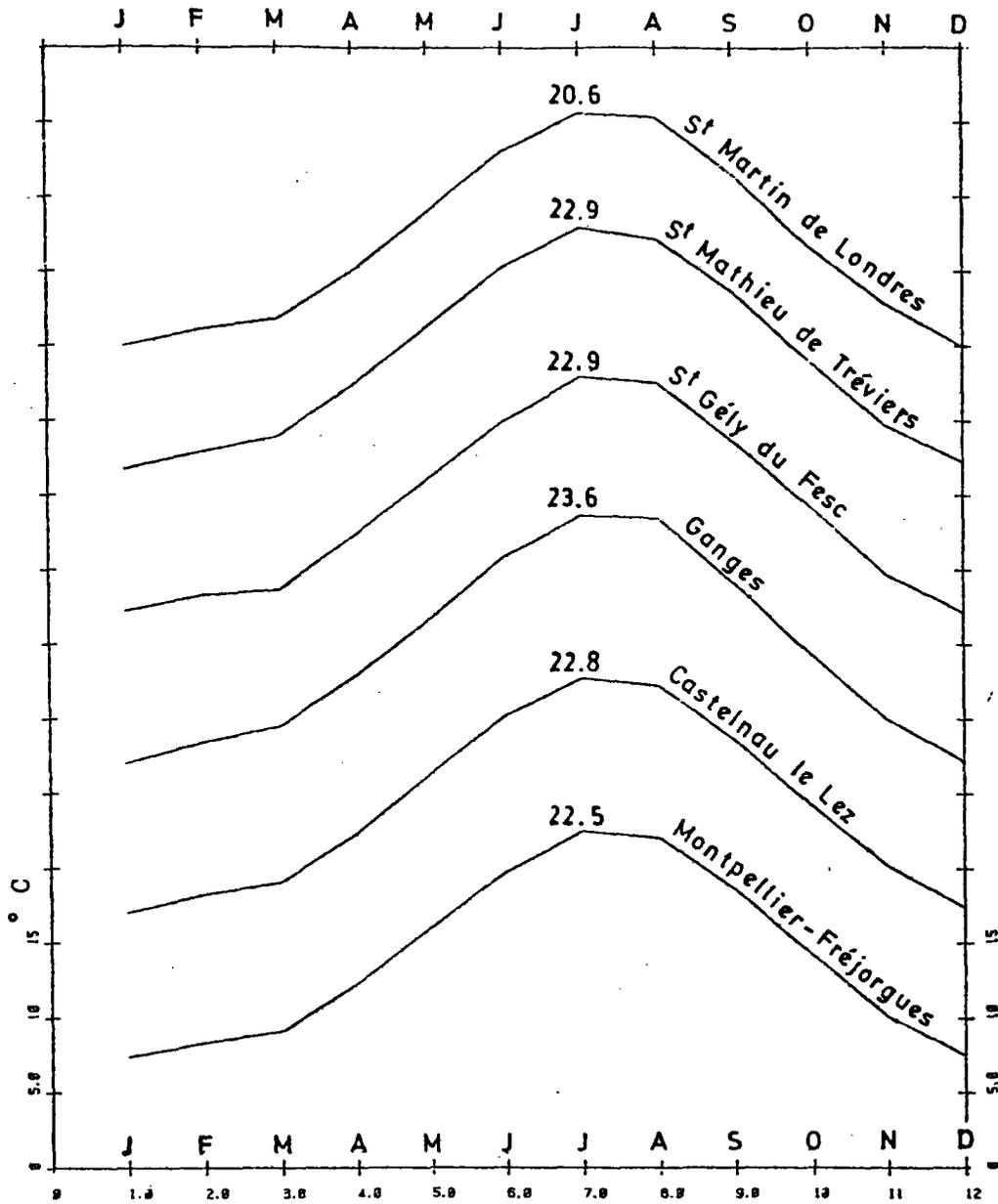
Les valeurs de 1959 et 1960, anormalement basses; paraissent suspectes (valeurs inférieurs à 70 %, même en hiver). Elles ont donc été supprimées.

Sur la période 1961-1981, on a calculé le profil moyen qui est reproduit sur la figure 11.

- la valeur la plus basse est de 62 % en Juillet
- la valeur la plus élevée est de 75,3 % en Novembre

La variabilité interannuelle est faible : 70 % en moyenne, 65 % en année sèche, 74 % en année humide.

FIGURE 10 - TEMPERATURES MOYENNES MENSUELLES EN °C (période 1970-1977)



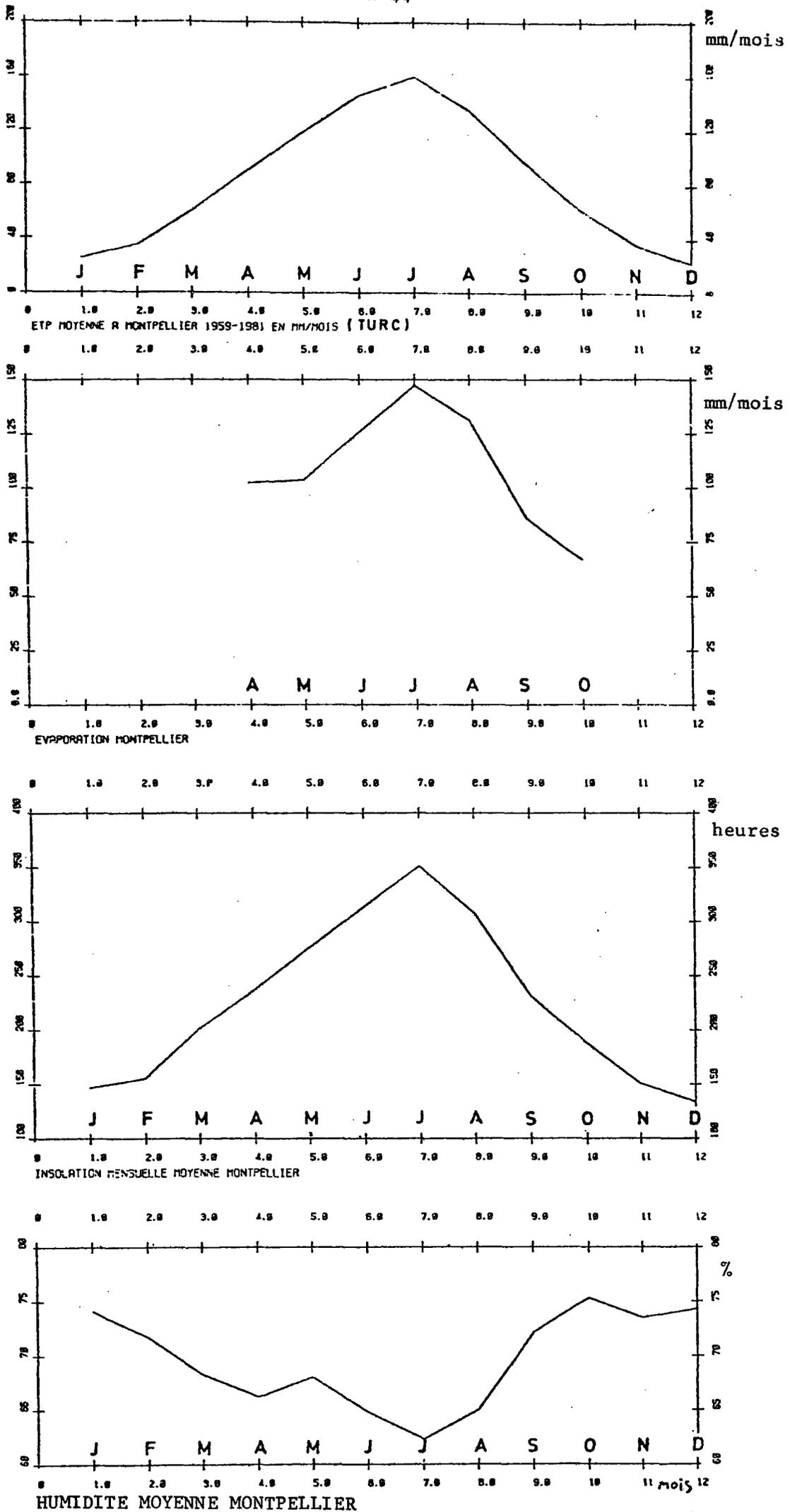


FIGURE II

Chaque mois de chaque année, l'humidité relative moyenne mensuelle est supérieure à 50 %.

4.2.4 - Evaporation

Les données disponibles sont celles de l'évaporomètre Piche. En fonction du peu de fiabilité de cet appareil et du manque de relevé en hiver, on n'a pas tenu compte de ces mesures.

4.2.5 - Evapotranspiration potentielle mensuelle

On a calculé l'évapotranspiration potentielle mensuelle par la formule mensuelle de L. TURC, à partir de :

- l'insolation mensuelle de chaque année
- la température mensuelle de chaque année (à Montpellier)

L'humidité relative étant supérieurs à 50 % chaque mois n'intervient pas dans le calcul.

On a reproduit sur la figure 11 le profil moyen d'évapotranspiration potentielle. :

- la valeur maximale est en Juillet de 159 mm/mois, soit : 5,1 mm/jour.
- la valeur minimale est en Décembre de 23 mm/mois, soit : 0,7 mm/jour.

La valeur annuelle est peu variable, elle est de 895 mm par an en moyenne, et varie de 861 mm en année décennale déficitaire à 929 mm en année décennale abondante.

4.3 - ANALYSE DES DONNEES DES 35 PIEZOMETRES DE CONTROLE

On dispose des données de 35 piézomètres numérotés de 0 à 34 dont les niveaux ont été relevés de manière périodique (d'une fois par mois à une fois par semaine) du mois d'Août 1981 au mois d'Août 1982. Les niveaux ont été relevés à dates fixes, et on dispose au maximum de 32 mesures sur la période concernée, mais certains piézomètres n'ont été mesurés que 2 ou 3 fois.

Les dates de mesures ont été exprimées en jours écoulés depuis le 31 décembre 1980. Ces dates de mesure sont les suivantes :

n°	Date	Jours écoulés
1	27/08/81	239
2	21/09/81	264
3	02/10/81	275
4	06/10/81	279
5	20/10/81	293
6	17/11/81	321
7	08/12/81	342
8	14/12/81	348
9	17/12/81	351
10	24/12/81	358
11	29/12/81	363
12	31/12/81	365
13	07/01/82	372
14	14/01/82	379
15	26/01/82	391
16	05/02/82	401

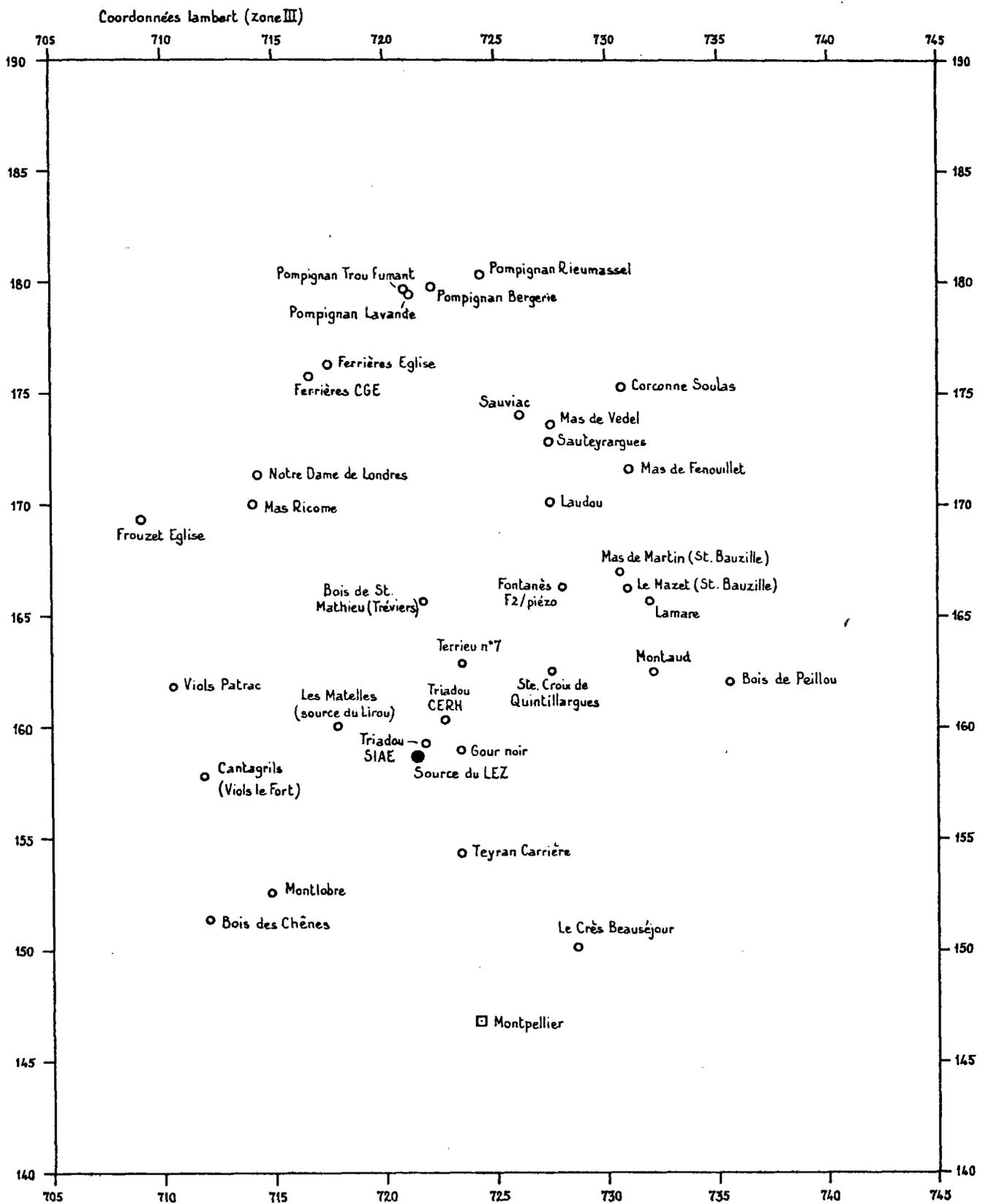
n°	Date	Jours écoulés
17	18/02/82	414
18	24/02/82	420
19	03/03/82	428
20	18/03/82	443
21	29/03/82	454
22	06/04/82	462
23	29/04/82	485
24	13/05/82	499
25	25/05/82	511
26	08/06/82	526
27	30/06/82	547
28	16/07/82	563
29	28/07/82	575
30	04/08/82	582
31	26/08/82	601
32	29/08/82	638

Les noms, altitude et coordonnées Lambert des 35 piézomètres sont reproduites sur le tableau 14 ci-dessous :

TABEAU 14 - ALTITUDE ET COORDONNEES LAMBERT DES 35 PIEZOMETRES DU LEZ

Dénomination	Altitude (m)	Coordonnées		Profondeur (m)	n°	Observations
		x	y			
CHRISTOPHE	107	-	-	75,00	00	Abandonné
POMPIGNAN-BERGERIE	175	722,0	179,9	148,00	01	
POMPIGNAN-TROU FUMANT	174	720,9	179,8	225,00	02	
POMPIGNAN-LAVANDE	169	721,2	179,5	154,00	03	
SAUVIAC	144	726,2	174,1	115,00	04	
SAUTEYRARGUES	131	727,4	172,9	80,00	05	
MAS DE VEDEL	137	727,5	173,7	106,60	06	
CORCONNE-SOULAS	106	730,7	175,3	(60,00)	07	
BOIS DE SAINT-MATHIEU	131	721,7	165,8	(67,00)	08	
TERRIEU - N°7	84	723,5	162,9	60,00	09	
FONTANES - F2	94	728,0	166,4	69,00	10	
LE MAZET	77	731,0	166,3	38,00	11	
MONTAUD	102	732,1	162,7	53,00	12	
BOIS DE PEILLOU	60	737,5	162,2	43,75	13	
LE CRES-BEAUSEJOUR	45	728,7	150,2	45,70	14	
TEYRAN-CARRIERE	57	723,4	154,5	66,00	15	
GOUR-NOIR	83	723,3	159,0	(46,00)	16	
TRIADOU-CERH	72	722,6	160,4	60,00	17	
TRIADOU-SIAE	115	721,8	159,4	106,40	18	
LES MATELLES	114	717,9	160,1	45,00	19	
CANTAGRILS	180	711,9	157,9	126,50	20	
MONTLOBRE	76	714,9	152,7	58,00	21	Abandonné
BOIS DES CHENES	142	712,1	151,5	100,00	22	
MAS RICOME	198	714,2	170,0	68,70	23	
FROUZET-EGLISE	224	709,0	169,4	138,50	24	
STE CROIX DE QUINTILL.	148	727,5	162,7	88,00	25	Abandonné
FERRIERES-EGLISE	319	717,5	176,3	(40,00)	26	Abandonné
MAS DE FENOUILLET	93	731,0	171,6	50,00	27	
LAMARE	78	731,9	165,8		28	
LAUDOU	114	727,5	170,2	43,30	29	
VIOLS-PATRAC	245	710,5	161,9	180,00	30	
MAS DE MARTIN	99	730,5	167,3	40,00	31	
POMPIGNAN-RIEUMASSEL	155	724,3	180,4	63,24	32	Abandonné
NOTRE-DAME-DE-LONDRES	200	714,2	171,4	157,30	33	
FERRIERES-CGE	250	716,6	175,8	202,00	34	

FIGURE I2 - SITUATION GEOGRAPHIQUE DES PIEZOMETRES



Les variations de profondeur des 35 piézomètres ont été représentées graphiquement sur les figures I.1 à I.9 de l'annexe I. Les points de mesures ont été joints bien qu'il ne s'agisse que de mesures périodiques. Etant donné que les repères de ces piézomètres ne sont pas nivelés, on a reproduit les niveaux mesurés, de sorte que les valeurs les plus hautes sur les graphiques correspondent aux niveaux les plus hauts. Les dates sont en jours et les profondeurs en mètres.

Parmi ces piézomètres, seuls 24 présentent des variations de niveaux qui pourraient éventuellement être interprétées si la période d'observation était plus longue.

Les 11 autres piézomètres :

- ou bien ne présentent aucune réaction
- ou bien n'ont été observés que 4 à 5 fois sur toute la période

Les piézomètres ayant réagi (aux précipitations) sont les suivants :

Nom	Numéro	Période de mesure	Amplitude en m.
POMPIGNAN-LAVANDE	3	08/81 - 08/82	30
POMPIGNAN-TROU FUMANT	2	10/81 - 08/82	50
POMPIGNAN-BERGERIE	1	08/81 - 08/82	50
CORCONNE	7	08/81 - 08/82	30
SAUTEYRARGUES-MAS-DE-VEDEL	6	08/81 - 08/82	45
CLARET	4	08/81 - 08/82	30
FONTANES	10	08/81 - 08/82	30
BOIS DE SAINT-MATHIEU	8	08/81 - 08/82	25
SAUTEYRARGUES (GALZ)	5	01/82 - 08/82	30
LAUDOU	29	02/82 - 08/82	30
MAS DE FENOUILLET	27	02/82 - 08/82	40
CANTAGRILS (MURLES)	0	08/81 - 08/82	50
LES MATELLES	19	08/81 - 07/82	30
FROUZET	24	02/82 - 08/82	15
TERRIEU	9	08/81 - 03/82	20

BOIS DES CHENES	22	02/82 - 08/82	15
TRIADOU (SIAE)	18	09/81 - 08/82	8
TRIADOU (CERH)	17	09/81 - 08/82	10
GOUR-NOIR	16	01/82 - 08/82	10
TEYRAN	15	01/82 - 08/82	10
BOIS DE PEILLOU	13	01/82 - 08/82	9
MONTLOBRE	21	01/82 - 08/82	12
LAMARE	28	01/82 - 08/82	9
SAINT-BAUZILLE	11	01/82 - 08/82	4

L'examen des graphiques, (figures I.1 à I.9), montre pour un certain nombre de piézomètres, des remontées très rapides en réaction à la pluie, suivies de descentes très rapides également, qui n'ont pas l'allure de "tarissement de nappes" : le niveau reste alors quasiment constant. Ce comportement doit probablement être interprété comme une réaction rapide d'une matrice poreuse en bonne relation avec le niveau quasi constant du réseau de drains karstiques. Les piézomètres de ce type sont :

- les 3 piézomètres Pompignan
- Corconne
- Sauteyrargues, Mas de Vedel (dans une moindre mesure)
- Claret
- Fontanès
- Lamare

Il convient de remarquer qu'il n'est absolument pas possible de caler un modèle de relation pluie-niveau, sur des enregistrements si erratiques et surtout si courts. Il ne sera probablement pas possible de mettre en évidence un effet de pompage dans la source du Lez, sauf si le rabattement engendré est très important, ce qui est peu probable. Par contre, une augmentation brutale du débit pompé (par exemple de 1300 l/s à 2000 l/s) maintenue pendant une longue période de l'ordre de 3 mois et suivie en continu par des limnigraphes, devrait pouvoir être détectée, même si le rabattement induit est relativement faible.

4.4 - ANALYSE DES DONNEES HYDROLOGIQUES

Afin d'analyser les précipitations qui sont efficaces (qui provoquent donc des écoulements en surface), les débits des cours d'eau voisins ont été examinés.

4.4.1 - Lez :

Les débits journaliers du Lez à Montferrâier (bassin versant géométrique évalué très grossièrement à 106 km²) de 1963 à 1965, ont été reportés sur la figure II.1 de l'annexe II. Les figures II.2 et II.3 représentent également les débits du Lez à Lavalette de 1976 à 1980. Les débits à la "station de jaugeage" qui sont connus de Février 1962 à Mars 1963, sont précisés sur la figure II.4.

4.4.2 - Hérault :

Les débits sont disponibles en 2 sites :

- à Moulin-Bertrand (surface du bassin = 1 090 km²) de 1959 à 1977
- à Puéchabon de 1973 à 1977

Les débits mensuels ont été représentés sur la figure II.5.

Les tracés des débits journaliers montrent des réactions extrêmement rapides aux précipitations : particulièrement en hiver et en automne. Ceci laisse prévoir une réserve utile du sol assez faible. (★)

Les séries mensuelles de l'Hérault montrent une variabilité interannuelle et permettent de mettre en évidence :

- des années déficitaires : 1960/61, 1961/62, 1968, 1974/75
- des années très excédentaires : 1964/65, 1969/70, 1976/77

La série journalière à la station de jaugeage du Lez, qui a été relevée de manière approximative sur un graphique (02/1962 à 03/1963) a permis d'établir une relation approchée entre le niveau à la vasque et le débit de déversement. C'est à partir de cette relation, que seront déduits les débits de déversements pour les périodes plus récentes.

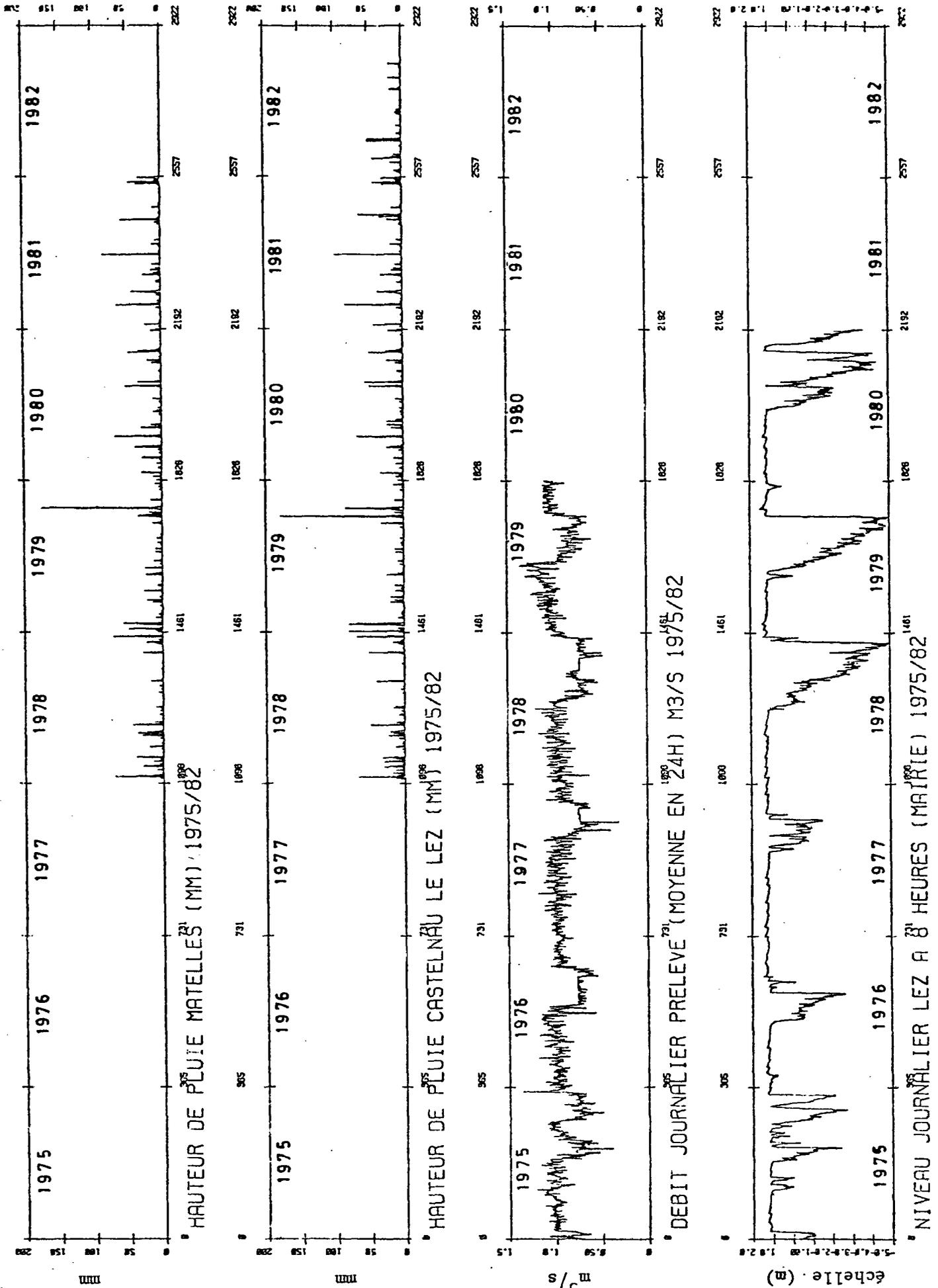
4.5. - ANALYSE DES NIVEAUX A LA VASQUE DU LEZ

Sur la figure 13, ont été représentés simultanément :

- le niveau journalier du Lez à la vasque de 1975 à 1980, relevé à 8 heures du matin (documentation Mairie),
- le débit prélevé chaque jour de 1975 à 1979, c'est-à-dire toute la période disponible à la date de l'étude,

(★) cf. définition de la "réserve utile" en page 53.

FIGURE 13: DEBITS PRELEVES ET NIVEAUX JOURNALIERS SUR LA SOURCE DU LEZ (1975 à 1982)



- les hauteurs de pluie journalières { de 1978 à 1982 à Castelnau-le-Lez
de 1978 à 1981 aux Matelles

Un premier examen de ce graphique montre :

- des variations de niveau extrêmement rapides en réaction à la pluie, avec une remontée généralement dans la journée,
- des réactions à des pluies isolées ne dépassant pas 50 millimètres, même en étiage, ce qui indique "une réserve utile" très faible (*),
- un débit moyen prélevé de l'ordre de 0,800 m³/s avec des diminutions de débit, quand le niveau de l'eau est bas.

En fait, le débit diminue quand le niveau s'abaisse pour plusieurs raisons :

- le débit obtenu par gravité dans la conduite de Ø 1 000 mm est plus faible (car la charge est plus faible)
- le débit prélevé par pompages dans la vasque est plus faible, car la hauteur d'aspiration est plus élevée.

La figure 14 présente l'historique des niveaux de 1946 à 1980. Il ne s'agit pas ici de niveaux journaliers, mais de niveaux du 15ème jour de chaque mois. Des niveaux de plus en plus bas apparaissent en été, au fur et à mesure que les équipements sont installés (on remarque le débit des prélèvements par pompages en Mai 1973). Les données ne sont pas représentées en Septembre 1965, alors qu'un pompage d'essai a été réalisé. Un second pompage d'essai réalisé en Août et Septembre 1969 n'apparaît pas sur le graphique, car il a commencé après le 15 Août et s'est terminé avant le 15 Septembre. Un pompage d'exploitation de longue durée, réalisé en 1970, est par contre très apparent.

La figure 15 présente les données hebdomadaires de niveau (minimal et maximal) et de débits prélevés pour la période allant de 1980 à 1981. La courbe des débits suit la courbe des niveaux avec encore un accroissement du débit quand le niveau est plus élevé.

(*) La "réserve utile" matérialise l'effet d'absorption des premiers décimètres du sol. Une pluie ne parvient à la nappe que si cette réserve du sol, généralement exprimée en hauteur d'une lame d'eau, est saturée (ou remplie). Si la pluie est insuffisante ($P < RU$), cette réserve est reconstituée, puis vidangée par l'évapotranspiration. En région calcaire et karstifiée, l'absence assez générale de sol végétal, qui pourrait absorber et retenir l'eau précipitée (effet d'éponge) est donc à l'origine d'une infiltration rapide même pour des pluies isolées peu importantes. C'est le dépassement de cette capacité de rétention qui participe à l'infiltration efficace.

FIGURE 14 - HISTORIQUE DES NIVEAUX DU LEZ : 1946 à 1980

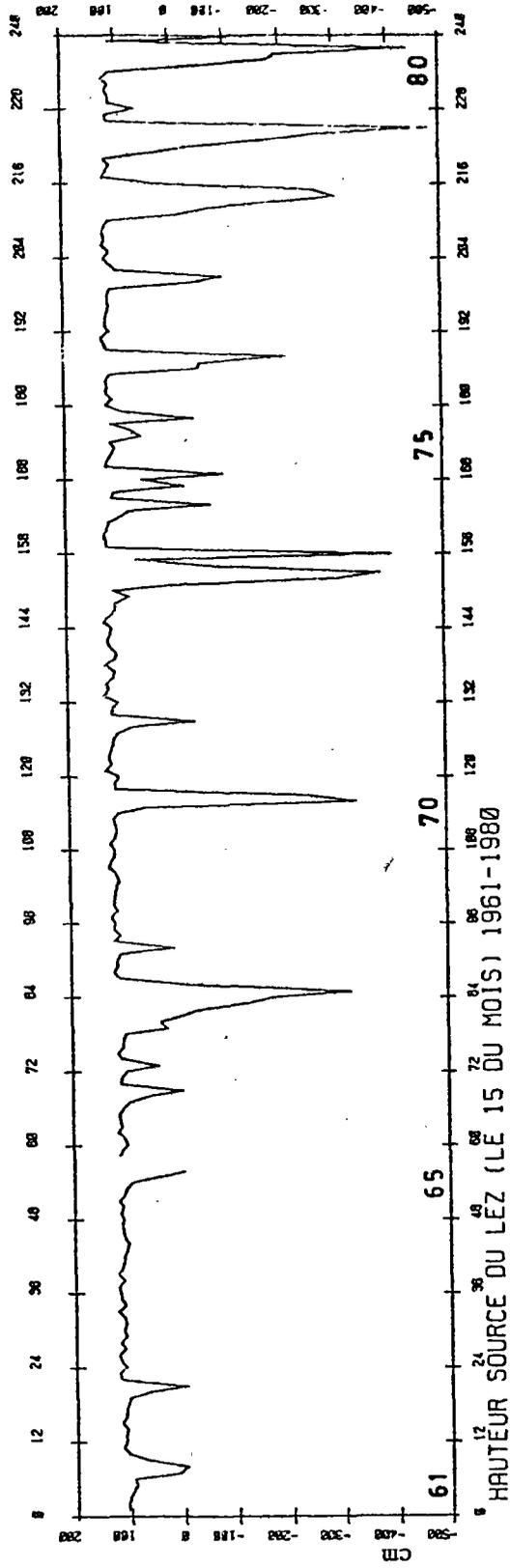
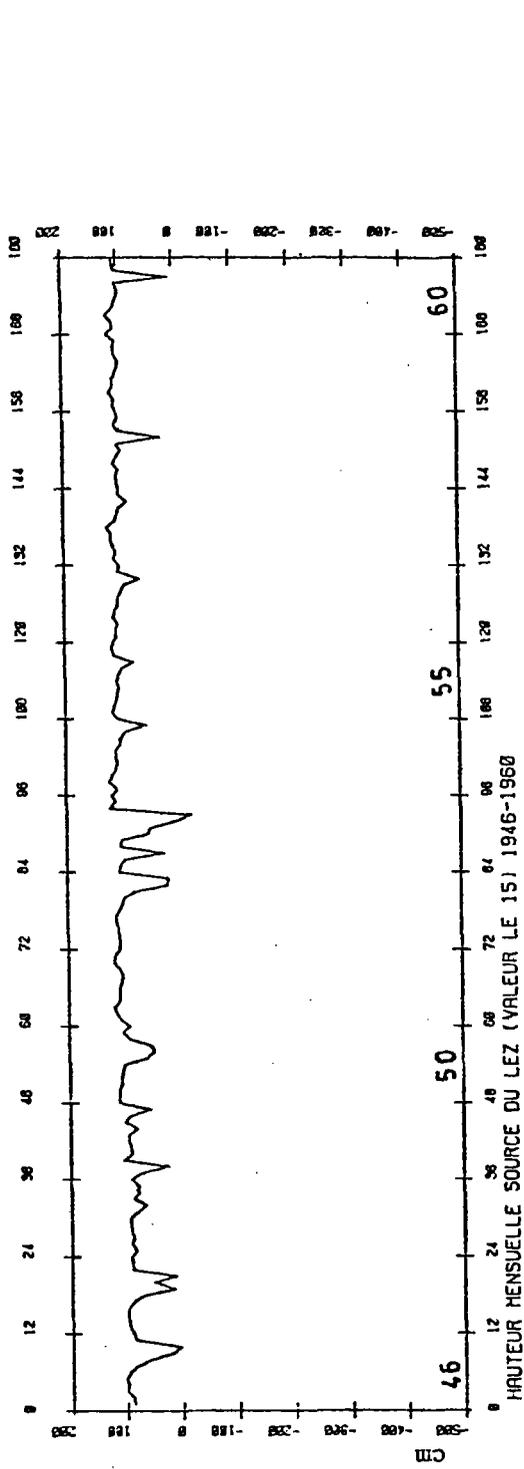
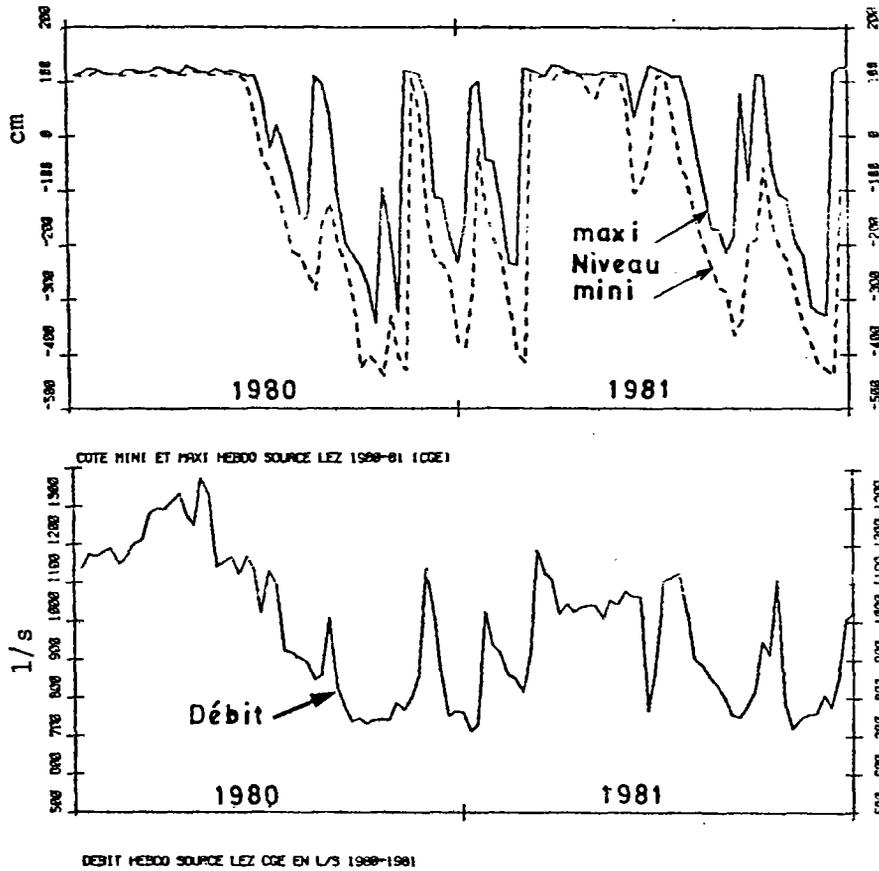


FIGURE 15: COTES MAXI-MINI ET DEBITS HEBDOMADAIRES PRELEVES AU LEZ POUR 1980/1981



4.6. - ANALYSE DES LIMNIGRAMMES DE CONTROLE

Quatre points de contrôle ont été surveillés plus ou moins régulièrement, de 1978 à 1982, au moyen de limnigraphes. Ces points sont les suivants :

- Triadou : avec des données souvent manquantes
- Source du Lez : avec des données très discontinues, mais disponibles par ailleurs dans la documentation de la Mairie.
- La Fleurette : relevé de manière quasi continue
- Fontbonne : relevé de manière continue

Aucun des points de contrôle n'étant nivelé, nous avons représenté simultanément sur la figure 16, les 4 relevés journaliers, par un "niveau" obtenu par la transformation suivante :

$$\text{Niveau} = 1\ 000 \text{ cm} - \text{profondeur}$$

Les niveaux de ces 4 points présentant des variations concomitantes, avec des niveaux bas coïncidants et des remontées simultanées très rapides, en réaction à la pluie. Un examen plus détaillé fait apparaître les caractéristiques suivantes :

- Fontbonne : le niveau semble quasiment plafonner à la cote 750 cm, sauf pendant de fortes crues, où il atteint jusqu'à 800 cm durant une dizaine de jours.

- La Fleurette : le niveau est plafonné à la cote 620 cm, mais il atteint 920 cm lors des crues, et on voit alors nettement une décrue rapide pendant 20 à 30 jours jusqu'à la cote 620.

- Source du Lez : le niveau est identique à celui mesuré (documentation Mairie) aux incertitudes de dépouillement près. Les relations suivantes peuvent être établies :

$$\begin{aligned} \text{Echelle} &= -0,968 \text{ Piézo} + 343,9 \text{ cm} \\ \text{Piézo} &= -1,029 \text{ Echelle} + 355,9 \text{ cm} \\ &\text{avec un coefficient de corrélation de } 0,998 \end{aligned}$$

- Triadou : le niveau est lui aussi plafonné (mais moins nettement) à la cote 250 cm. Les fortes précipitations provoquent cependant des remontées jusqu'à la cote 880 cm, suivies d'une décrue de 20 à 30 jours jusqu'à la cote 250 cm.

Sur la figure 17 ont été représentées les variations simultanées :

- de niveau journalier à Fontbonne (en cm)
- de précipitations journalières à Castelnau-le-Lez (en mm)
- de débit produit à Fontbonne (en millier de m³/5jours)

Les remontées dues aux fortes précipitations sont nettement mises en évidence, bien que plus lissées que celles observées à la source du Lez. On remarque également des débits produits plus importants quand le niveau est haut, avec cependant un niveau qui reste élevé à partir de Septembre 1981 jusqu'en Septembre 1982, à la suite de la réduction des débits prélevés.

FIGURE 16 - NIVEAUX JOURNALIERS A FLEURETTE, LEZ, TRIADOU ET FONTBONNE POUR 1978/1982

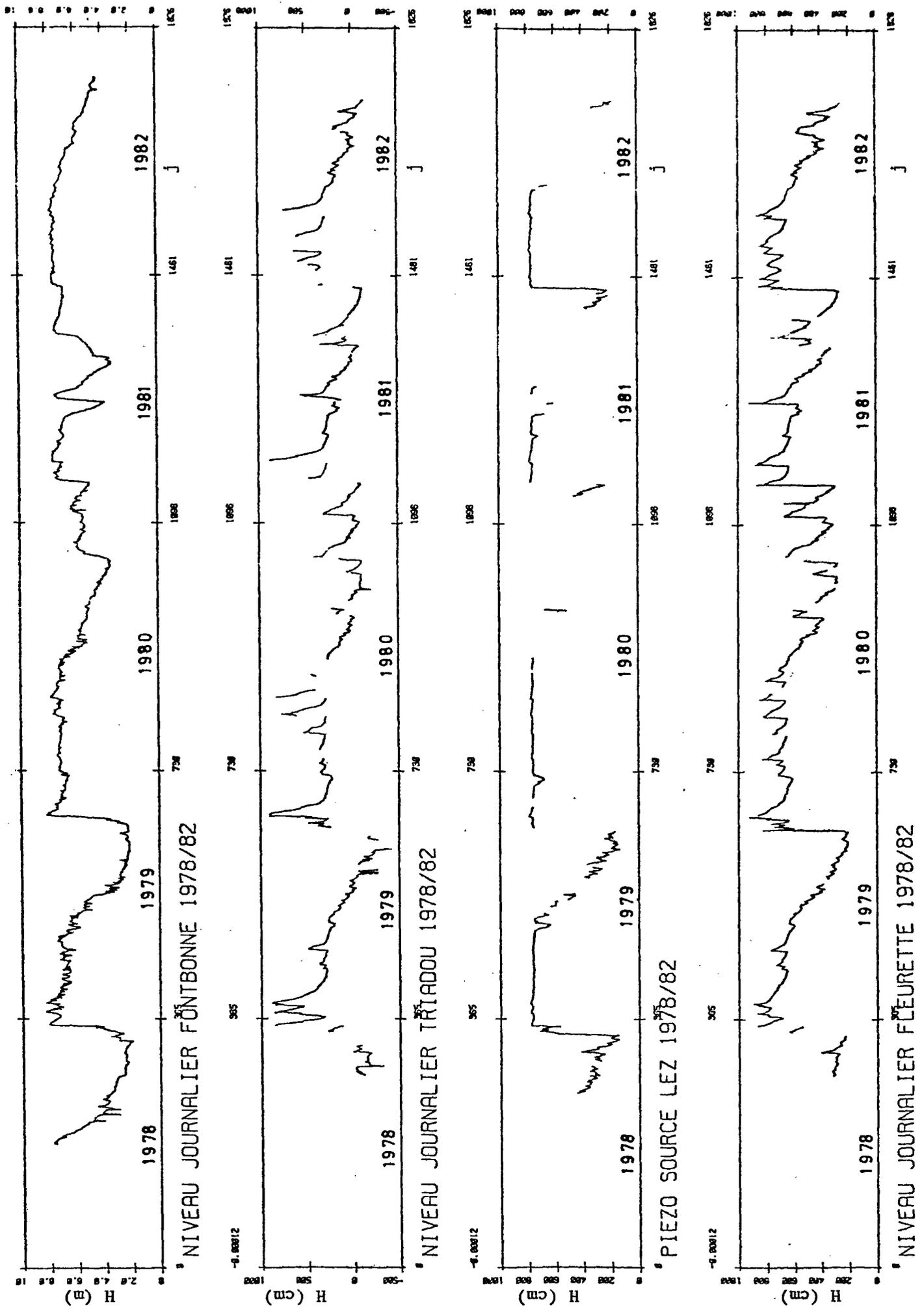
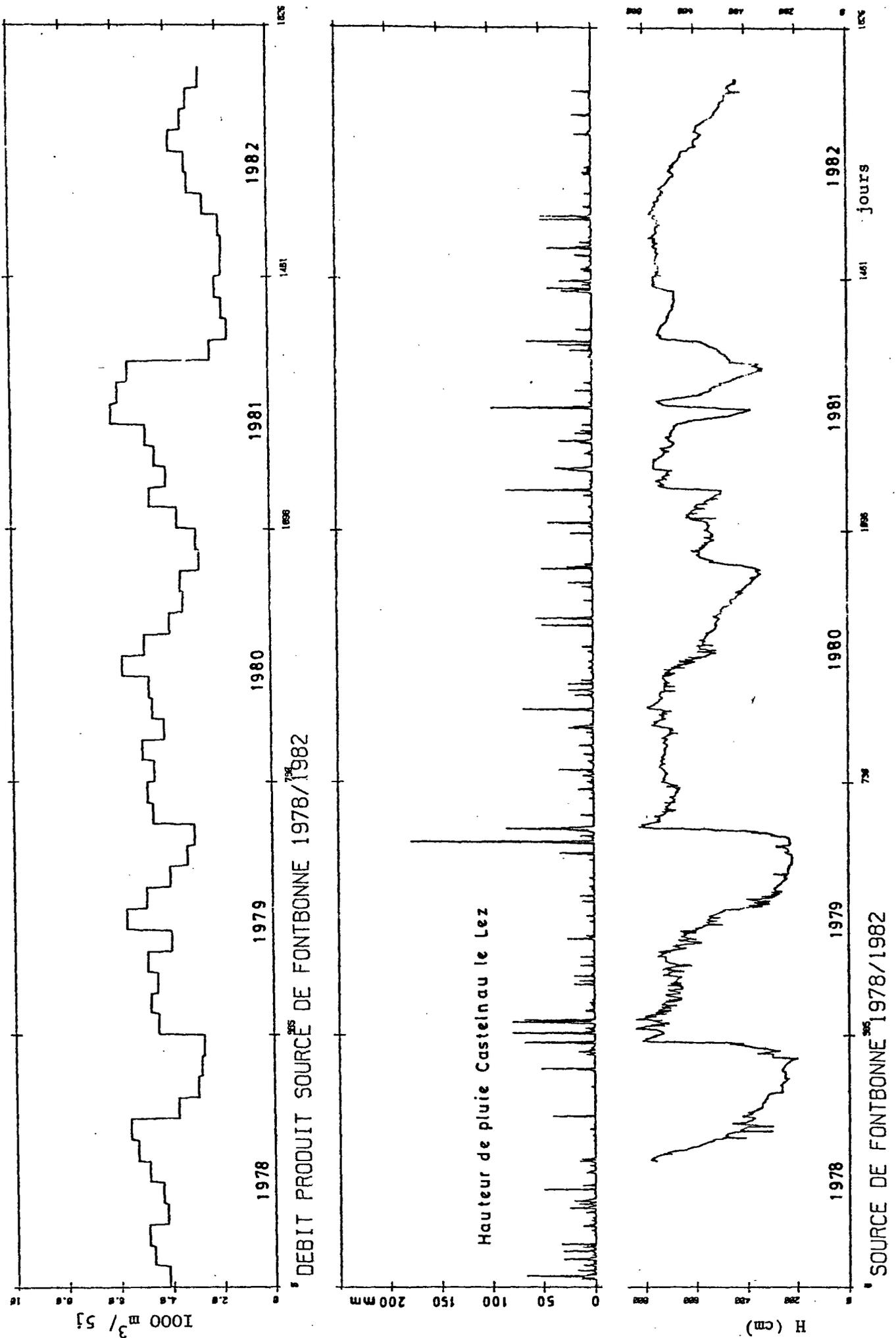


FIGURE 17 - DEBITS JOURNALIERS ET NIVEAUX A FONTBONNE (1978/1982)



4.7. - ANALYSE DES DEBITS PRELEVES DANS LA SOURCE DU LEZ

Dans la source du Lez, les débits sont prélevés de plusieurs manières :

- par gravité, avec une conduite de 1 000 millimètres de diamètre, les volumes prélevés étant commandés par l'aval (c'est-à-dire par la consommation) :
- par pompage aboutissant à une conduite de 1 400 millimètres de diamètre
- par l'aqueduc.

Les données de débit prélevé sont disponibles de manière plus ou moins complète et plus ou moins détaillée de 1974 à 1981. Toutes les données ont été rassemblées (en milliers de m³/mois) dans le tableau 15. Elles sont représentées sur la figure 18.

Il apparaît qu'il est difficile de relier les différentes mesures réalisées de différentes origines. On remarque cependant que les débits pompés et le débit dans l'aqueduc varient en phase, alors que le débit gravitaire est plutôt en opposition de phase : les pompages dans la source sont entrepris uniquement lorsque le débit gravitaire (qui ne nécessite pas d'énergie) est insuffisant.

4.8. - CALCUL DU DEBIT DE DEBORDEMENT

Pour calculer le débit de débordement à la vasque, nous avons étudié la relation entre :

- le débit mesuré en 1962/63 à la station de jaugeage
- le niveau mesuré à la vasque pendant la même période. Ces variations simultanées sont reproduites sur la figure 19, qui montre une relation linéaire correcte, compte tenu de quelques décalages possibles, dans les débits journaliers relevés sur un diagramme.

La relation obtenue, d'après le graphique, est la suivante :

- au dessus de la cote 107 cm
 $Q = 950 + 380,6 (H - 107)$
- de la cote 99 à la cote 107 cm
 $Q = 113,1 (H - 98,6)$

avec $\begin{cases} Q = \text{débit en l/s} \\ H = \text{hauteur en cm à la vasque} \end{cases}$

Pour calculer les débits après 1967, il convient cependant d'effectuer une correction, car le niveau de débordement a été relevé de 6 cm à cette date.

En première approximation, on peut considérer que le débit est alors identique (la charge étant la même) pour une cote relevée de 6 cm. Les équations précédentes seront donc appliquées, en appelant alors H la cote à la vasque diminuée

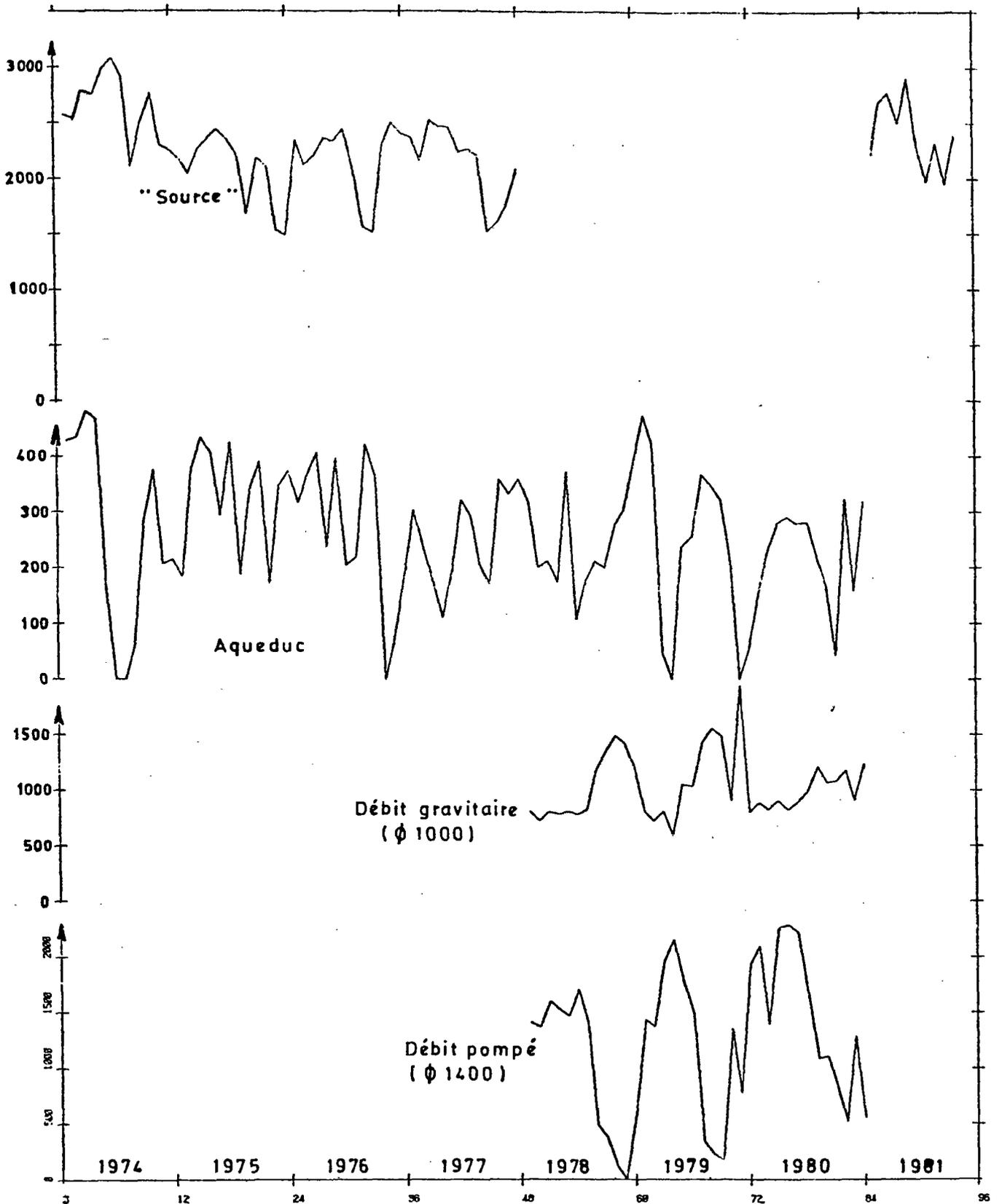
TABLEAU 15 - PRELEMENTS MENSUELS (1974/1981)

	Débit prélevé source (1 000 m3)	Débit aqueduc (1 000 m3)	Lame d'eau (mm)	Prélèvement source (1 000 m3)	Niveau moyen source (cm)	Prélèvement source et St Clément (1 000 m3)	
J	429	2575	125			3004	
F	435	2539	142			2974	
M	482	2785	178			3268	
A	467	2743	84			3210	
M	168	2986	56			3154	
J	0	3079	73	3043		3080	
J	0	2908	30	2870		2908	1974
A	62	2100	74	2101		2162	
S	285	2498	262	2396		2783	
O	375	2766	12	2664		3141	
N	207	2299	73	2262		2506	
D	214	2251	2	2251		2466	
	182	2171	56	2385	11	2353	
	374	2040	94	2395	118	2415	
	434	2263	81	2671	120	2696	
	404	2362	16	2707	109	2756	
	294	2433	114	2660	62	2727	
	425	2341	66	2667	115	2767	
	188	2196	14	2334	12	2384	1975
	338	1677	100	1989	18	2015	
	390	2179	121	2502	82	2569	
	170	2107	22	2251	-36	2277	
	345	1536	45	1887	-61	1881	
	373	1485	136	2318	4	2358	
	316	2341	50	2581	108	2656	
	365	2113	182	2421	125	2470	
	406	2193	50	2600	119	2600	
	237	2355	130	2576	121	2592	
	396	2323	49	2713	114	2719	
	204	2437	4	2668	3	2641	
	218	2067	50	2262	-79	2286	1976
	420	1559	97	1979	-33	1979	
	364	1509	312	1873	102	1873	
	0	2305	341	2239	127	2305	
	74	2502	120	2493	127	2577	
	182	2402	186	2522	120	2585	
	304	2372	173	2604	128	2677	
	240	2161	57	2335	123	2401	
	179	2519	84	2641	122	2698	
	111	2466	25	2518	117	2577	
	192	2458	176	2612	122	2651	
	322	2238	90	2598	117	2559	1977
	293	2266	71	2551	93	2560	
	203	2211	60	2472	4	2415	
	170	1519	33	1833	-49	1759	
	359	1607	256	1932	52	1966	
	333	1762	62	2058	118	2095	
	359	2089	143	2443	123	2449	

TABLEAU 15 - PRELEMENTS MENSUELS (suite)

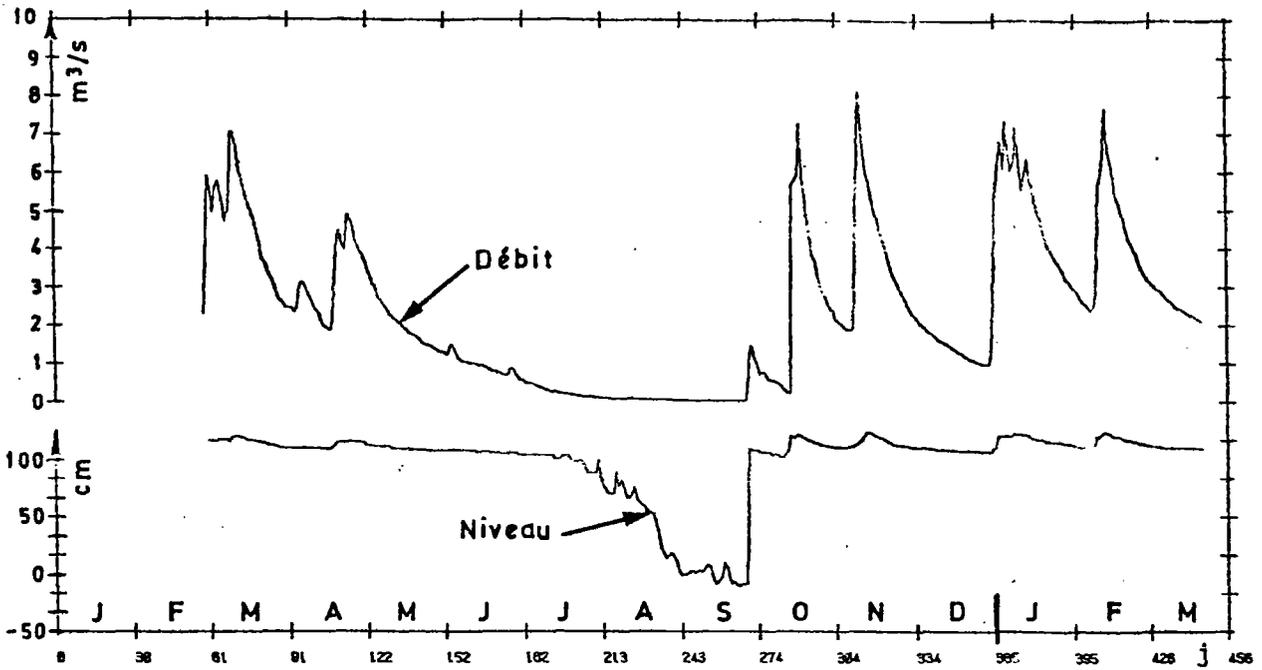
	Débit pompé (1 000 m3)	Débit gravité (1 000 m3)	Débit aqueduc (1 000 m3)	Débit prélevé source (1 000 m3)	Lame d'eau (mm)	Prélèvement source (1 000 m3)	Niveau moyen source (cm)	Prélèvement source et St Clément (1 000 m3)	
J	1411	804	316		147	2505	122	2531	
F	1370	726	200		113	2296	123	2296	
M	1605	804	212		77	2622	122	2622	
A	1524	787	174		161	2484	119	2484	
M	1464	804	371		101	2634	125	2638	
J	1704	778	108		19	2591	112	2590	
J	1404	824	176		22	2453	13	2404	1978
A	490	1180	212		21	1916	-51	1882	
S	381	1340	200		15	1921	-185	1920	
O	120	1488	274		2	1882	-317	1882	
N	0	1427	304		45	1730	-357	1730	
D	590	1201	387		218	2117	-71	2118	
<hr/>									
	1433	804	473		249	2710	126	2709	
	1373	726	422		37	2521	119	2521	
	1966	809	48		69	2821	115	2822	
	2156	593	0		52	2750	116	2750	
	1796	1050	237		53	3068	86	3083	
	1480	1034	257		13	2770	-66	2768	1979
	346	1435	367		15	2252	-210	2148	
	230	1559	348		13	2120	-332	2137	
	175	1489	321		29	1982	-437	1925	
	1356	910	209		481	2527	-3	2475	
	778	1938	0		11	2715	118	2715	
	1940	804	55		44	2798	95	2798	
<hr/>									
	2102	883	152		62	3120	116	3137	
	1894	827	230		37	2947	114	2950	
	2262	904	280		80	3423	118	3445	
	2292	824	291		99	3396	119	3406	
	2224	889	279		109	3171	116	3392	
	1652	991	282		31	2887	98	2926	
	1098	1211	217		16	2574	-101	2516	1980
	1110	1069	165		96	2378	-94	2344	
	816	1083	43		16	1941	-238	1944	
	523	1179	324		51	2017	-320	2026	
	1288	908	159		88	2382	-14	2355	
	562	1240	320		23	2105	-218	2123	
<hr/>									
				2115	26	2285	-107	2115	
				2689	73	2088	-222	2689	
				2781	119	2871	62	2780	
				2498	27	2693	118	2498	
				2912	90	2804	106	2912	
				2279	136	2455	26	2279	1981
				1976	30	2933	83	1976	
				2319	6	2293	-136	2319	
				1956	75	2009	-198	1956	
				2388	75	2523	-67	2387	
					0	1967	-284		
					200	2456	-131		

FIGURE 18 - DEBITS PRELEVES A LA SOURCE DU LEZ (1974 à 1981)

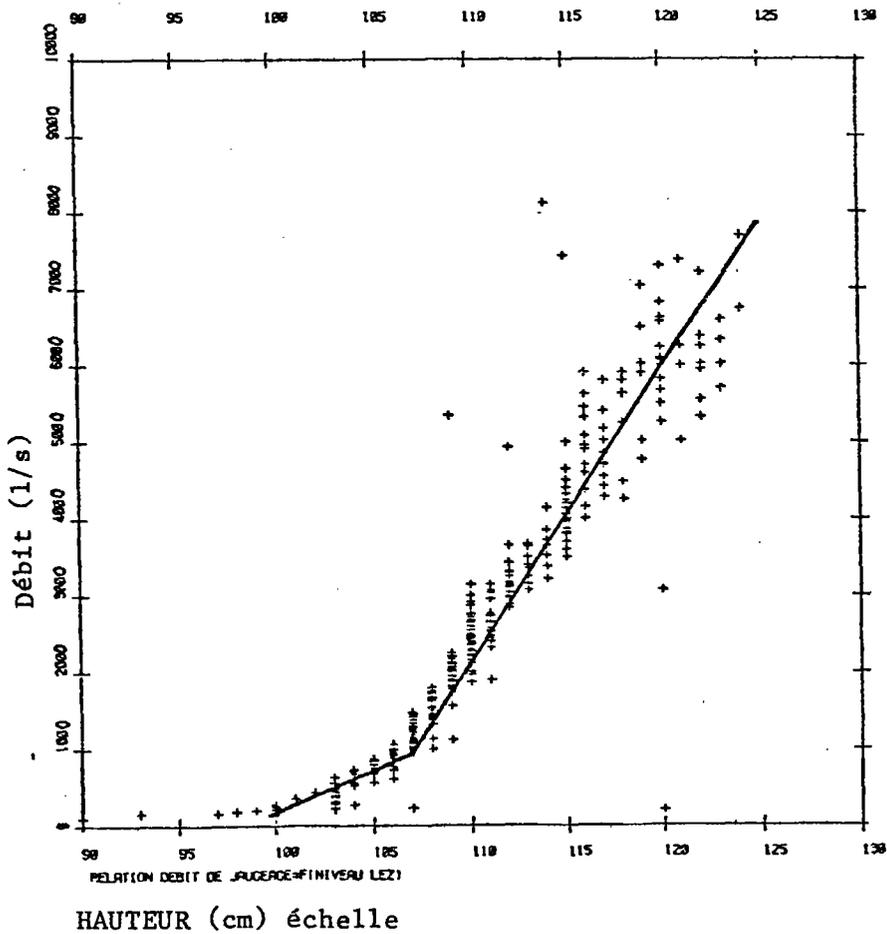


DONNEES DE PRELEVEMENT A LA SOURCE (1400 mm. 1000 mm. AQUEDUC. TOTAL)
MILLIERS DE m³/mois

FIGURE 19 - RELATIONS DEBITS ECOULES - NIVEAU A LA VASQUE



NIVEAU LEZ ET DEBIT STATION DE JAUGEAGE 1962/63



de 6 cm. Il est à remarquer un débit non nul en dessous de la cote de débordement admise : ceci est dû au fait qu'une partie du débit prélevé est parfois rejetée dans le Lez, et donc mesurée à la station de jaugeage.

5 - MODELES DE COHERENCE

5.1 - BUT DE LA MODELISATION

Le but d'un tel modèle est d'analyser les variations simultanées des niveaux, des débits prélevés, des débits de débordement et des précipitations.

Ces différents facteurs agissant simultanément, il est indispensable de les étudier simultanément. Il n'est pas possible de réaliser un modèle hydrodynamique classique à cause des liaisons entre points par le système de chenaux karstique. Si le réseau de drains était connu parfaitement, il serait possible de réaliser, au moins en théorie, un modèle combinant une partie "nappe souterraine" et une partie hydraulique. En fait, la notion de "nappe" est ici, particulièrement difficile à admettre, à cause des discontinuités très importantes, et il n'est pas possible de réaliser un tel modèle.

5.2 - ELABORATION DU MODELE

On pourrait penser étudier les relations statistiques entre les différentes variables (pluie, niveau, débit prélevé, débit de débordement, etc...). Il faut cependant tenir compte des déphasages dans le temps, et de l'effet de mémoire du système. Nous avons à notre disposition un modèle tenant compte de la mémoire du système en utilisant l'analogie des tâtissements de réservoirs pour représenter la fonction de transfert (ou réponse impulsionnelle) de chaque sollicitation. Ce modèle, le modèle CREAMUL du BRGM, a été essayé sur les données de la source du Lez, mais les résultats n'étaient pas excellents, en particulier à cause de la vasque qui forme une cote de débordement et donne un comportement non linéaire au système. En effet, le système est non linéaire :

- pour le débit : tant que la vasque ne déborde pas, une augmentation des précipitations ne produira aucun débit.

- pour les niveaux : quand la cote de débordement est atteinte, une augmentation des précipitations ne fait pratiquement plus remonter le niveau, et si ces

précipitations sont importantes, une augmentation du débit prélevé ne fera pratiquement pas baisser le niveau.

Pour tenir compte de l'effet de la vasque, nous avons donc conçu un modèle spécial, appelé CREAVASQ, dans lequel plusieurs sollicitations (ayant chacune une fonction de transfert) sont couplées dans un même réservoir, ayant une cote de débordement représentée par la vasque de la source.

Le but d'un tel modèle est de déterminer l'influence de chaque sollicitation définie par :

- son amplitude
- sa vitesse d'action caractérisée par un "temps de demi-montée" noté TM
- sa vitesse de retour à l'équilibre caractérisée par un "temps de demi-tarissement" noté TG

Le modèle permettra également de déterminer :

- un coefficient d'emmagasinement global en réaction aux précipitations
- la réserve utile du sol
- une correction éventuelle à apporter à l'évapotranspiration potentielle calculée par la formule de L. TURC qui n'est qu'un index.

Il montrera également quelles sont les stations pluviométriques qui permettent de reproduire le mieux les variations observées de débit de débordement ou de niveau dans un piézomètre ou dans la vasque elle-même.

L'ajustement du modèle sera caractérisé par le coefficient de corrélation entre le débit (ou le niveau) observé et le débit (ou le niveau) calculé par le modèle.

5.3 - SIMULATION DU NIVEAU DANS LA SOURCE DU LEZ

Une simulation avec l'effet simultané des précipitations et du débit prélevé n'a pas permis de mettre en évidence l'effet du débit, dont la valeur lissée sur plusieurs dizaines de jours est en fait peu variable et donc non décelable.

5.3.1 - Simulation au pas mensuel

Pour une première simulation, nous avons utilisé des données mensuelles afin de diminuer les temps de calcul et d'obtenir les résultats approchés attendus par un modèle de cohérence. La lame d'eau utilisée est la moyenne des 12 stations pluvio-

métriques. La période simulée 1975 à 1980, soit 72 mois observés, a permis d'obtenir les résultats suivants :

- coefficient de corrélation $R = 0,949$, ce qui indique un très bon ajustement comme le montre la figure 20, qui permet la comparaison :

{ du niveau observé en trait continu
{ du niveau calculé en trait interrompu

Les paramètres de la modélisation sont les suivants :

Précipitations :

- réserve utile : 23 mm soit une valeur très faible
- correction sur l'évapotranspiration potentielle : - 74 % (on expliquera plus loin l'interprétation de cette valeur)
- temps de demi-montée : négligeable au pas de temps mensuel.

Vasque :

- seuil de débordement = 1,70 mètres (échelle, voir § b)
- niveau d'équilibre en l'absence de pluies pendant une longue durée = 5,82 mètres (échelle)
- temps de demi-tarissement du débit de débordement = négligeable au pas de temps mensuel
- temps de demi-descente dans la vasque = 1,65 mois

Coefficient d'emménagement global équivalent = 1,96 %

Interprétation de ces paramètres :

a) Pour reproduire correctement les variations de niveau dans la vasque, il est nécessaire de réduire considérablement l'évapotranspiration potentielle mensuelle (de 75 %). En fait, cette correction est due au pas de temps mensuel qui apparaît trop grand, compte tenu :

- de la rapidité de réaction du système,
- du régime très discontinu des précipitations avec des pluies fortes et isolées. Le calcul des pluies efficaces, au pas de temps mensuel tend alors à sous-estimer très fortement l'effet de ces précipitations, ce qui est classique dans ce climat.

Exemple :

Supposons la réserve utile saturée par des précipitations survenues précédemment. Supposons alors, une seule pluie isolée de 100 mm, un mois d'été, où l'éva-

FIGURES 20 et 21 - SIMULATION DU NIVEAU DANS LA SOURCE DU LEZ AU PAS MENSUEL ET PAR PENTADES

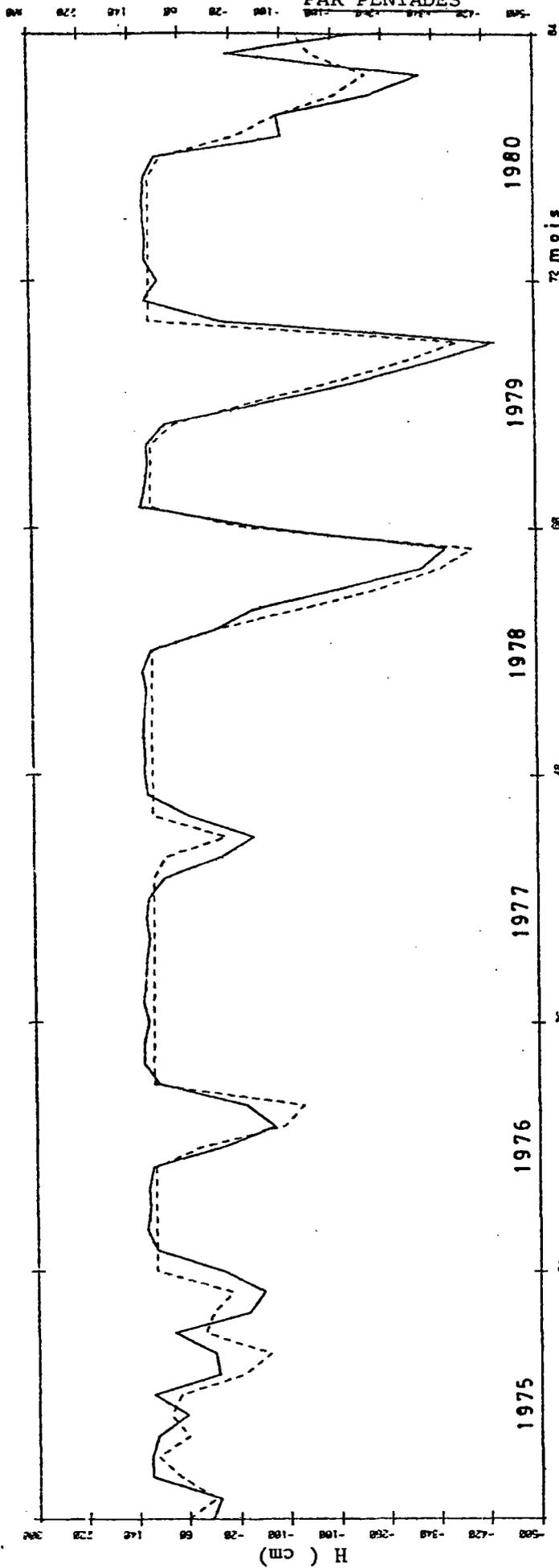


FIGURE 20 - ¹² MODELE CREAVASQ : SOURCE LEZ AV SEUIL DE DEBORDEMENT LAME D EAU UNIGU.

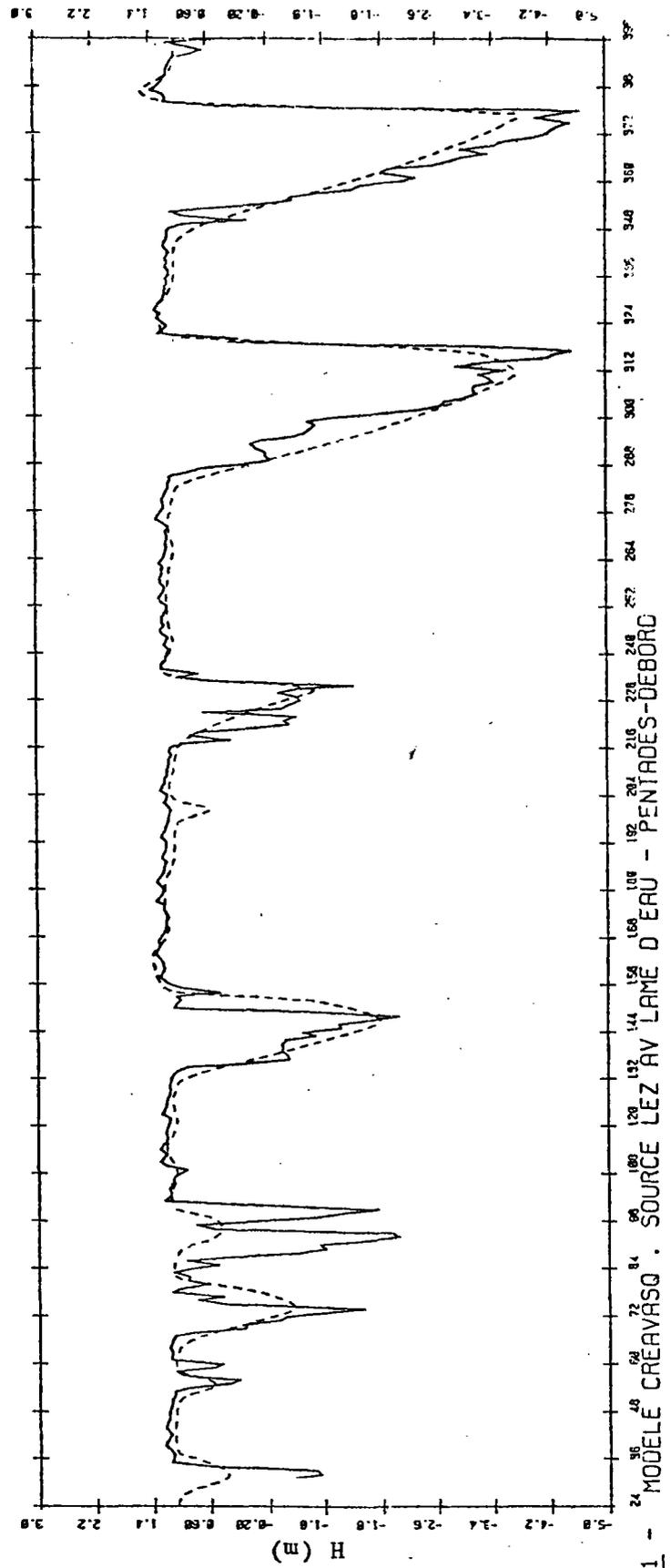


FIGURE 21 - ²⁴ MODELE CREAVASQ : SOURCE LEZ AV LAME D EAU - PENTADES-DEBORG

potranspiration potentielle (ETP) est égale à 150 mm soit 5 mm/jour. Si nous faisons un bilan journalier, nous obtiendrons :

{ 0 les 29 jours pendant lesquels il ne pleut pas
100 - 5 = 95 mm, le jour où il pleut, soit finalement une pluie efficace importante.

Un bilan mensuel donnera :

{ pluie du mois = 100 mm
ETP du mois = 150 mm

c'est-à-dire une pluie efficace nulle. Pour compenser ce phénomène, nous avons été conduits à diminuer artificiellement l'ETP pour ne pas gommer les petites pluies isolées, spécialement pendant l'été.

5) Seuil de débordement

Nous avons vu que le seuil calculé a une valeur correspondant à une cote de 1,70 mètres, au lieu de 1,12 mètres environ. Ceci est également dû au pas de temps mensuel, car au cours d'un mois le niveau calculé baisse par suite du débordement, mais aussi sous l'effet des pompages, ce qui tend à donner un niveau plus bas que le niveau de débordement des modèles.

5.3.2 - Simulation au pas de 5 jours

Un deuxième calcul a été réalisé par pas de 5 jours (appelés par la suite pentades). En fait, nous avons utilisé uniquement les données pentadaires de niveau. Les données pluviométriques et d'évapotranspiration potentielle disponibles n'étant que mensuelles, il a fallu calculer des pseudo-pentades par division d'un mois en 6 valeurs égales. Le phénomène d'atténuation des pluies isolées d'été subsistera donc.

Après calage, nous obtenons une très bonne reconstitution, avec un coefficient de corrélation de 0,91 pour 365 pentades. Bien que le coefficient de corrélation soit légèrement inférieur, ce qui est logique car la variabilité de la série pentadaire est augmentée, la figure 21 montre une meilleure simulation qu'avec un pas mensuel.

Les paramètres obtenus sont les suivants :

Précipitations :

- réserve utile : 1mm
- correction sur l'ETP : - 60 %

Vasque :

- seuil de débordement = 1,39 m (échelle)
- niveau d'équilibre = -6,50 m (échelle)
- temps de demi-tarissement
du débit de débordement = 0,25 pentade (soit 1 jour)
- temps de demi-descente dans la vasque = 20,7 pentades (soit 3,3 mois)

Coefficient d'emmagasinement global équivalent = 1,96 %

Ces résultats sont intéressants, mais le modèle définitif devra utiliser des données pluviométriques journalières (ou éventuellement pentadaires, obtenues par agrégation de 5 jours).

5.4 - SIMULATION DU DEBIT DE DEBORDEMENT

Le débit de débordement pendant la période 1975 à 1980, a été calculé au moyen de la relation de jaugeage établie précédemment. A partir des débordements calculés au pas journalier, nous avons déduit les débordements moyens mensuels. Le modèle utilisé est le même que le précédent, mais on ne s'intéresse plus ici au niveau dans le réservoir, qui représente la vasque, mais au débit qui déborde.

Les paramètres obtenus sont les suivants :

Précipitations.:

- réserve utile = 132 millimètres (valeur mal déterminée, comme on l'expliquera plus loin)
- correction sur l'ETP = -52%

Vasque :

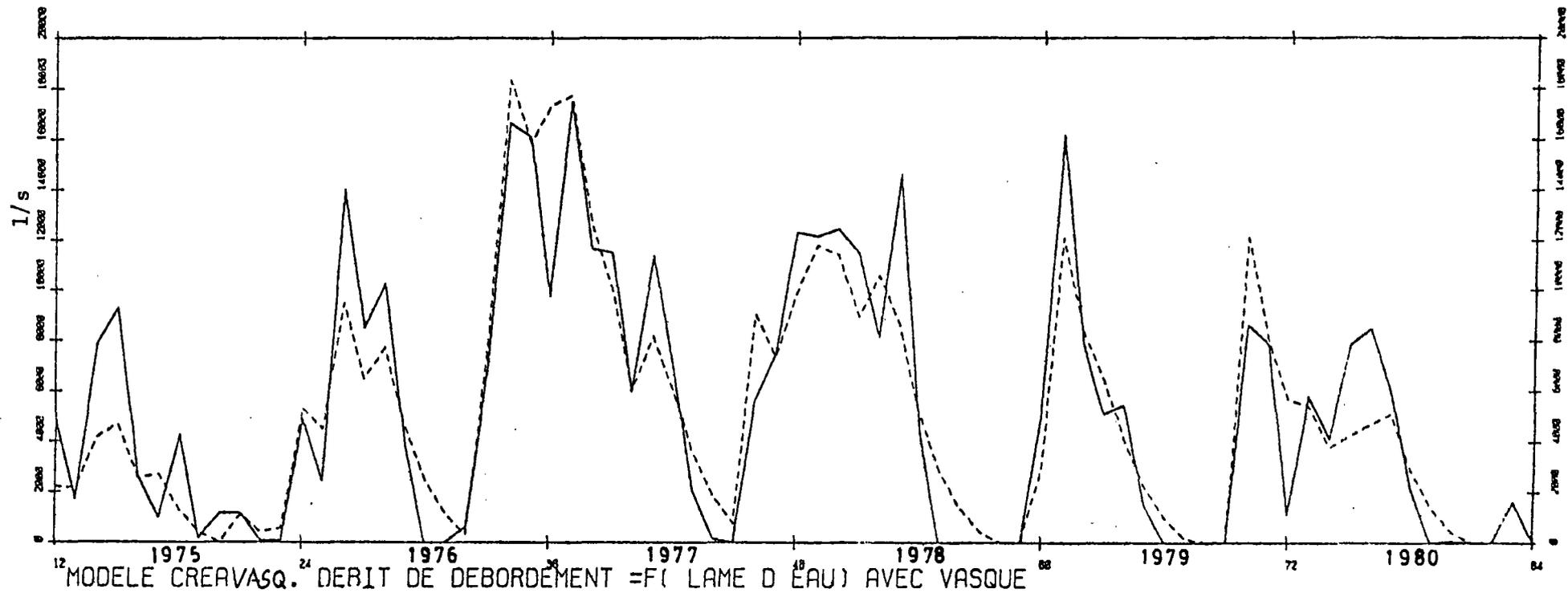
- temps de demi-tarissement du débit de débordement = 0,06 mois, soit instantané
- surface d'influence du bassin versant = 121 km²

Le coefficient de corrélation de 0,903 permet une bonne reconstitution des débits (compte tenu de l'incertitude qui est attachée à leur calcul), comme le montre la figure 22.

Interprétation des paramètres :

On remarque toujours une forte correction sur l'évapotranspiration potentielle due au pas de temps mensuel de la pluie. Il convient de ne pas trop attacher

FIGURE 22 - SIMULATION DU DEBIT DE DEBORDEMENT



d'importance à la valeur de la réserve utile qui est mal déterminée. Le rôle de la réserve utile est de gommer les premières remontées de niveau à la suite des pluies d'été, mais pendant ces périodes, la vasque ne déborde pas et le contrôle est difficile. En fait, un calcul effectué en imposant une réserve utile de 20 mm, donne une reconstitution presque équivalente avec un coefficient de corrélation de 0,885 au lieu de 0,903.

- La surface du bassin versant évaluée à 121 km² doit être considérée comme un ordre de grandeur. Il est bien évident qu'elle correspond à l'écoulement par débordement et qu'elle n'a rien à voir avec la surface à prendre en compte pour calculer l'influence d'un pompage supplémentaire.

5.5 - INTERPRETATION DES POMPAGES D'ESSAI

Les données de 2 pompages d'essai étaient disponibles :

- un pompage du 14/09 au 18/09 1965 réalisé par C. DROGUE et R. PLEGAT, avec un débit variant de 300 à 800 l/s
- un pompage du 22/08 au 09/09 1969 réalisé par le CERH (H. FABRIS 1970)

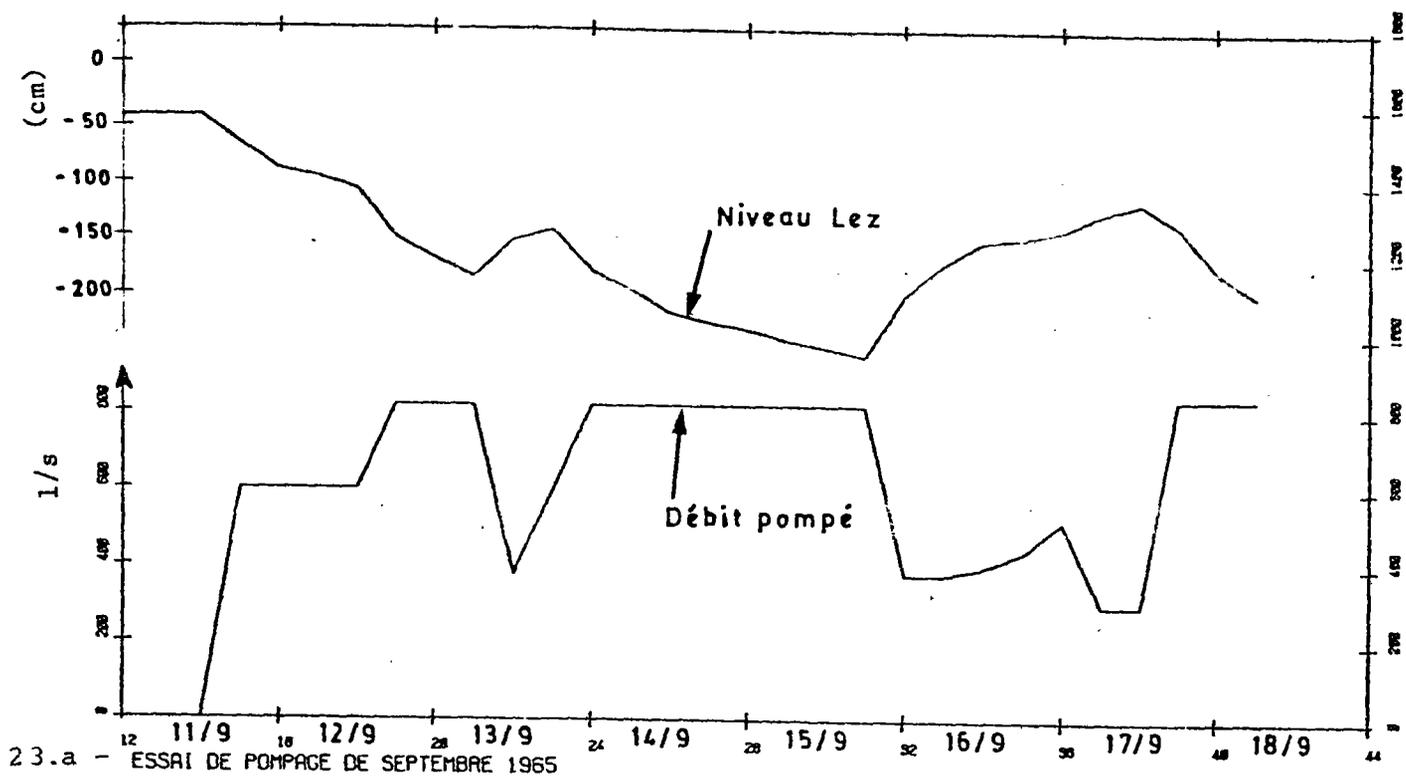
5.5.1 - Pompage de 1965

Ce pompage a été réalisé, alors que le niveau dans la vasque était à la cote - 30 à - 40 cm pendant les jours précédents, soit un étiage marqué avec un débit prélevé (pour la ville de Montpellier) de 400 l/s environ.

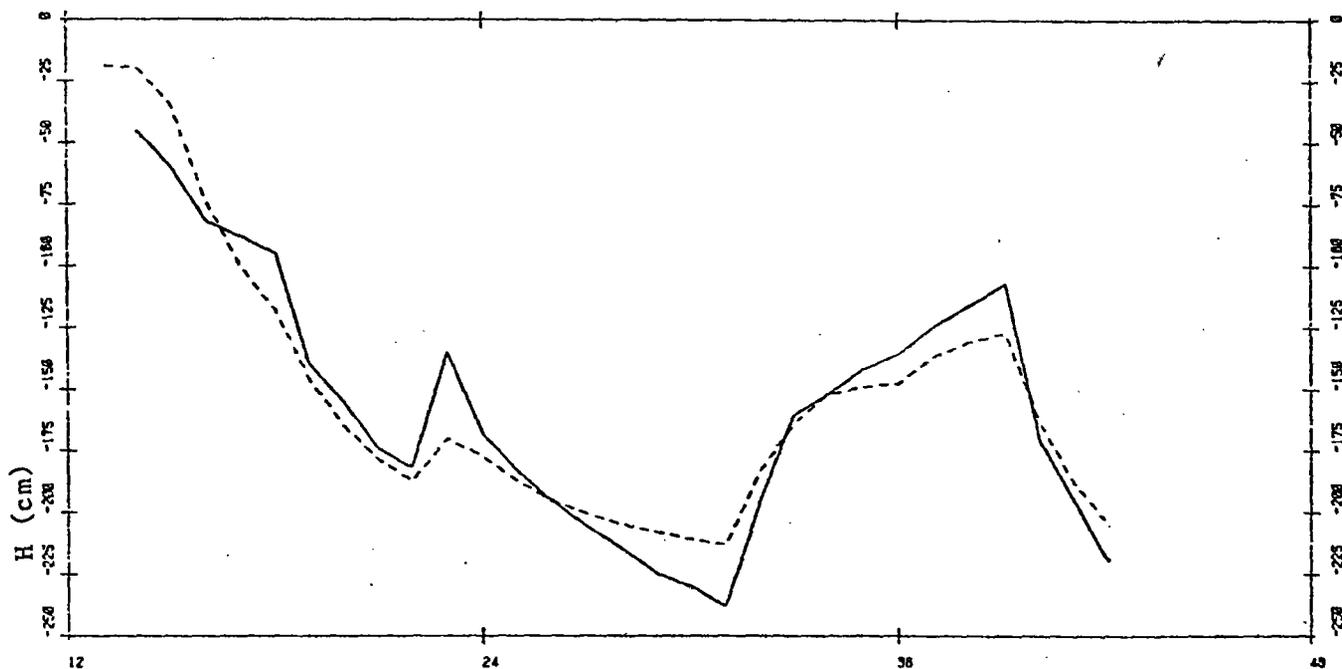
Le débit de pompage de 300 à 800 l/s s'est donc superposé à un état quasi-permanent.

L'interprétation de ce pompage selon le schéma classique de Theis ne s'applique pas, puisque l'écoulement n'est absolument pas radial. C'est donc en calant la meilleure réponse qui permet de reproduire les variations de niveau en fonction des variations de débit pompé dans la vasque que nous avons réinterprété cet essai.

La figure 23.a montre ces variations simultanées par pas de 6 heures (4 pas par jour); le modèle a permis de reproduire cet essai, comme le montre la figure 23.b. La simulation est correcte avec un coefficient de corrélation de 0,965. Cette simulation nous permet de déduire les rabattements approximatifs suivants pour un débit constant de 1 000 l/s :



23.a - ESSAI DE POMPAGE DE SEPTEMBRE 1965



23.b - MODELE CREAMUL .POMPAGE DE SEPT 1965 SOURCE LEZ (PAR PAS DE 6H)
données Thèse (2)

FIGURE 23 - ESSAI DE POMPAGE DE SEPTEMBRE 1965

Durée de pompage	Rabattement
1 jour	1,87 m
2 jours	2,42 m
3 jours	2,58 m
4 jours	2,62 m
5 jours et +	2,64 m

Ceci, en supposant l'hypothèse de proportionnalité (à une durée donnée) des rabattements et des débits. Ces chiffres sont cependant optimistes, car le calage montre une réaction du modèle qui tend à se stabiliser trop vite.

5.5.2 - Pompage de 1969

Ce pompage a été réalisé en Août 1969. L'interprétation est cependant très délicate, car après un premier essai du 21/07 au 12/08 1969, un deuxième essai a été réalisé en période de décrue. Ce deuxième essai a été commencé quand la source débordait avec un débit de 1000 l/s et une cote de 111 cm à l'échelle, le 22/08/69. Une première interprétation montre un rabattement de 6,5 mètres au bout d'une quinzaine de jours, pour un débit prélevé de l'ordre de 1200 l/s. La modélisation correspondante permet de reproduire ce pompage à un pas de temps journalier, pendant 12 jours, avec un coefficient de corrélation de 0,999. En fait, une telle interprétation est erronée, car la nappe n'est pas en équilibre, mais en pleine décrue comme le montrent d'ailleurs, les niveaux observés en un certain nombre de points de contrôle. Il convient donc de superposer une baisse de niveau (due aux captages et à l'écoulement par gravité) à la baisse beaucoup plus faible due au pompage supplémentaire.

Le calcul a été réalisé en superposant une descente (due aux prélèvements gravitaires) avec un temps de demi-descente de 20 et 50 jours : valeurs identifiées sur la courbe de niveau du Léz de 1975 à 1980. Les valeurs obtenues consécutives à un pompage supplémentaire au débit constant de 1 000 l/s, sont les suivantes :

Temps de demi-descente	Rabattement stabilisé
50 jours	4,2 m pour 1000 l/s
20 jours	2,4 m pour 1000 l/s

Il est par conséquent très difficile de prévoir l'influence à long terme d'un pompage supplémentaire et seule l'interprétation des niveaux obtenus à la suite d'une longue période d'exploitation, compte tenu des précipitations, permettra d'établir un modèle précis.

5.6. - INTERPRETATION DES VARIATIONS DE NIVEAU AUX POINTS DE CONTROLE

5.6.1 - Fleurette

Après avoir complété par interpolation les quelques valeurs manquantes, nous avons calculé les niveaux moyens mensuels. La meilleure simulation a été obtenue en superposant l'influence :

- du niveau à la source du Lez
- des précipitations

Le coefficient de corrélation multiple est de 0,990 (figure 24) avec les paramètres suivants :

Pluie mensuelle :

- temps de demi-montée = 0,4 mois
 - temps de demi-descente = 0,4 mois
- } c'est-à-dire quasiment instantané
au pas de temps mensuel
- réserve du sol = 195 mm
 - correction d'ETP = - 53 %
- (corrélation partielle = 0,764)

Niveau à la source du Lez :

- réaction instantanée (au pas de temps mensuel)
 - influence : 0,810 m/m à la vasque de la source du Lez
- corrélation partielle = 0,986 c'est-à-dire très importante

Si on n'introduit pas dans le modèle le niveau à la source du Lez, mais uniquement la pluie et un effet de débordement, nous obtenons une simulation un peu moins bonne, mais cependant intéressante, puisqu'elle permet en effet de prévoir le niveau (à débit au Lez constant de l'ordre de 1 000 l/s) uniquement à partir des précipitations. Nous obtenons alors

Précipitations :

- coefficient de corrélation totale : 0,938 au lieu de 0,990 (figure 24.b)
- réserve utile = 27 mm
- correction d'ETP = -76%
- temps de demi-montée = instantané

FIGURE 24 - VARIATIONS DE NIVEAU ET SIMULATIONS A LA FLEURETTE

Figure 24.a

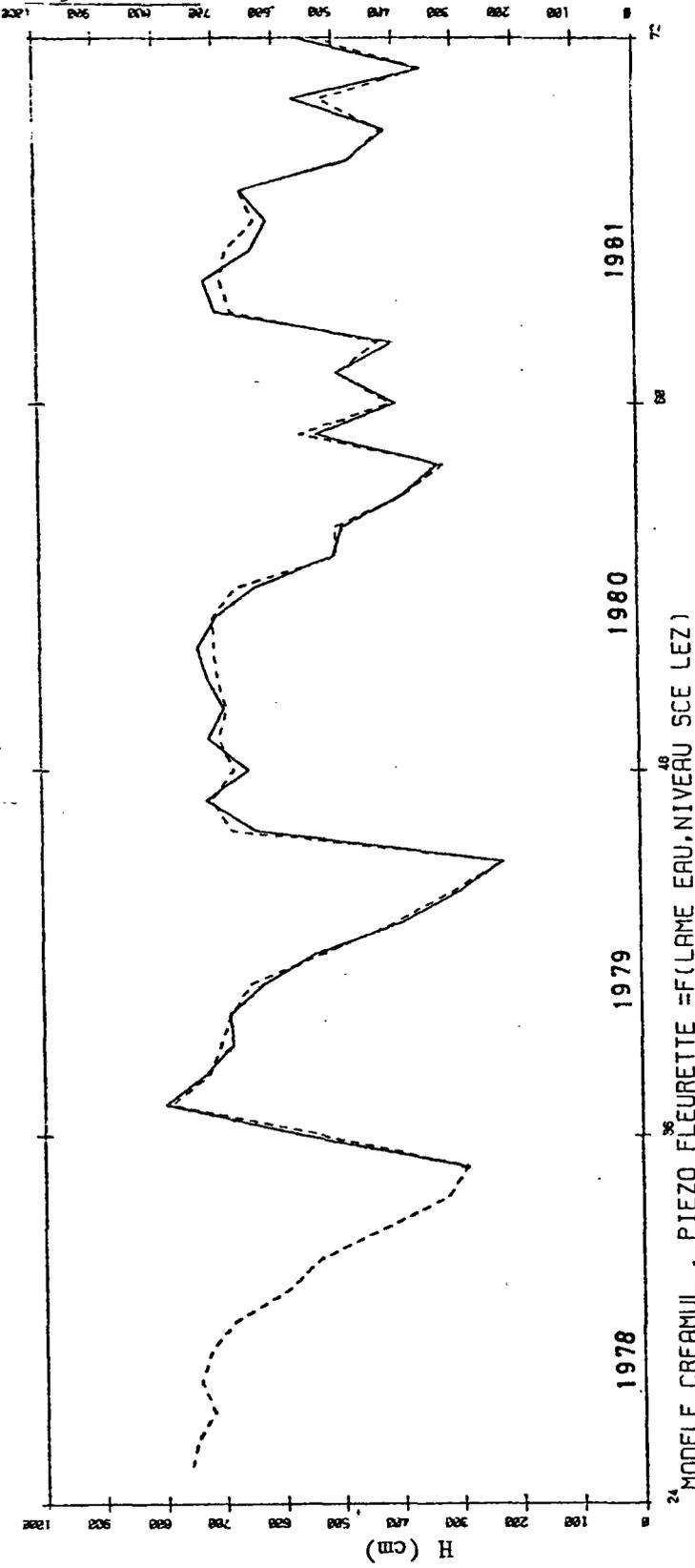
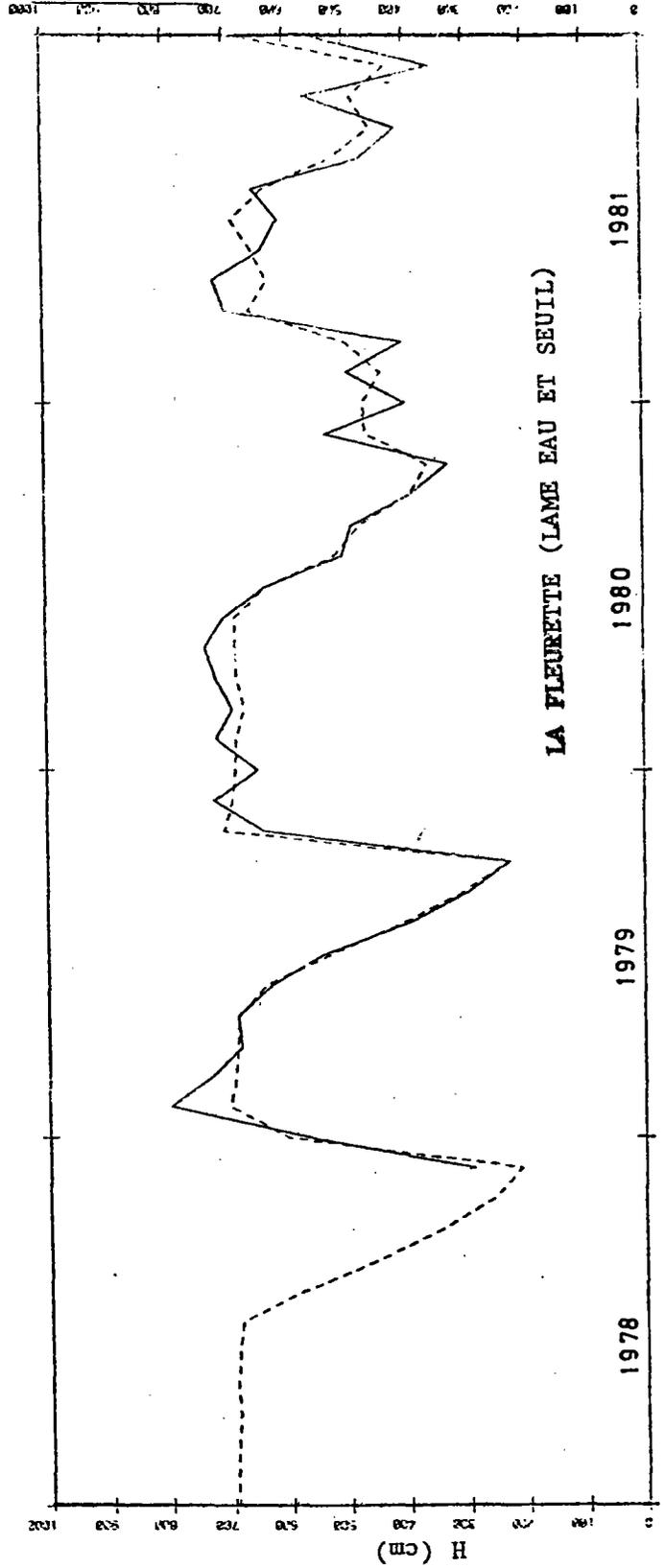


Figure 24.b



Vasque :

- temps de demi-tarissement du débit de débordement = 0,07 mois (instantané)
- temps de demi-tarissement inférieur = 1,60 mois/pas
- seuil de débordement = 7,63 m (limnigraphe)
- niveau de base = 0,50 m (limnigraphe)
- emmagasinement = 1,78%

5.6.2 - Triadou

Les données manquantes (assez nombreuses) ont été complétées par interpolation (ce qui introduit une certaine incertitude), puis utilisées pour calculer les niveaux moyens mensuels.

La meilleure simulation a été obtenue, comme pour Fleurette, en superposant l'influence :

- du niveau à la vasque de la source du Lez
- de la pluie mensuelle

Le coefficient de corrélation multiple est de 0,962 (figure 25.a) avec les paramètres suivants :

Pluie mensuelle

- temps de demi-montée } = 0,4 mois c'est-à-dire quasiment instantané
- temps de demi-descente } au pas mensuel
- réserve du sol = 67 mm -
- correction d'ETP = - 27%

(corrélation partielle 0,717)

Niveau à la source du Lez

- temps de demi-réaction = instantané (au pas de temps mensuel)
- influence : 0,982 m/m à la vasque de la source du Lez
(corrélation partielle = 0,943)

En ne prenant en compte que les précipitations et un effet de débordement, nous obtenons un coefficient de corrélation nettement inférieur : égal à 0,905 (au lieu de 0,962) avec les paramètres suivants (figure 25.b)

Précipitations

- réserve utile du sol = 21 mm

FIGURE 25 - VARIATIONS DE NIVEAU ET SIMULATIONS A TRIADOU

Figure 25.a

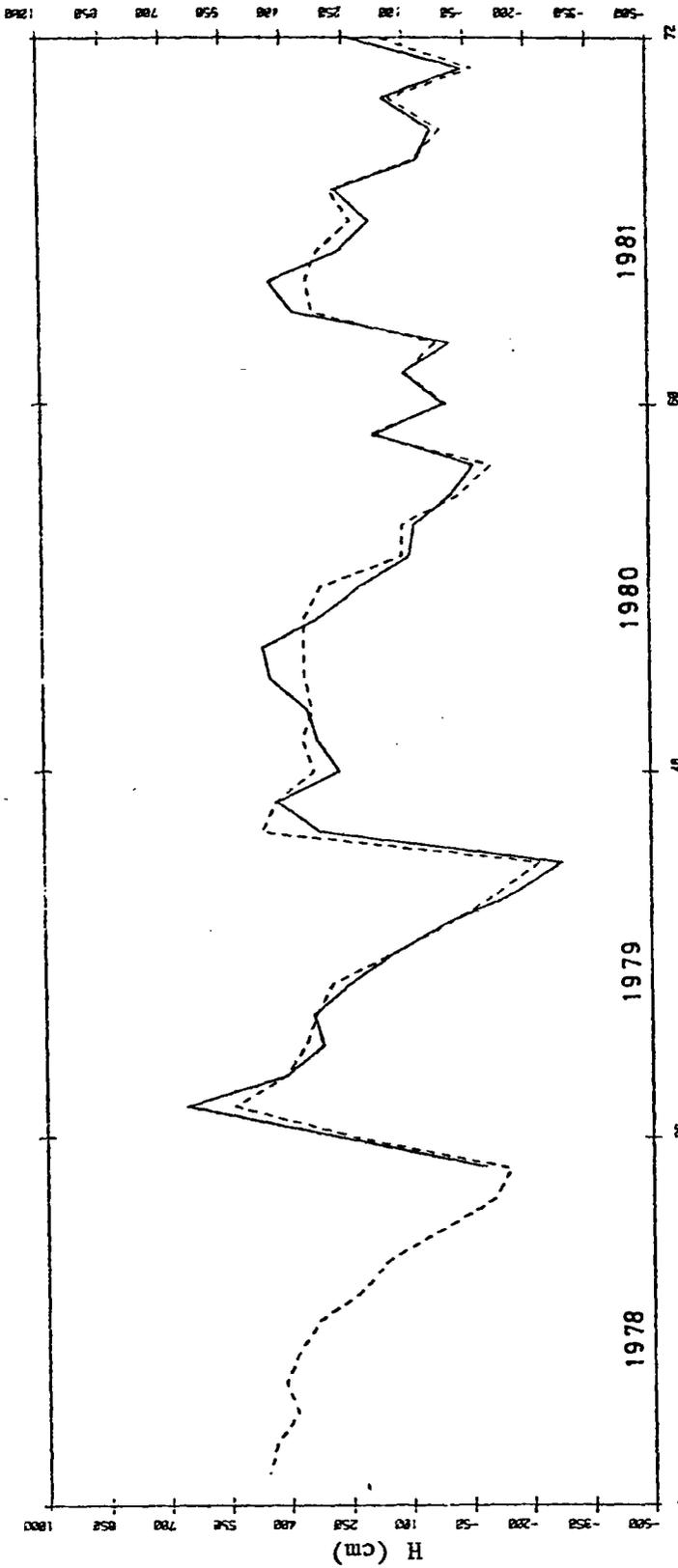
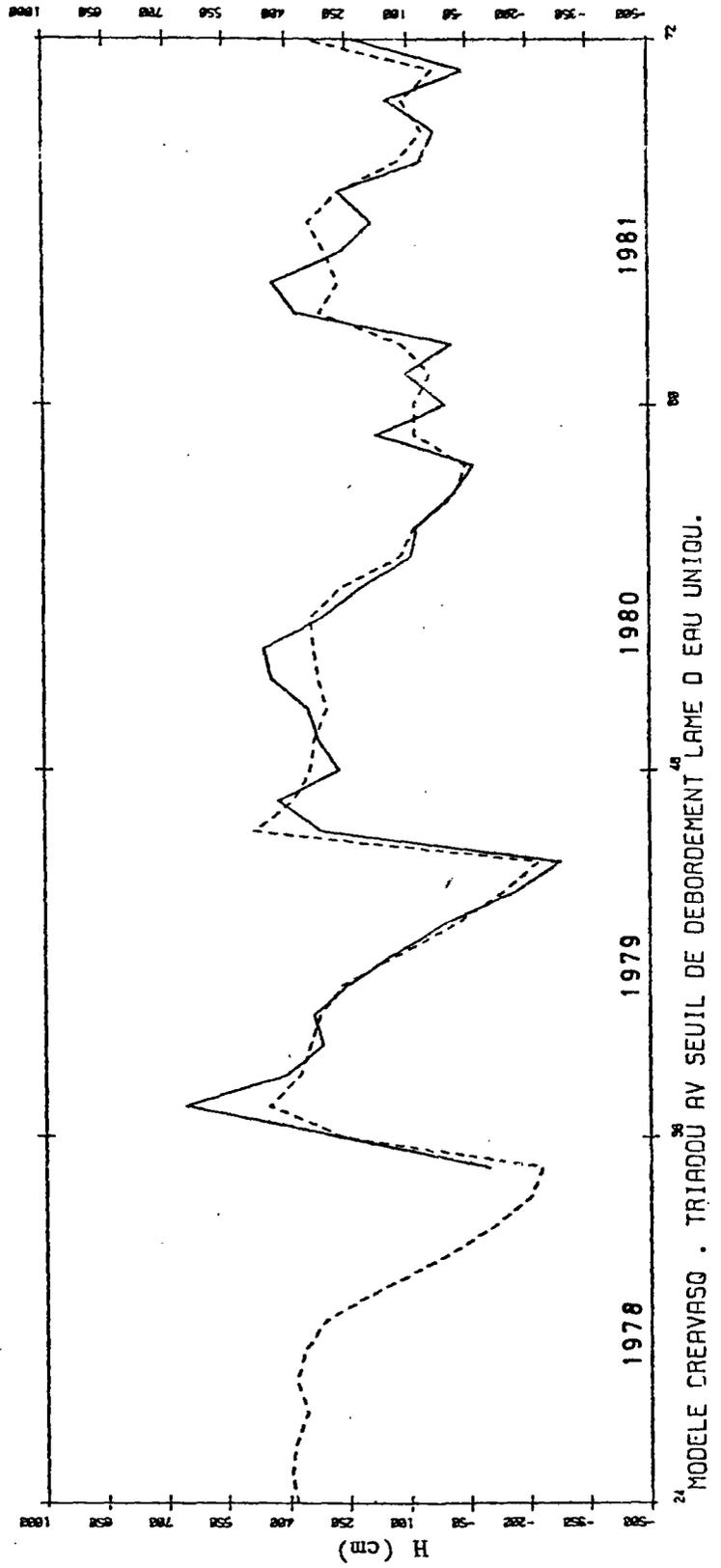


Figure 25.b



- correction d'ETP = - 77%
- temps de demi-montée = instantané

Vasque

- temps de demi-tarissement du débit de débordement = 0,19 mois (instantané)
- temps de demi-tarissement inférieur = 1,63 mois
- seuil de débordement = 7,62 m (limnigraphe)
- niveau de base = -0,42 m (limnigraphe)
- emmagasinement = 1,55%

5.6.3 Fontbonne

La période de mesure s'étend de Juillet 1978 à Décembre 1981 (3 ans 1/2).

La meilleure simulation est obtenue en superposant l'influence :

- du débit prélevé à Fontbonne même
- du niveau à la vasque de la source du Lez (l'influence de la pluie étant déjà prise en compte dans le niveau au Lez, n'est plus significative).

Le coefficient de corrélation est de 0,937 : figure 26.a. Les paramètres sont les suivants :

Débit Fontbonne :

- temps de demi-réaction = 0,7 mois
- temps de demi-descente = 0,9 mois
- influence = -2,46 m pour + 50 000 m³/mois en continu
(corrélation partielle = 0,859)

Niveau Lez :

- temps de demi-montée = 0,6 mois
 - temps de demi-descente = 0,5 mois
 - influence = + 1,34 m pour + 1,00 m au Lez.
- } (quasiment instantané au pas mensuel)

(Ce coefficient supérieur à 1 mètre pour 1 mètre au Lez traduit le fait qu'à une remontée du Lez, sont associées des pluies qui font remonter au plus haut le niveau à Fontbonne, car il est plus éloigné de la cote de débordement);

(corrélation partielle = 0,937 soit très élevée).

On obtient également une bonne simulation en superposant les influences :

FIGURE 26 - VARIATIONS DE NIVEAU ET SIMULATIONS A FONTBONNE

Figure 26.a

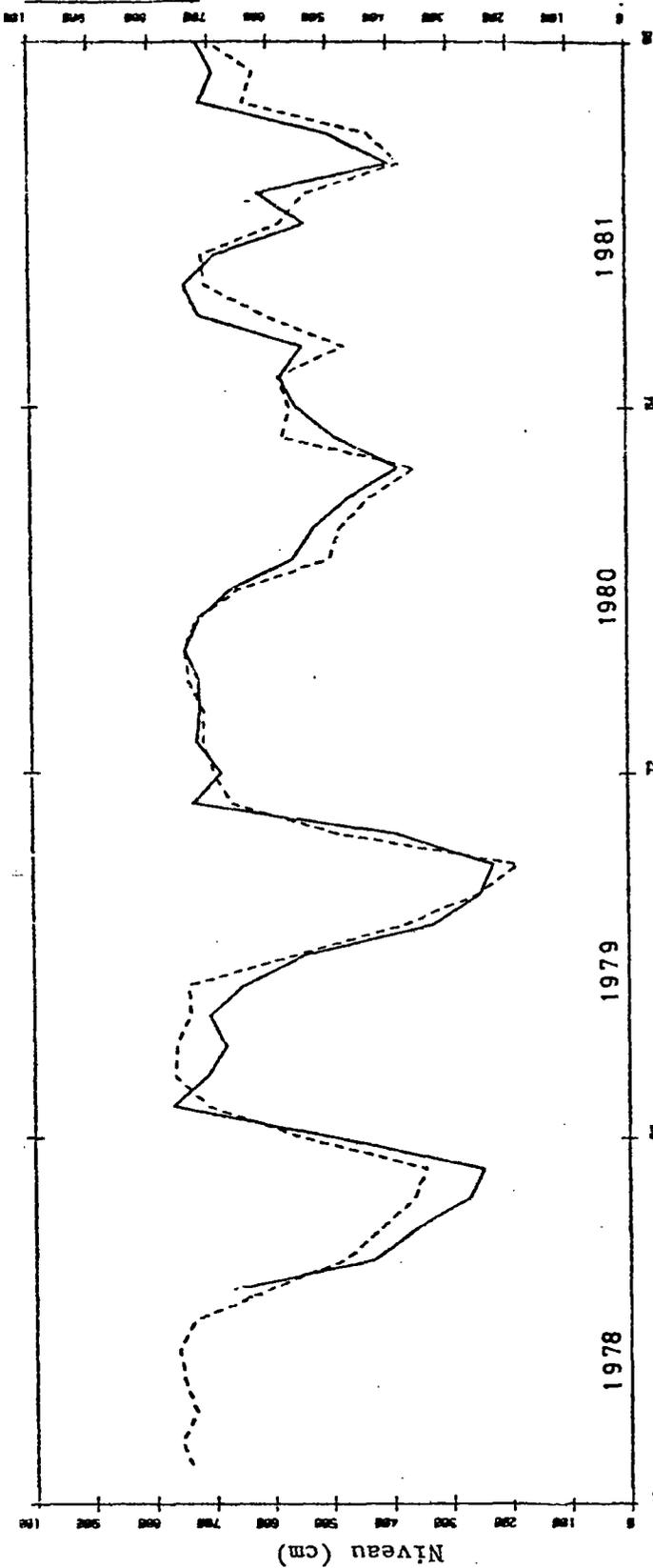
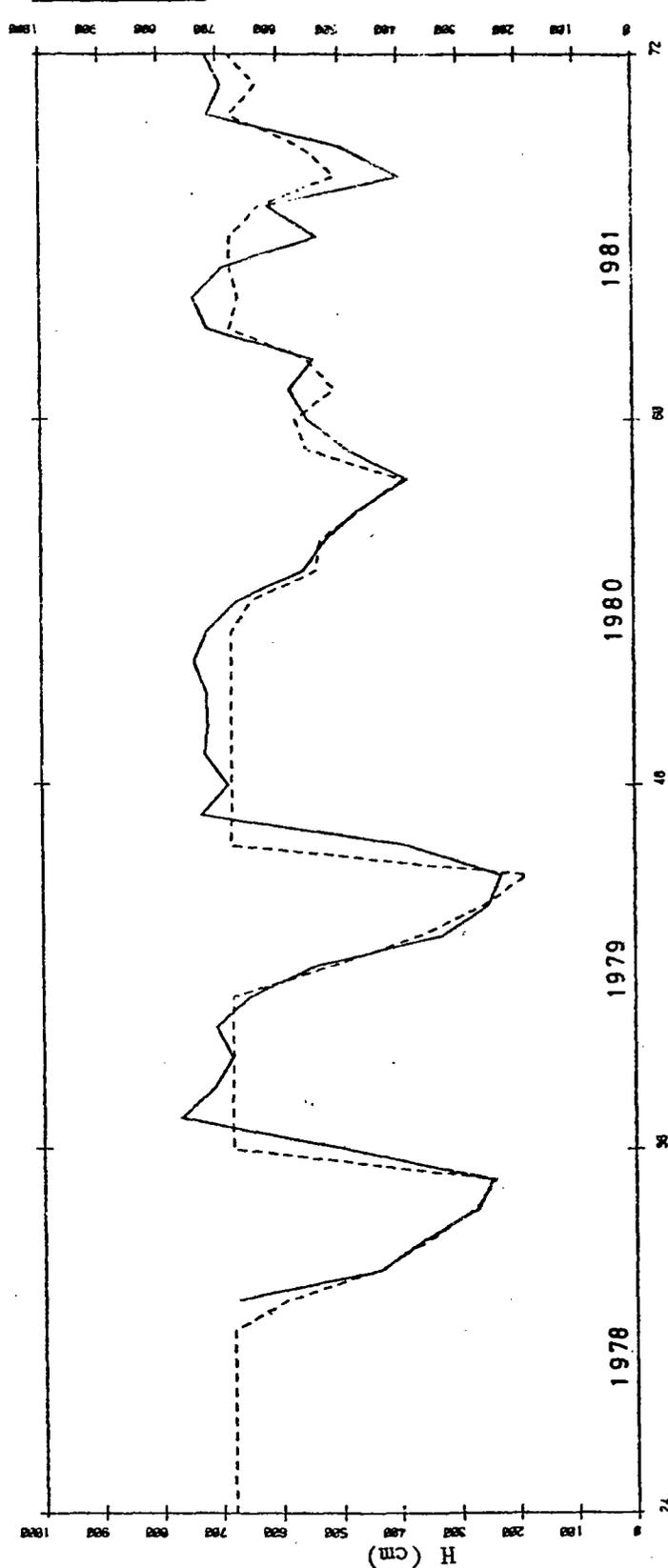


Figure 26.b



- de la lame d'eau avec un seuil de débordement
- des prélèvements à Fontbonne.

Le coefficient de corrélation obtenu est de 0,893 (au lieu de 0,937).

Figure 26.b. Les paramètres sont les suivants :

Précipitations :

- temps de demi-réaction = 1,2 mois
- réserve utile = 11 mm
- correction sur l'ETP = - 69%

Pompage à Fontbonne

- temps de demi-réaction = instantané
- temps de demi-descente = 2,14 mois
- influence = -2,62 m pour + 50 000 m³/mois prélevés

Vasque :

- temps de demi-tarissement du débit superficiel = instantané (au pas mensuel)
- temps de demi-tarissement inférieur = 2,2 mois
- seuil de débordement = 7,41 m (limnigraphe)
- emmagasinement = 1,19%
- niveau de base = - 2,86 m

CONCLUSIONS

Les buts de la présente étude, correspondant à la première phase de l'élaboration d'un modèle mathématique de simulation du système aquifère de la source du Lez, consistaient :

- à recueillir, à sélectionner et à mettre en forme les données existantes (volet n° 1)

- à analyser et à critiquer ces données par un modèle de cohérence (volet n° 2).

L'accès aux différentes archives qui se trouvaient dispersées entre les services techniques de la ville de Montpellier, l'Université, la DDA de l'Hérault, le SRAE, les sociétés fermières et la Météorologie Nationale, pour ne citer que les principaux organismes consultés, a permis de recueillir et de mettre en forme une somme de paramètres indispensables à la modélisation, mais qui devront être complétés par les informations nouvelles et précises dont il sera permis de disposer pendant la première année de fonctionnement.

Les généralités géomorphologiques, géologiques et structurales largement publiées dans les nombreuses thèses et travaux de recherche effectués sur l'ensemble du bassin du Lez, n'ont pas été reprises, référence étant faite au document de synthèse établi en préalable à la détermination des périmètres de protection (H. PALOC, 1979).

La qualité et la continuité des informations obtenues et retenues sont très variables : les données sont soit élaborées et nous ne disposons plus des données brutes initiales, soit partielles (exemple : mesures de niveau sans courbe de tarage associée), le plus souvent discontinues et difficilement corrélables. De nombreuses lacunes d'observation ou de mesures (débits, prélèvements, niveaux) imposent que le système de surveillance et de contrôle, qui est actuellement mis en place, permette, par la fiabilité et la précision des observations effectuées, d'assurer un bon calage du modèle de gestion et de prévision.

L'analyse des données hydroclimatiques a permis de sélectionner les données les plus cohérentes et d'étudier leur répartition à la fois dans l'espace et le temps. Elle a également permis de recalculer des données manquantes et d'estimer les valeurs des débits de débordement à la source.

Les modèles de cohérence ont permis de mettre en évidence les différentes liaisons entre précipitations, débits prélevés, variations de niveau, débits d'écoulements naturels.

Les principaux résultats obtenus sont les suivants :

- les variations de niveau à la vasque de la source du Lez, qui conditionnent le débit de débordement de la source en périodes de hautes eaux, ont pu être calculées avec une bonne précision pour la période de 1975 à 1980. Au cours de ces mêmes années, il apparaît que les épisodes pluviométriques ont une incidence prépondérante sur les variations de niveau, et ce, malgré la variabilité des débits prélevés.

- la capacité de la "réserve utile" du sol est faible : de l'ordre de 20 mm, ce qui permet des recharges, même en été, par des pluies isolées mais violentes. Bien que n'apparaissant pas surprenant dans ce type de terrain, qui n'est généralement recouvert que par un sol végétal d'une faible épaisseur, ce point méritera pourtant d'être précisé ultérieurement.

- le coefficient d'emmagasinement global du système en réaction à la pluie, est de l'ordre de 1,5 à 2 %. Ce coefficient n'est pas celui qui correspondrait à un pompage d'essai, mais il indique simplement un rapport d'amplitude entre les précipitations efficaces et le niveau à la vasque; par exemple : si une pluie isolée de 50 mm survient sur le bassin, on observerait initialement une remontée de l'ordre de $50 \text{ mm} / 2 \% = 2,5 \text{ m}$, en l'absence de pompages (et de débordement).

- le niveau de la source de la Fleurette est très lié à celui de la source du Lez : le coefficient de corrélation partielle est de 0,986.

- le niveau de la source de Fontbonne est également très lié à celui de la source du Lez, avec cependant un coefficient de corrélation partielle un peu inférieur, égal à 0,859.

- le niveau du forage du Triadou est un peu moins lié à celui du Lez, la liaison hydraulique étant probablement un peu moins bonne. Ce point de contrôle indique des réactions plus importantes aux précipitations et un effet d'arasement, dû au débordement du Lez, moins important.

- la surface du bassin d'alimentation déduite de la simulation du débit de débordement du Lez est de l'ordre de 120 km².

- l'influence d'un pompage supplémentaire dans la source du Lez est difficile à évaluer et les pompages d'essai de 1965 à 1969 donnent des résultats un peu contradictoires.

Une deuxième phase d'étude sera réalisée ultérieurement. Elle permettra, par analyse des variations de niveau dans la source même et aux points de contrôle en réaction aux pompages pratiqués depuis Décembre 1982, d'analyser de manière plus fine

le fonctionnement du système. Il sera ainsi possible d'extrapoler les niveaux de l'eau en différents points, en tenant compte à la fois des précipitations passées, des précipitations possibles dans les mois à venir et de diverses hypothèses de prélèvements.

7 - PRINCIPALES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Les documents cités ci-après risquent de ne représenter qu'une partie bien que très importante, de ceux qui ont été publiés ou diffusés. Très peu de données brutes notamment sur l'hydrométrie, la piézométrie, les tests de pompage, les historiques de débits ou de prélèvement ont été retrouvés. Leur intérêt était pourtant fondamental dans le cadre de la présente étude et il a été jugé utile de les énumérer ci-après.

- du CAILAR J., COUDERC J., BONNET A. (1951) - Le bassin supérieur du Vidourle. Région de St Hippolyte du Fort. Extrait des Ann. Spéléo., Tome VI, Fasc. 4.
- DUBOIS P. (1957) - Etude géologique de la région de Saint Mathieu-de-Trévières - Prades le Lez, DES, Fac. Sc. Montpellier.
- AVIAS J. (1961) - Rapport sur le problème de l'alimentation en eau de la ville de Montpellier - Dossier n° 613.
- DUBOIS P. (1962) - Deux expériences de coloration à la bordure méridionale des Cévennes. Coloration du réseau souterrain du Lez (Hérault). Ext. Spélunca. Mém. 2.
- AVIAS J. (1963) - Méthodes d'étude et de mise en valeur des ressources en eaux karstiques du Midi méditerranéen français. United Nations Special Fund Karst Groundwater Investigation. Athènes.
- AVIAS J., DUBOIS P. (1963) - Sur la nappe aquifère des karsts barrés par faille du Bas-Languedoc. Spélunca, mém., 4ème série, p. 68-72.
- DROGUE C. (1963) - Essais de délimitation du bassin d'alimentation d'une résurgence des karsts noyés languedociens. Extrait des Ann. de Spéléo. Tome XVIII, fasc. 4.
- GEORGE B. (1963) - Etude hydrogéologique de la région montpelliéraine. Thèse 3ème cycle. USTL Montpellier - CERH.
- PUECH J.P. (1963) - Contribution à l'étude géologique et à l'étude des roches magasins de la région de Vacquières et du Bois de Paris. Thèse de spécialité. Fac. Sc. Montpellier
- DROGUE C. (1963) - Essais de détermination des composantes de l'écoulement des sources karstiques. Evaluation de la capacité de rétention par chenaux et fissures. Ann. Spéléo., Tome XVIII, fasc. 4, pp. 415-420.
- AVIAS J., BEL F., LEMPERIERE P., ALI R. (1964) - Etude hydrogéologique en vue de l'alimentation en eau du littoral de la région Languedoc-Roussillon. Rapport du Ministère de la Construction.
- DUBOIS P. (1964) - Les circulations souterraines dans les calcaires de la région de Montpellier. Bull. BRGM n° 2, pp. 1-31 + carte HT.
- DUGRAND R. (1964) - La garrigue montpelliéraine. Essai d'application d'un paysage. P.U.F. Paris.
- AVIAS J. (1964) - Rapport sur les résultats des recherches hydrogéologiques et hydrologiques effectuées en vue de l'alimentation en eau de la commune de Montpellier. CERH, Fac. Sc. Montpellier.
- DROGUE C. (1964) - Sur l'étude hydrogéologique des principales résurgences de la région Nord-montpelliéraine. Extrait des mém. CERH. Fac. Sc. Montpellier, Tome I, pp. 62-121.
- AVIAS J. (1964) - Sur la méthodologie en hydrogéologie karstique (d'après l'exemple du Languedoc méditerranéen). Mém. CERH, Montpellier, Tome 1, pp. 5-20.

- DROGUE C. (1964) - De la répartition sur le karst des eaux d'une averse d'intensité constante. Ann. Spéléo., Tome XIX, fasc. 4, pp. 631-634.
- VEYRAT P., NORMAND D. (1964) - Régime hydrologique du Lez et de deux bassins pilotes à Saint Martin-de-Londres et à Campagne. Rapport préliminaire après une première année de mesures. SOGREAH - R 8777.
- PLEGAT R., DROGUE C. (1965) - Ministère de la construction. CERH. - Détermination des ressources en eau de la région de Montpellier. Essai de pompage sur la source du Lez. Prévisions sur les modalités des essais (version modifiée).
- PLEGAT R., DROGUE C. (1965) - Etude hydrogéologique en vue de l'alimentation en eau du littoral du Languedoc-Roussillon. Etat des études hydrogéologiques au 23 Juillet 1965. CERH.
- PLEGAT R., DROGUE C. (1965) - Mesure du débit pris par la ville de Montpellier. Note n° 3 - 20 Août 1965. CREH.
- DROGUE C., PLEGAT R. (1965) - Etude hydrogéologique de la source du Lez (Hérault). Alimentation en eau potable de Montpellier. Dossier n° 29, CERH, Fac. Sc. Montpellier. - Ministère de la Construction.
- PALOC H. (1965) - Les recherches hydrogéologiques et les captages et aménagements hydrauliques en milieu calcaire : enseignements tirés de quelques exemples récents. Extrait de la "Chronique d'hydrogéologie" n° 7, p; 87-109.
- DUBOIS P. (1965) - Sur la répartition des eaux souterraines, karstiques entre trois cours d'eau du Bas-Languedoc : le Vidourle, l'Hérault, et le Lez. Ann. de Spéléo. Tome XX, Fasc. 1.
- DROGUE C., GOUZES J., PALOC H. (1965) - Le pompage du siphon de l'évent du Lirou. Spélunca Bull. n° 3. pp. 15-21.
- VEYRAT P., NORMAND D. (1966) - Etude hydrologique du bassin du Lez au pont de Montferrier - SOGREAH. R. 9269.
- PALOC H. (1967) - Carte hydrogéologique de la France : région karstique nord-montpelliéraine. Notice explicative. BRGM., mémoires n° 50.
- PLEGAT R., DROGUE C. (1967) - Etude hydrogéologique complémentaire de la source du Lez. Propositions pour la réalisation de l'équipement hydrométrique. Dossier n° 46 - Janvier 1967 - CERH.
- PLEGAT R., DROGUE C. (1967) - Etude hydrogéologique complémentaire de la source du Lez. Justification d'études nouvelles. Dossier n° 49. CERH.
- DROGUE C. (1967) - Essai d'interprétation des composantes de l'écoulement des sources karstiques. Evaluation de la capacité de rétention par chenaux et fissures. Chronique d'hydrogéologie, n° 10., mars 1967. pp. 59-73.
- PUECH J-P. (1965) - Contribution à l'étude géologique et à l'étude des roches magasins de la région de Vacquières et du Bois de Paris. Thèse 3ème cycle USTL Montpellier.

- DROGUE C. (1968) - Etude hydrométrique des principales résurgences de la région nord-montpelliéraine. Mém. du CERH. - t. 1.
- PLEGAT R., DROGUE C. (1969) - Source du Lez. Etudes hydrogéologiques. Résultats des travaux de 1968 et 1969. Note préliminaires. Dossier n° 110. - CERH. Fac. Sc, Montpellier.
- DROGUE C. (1969) - Contribution à l'étude quantitative des systèmes hydrogéologiques karstiques d'après l'exemple de quelques karsts périméditerranéens. Thèse doctorat d'Etat. Montpellier.
- ORGEVAL JJ. (1969) - Inventaire des points d'eau du pourtour du Bois de Paris. Etude d'une exurgence karstique : Fontbonne. DEA, USTL Montpellier.
- PLEGAT R., DROGUE C. - Rapport sur les résultats des études nouvelles effectuées sur le bassin d'alimentation de la source du Lez et sur les possibilités de cette source. Essai de pompages d'exploitation complémentaires du 21 Juillet au 12 Août 1969. Mai 1970.
- DROGUE C., PLEGAT R. (1970) - Etude de la source du Lez. C.R. des travaux de 1968 à 1969. CERH, Fac. Sc. Montpellier.
- FABRIS H. (1970) - Contribution à l'étude de la nappe karstique de la source du Lez. Thèse 3ème cycle. Fac. Sc. Montpellier.
- COMBES P. (1970) - Atlas hydrogéologique du 1/50 000 du Languedoc-Roussillon, feuille de Montpellier. Mémoire hors-série. CERGH-CERGA. Montpellier.
- DROGUE C. (1971) - De l'eau dans les calcaires. Extrait de "Sciences Progrès Découvertes" n° 3433, mai 71, p. 39 à 46.
- MERLE Ph., PUIG J.M. (1971) - Contribution à l'étude hydrogéologique d'un karst massif du Bois de Monier. Région de St Bauzille de Putois (Hérault). DEA. Fac. Sc. Montpellier., et thèse 3ème cycle USTL Montpellier.
- MBA. MPONDO Th. (1971) - Contribution à l'étude des variations des teneurs en chlore des eaux souterraines de quelques karsts de la région languedocienne. Thèse 3ème cycle. USTL Montpellier.
- PALOC H. (1972) - Carte hydrogéologique de la région des Grands Causses. Feuille n°2 de la carte hydrogéologique du Languedoc-Roussillon à l'échelle de 1/200 000. BRGM. et Fac. Sc. Montpellier + notice explicative. Co-édition CERGA - BRGM.
- SALADO J. (1972) - Note sur les rabattements possibles à la source du Lez en cas de pompage prolongé, à débit élevé, en période d'étiage. CERH.
- CARRERA M. (1972) - Rapport sur la nature et la répartition des sols des zones de végétation naturelle et des zones cultivées, actuelles ou potentielles, du cheptel ovin ; II sur les sources de pollution pouvant affecter ces différentes zones (produits phytosanitaires, produits de traitements du sol - ovins); III sur les risques de pollutions des eaux de l'aquifère de la source du Lez et sur les zones de vulnérabilité correspondantes 27 p., 15 tab. - CERGA.

- AVIAS J. (1972) - Rapport géologique sur les possibilités de protection contre les prélèvements abusifs dans l'aquifère et contre la pollution de la source du Lez (Hérault) CERGA.
- AVIAS J., SALADO J. (1972) Rapport sur les possibilités d'établissement du périmètre de protection immédiat pour la source du Lez.
- AVIAS J., SALADO J. (1972) - Rapport hydrogéologique complémentaire (provisoire) sur la détermination et la réglementation des périmètres de protection de la source du Lez.
- AVIAS J., SALADO J. (1972) - Rapport géologique sur les possibilités d'augmentation du débit exploitable de la source du Lez.
- MARJOLET G., SALADO J. (1972) - Rapport sur la méthodologie de protection des aquifères karstiques contre la pollution (principes généraux et apport des techniques de la Télédétection). Convention 73031 du 20 Mars 1972. CERH - Agence du Bassin Rhône-Méditerranée-Corse. Première tranche. Rapport préliminaire. Dossier CERGA n° 181, - annexe : documents photographiques
- BOISSIN J.J., MARJOLET G., SALADO J. (1972) - Carte de la fracturation du bassin du Lez au 1/25 000. Inédit, rapport CERGA, pour la ville de Montpellier.
- MARJOLET G. (1972) - Inventaire des points d'eau de la région de Quissac, Prades-le-Lez. DEA - Montpellier.
- SALADO J. (1972) - Etude hydrogéologique de la source du Lez (convention du 01/02/71) Note sur le problème posé par les incidences possibles du pompage du Lez sur le débit des eaux exploitables à la source du Mas du Pont. CERH. Fac. Sc. Montpellier.
- SALADO J. (1972) - Etude hydrogéologique de la source du Lez (convention du 01/02/71). Note sur les incidences du rabattement à prévoir à la source du Lez, pour un pompage d'essai à 2 000 l/s. CERH. Fac. Sc. Montpellier.
- DUBOIS P. (1972) - Notes karstologiques sur le Causse de l'Hortus (Hérault). in "Etudes Quaternaires", mémoire n°1, p. 39 - 51.
- GEPS. (1972) - Source du Lez : étude préalable à l'implantation d'un captage. Rapport inédit GEPS du 04/09/1972 (Groupe d'Etudes et de Plongées Souterraines).
- SALADO J. (1972) - Note sur les rabattements possibles à la source du Lez, en cas de pompages prolongés à débit élevé en période d'étiage. CERH. Fac. Sc. Montpellier.
- DROGUE C., GRILLOT J.C. (1972) - Etude du bassin de la source du Lez. Premières observations piézométriques. Laboratoire d'hydrogéologie. Rapport inédit.
- AVIAS J., MARJOLET G., SALADO J. (1973) - Rapport géologique et hydrogéologique sur la délimitation et la réglementation des périmètres de protection de la source du Lez. 30 Octobre 1973. CERH. Fac. Sc. Montpellier.

- SALADO J (1973) - Etude hydrogéologique de la source du Lez (convention du 01/02/71). Rapport sur les résultats des études hydrogéologiques du bassin de la source du Lez. CERH. Fac. Sc. Montpellier.
- DILUCA J. (1973) - Contribution à l'étude hydrogéologique de la région de Montarnaud-Grabels-Les Matelles. Thèse Fac. Sc. Montpellier. USTL Montpellier.
- HU KIAM (1973) - Résultats d'essais par pompage réalisés sur quelques forages des karsts de la région montpelliéraine. Thèse Fac. Sc. Montpellier.
- AVIAS J., MARJOLET G. (1973) - Note préliminaire sur la possibilité dans certaines conditions, de détecter la localisation des aquifères fissurés karstiques par télédétection radiométrique infrarouge aéroportée, d'après un exemple pris dans les karsts nord-montpelliérains de la région du Bois de Carnus (Gard). CR. Ac. Sc. Paris, t. 276.
- CHEMIN J. (1973) - Essai d'interprétation des observations hydrologiques sur l'aquifère de la source du Lez. DEA Labo hydrologie. Montpellier.
- BOURGOIS M., SAUVEL C., CAMUS A. (1973) - Alimentation en eau complémentaire du syndicat de Garrigues-Campagne. Etude de la source de Fontbonne-Buzignargues (Hérault). BRGM (73 SGN 127 LRO).
- ARAUD C. (1974) - Rapport sur la possibilité de modélisation du système "Eau - Canton des Matelles - Montpellier". 11 p., 4 fig. CERGA.
- AVIAS J., MARJOLET G., SALADO J. (1974) - Congrès de l'AIH. Excursion du 20 Septembre 1974 : source du Lez, source de St Clément. in mémoire du congrès de Montpellier, Tome X, p. 64 - 69.
- Rapport de la Direction de l'Equipement sur la demande d'autorisation d'une dérivation supplémentaire de 1 600 l/s à la source du Lez, en addition des 400 l/s déjà autorisés (Extrait des délibérations du Conseil départemental d'hygiène en date du 05 Juin 1975) avec en annexe "avis de la DDE du 15 Mai 1974.
- MARJOLET G., SALADO J. (1974) - Etude hydrogéologique de la source du Lez (convention du 01/02/71). Rapport sur la géologie et l'hydrogéologie du site du futur captage des eaux de la source du Lez pour la ville de Montpellier. CERG. Fac. Sc. Montpellier.
- DROGUE C. (1974) - Structure de certains aquifères karstiques d'après les résultats de travaux de forage. C.R. Acad. Sc. Paris, t. 278. Série D, p. 2621 à 2624.
- CHEMIN J. (1974) - Essai d'application d'un modèle mathématique conceptuel au calcul du bilan hydrique de l'aquifère karstique de la source du Lez. Thèse 3ème cycle, Fac. Sc. Montpellier.
- MARJOLET G., SALADO J. (1975) - Etude hydrogéologique de la source du Lez (convention du 01/02/71). Rapport sur le chimisme des eaux de la source du Lez et de son bassin. CERH, Fac. Sc. Montpellier.
- MARJOLET C., SALADO J. (1975) - Contribution à l'étude de l'aquifère karstique de la source du Lez. II - Etude du chimisme des eaux de la source du Lez et de son bassin. III - Etude des écoulements d'eau dans les calcaires fissurés et karstifiés du site du futur captage des eaux de la source du Lez. Thèse de spécialité - Montpellier 1975. Tome IX, Fasc. II et III, CERGA, Fac Sc. Montpellier.

- AVIAS J. (1975) - Rapport géologique sur les possibilités concernant la délimitation et la réglementation des périmètres de protection de la source du Lez pour l'alimentation en eau de la ville de Montpellier. Additif au rapport du 30/10/1973. Plan à 1/25 000.
- ARNAUD C. (1974) - Etude hydrogéologique de la source du Lez. Schéma d'un modèle d'alimentation en eau de la région de Montpellier, 5 p., 2 fig., CERGA; Dossier n° 202.
- PLEGAT R. (1975) - Pompage dans une source vauclusienne et influence des conditions aux limites éloignées. 3ème réunion annuelle des Sciences de la Terre, 23 - 25 Avril, CERGH, Fac. Sc. Montpellier, p. 299.
- GUILBOT A. (1975) - Modélisation des écoulements d'un aquifère karstique (liaisons pluie-débit). Application aux bassins de Saugras et du Lez. Thèse Fac. Sc. Montpellier.
- GUILBOT A. (1975) - Simulation des débits journaliers de la source du Lez à partir de l'information pluviométrique du poste de Valflaunès. Thèse Fac. Sc. Montpellier.
- MARJOLET G., SALADO J. (1975) - Remarques sur les relations observées entre crues et variations chimiques de l'eau d'une exsurgence karstique. C.R. 3ème réunion annuelle des Sciences de la Terre, Montpellier.
- LEGRAND B. (1976) - Le lessivage des sols par les eaux météoriques. Exemple de deux bassins témoins nord-montpelliérains. Thèse spécialité - Montpellier.
- LACAS J.L. (1976) - Introduction à la méthodologie d'étude et d'utilisation des champs hydrothermiques des aquifères karstiques d'après l'exemple du site de l'exsurgence de la source du Lez, Hérault. Tome IX, Fasc. III, CERGA, Fac. Sc; Montpellier.
- DROGUE C., GRILLOT J.C. (1976) - Structure géologique et premières observations piézométriques à la limite du sous-système karstique de Terrieu (périmètre expérimental). Actes du 2ème Coll. d'hyd. de Besançon, in Ann. Sc. Univ. Besançon, 3ème série, fasc. 25, p. 195 à 210.
- BEZES Ch. (1976) - Contribution à la modélisation des systèmes aquifères karstiques : établissement du modèle BEMER : son application à 4 systèmes karstiques du Midi de la France. Thèse Fac. Sc. Montpellier.
- MARJOLET G. et E. (1976) - Utilisation de la télédétection aéroportée infrarouge pour la localisation des zones d'infiltration et d'émergence des aquifères karstiques. Conséquences pour la protection et l'aménagement de ces milieux. Note GDTA 1976. CERGH. (Annexe I du rapport Marjolet G. de Novembre 1977).
- GONZALES C. (1976) - Etude de la chimie de la nappe du Lez. DEA, USTL Montpellier.
- BLANCHARD J. (1976) - Contribution à l'étude hydrodynamique, hydrochimique et hydrothermique de l'aquifère karstique de la source du Lez dans la zone du "Gour Noir" (Hérault). Thèse de spécialité. Fac. Sc. Montpellier.
- ROUQUET L. (1976) - Rapport sur les premiers résultats des expériences de traçage dans le bassin de la source du Lez. Convention Ville de Montpellier. Agence de Rhône Méditerranée-Corse - CERH.
- AVIAS J. et al. (1976) - Sur quelques résultats d'études récentes ou en cours du Centre d'Etudes et de Recherches Hydrogéologiques (CERH) de l'Université de Montpellier, concernant le fonctionnement des aquifères karstiques. Ann. Univ. Besançon, 2ème coll. hydrol. en pays calcaire, Fasc. 25. 3ème série.

- AVIAS J. (1977) - Sur les principes et sur la méthodologie pratique de protection des aquifères karstiques. in Coll. Nat. sur la protection des eaux souterraines captées pour l'alimentation humaine. Thème 3, p. 7-12, 1 et 2 mars 1977.
- CASTANY G., MARGAT J. (1977) - Dictionnaire français d'hydrogéologie. BRGM.
- MARJOLET G. (1977) - Contribution à l'étude de la vulnérabilité à la pollution de l'aquifère karstique de la source du Lez. CERH, Fac. Sc. Montpellier.
- MARJOLET G. (1977) - Hydrogéologie. Note préliminaire sur l'existence dans les eaux karstiques d'une fluorescence naturelle et ses conséquences sur la méthodologie d'utilisation des traceurs (d'après l'exemple du bassin de la Source du Lez - Hérault).
- MOUSSAVOU J.B. (1977) - Contribution à l'étude hydrogéologique de la plaine littorale entre le Lez et le Vidourle (région Est de Montpellier - France). Thèse 3^{ème} cycle, USTL, Montpellier.
- MARJOLET G., SALADO J. (1978) - Le système karstique de la source du Lez. Pays calcaires méditerranéens. Revue "Méditerranée", Tome 32, 2^{ème} série, 1-2/1978, p. 71-83.
- PALOC H. (1979) - Alimentation en eau de la ville de Montpellier. Captage de la source du Lez. Commune de Saint Clément (Hérault). Etude documentaire. préalable à l'établissement des périmètres de protection. Note de synthèse. BRGM (79 SGN 319 LRO).
- PALOC H. (1979) - Rapport géologique sur la délimitation et la réglementation des périmètres de protection du captage de la source du Lez pour l'alimentation en eau de la ville de Montpellier. 15 mai 1979. BRGM (79 LRO 22 ER).
- PALOC H. (1979) - Périmètre proposé pour la protection immédiate d'un nouveau site de captage dans le réseau souterrain en amont de la source du Lez. Additif à l'avis géologique du 15 mai 1979. BRGM (79 LRO 40 ER).
- PALOC H. (1979) - Alimentation en eau de la ville de Montpellier. Localisation d'un emplacement de captage dans le réseau souterrain de la source du Lez et détermination de ses principales caractéristiques en préalable à l'exécution des travaux. BRGM (79.SGN 654 LRO).
- BONIN H. (1980) - Contribution à la connaissance des réservoirs aquifères karstiques. Un exemple : le Causse de l'Hortus. Un site expérimental : la source du Lamalou. Thèse 3^{ème} cycle, USTL Montpellier.
- LEGRAND B. (1981) - Impact sur l'aquifère de la source du Lez d'un projet d'épandage de lies de vin entre les Matelles et le Triadou.
- BERGERON G. (1981) - Analyse des conditions d'écoulement des eaux souterraines sur le site karstique du futur barrage de Conqueyrac (Bassin du Vidourle - Languedoc). Doctorat 3^{ème} cycle, Sciences de l'Eau, Montpellier.
- AVIAS J. et al. (1982) - Fonctionnement hydrogéologique, vulnérabilité et protection contre la pollution de l'aquifère de la source du Lez. Rapport d'activité, CERH/CERGA.

. SAINT-CLEMENT

- ORENGO, R., PLEGAT R. (1973) - Rapport géologique concernant les recherches d'eau entreprises sur le territoire de la commune de Saint Clément la Rivière (Hérault). CERH, Fac. Sc. Montpellier.
- PLEGAT R., ORENGO R. (1973) - Rapport géologique sur les possibilités d'AEP de la commune de Saint Clément la Rivière (Hérault). CERH, Fac. Sc. Montpellier.
- PLEGAT R., ORENGO R. (1974) - Rapport géologique sur les possibilités d'alimentation en eau potable de la ville de Montpellier par le puits de Saint Clément la Rivière. Fac. Sc. Montpellier.
- AVIAS J. (1976) - Rapport d'expertise sur les causes et le mécanisme des désordres (fissures et tassements) survenus dans les immeubles de la S.C.I. du Mas de Fournel de Saint Clément la Rivière au moment des pompages d'essai réalisés par l'entreprise Huillet pour la ville de Montpellier dans l'aquifère calcaire lutétien de la source de Saint Clément. Tribunal administratif de Montpellier. Requête n° 2528.
- FROMAGER D. (1966) - Contribution à l'étude hydrogéologique de la source de Saint Clément. DEA, Fac. Sc. Montpellier.
- ORENGO R. (1974) - Rapport sur les mesures faites à la source de Saint Clément la Rivière. Ville de Montpellier.
- ORENGO R. (1974) - Ville de Montpellier. DUP source de Saint Clément. Rapport sur les ouvrages de Madame BERNABE.
- ORENGO R. (1974) - Ville de Montpellier. Rapport géologique de pompage et de fin de travaux de recherches par forages et de puits à Saint Clément la Rivière (Hérault)
- ORENGO R. (1974) - Ville de Montpellier, Saint Clément la Rivière. Rapport sur les mesures faites à la source.

. SOURCE DE LA FLEURETTE

- JOSEPH C., CARRIE J.C. (1967) - Rapport géologique sur les possibilités de captage d'eau souterraines en vue de l'alimentation en eau potable du Syndicat intercommunal du Pic Saint Loup (Hérault) + annexe par R. PLEGAT (1961). CERH, Fac. Sc. Montpellier.
- MENARD R. (1968) - Syndicat du Pic Saint Loup. Etude de l'alimentation de la source de la Fleurette.
- BLGH (1966) - Etude de la source de la Fleurette, commune de Prades le Lez. Note sur les résultats des essais de pompage des 26, 27 et 28 juillet 1966.

.LE TRIADOU

DROGUE C. (1974) - Rapport géologique sur les possibilités de captage d'eau souterraine à partir d'un forage situé sur la commune du Triadou (Hérault). Fac. Sc. Montpellier (AEP Syndicat du Pic Saint Loup).

GRILLOT J.C. (1974) - Syndicat d'adduction d'eau de la région du Pic Saint Loup. Recherche hydrogéologique sur la région de Saint Mathieu de Trévières - Saint Jean de Cuculles. Rapport géologique préliminaire. Fac. Sc. Montpellier.

GRILLOT J.C. (1974) - Syndicat d'adduction d'eau de la région du Pic Saint Loup. Exécution d'un forage de reconnaissance sur la commune du Triadou. Rapport de fin de travaux. Résultats des essais de pompage. Fac. Sc. Montpellier.

. AUTRES ARCHIVES

- Cartes géologiques à 1/50 000 :

- .ANDUZE
- .LUNEL
- .MONTPELLIER
- .SAINT MARTIN DE LONDRES
- .SOMMIERES

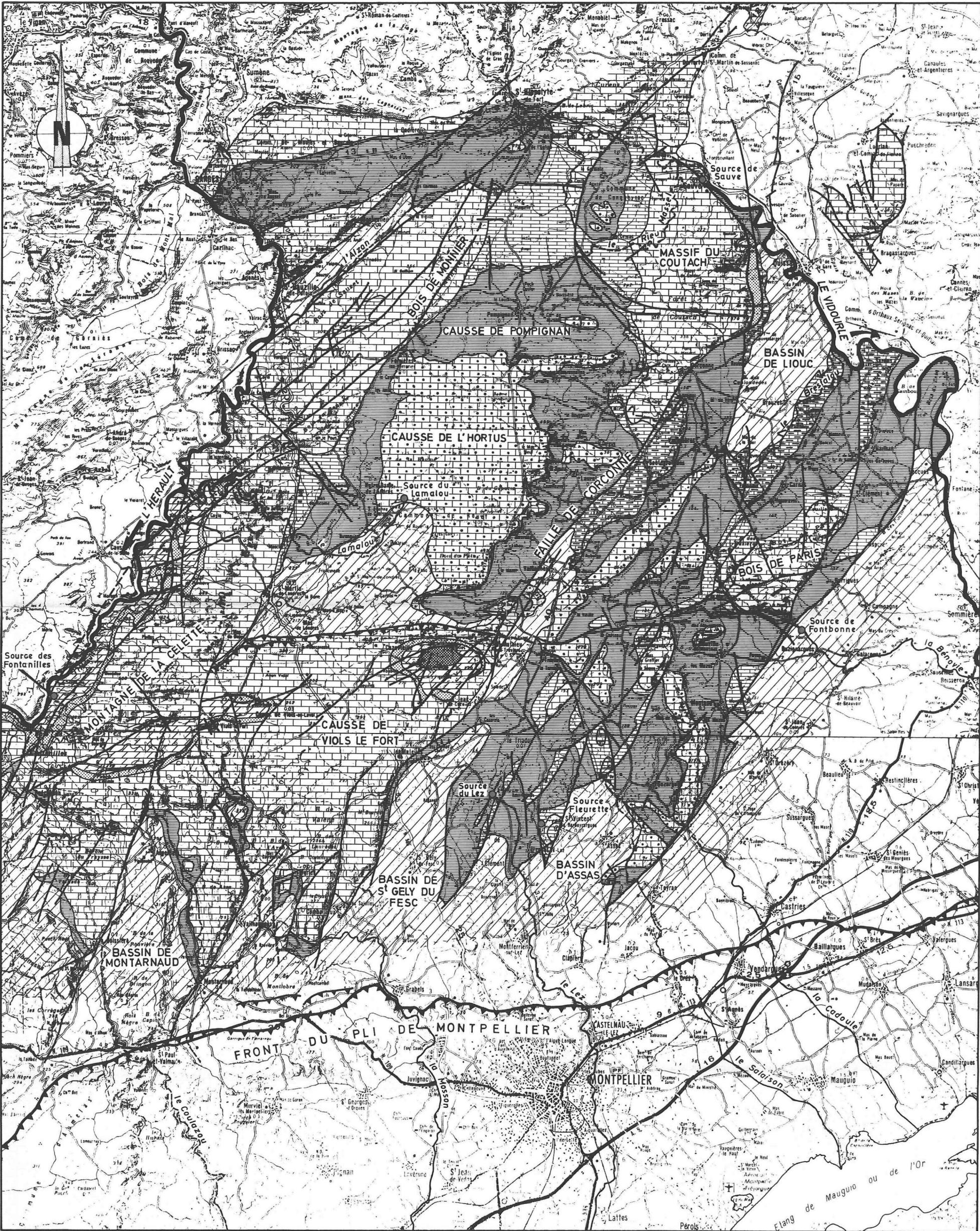
- Documents divers :

- .Maquette de la carte des vulnérabilités à la pollution de la source du Lez établie pour le Ministère de la protection de la nature et de l'environnement (Secrétariat permanent pour l'étude des problèmes de l'eau) en mars 1971. Echelle : 1/80 000.
 - .Notes inédites de André GUISSART sur la région de Corconne et le bassin d'alimentation de la source du Lez.
 - .Carte de Saint Hippolyte du Fort à 1/50 000. Laboratoire de géologie structurale, Fac. Sc. Montpellier.
- Dossier ponctuels archivés au Service géologique régional Languedoc-Roussillon du Bureau de recherches géologiques et minières.
- Atlas des eaux souterraines du département de l'Hérault. BRGM/LRO (1982).
- Atlas des eaux souterraines du département du Gard. BRGM/LRO (1983).

SYSTEME AQUIFERE DE LA SOURCE DU LEZ

CADRE GEOLOGIQUE ET STRUCTURAL

ECHELLE 1/100 000



- Bassins tertiaires et formations quaternaires non différenciées
- Hauterivien supérieur: Calcaires
- Valanginien supérieur: Calcaires miroitants
- Valanginien inférieur et Hauterivien inférieur: Marnes
- Berriasien inférieur: Calcaires marneux
- Jurassique supérieur: Calcaires
- Callovien et Oxfordien: Marnes
- Bajocien - Bathonien: calcaires et dolomies
- Lias: Marnes noires
- Failles
- Chevauchements
- Principales émergences

PLAN D'ASSEMBLAGE DES CARTES GEOLOGIQUES A 1/50 000

Le Vigan	937	Anduze	938
St Martin de Londres	963	Sommières	964
Montpellier	990	Lunel	991

SYSTEME AQUIFERE DE LA SOURCE DU LEZ

RESEAU HYDROGRAPHIQUE
 INFRASTRUCTURE HYDROMETRIQUE ET PIEZOMETRIQUE
 STATIONS CLIMATOLOGIQUES

ECHELLE 1/100 000



Réseau hydrographique

-  Cours d'eau pérenne
-  Cours d'eau temporaire
-  Limite de bassins versants superficiels

Equipements limnigraphiques

-  Station de jaugeage sur cours d'eau
-  Sources principales ou forages équipés d'un limnigraphe

Réseau piézométrique

-  Piézomètre et numéro d'ordre
-  Piézomètre équipé d'un limnigraphe
-  Station abandonnée

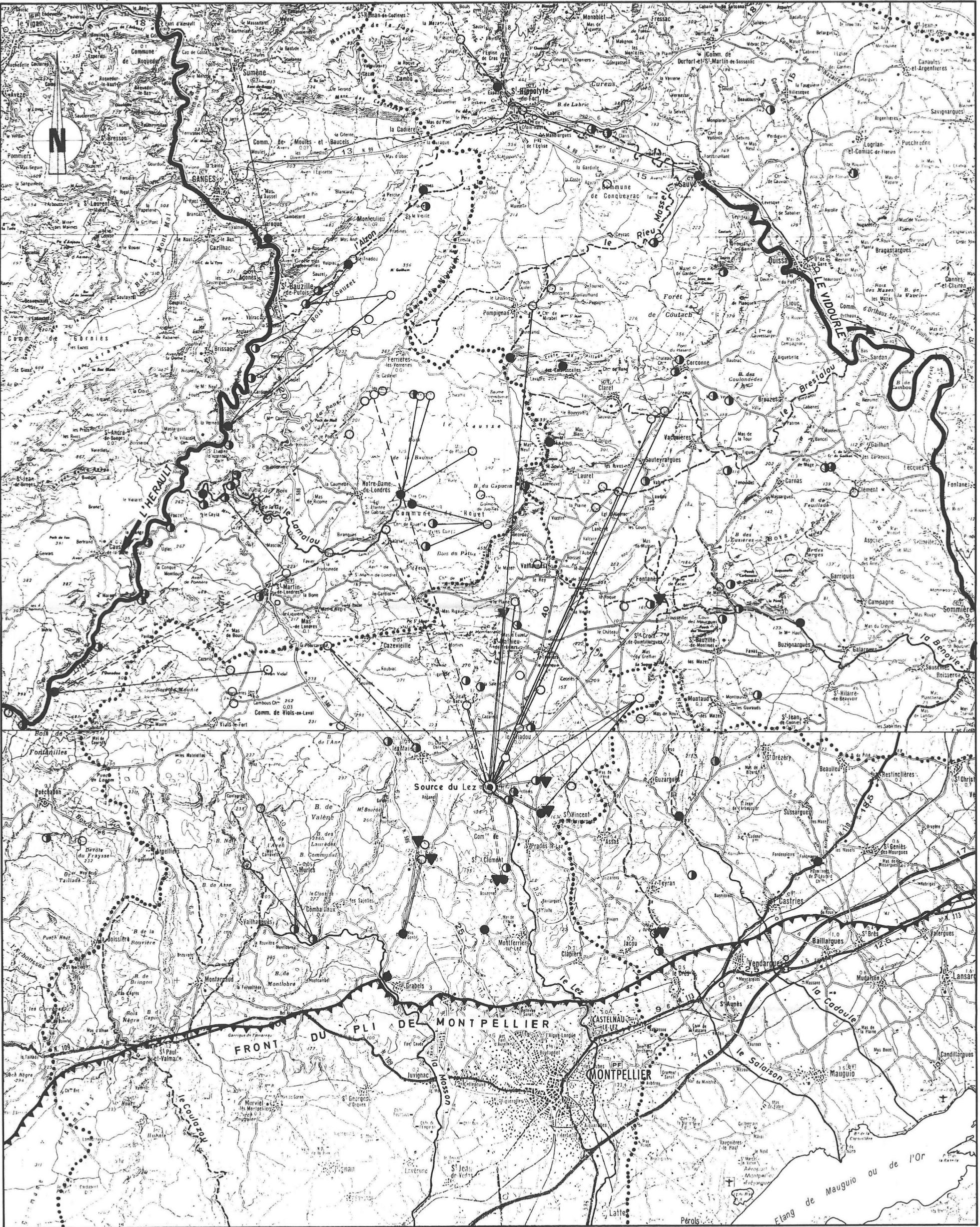
-  Station météorologique complète
-  Station météorologique automatique
-  Pluviomètre ou pluviographe et températures
-  Pluviomètre seul

SYSTEME AQUIFERE DE LA SOURCE DU LEZ

PRINCIPALES PERTES ET EMERGENCES REPERTORIEES
RELATIONS HYDRAULIQUES

ECHELLE 1/100 000

(Pour plus de détails, se reporter à l'annexe 10 du rapport 79 SGN 319 LRO)



Réseau hydrographique

Points d'eau

Relations hydrauliques mises en évidence

-  Cours d'eau pérenne
-  Cours d'eau temporaire
-  Limite de bassins versants superficiels

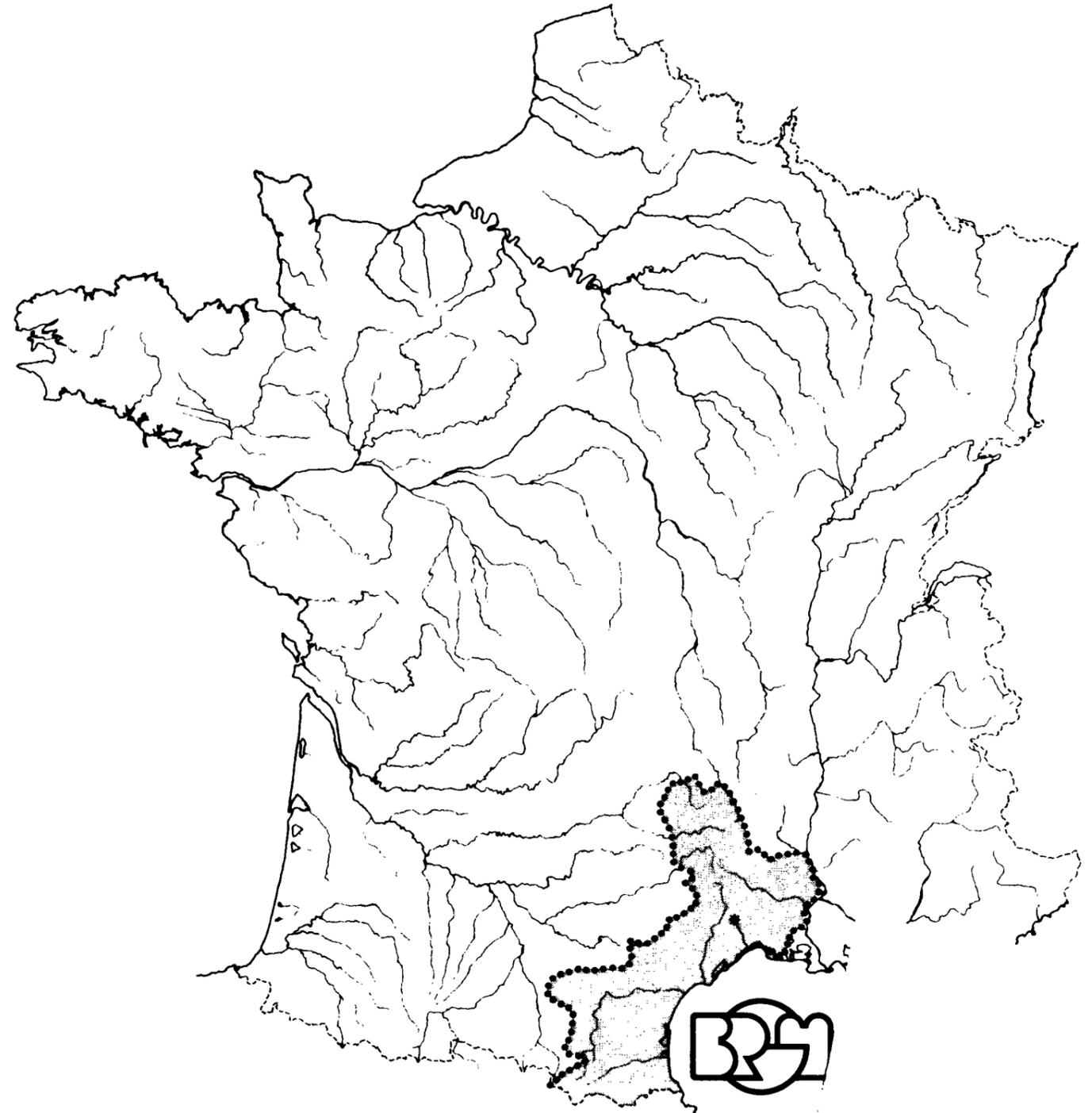
-  Perte d'eau de surface
-  Source pérenne
-  Source temporaire
-  Piézomètre d'observation

- PAR TRAÇAGE :**
-  Liaison démontrée
 -  Liaison douteuse ou à contrôler

- PAR POMPAGE :**
-  Influence observée
 -  Influence douteuse ou à contrôler

VARIATION DE NIVEAU DES 35 PIEZOMETRES (Août 1981 à août 1982)

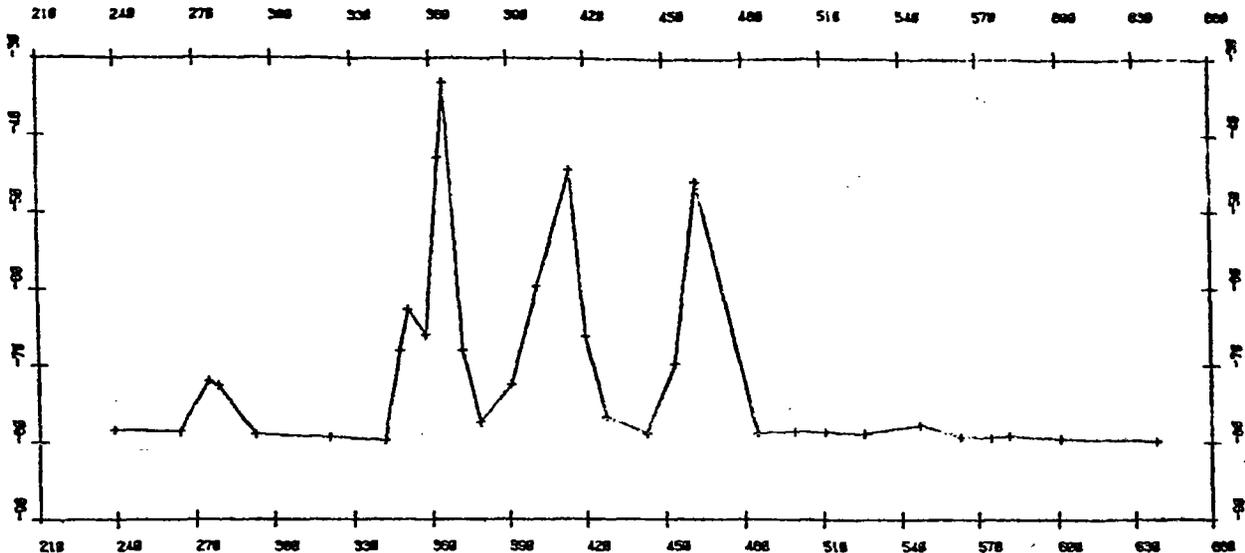
(Figures I.1 à I.9)



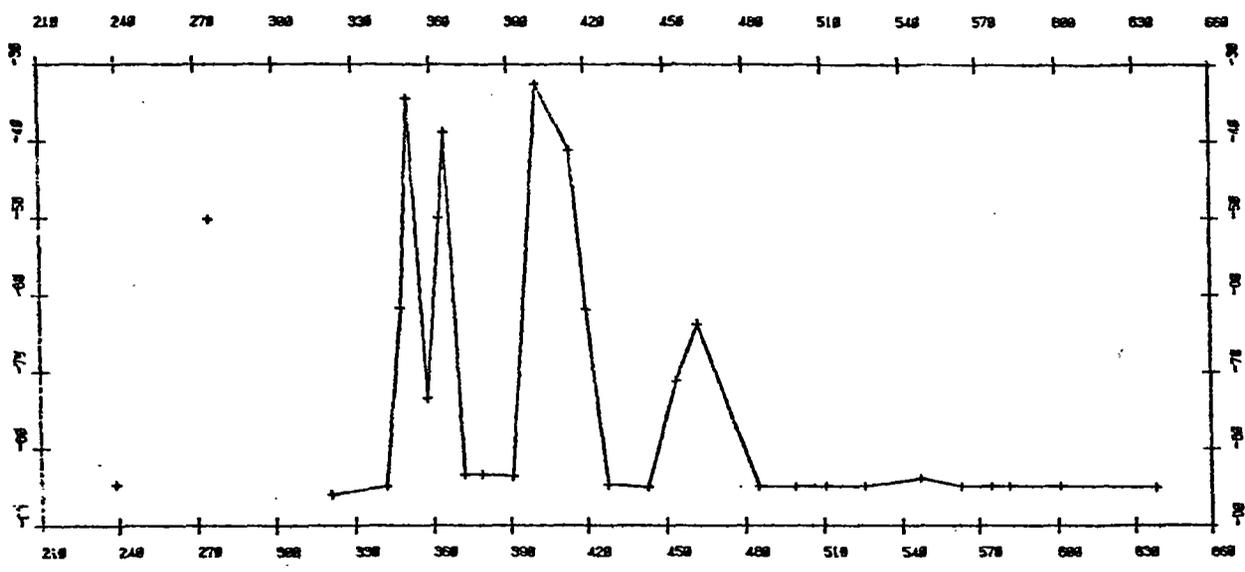
Service géologique régional LAN

1039, rue de Pinville - 34

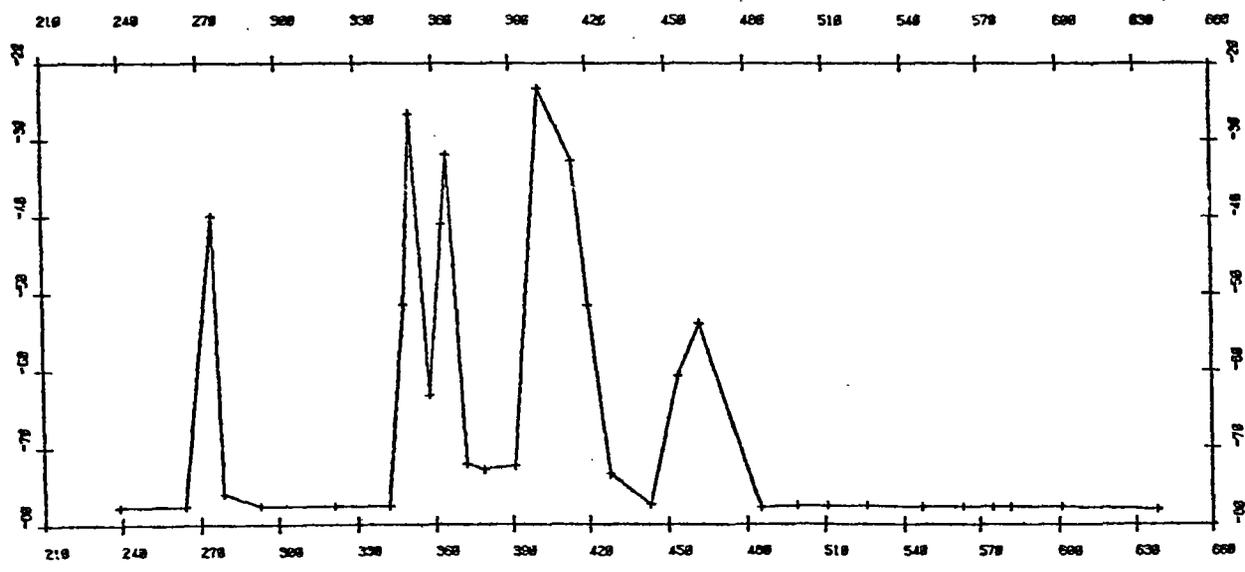
Tél.: (67) 92.



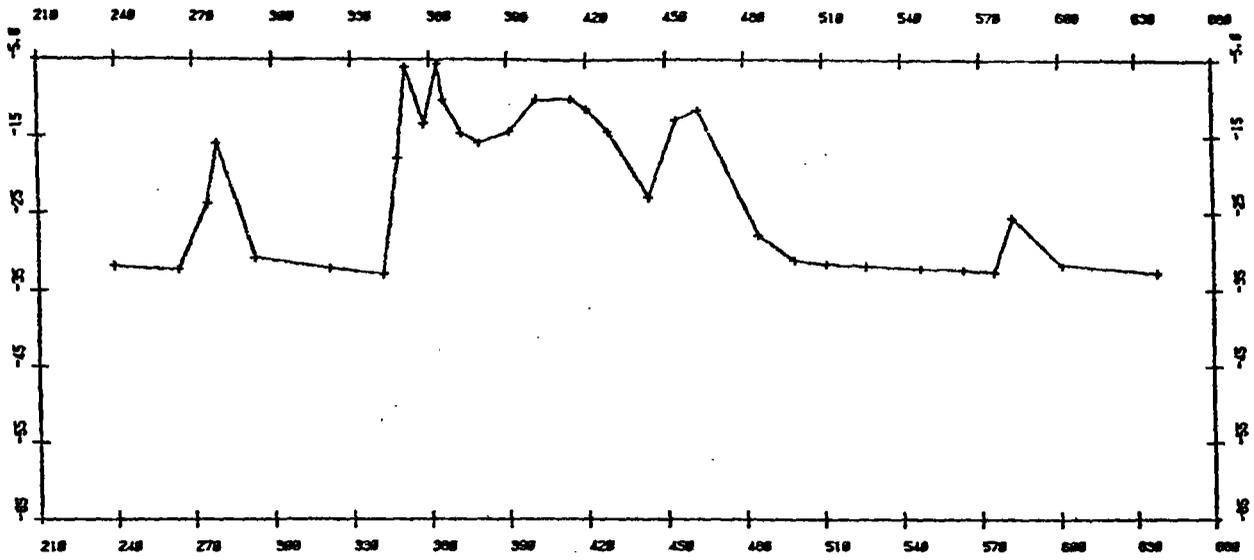
POMPIGNAN - LAVANDE



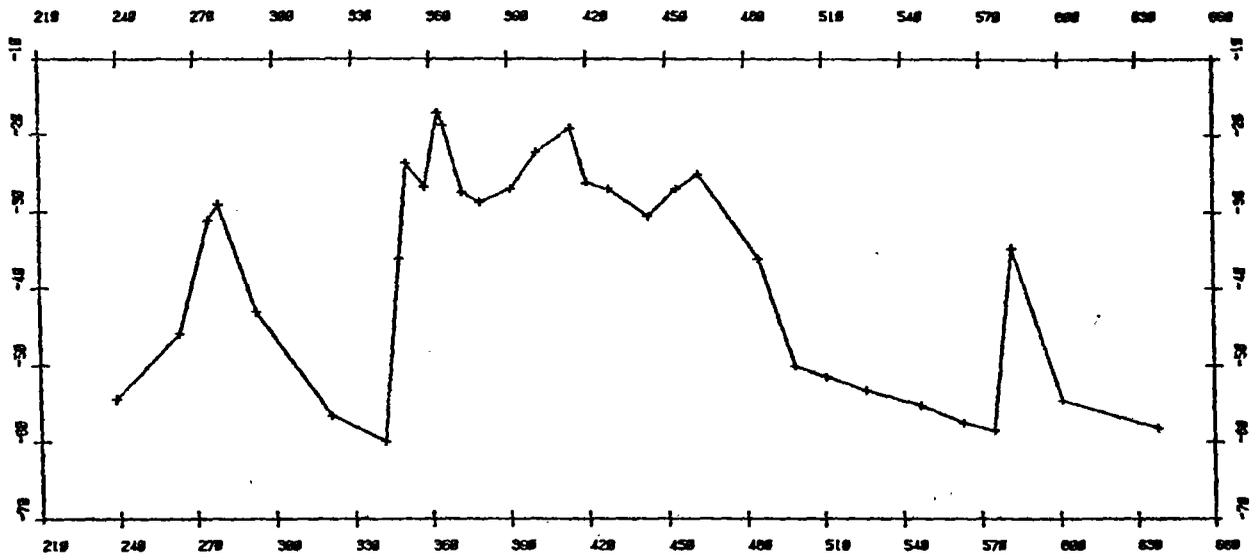
POMPIGNAN - TROU FUMANT



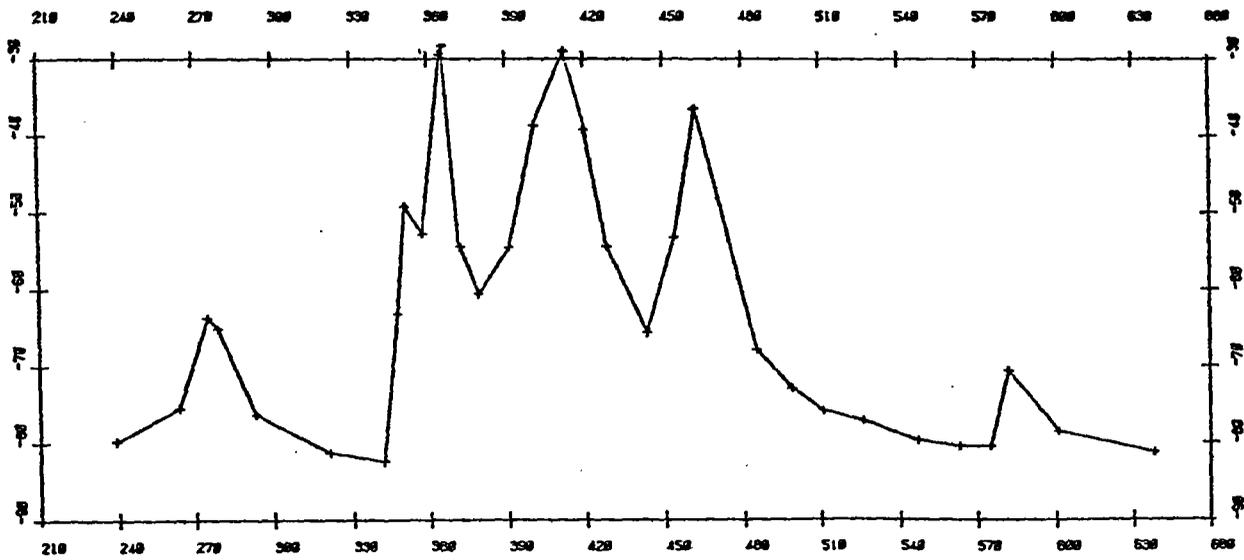
POMPIGNAN - BERGERIE



CORCONNE - SOULAS



MAS DE VEDEL



SAUVIAC

Figure I.3

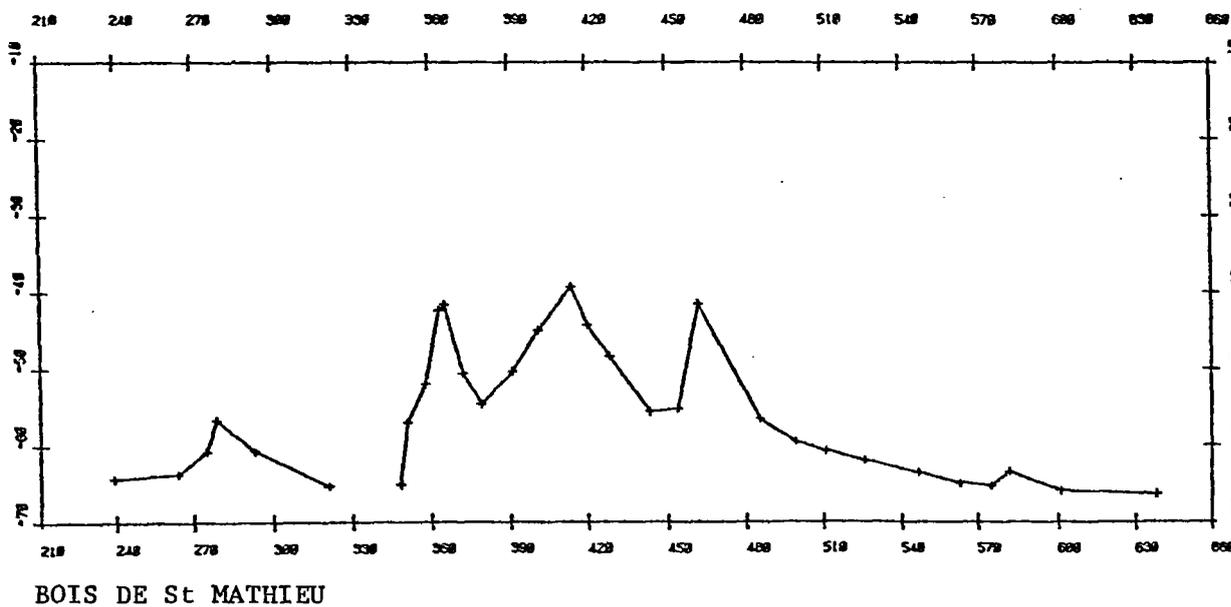
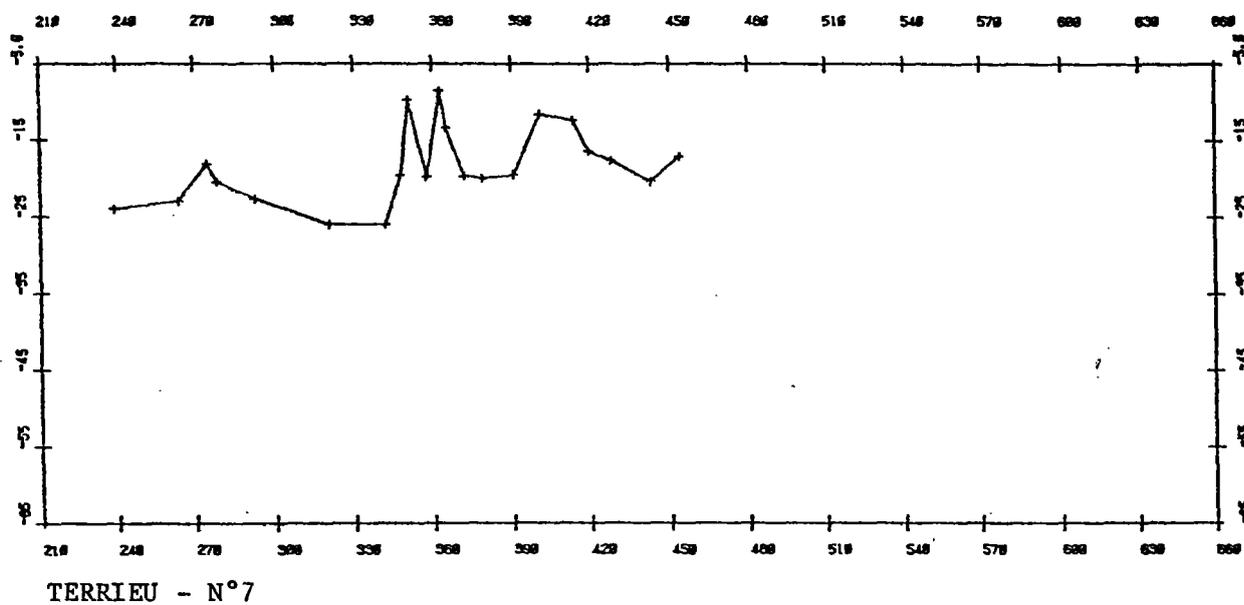
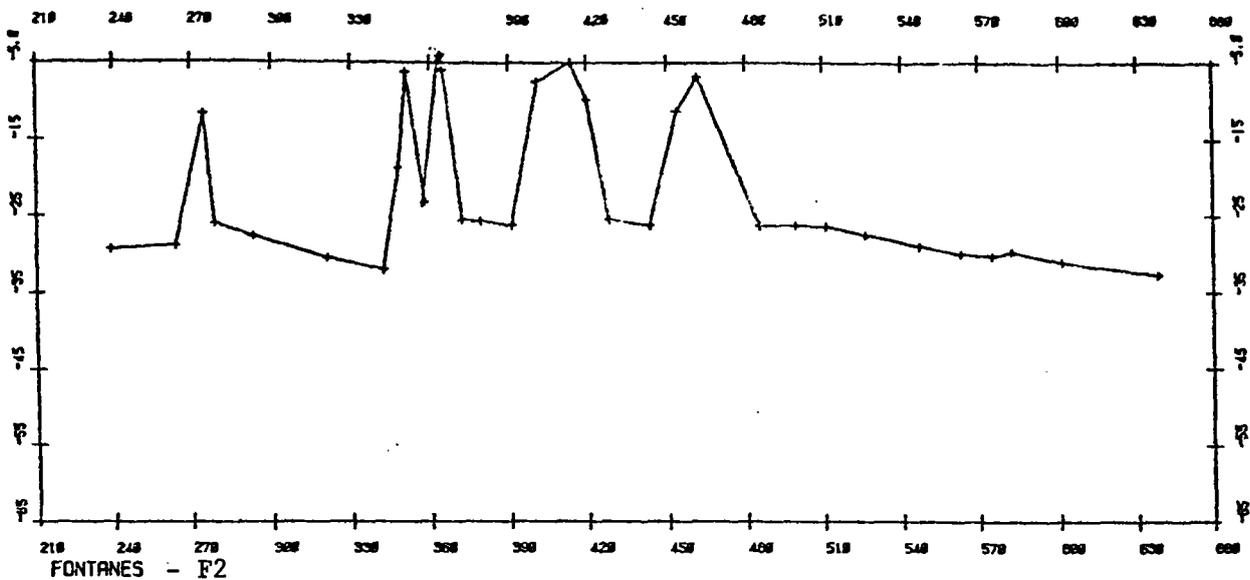
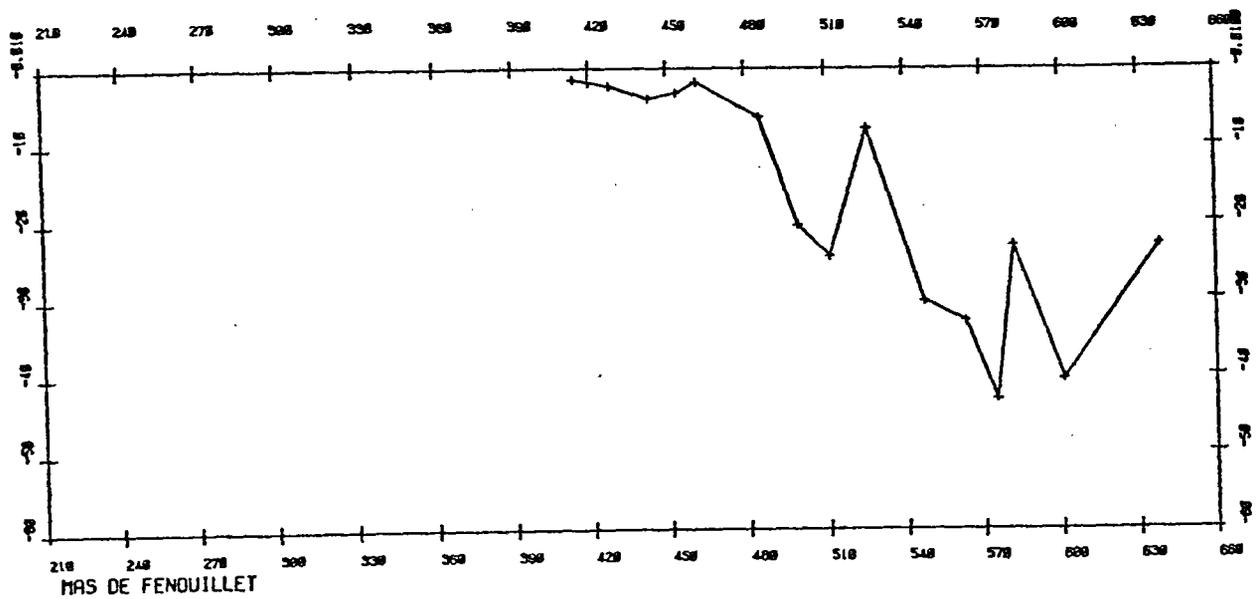
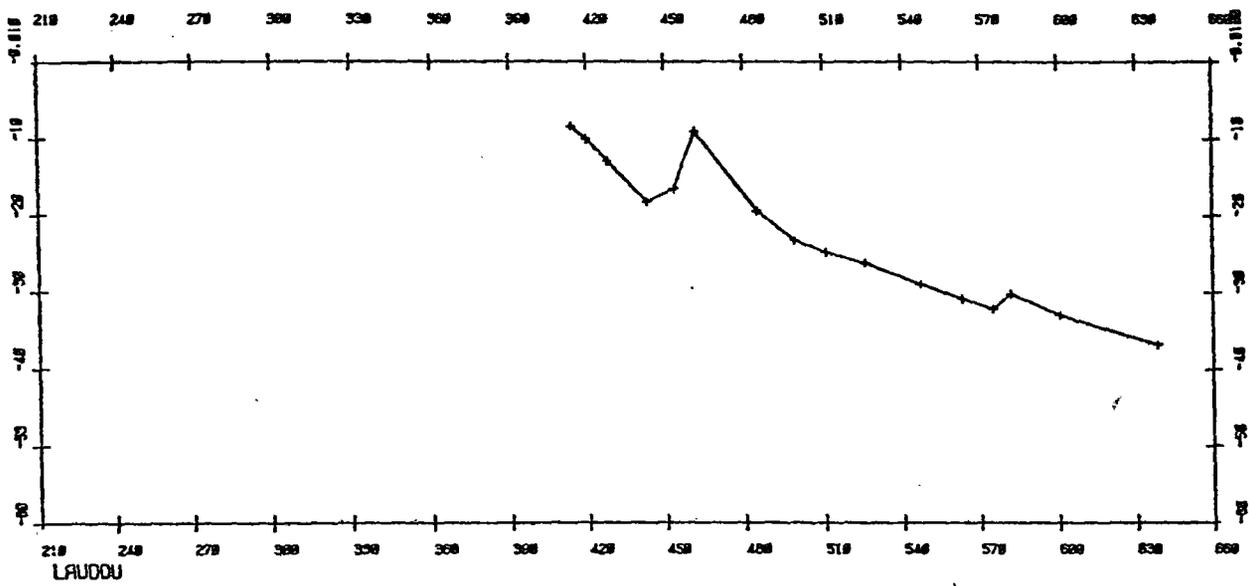
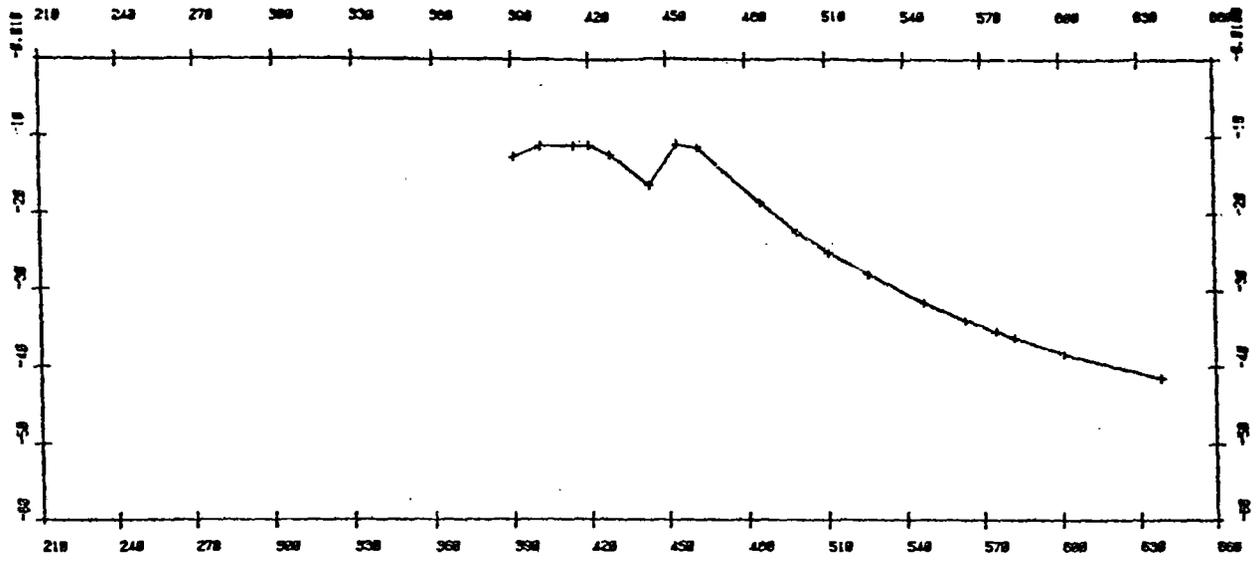
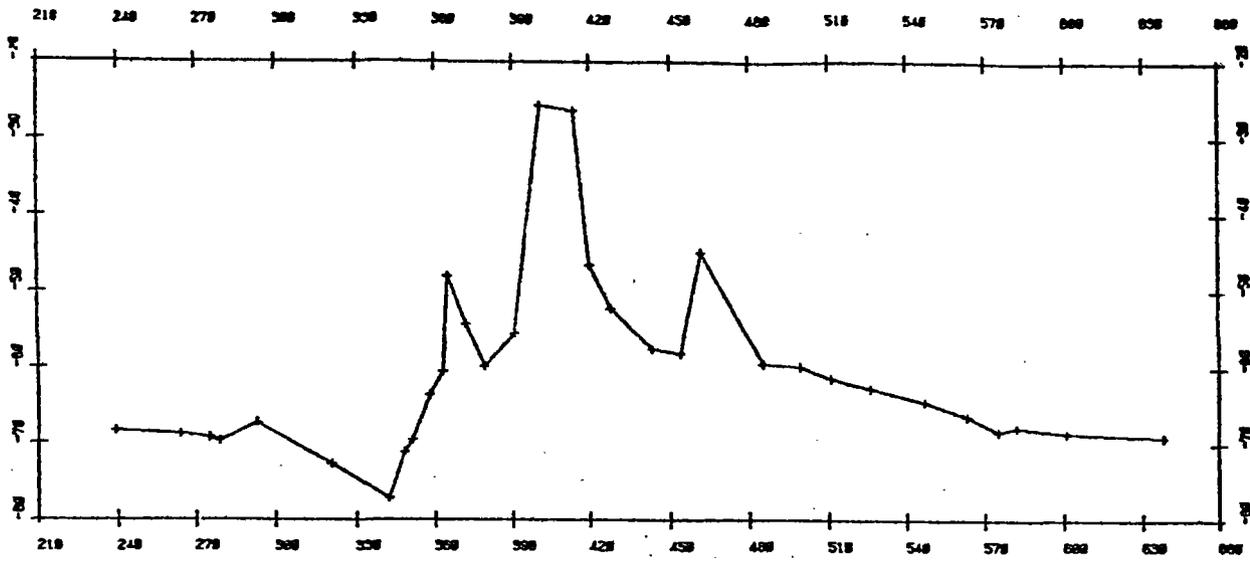
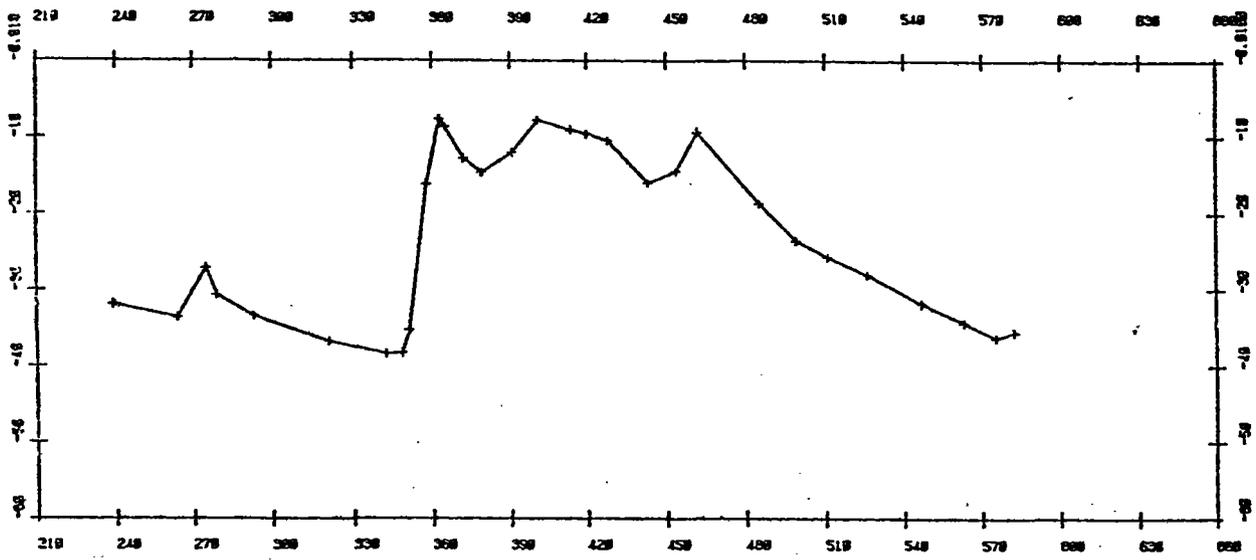


Figure I.4

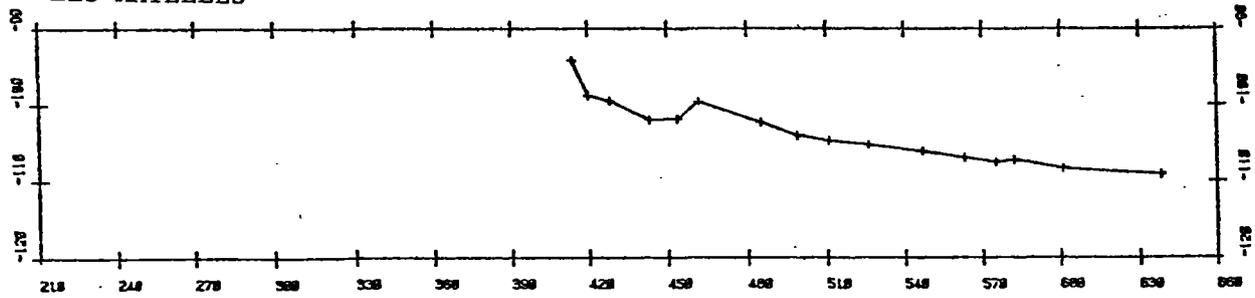




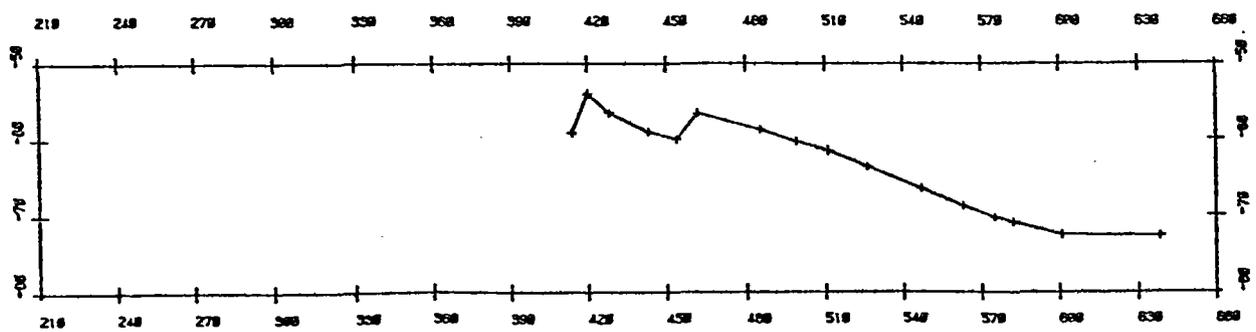
CANTAGRILS (VIOLS LE FORT)



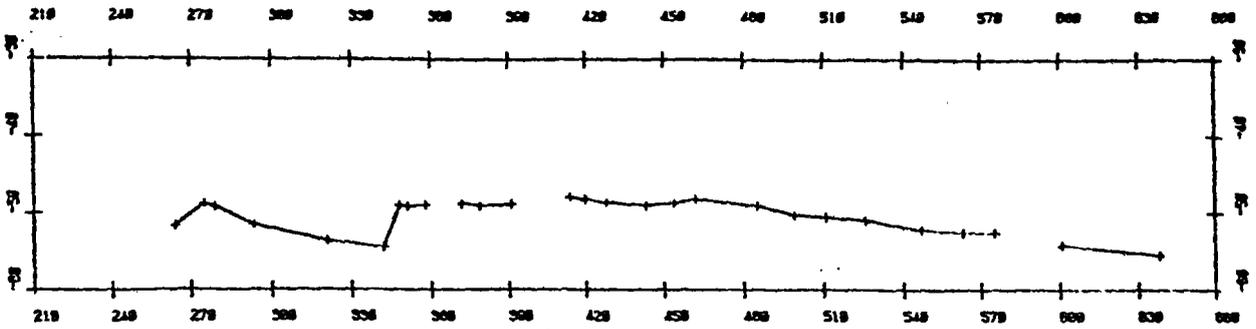
LES MATELLES



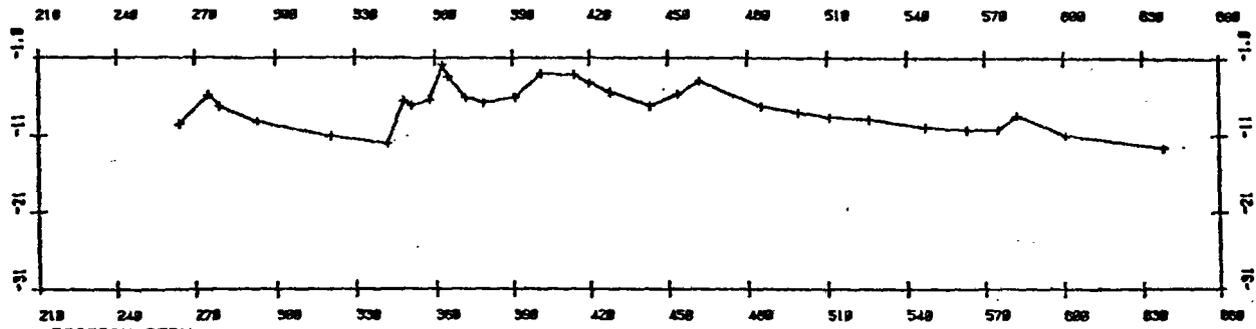
FROUZET - EGLISE



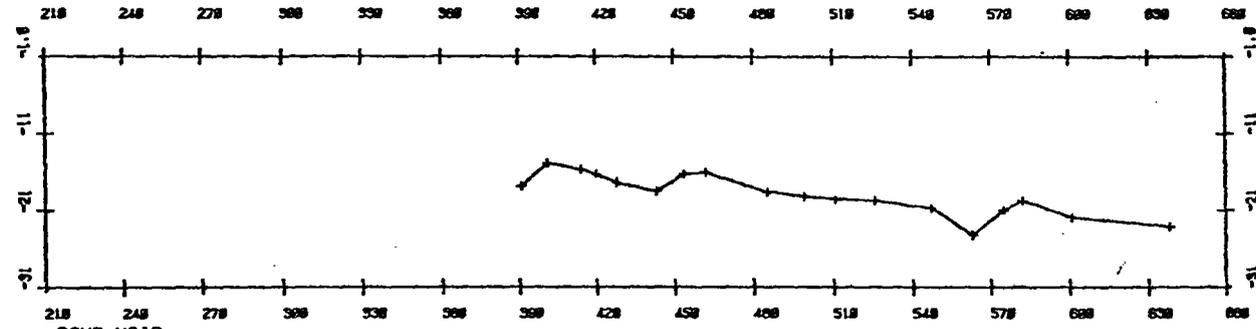
BOIS DES CHENES



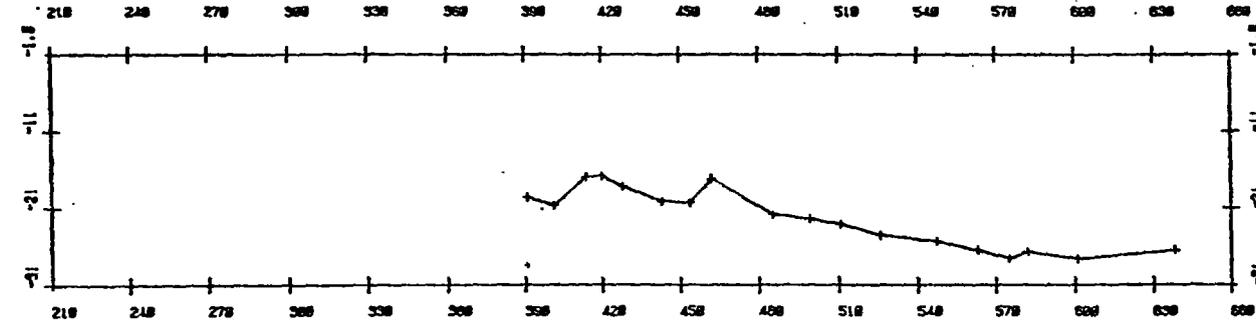
TRIADOU - SIAE



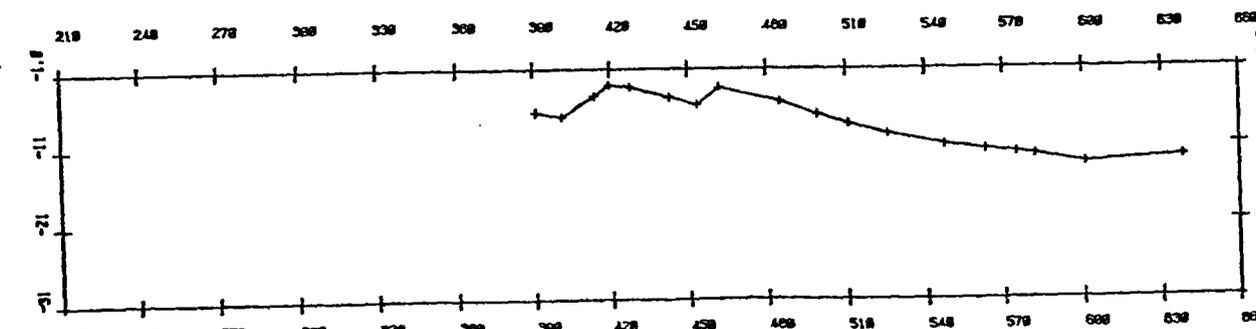
TRIADOU-CERM



GOUR-NOIR

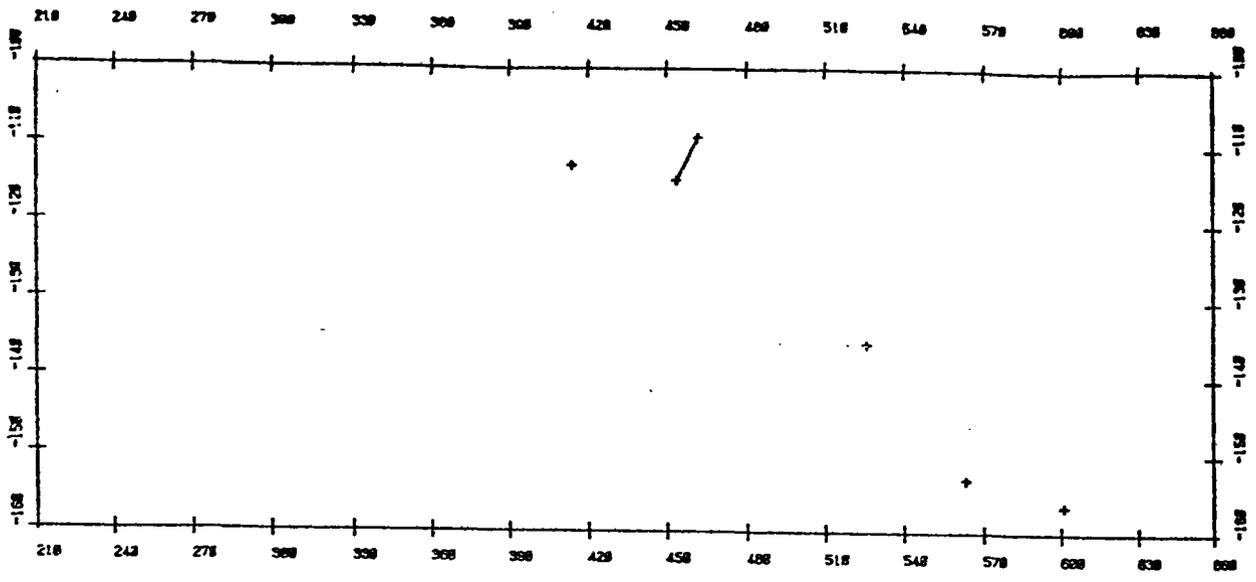


TEYRAN - CARRIERE

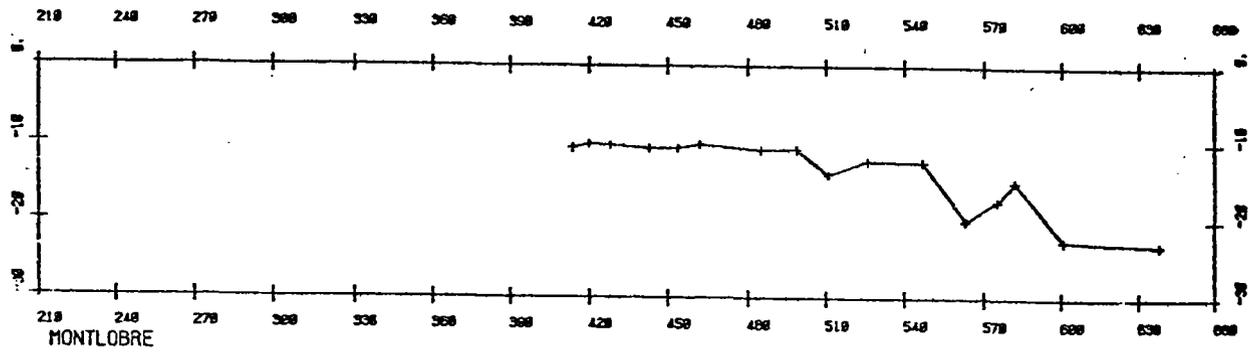


BOIS DE PEILLOU

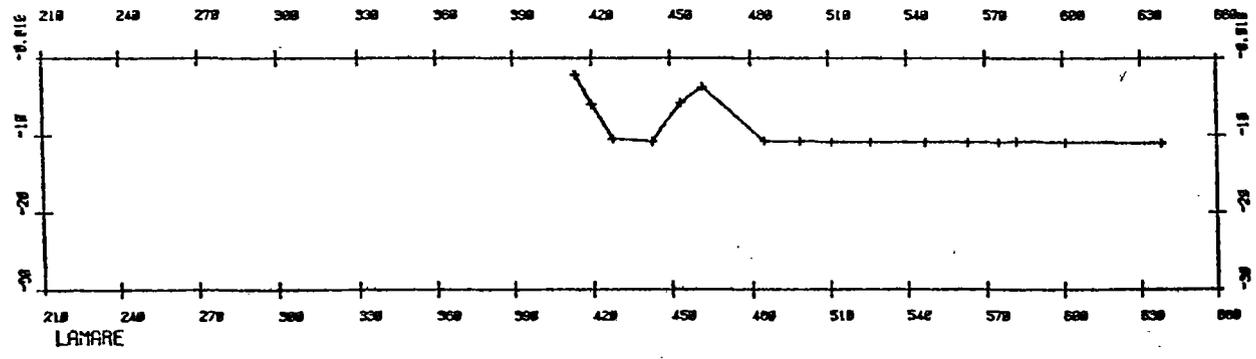
Figure I.7



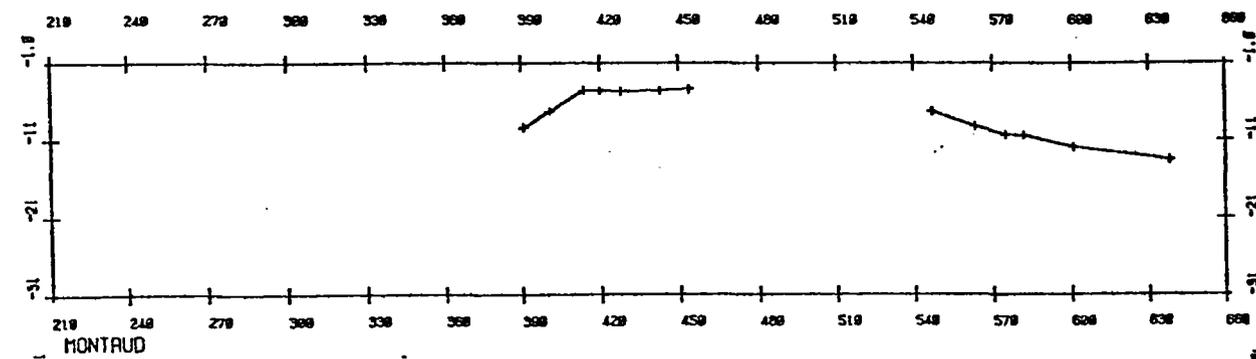
VIOLS - PATRAC



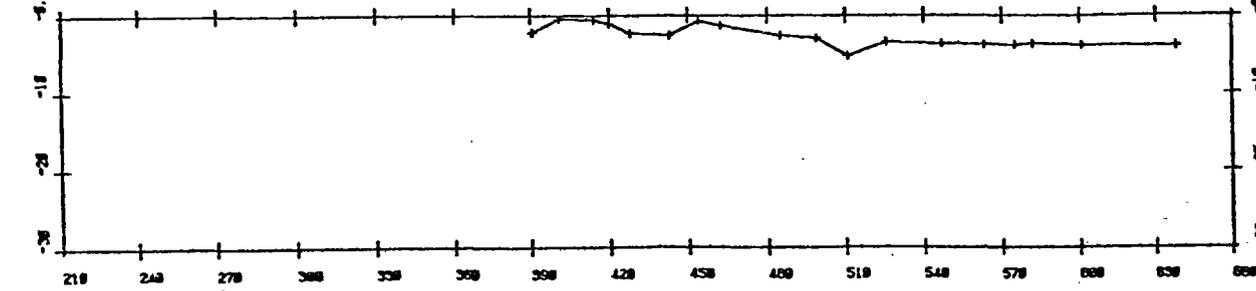
MONTLOBRE



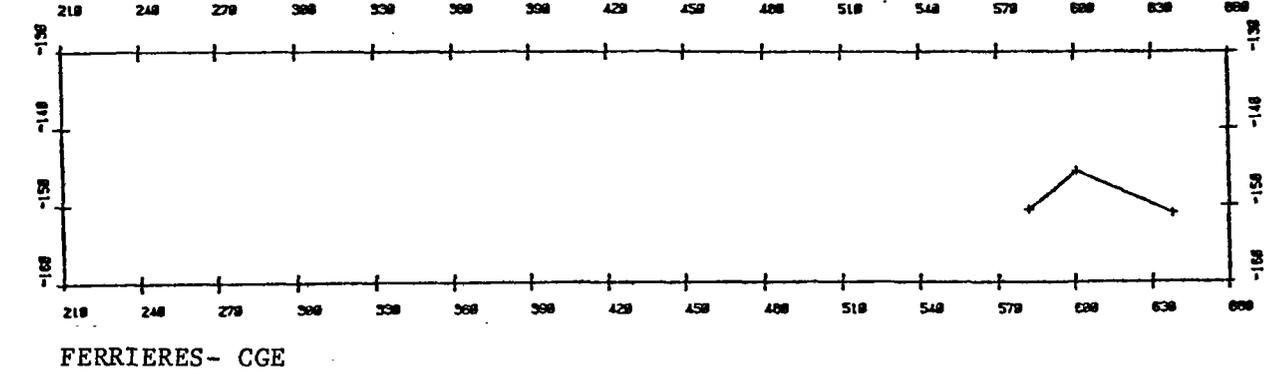
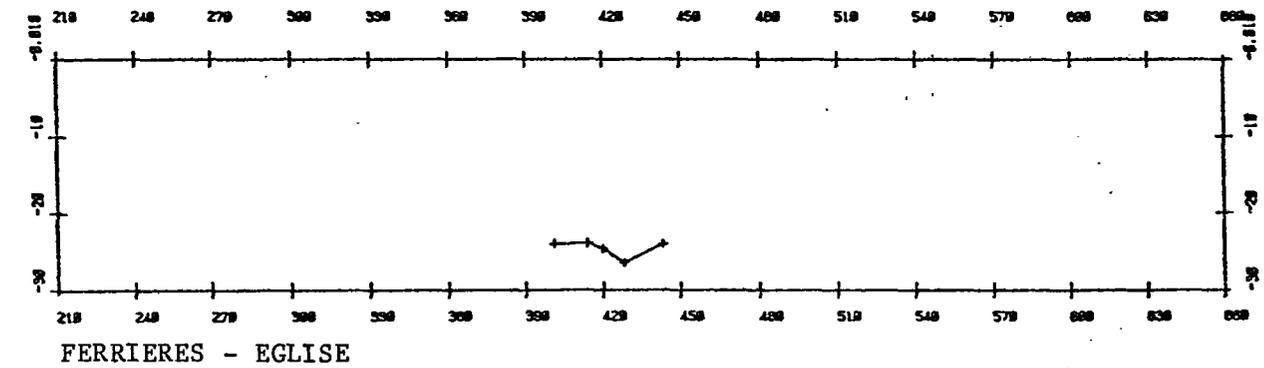
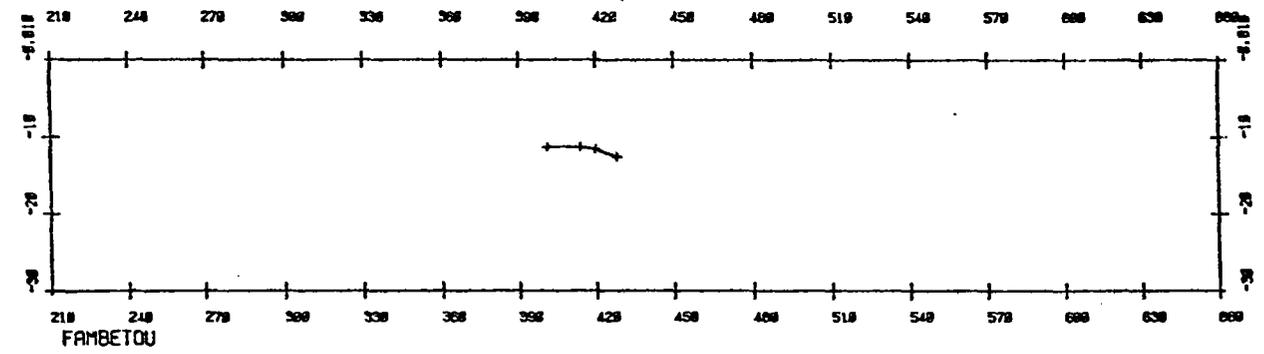
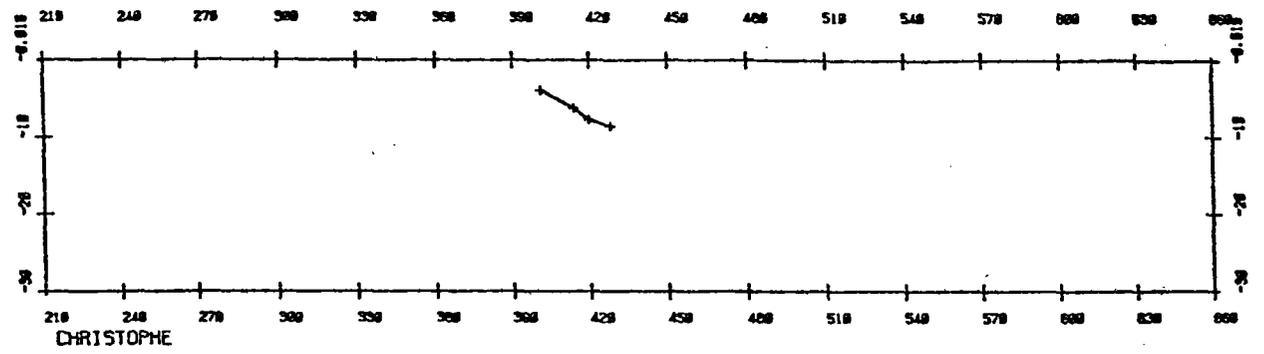
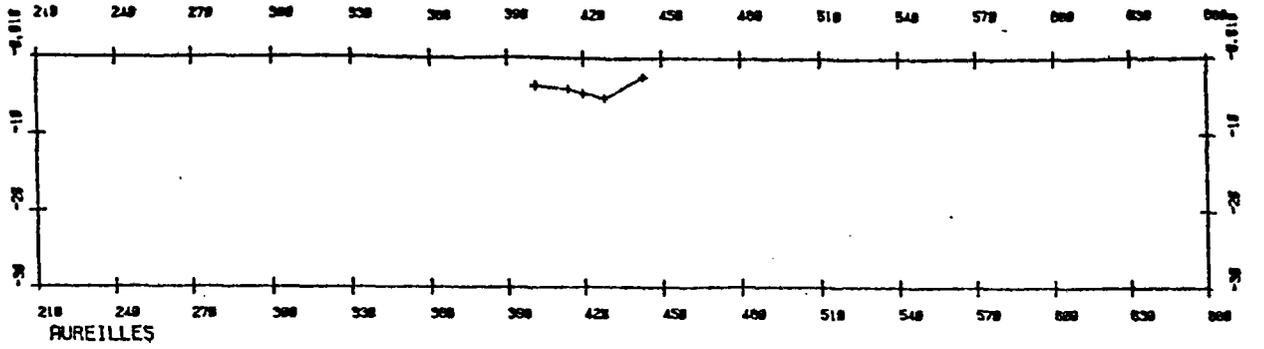
LAMARE

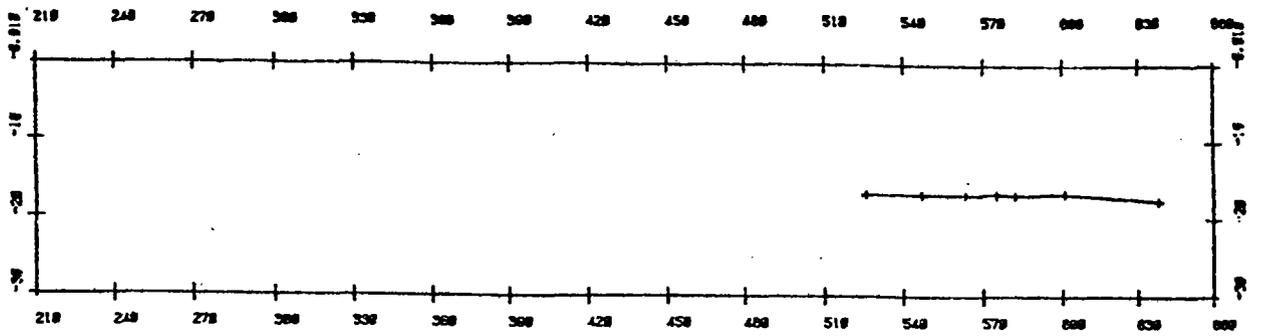


MONTAUD

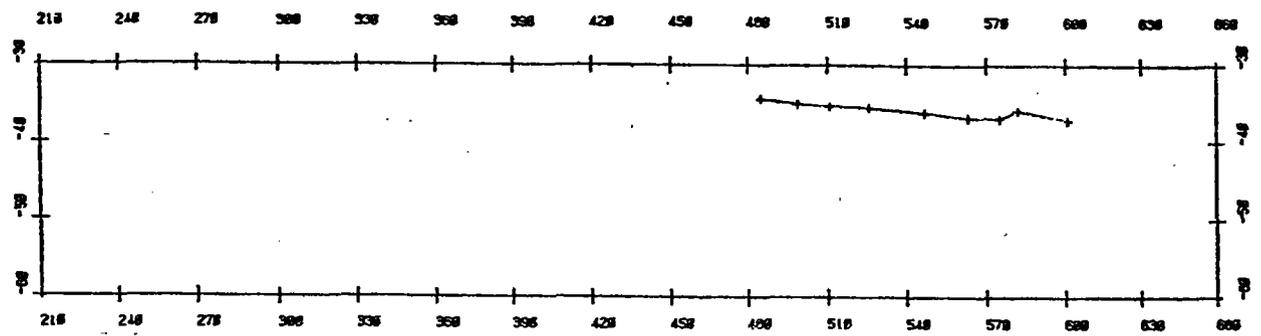


LE MAZET

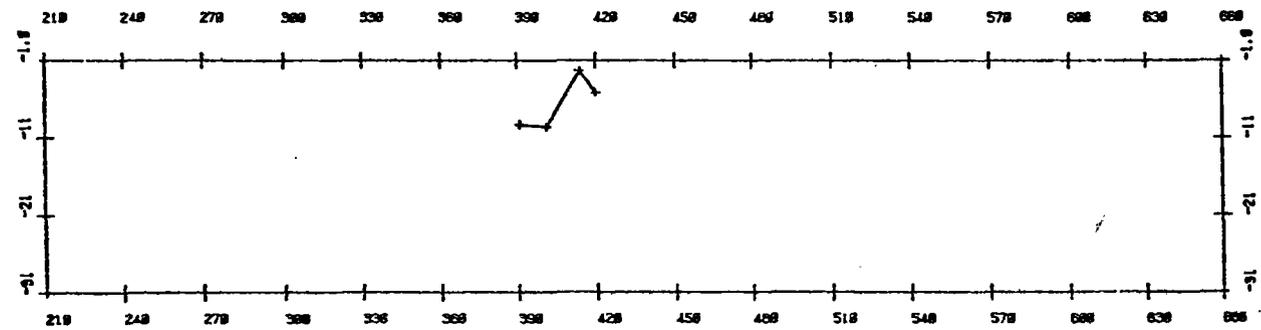




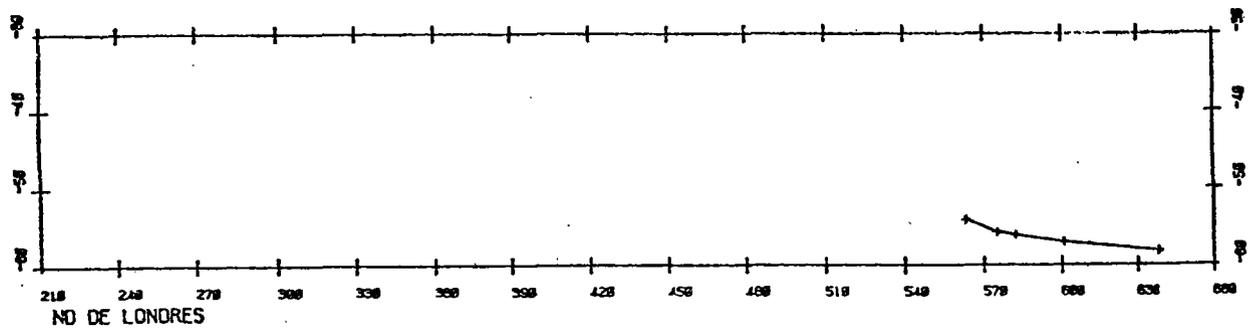
POMPIGNAN - RIEUMASSEL



MAS DE MARTIN

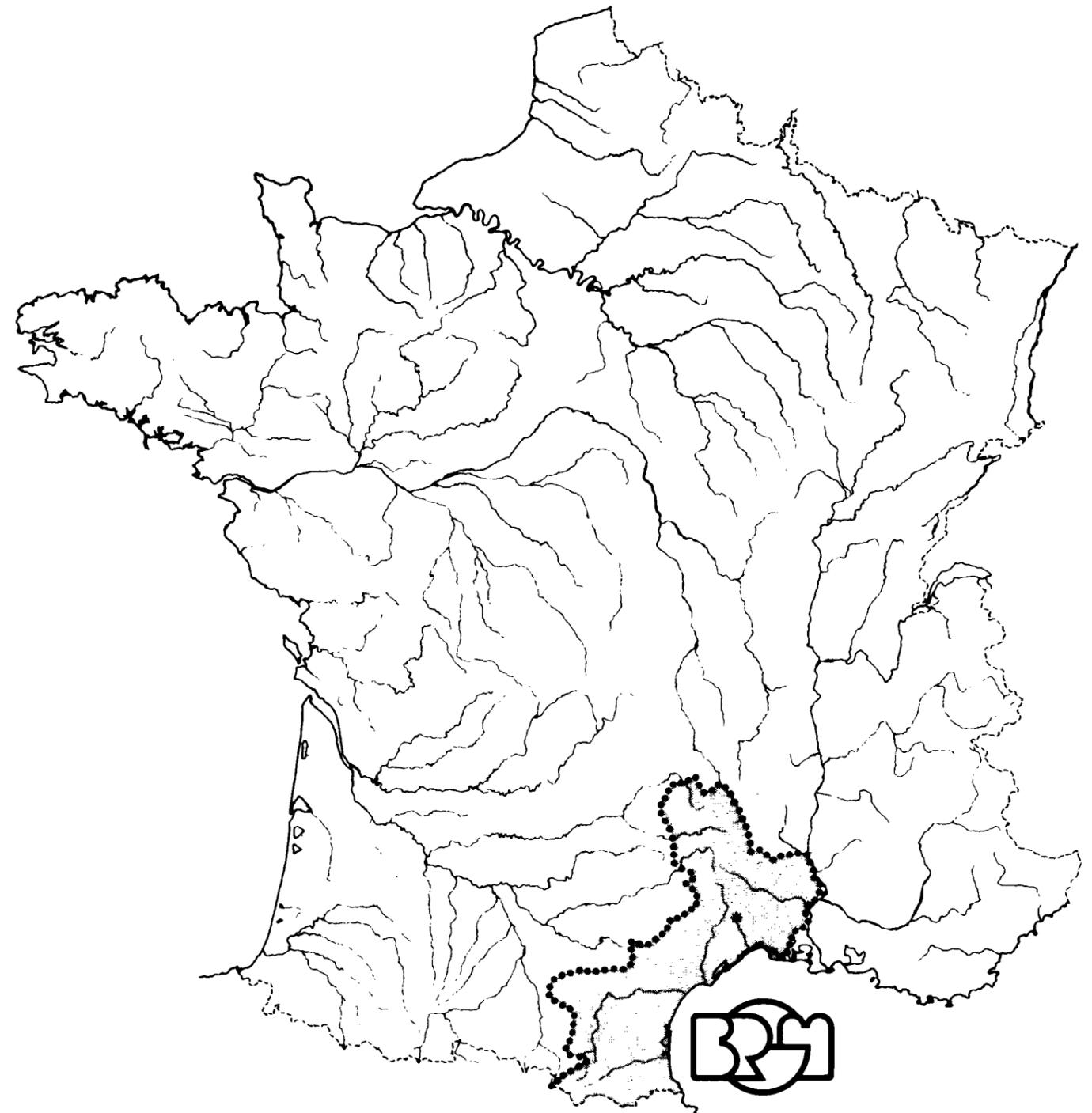


LE CRES - BEAUSEJOUR



ND DE LONDRES

DONNEES HYDROLOGIQUES (Figures II.1 à II.5)

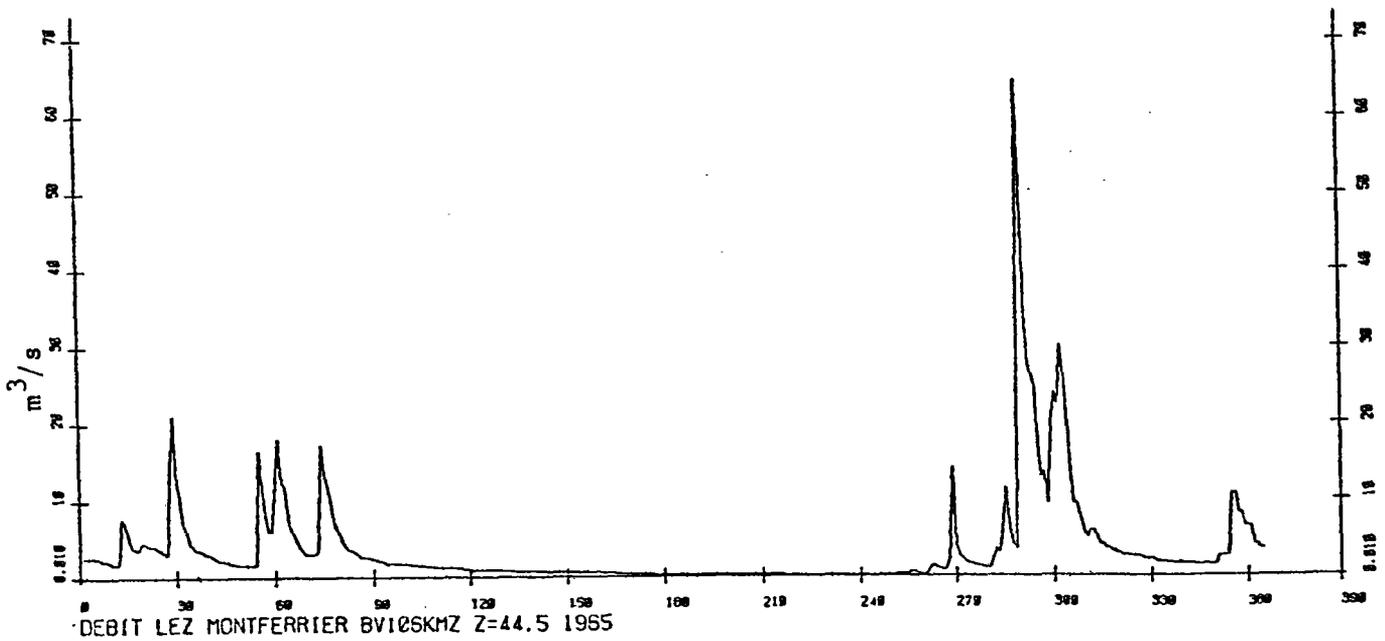
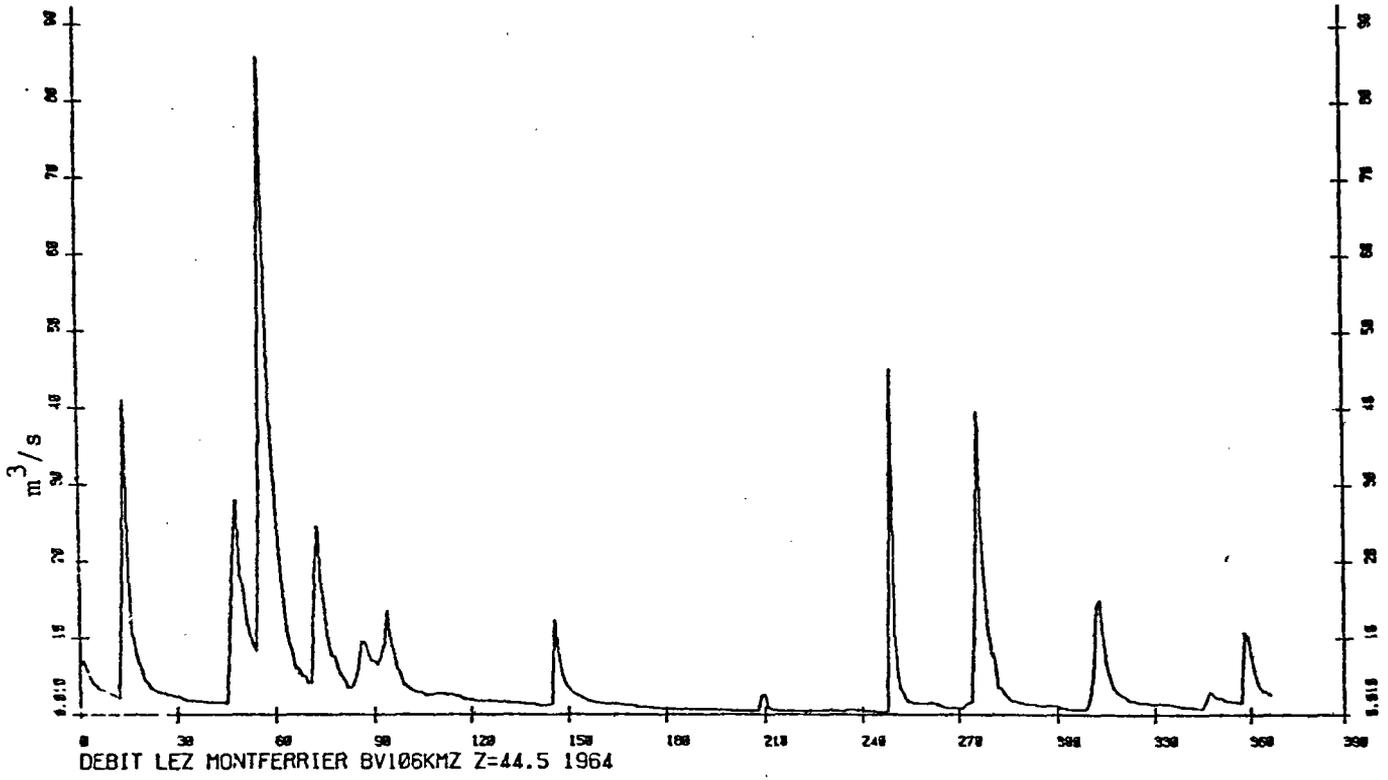
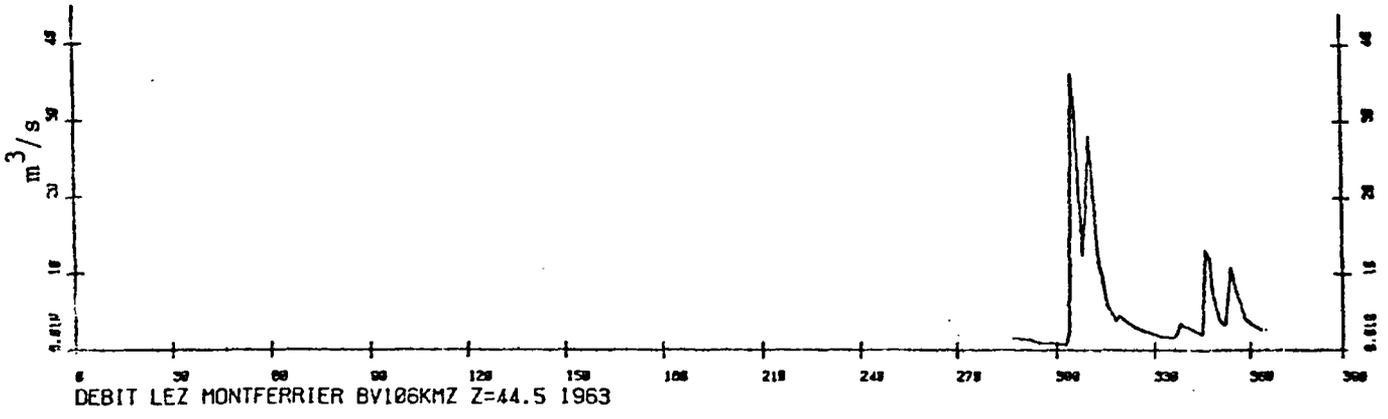


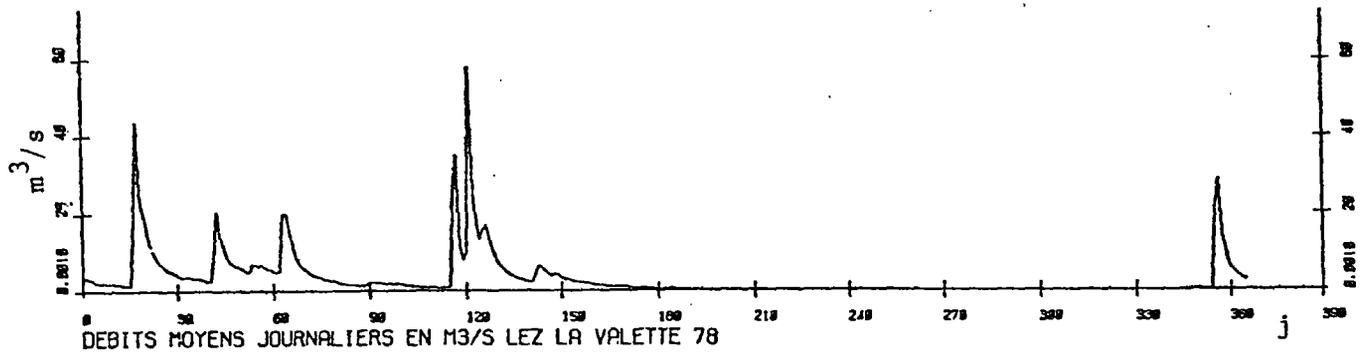
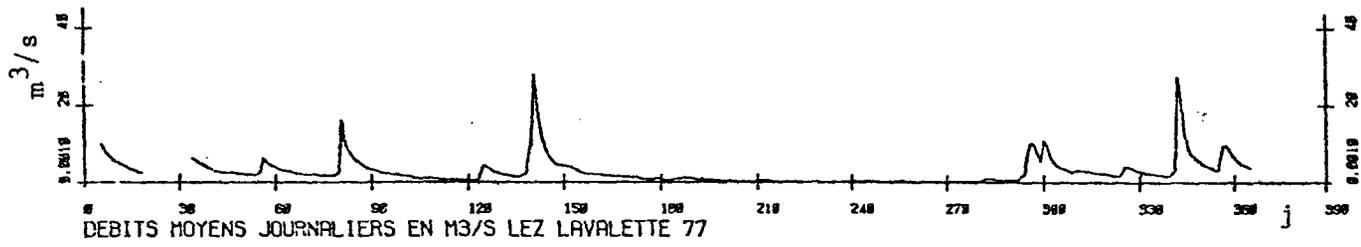
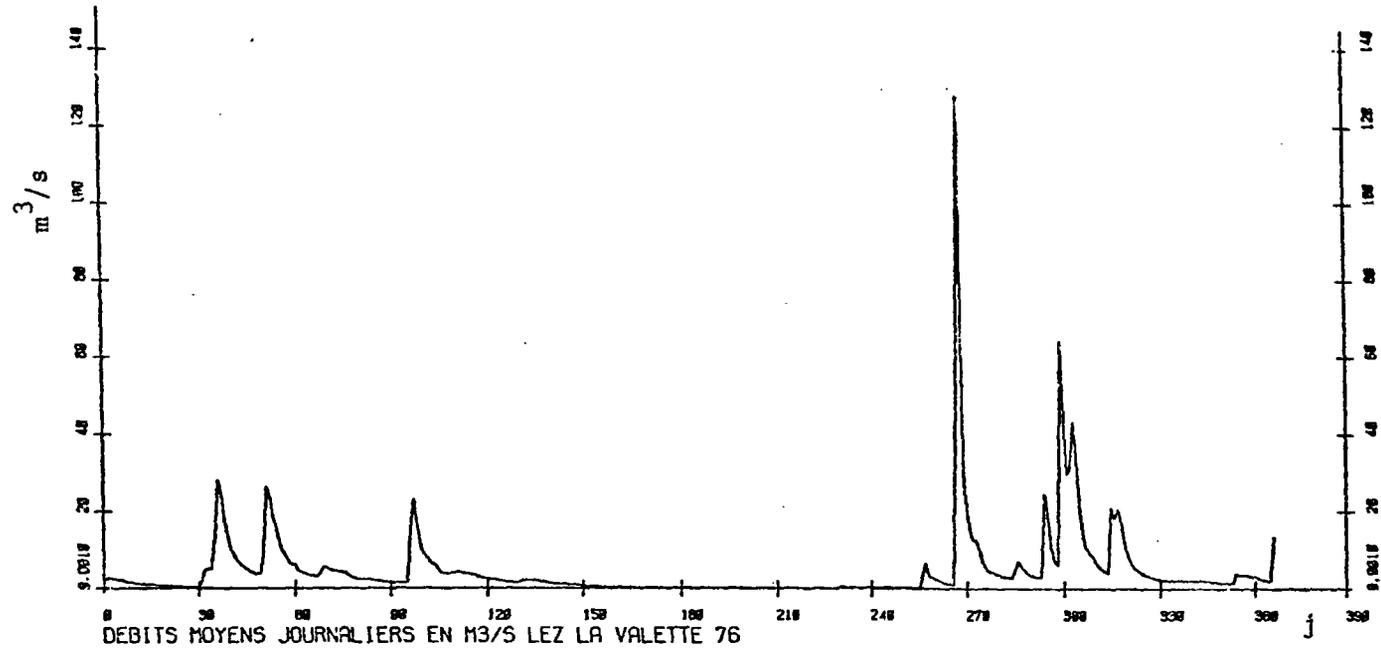
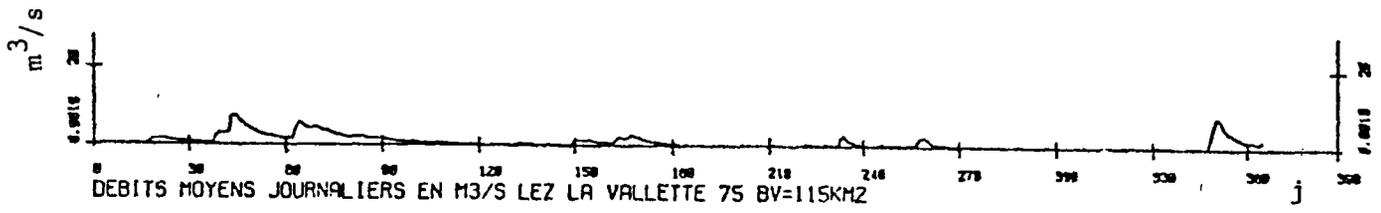
Service géologique régional LANGUEDOC – ROUSSILLON

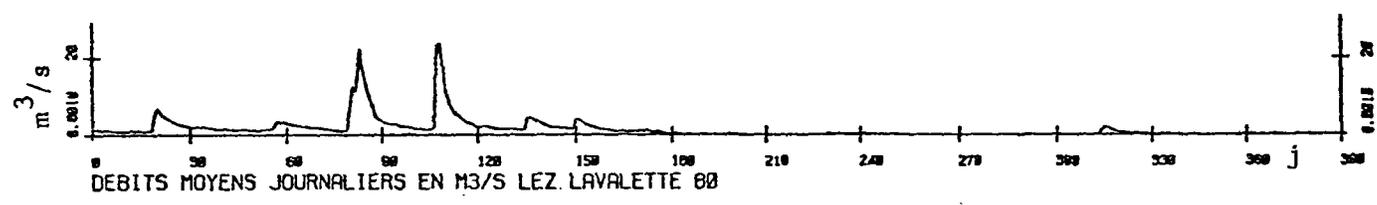
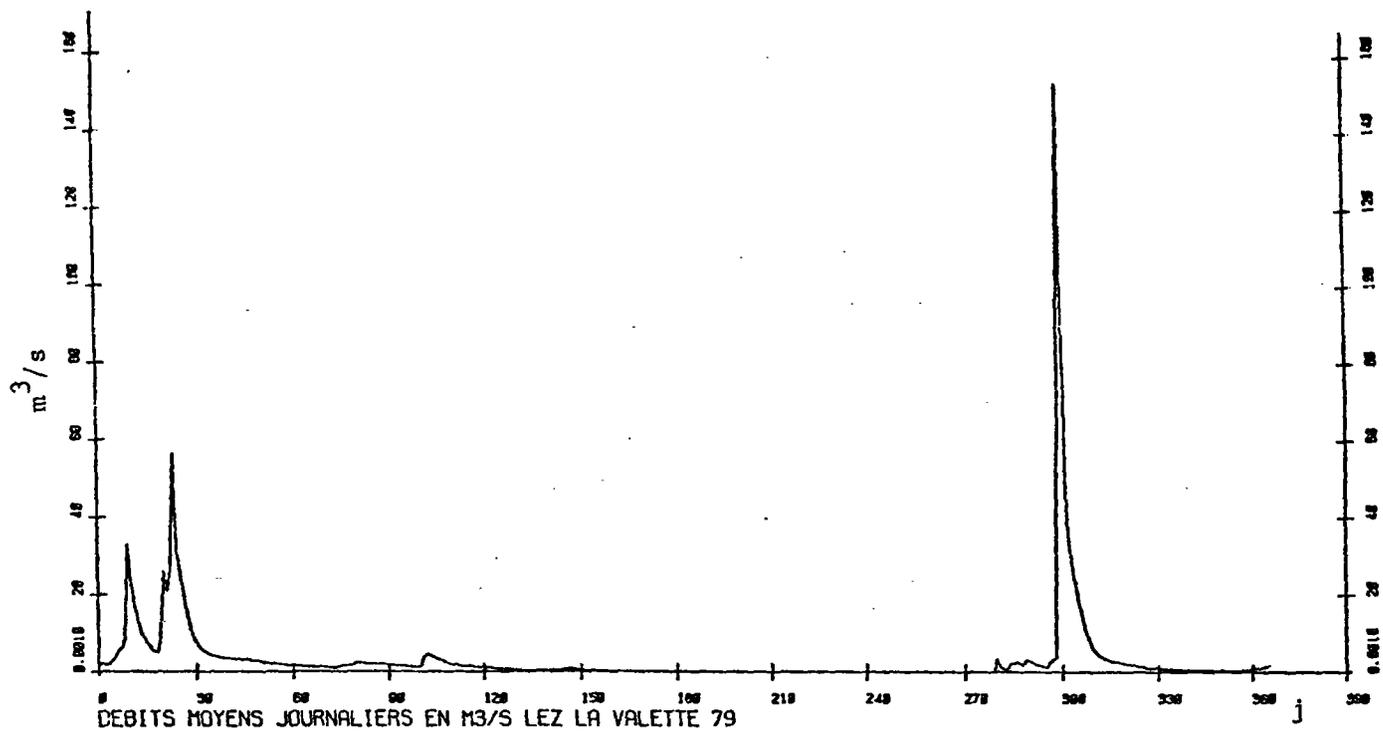
1039, rue de Pinville - 34000 Montpellier

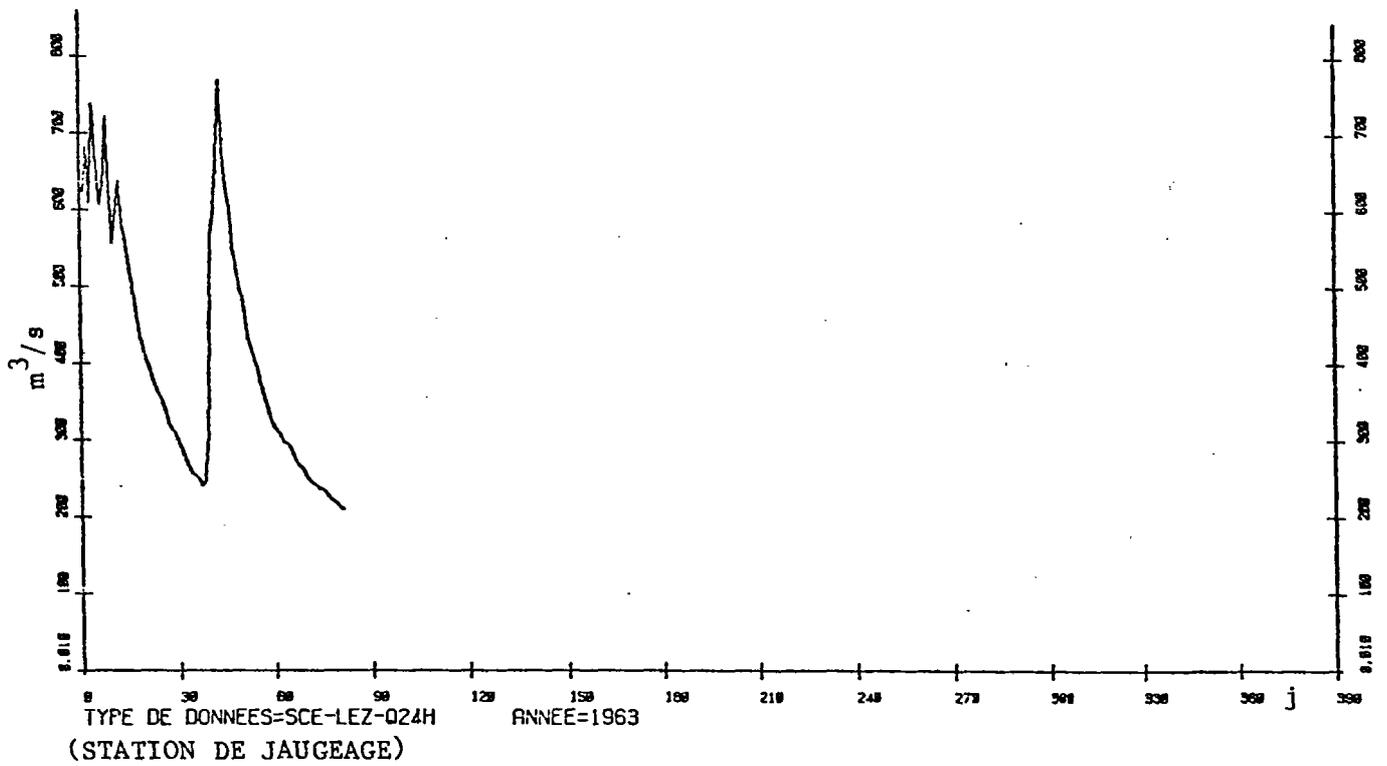
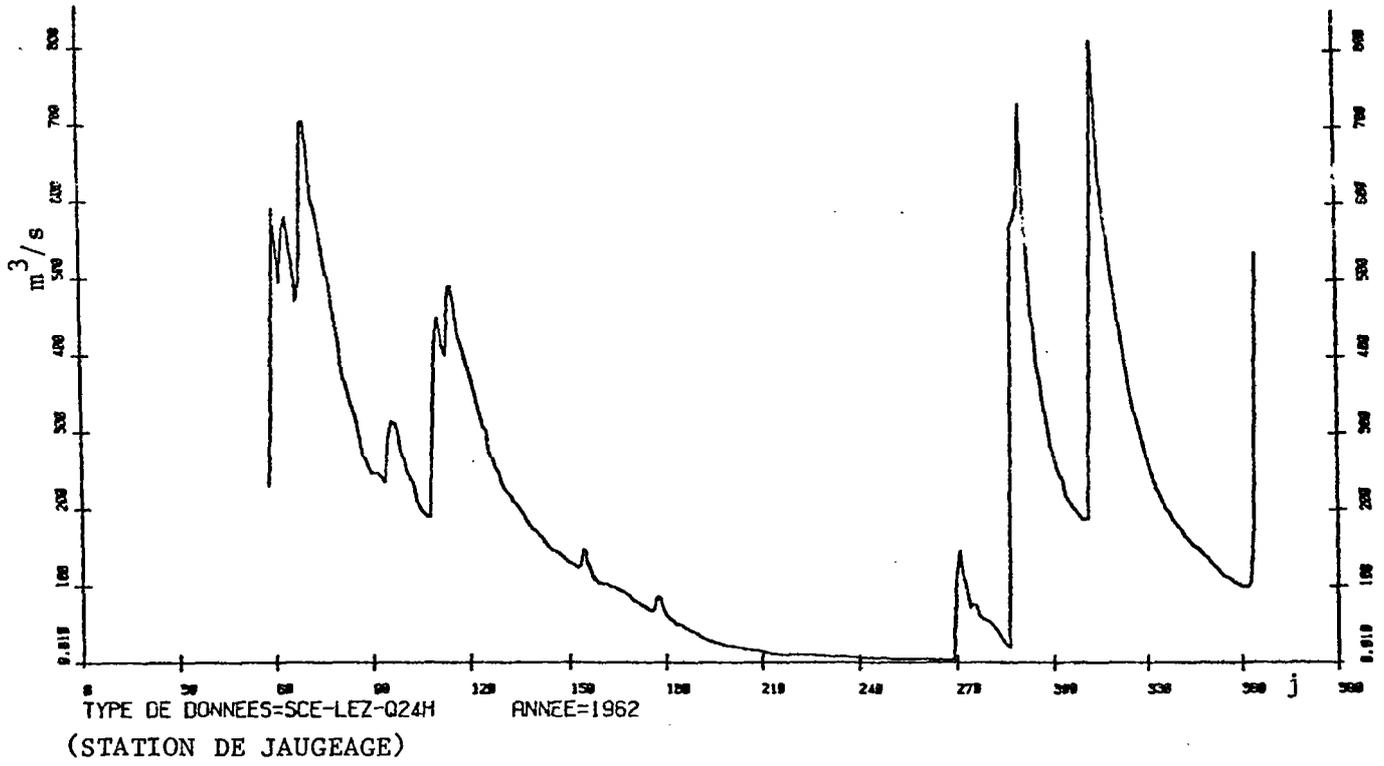
Tél.: (67) 92.93.31

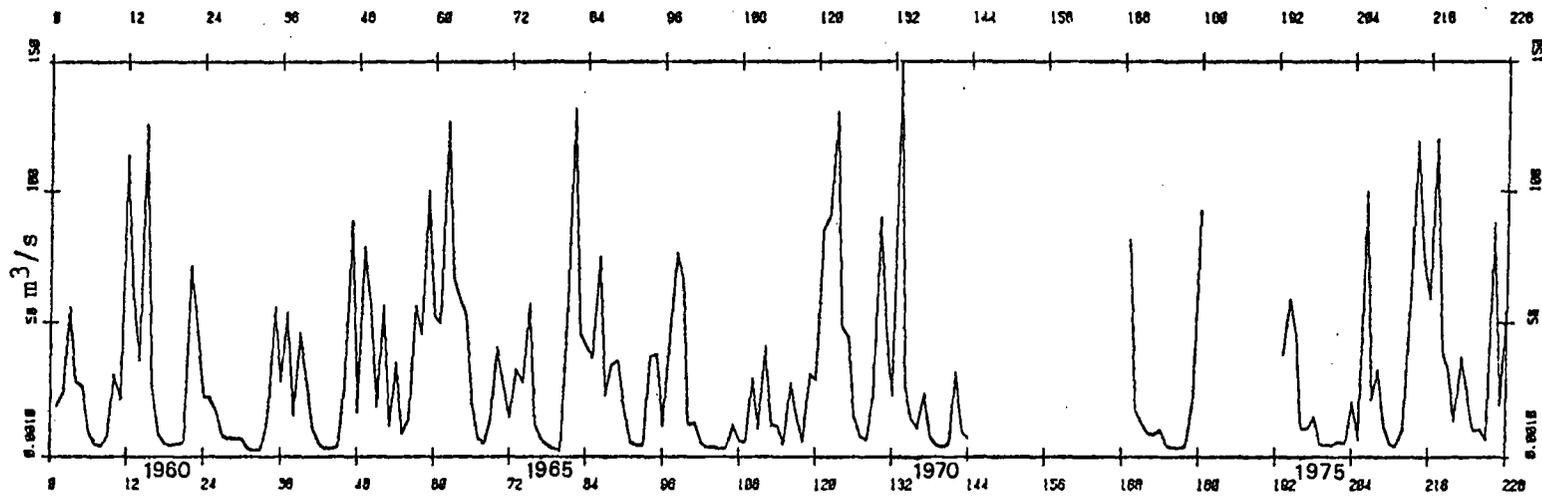
Figure II.I



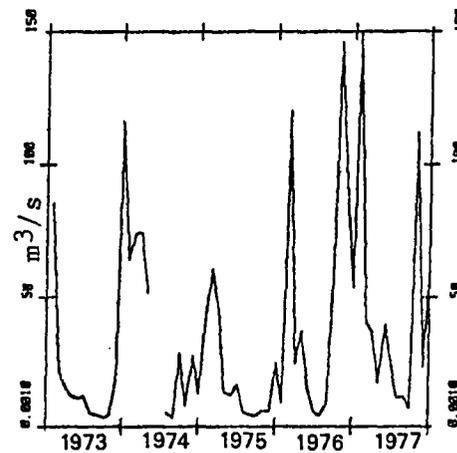








DEBIT MENSUEL A MOULIN BERTRAND (HERAULT), BV = 1090 Km², PERIODE 1959-1977



DEBIT MENSUEL A PUECHABON (HERAULT)