

Institut Sénégalais de Recherches Agricoles
(ISRA)

Institut Français de Recherche Scientifique pour le développement en Coopération
(ORSTOM)

R3S

ORSTOM

Centre de DAKAR

PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES EAUX DE NAPPE

DE LA VALLEE DE DJIGUINOUM (basse Casamance)

Bilan d'une année du suivi d'un réseau piézométrique

(juin 1988 à juin 1989)

D. BRUNET

Février 1990



1 - Introduction

Afin de mieux étudier les phénomènes d'acidité et de salure des sols de bas-fonds de Casamance, l'ORSTOM (Département Eaux Continentales) et l'ISRA (Département Systèmes Agraires) ont décidé, d'un commun accord, de renforcer les expérimentations dans la vallée de DJIGUINOUM (basse Casamance) et de fédérer ce programme de recherches aux autres actions menées sur l'étude des bas-fonds en Afrique de l'Ouest dans le cadre du R3S (*).

Cette vallée, d'une superficie de 150 hectares, est équipée d'un aménagement anti-sel. L'objectif de cette étude est de mesurer l'impact de cet aménagement sur l'écosystème de la vallée et de trouver la gestion adéquate des lâchers d'eau pour ancrer des conditions favorables à la culture du riz.

Représentative de l'ensemble des petites vallées de la région, la vallée de DJIGUINOUM est devenue un observatoire scientifique pour la recherche sur la réhabilitation des sols sulfatés acides.

Sursalée et acide (BRUNET, 1988, 1989), la vallée de DJIGUINOUM est aménagée depuis 1983; mais l'équipement anti-sel (digue et barrage) n'est devenu pleinement fonctionnel qu'à partir de l'hivernage 1988, avec l'installation d'une porte à crémaillère coulissant verticalement, en lieu et place d'une porte à batardeaux.

Un réseau piézométrique a été mis en place au mois d'avril 1988 et a été suivi pendant une année.

Ce rapport consigne les observations relatives à l'hydrodynamique de la nappe alluviale et à la qualité de son eau. Tous les résultats de terrain sont présentés sous forme de tableaux. Une première tentative d'interprétation a été réalisée en dressant des cartes du niveau piézométrique et de la distribution spatiale du pH, de la conductivité électrique et des concentrations en aluminium des eaux de la nappe.

Un ensemble de programmes basiques a été écrit par J. ALBERGEL pour la réalisation de ces cartes dont les contours et les points de mesures ont été digitalisés.

2 - Méthodologie

La vallée est équipée d'un réseau de 41 piézomètres en PVC, de 80 mm de diamètre. Ceux-ci sont disposés en une dizaine de transects parallèles, perpendiculaires à l'axe du marigot (direction SO-NE), et distants d'environ 200 mètres sur l'ensemble de la vallée (fig. 1). La répartition des piézomètres est telle que leur densité est la plus homogène possible. Selon leur situation topographique et la position de la nappe en fin de saison sèche, leur longueur souterraine varie de 2 à 4 mètres et est crépinée sur le dernier mètre.

(* R3S: Réseau de Recherches pour la Résistance à la Sécheresse (CORAF)

DESMECEAUX
BRU

De juin 1988 à juin 1989, les mesures des hauteurs piézométriques et les prélèvements en vue de déterminer les principaux paramètres de la chimie des eaux ont été effectués à un rythme mensuel.

La veille de la tournée des piézomètres, ceux-ci étaient vidangés. Vingt-quatre heures après la vidange, la hauteur de l'eau dans le piézomètre est mesurée par rapport au sommet du tube aérien. Pour vérifier que le piézomètre n'a pas bougé, la partie aérienne du tube est également mesurée. En effet, dans ces sols meubles, il arrive que des tubes soient enfoncés ou retirés par les animaux ou des curieux de passage. Le niveau de chaque point est exprimé d'abord en fonction de la surface du sol (tableau 1) et ensuite en fonction du zéro de référence (tableau 2) situé au barrage de DJILAKOUN.

Après la mesure de la nappe, un échantillon d'eau était prélevé dans chaque piézomètre, sur lequel était pratiquée la mesure du pH le jour même du prélèvement. Les mesures de la conductivité électrique (CE) et de la teneur en aluminium de ces échantillons étaient faites ensuite au laboratoire.

Des analyses d'ions majeurs ont été réalisées sur les prélèvements effectués au début (juin) et à la fin (novembre) de l'hivernage 1988 et à la fin de la saison sèche suivante (mai).

3 - Niveau statique de la nappe et de la zone inondée (fig. 2 à 14 et tableau 2)

Au début de la saison des pluies, en juin et juillet 1988 (fig. 2 et 3), les mesures effectuées dans la vallée montrent que la nappe s'écoule du bas-fond vers le plateau. Le sens de l'écoulement s'inverse en août (fig. 4), mois très pluvieux en 1988 avec 701 mm à DJILAKOUN.

La vallée s'est remplie au cours de ce mois et en septembre pour atteindre une surface maximale d'inondation de 88 % à la fin de ce dernier mois (fig. 5). L'existence de diguettes dans le haut et en bordure du bas-fond ont accéléré la submersion. Des vidanges répétées au barrage, ont permis de ne pas dépasser ce niveau d'inondation.

Sous l'effet de l'évaporation et de l'infiltration, la zone inondée a régressé (fig. 6 et 7). En décembre 1988 (fig. 8), deuxième mois de la saison sèche, 38 % de la superficie de la vallée étaient encore noyés.

De janvier à mai 1989 (fig. 9 à 13), la nappe du plateau n'a cessé de s'écouler vers le bas-fond. Ensuite, l'on observe, de nouveau, une inversion du sens d'écoulement en juin 1989 (fig. 14).

4 - Principales caractéristiques chimiques des eaux de nappe (fig. 15 à 27 et tableaux 3, 4, 5)

Pour chaque paramètre mesuré mensuellement, les valeurs ont été réparties en trois classes, fonction de la contrainte qu'elles représentaient pour le milieu. Ainsi, les sols les plus acides ont été regroupés dans la classe $\text{pH} < 3,5$ et les moins acides dans la classe $\text{pH} > 5,5$. La classe 3,5 à 5,5 représente des conditions d'acidité intermédiaires.

Ceci a permis de réaliser, pour chaque caractéristique, une carte mensuelle où le figuré quadrillé désigne la contrainte la plus forte.

4-1- L'acidité des eaux de nappe

La relation pH faible-taux d'aluminium élevé, mise en évidence pour les sols de la vallée (BRUNET, 1989), se confirme à l'observation des cartes monoparamétriques.

De même, se confirme la localisation de l'acidité la plus élevée dans la zone est de la vallée.

4-1-1- Le pH

Le pH de la nappe est inférieur à 3,5 dans la majeure partie de la vallée, principalement d'août à décembre, avec un pic en septembre et octobre (fin de l'hivernage) où plus de 80 % des eaux de nappe sont très acides.

A contrario, l'hyperacidité diminue en superficie en saison sèche, et n'occupe en mai que la partie orientale du bas-fond, soit moins de 50 % de sa surface totale.

4-1-2- L'aluminium

Aux pH faibles correspondent des eaux aluminiques, où les plus forts taux en aluminium (> 200 mg/l) se concentrent dans des poches situées dans l'est de la vallée.

C'est en milieu de saison sèche, au mois de mars, que la zone aux eaux de nappe aluminiques (> 50 mg/l) est la plus réduite.

Cette forte corrélation entre les zones acides et les zones à forte concentration en aluminium confirme l'étude faite sur les principaux caractères chimiques des sols de la vallée (BRUNET, 1989).

4-2- La salinité des eaux de nappe

Les cartes de conductivité électrique (CE exprimée en millisiemens/cm) montrent le rôle primordial joué par le marigot dans la diffusion de la salinité dans la vallée avant l'installation d'un aménagement anti-sel.

Jusqu'à la mise en place de celui-ci, la Casamance, se transformant en ria en saison sèche, n'a cessé d'apporter par l'intermédiaire du marigot les sels de la mer, qui se sont peu à peu accumulés dans le bas-fond.

Les eaux de nappe dans la zone enveloppant ce défluent présentent des CE supérieures à 50 mS/cm, donc plus élevées que celle de l'eau de mer (46 mS/cm).

La diffusion saline s'effectue, ensuite, de part et d'autre du marigot. Seules les eaux de nappe du haut de la vallée et proches du plateau sont peu ou pas salées, avec une CE inférieure à 10 mS/cm, qui est le seuil de tolérance maximale du riz.

En outre, nous constatons que, contrairement aux caractères précédents (pH et Al) dont les zones d'extension fluctuent selon les saisons, l'hivernage n'a que peu d'incidence sur les concentrations salines en profondeur et sur leur répartition spatiale. Que ce soit à la fin de la saison sèche (mai) ou à la fin de la saison des pluies (octobre), l'aire occupée par les eaux très salées (> 50 mS/cm) varie peu. Le lessivage des sels par les eaux météoriques

ne concerne que la frange superficielle du sol, à savoir les 20 ou 30 premiers centimètres (BARRY et al, 1985).

5 - La composition ionique des eaux de nappe

En étudiant la répartition des ions majeurs dans les eaux de nappe (tableaux 6, 7, 8) de la zone salée, dont la CE est supérieure à 10 mS/cm et qui concerne 23 piézomètres, nous dégagons plusieurs conclusions concernant:

- d'une part les anions:

- les chlorures représentent 80 à 85 % des anions,
- les sulfates avec 15 à 20 % ont un pourcentage plus élevé que celui de l'eau de mer qui est de 10 % environ.

- d'autre part les cations

- le sodium représente 70 à 75 % des cations,
- le magnésium 20 %, soit des proportions proches de celles de l'eau de mer.

Les eaux de nappe sont donc chlorurées sodiques pour la zone concernée.

Comme le montre le tableau ci-dessous, ces pourcentages ont peu fluctué au cours de l'année considérée, bien que l'hivernage 1988 ait été marqué par la pluviométrie la plus élevée de ces dernières années en Casamance, avec 1410 mm à DJILAKOUN.

	juin 88	nov. 88	mai 89
Cl-/anions %	84	82	86
SO4=/anions %	16	18	14
Na+/cations %	72	74	73
Mg++/cations %	21	19	19

Toujours dans cette même zone salée (CE > 10 mS/cm), si on prend en compte le rapport ion/Cl-, qui a l'avantage de présenter les variations des ions par rapport à l'eau de mer et qui a déjà été utilisé antérieurement (MARIUS, 1985), on a le tableau suivant:

	juin 88	nov. 88	mai 89
Na+/Cl-	0.93	0.91	0.87
SO4=/Cl-	0.19	0.24	0.17
Mg++/Cl-	0.27	0.28	0.22
Ca++/Cl-	0.068	0.055	0.064

Comme pour les pourcentages ion/anions et cations, ces critères ont peu évolué dans le même laps de temps, et sont légèrement supérieurs à ceux de l'eau de mer pour le sodium et le magnésium (respectivement de 0.85 et 0.2 dans l'eau de mer).

Avec une proportion en sulfates et en calcium plus élevée que dans l'eau de mer, surtout dans la zone salée intermédiaire (CE: 10-50 mS/cm), les rapports SO_4^{2-}/Cl^- et Ca^{++}/Cl^- sont près de 2 fois ceux de celle-ci (0.1 et 0.036 dans l'eau de mer).

6 - Conclusion

L'étude des niveaux statiques de la nappe a montré qu'au cours de l'hivernage 1988 la remontée de la nappe du bas-fond est assez rapide et suit les premières pluies. Jusqu'au mois de juillet, elle présente un dôme dans l'axe de la vallée et semble indiquer un écoulement vers le plateau. Cette tendance s'inverse à partir des mesures d'août. Il apparaît indispensable de mieux connaître les relations entre nappe de plateau et nappe de bas-fond; pour cela, deux transects de piézomètres ont été prolongés et cinq puits villageois ont été ajoutés aux dispositifs de mesures pour la campagne 1989.

Le niveau d'inondation au casier d'essai rizicole, installé au début de l'hivernage, est resté très haut et n'a pas permis une conduite correcte de l'essai agronomique. L'ouverture d'une seule vanne ne permet pas un contrôle suffisant de la nappe d'inondation. Pour la campagne 1989, deux vannes supplémentaires ont été mises en place.

Les mesures de conductivité des eaux de nappe montrent une forte salinité des eaux souterraines, surtout dans l'axe du marigot. Il apparaît donc primordial d'évacuer l'eau en créant un phénomène de «chasse». Les vidanges du début de saison des pluies, lorsque le niveau statique de la nappe d'inondation est inférieur à celui du battement de la marée, sont très importantes pour le lessivage des sels en surface, d'où l'intérêt de disposer des capacités maximales d'évacuation pendant le temps des marées basses.

Une campagne de mesures hydrologiques et de suivi de la qualité des eaux de surface a été organisée pour 1989 afin de bien connaître les quantités d'eau évacuées et, avec elles, les quantités de sels.

L'observation des cartes de qualité chimique des eaux de la nappe montre que les zones les plus propices à la réhabilitation agricole se situent en bordure du bas-fond, notamment dans la partie ouest, et dans le haut de la vallée. En effet, tout au long de la saison de culture, le niveau de la nappe d'inondation est favorable, le pH et la salinité restent dans les limites de la compatibilité avec la riziculture. Il est à noter que l'essai rizicole est situé dans un milieu naturel à fortes contraintes.

La toxicité par les ions métalliques est très importante sur les terres inondées en rive gauche du marigot (présence d'efflorescences de sulfates d'aluminium en saison sèche). Les eaux y sont plus acides.

L'expérience de l'année 1988 montre que la répétition mensuelle d'observations sur l'ensemble du dispositif n'est pas indispensable. En 1989-90, les mesures seront ramenées à une fréquence trimestrielle, mais restent mensuelles sur les deux transects.

BIBLIOGRAPHIE

- BARRY (B.), POSNER (J.), 1985 - Suivis des zones salées en basse Casamance. Deuxième table ronde sur les barrages anti-sel en basse Casamance. Djibélor, 12-15 juin 1985.

- BRUNET (D.), 1988 - Etude pédologique de la vallée de DJIGUINOUM (basse Casamance). ORSTOM Dakar, multigr. 41 p. + 2 cartes.

- BRUNET (D.), 1989 - Evaluation des surfaces dégradées de la vallée de DJIGUINOUM (basse Casamance) en mars 1988 à l'aide de cartes monoparamétriques. ORSTOM Dakar, multigr. 9 p. + 9 cartes.

- MARIUS (C.), 1985 - Mangroves du Sénégal et de la Gambie. Editions de l'ORSTOM.

SOMMAIRE

- 1 - Introduction
- 2 - Méthodologie
- 3 - Niveau statique de la nappe et de la zone inondée
- 4 - Principales caractéristiques chimiques des eaux de nappe
 - 4-1 - L'acidité des eaux de nappe
 - 4-1-1 - Le pH
 - 4-1-2 - L'aluminium
 - 4-2 - La salinité des eaux de nappe
- 5 - La composition ionique des eaux de nappe
- 6 - Conclusion

Tab. 1 Vallée de Djiguinoum
Variations mensuelles en cm de la nappe / surface du sol

piézo	06-00	07-00	08-00	09-00	10-00	11-00	12-00	01-09	02-09	03-09	04-09	05-09	06-09
P 1	-103	-67	57	50	30	29	19	7	-30	-67	-94	-120	-70
P 2	-175	-160	17	20	10	-41	-50	-80	-105	-120	-147	-170	-159
P 3	-52	-40	30	40	35	23	7	-23	-56	-64	-86	-120	-50
P 4	-94	-67	40	49	37	20	19	-46	-50	-70	-105	-96	-71
P 5	-160	-142	13	17	0	-12	-40	-65	-86	-111	-132	-164	-124
P 6	-141	-60	39	47	40	30	24	-1	-43	-80	-109	-135	-111
P 7	-99	-63	34	46	39	20	25	-37	-54	-64	-71	-93	-69
P 8	-150	-135	-5	14	-11	-36	-60	-90	-109	-126	-136	-154	-139
P 9	-196	-177	-8	0	0	4	-21	-51	-81	-91	-119	-141	-126
P 10	-100	-70	15	21	11	4	-10	-49	-63	-73	-84	-103	-65
P 11	-57	-60	19	31	20	11	-6	-49	-75	-89	-94	-112	-69
P 12	-179	-167	-12	-17	-64	-106	-120	-120	-142	-140	-163	-181	-172
P 13	-144	-122	10	14	14	-6	-43	-62	-73	-92	-111	-133	-109
P 14	-156	-144	7	16	11	7	-29	-60	-83	-84	-103	-130	-113
P 15	-121	-72	44	26	23	16	3	-67	-82	-80	-103	-126	-89
P 16	-37	-20	79	50	57	45	36	25	-17	-49	-60	-97	-37
P 17	-76	-61	32	29	30	25	3	-17	-46	-72	-86	-111	-53
P 18	-105	-177	-6	-17	-54	-104	-119	-132	-145	-149	-153	-172	-152
P 19	-140	-119	3	13	-1	-24	-55	-76	-85	-110	-119	-135	-106
P 20	-07	-67	42	23	19	15	8	-62	-83	-83	-96	-108	-69
P 21	-52	-36	65	50	40	40	26	0	-30	-40	-59	-89	-40
P 22	-146	-111	5	15	3	-7	-22	-72	-86	-114	-129	-146	-117
P 23	-120	-02	59	35	30	30	17	-4	-47	-69	-80	-127	-101
P 24	-76	-56	77	51	56	51	45	21	-25	-60	-80	-121	-69
P 25	-109	-75	44	21	22	15	15	-39	-85	-101	-107	-139	-101
P 26	-105	-79	49	26	29	20	4	-42	-60	-70	-84	-105	-87
P 27	-67	-47	60	30	35	21	19	-30	-57	-75	-90	-116	-69
P 28	-145	-131	19	0	-41	-73	-64	-92	-112	-126	-130	-156	-147
P 29	-154	-144	11	14	-1	-14	-26	-53	-65	-92	-116	-145	-131
P 30	-252	-240	-21	-25	-50	-102	-116	-160	-101	-146	-206	-229	-229
P 31	-123	-120	44	24	26	25	18	-67	-77	-83	-92	-116	-109
P 32	-52	-50	46	30	31	20	10	-17	-79	-91	-115	-132	-87
P 33	-200	-103	23	2	4	-10	-24	-57	-91	-110	-129	-161	-144
P 34	-169	-145	31	3	5	-27	-37	-67	-93	-100	-120	-155	-142
P 35	-164	-155	7	0	-27	-77	-99	-117	-124	-140	-155	-170	-157
P 36	-167	-163	3	10	0	-85	-107	-120	-134	-139	-145	-165	-159
P 37	-189	-175	10	23	5	-68	-94	-120	-120	-141	-145	-182	-173
P 38	-179	-140	39	45	29	1	-35	-67	-86	-106	-137	-187	-190
P 39	-176	-132	20	21	4	-49	-60	-73	-91	-107	-124	-149	-150
P 40	-190	-193	2	13	-0	-80	-92	-113	-122	-132	-151	-160	-163
P 41	-321	-335	-4	-6	-52	-124	-129	-150	-101	-202	-221	-263	-251

- indique les cotes souterraines

Tab. 2 Vallée de Djiguinoum
Variations mensuelles en cm de la nappe / 0 de référence

piézo	cote p.	06-00	07-00	08-00	09-00	10-00	11-00	12-00	01-09	02-09	03-09	04-09	05-09	06-09
P 1	43	-60	-24	100	101	01	72	62	50	5	-24	-51	-77	-27
P 2	105	-70	-55	122	125	123	64	55	17	0	-23	-42	-65	-54
P 3	52	0	12	02	02	07	75	59	29	-4	-12	-34	-60	2
P 4	46	-40	-21	06	05	03	74	65	0	-12	-24	-59	-50	-25
P 5	104	-56	-30	117	121	104	92	64	39	10	-7	-20	-60	-20
P 6	45	-96	-15	04	02	05	75	69	44	2	-35	-64	-90	-66
P 7	46	-53	-17	00	02	05	74	71	9	-0	-10	-25	-47	-23
P 8	90	-60	-45	05	104	79	54	30	0	-19	-36	-46	-64	-49
P 9	120	-60	-49	120	136	120	132	107	77	47	37	9	-13	2
P 10	71	-29	-7	06	02	02	75	61	22	0	-2	-13	-32	6
P 11	63	6	3	02	04	03	74	57	14	-12	-26	-31	-49	-6
P 12	134	-45	-33	122	117	70	20	14	6	-0	-14	-29	-47	-30
P 13	07	-57	-35	105	101	101	01	44	25	14	-5	-24	-46	-22
P 14	112	-44	-32	119	120	123	119	03	44	29	20	9	-10	-1
P 15	60	-61	-12	104	06	02	76	63	-7	-22	-20	-43	-66	-29
P 16	27	-10	-1	106	05	04	72	63	52	10	-22	-41	-70	-10
P 17	55	-19	-6	07	04	05	00	50	30	9	-17	-31	-56	2
P 18	121	-64	-56	115	104	67	17	2	-11	-24	-20	-32	-51	-31
P 19	03	-65	-36	06	06	02	59	20	7	-2	-27	-36	-52	-23
P 20	61	-26	-6	103	04	00	76	69	-1	-22	-22	-35	-47	-0
P 21	32	-20	-4	97	00	00	72	50	40	2	-16	-27	-57	-0
P 22	79	-67	-32	04	04	02	72	57	7	-7	-35	-50	-67	-30
P 23	42	-70	-40	101	77	00	72	59	30	-5	-27	-46	-85	-59
P 24	21	-55	-35	90	72	77	72	66	42	-14	-39	-67	-100	-40
P 25	60	-49	-15	104	01	02	75	75	21	-25	-41	-47	-79	-41
P 26	52	-53	-27	101	70	01	72	56	10	-0	-10	-32	-53	-35
P 27	07	-20	0	107	77	02	60	66	17	-10	-20	-43	-69	-22
P 28	07	-50	-44	106	95	46	14	23	-5	-25	-39	-51	-69	-60
P 29	91	-63	-53	102	105	90	77	65	30	26	-1	-25	-54	-40
P 30	157	-99	-83	136	132	107	55	41	-3	-24	-29	-49	-72	-72
P 31	56	-67	-64	100	00	02	01	74	-11	-21	-27	-36	-60	-53
P 32	51	-1	1	97	01	02	71	61	34	-20	-40	-64	-81	-36
P 33	00	-120	-103	103	02	04	70	56	23	-11	-30	-69	-81	-64
P 34	76	-93	-69	107	79	01	49	39	9	-17	-32	-52	-79	-66
P 35	105	-59	-50	112	113	70	20	6	-12	-19	-35	-50	-65	-52
P 36	122	-45	-41	125	140	122	37	15	2	-12	-17	-23	-43	-37
P 37	116	-73	-59	134	139	121	40	22	-4	-12	-25	-29	-66	-57
P 38	111	-60	-29	150	156	140	112	76	44	25	5	-26	-76	-79
P 39	07	-89	-45	107	100	91	30	27	14	-4	-20	-37	-62	-63
P 40	150	-40	-35	160	171	150	70	66	45	36	26	7	-10	-5
P 41	250	-63	-77	254	252	206	134	129	100	77	56	37	-5	7

Tab. 3 Vallée de Djiguinoum
Variations mensuelles du pH

piéno.	06-88	07-88	08-88	09-88	10-88	11-88	12-88	01-89	02-89	03-89	04-89	05-89	06-89
P 1	3.07	2.94	3.1	2.89	2.65	3.29	3.2	3.24	3.3	3.31	3.2	3.49	3.17
P 2	5.47	5.31	4.69	3.82	3.46	3.96	4.57	3.74	4.14	3.74	3.8	5.04	5.2
P 3	5.02	5.41	5.06	5.42	5.9	5.7	4.92	4.8	5.05	5.02	6	6.19	6.12
P 4	3.72	3.31	3.36	3.12	2.76	3.3	3.3	3.21	3.47	3.32	3.04	3.53	3.4
P 5	3.11	3.11	3.46	3.19	2.79	3.5	3.26	3.13	3.33	3.3	3.14	3.62	3.72
P 6	3.13	2.32	2.9	2.9	2.64	2.98	2.8	3.1	3.21	3.01	3.02	3.22	3.12
P 7	6.33	5.9	5.96	6.01	6.44	6.34	5.8	5.89	6.17	5.91	6.09	6.14	6.35
P 8	3.34	2.82	2.86	2.97	2.76	2.96	2.8	2.92	2.95	2.93	2.78	3.14	2.76
P 9	4.23	4.21	2.92	5.07	5.17	4.31	5	4.7	4.42	4.88	4.36	4.77	4.2
P 10	3.22	3.02	3.89	3.11	2.81	3.3	3.13	3.22	3.3	3.27	2.99	3.36	3.42
P 11	3.37	3.37	3.23	3.03	2.94	3.3	3.26	3.27	3.3	3.37	3.26	3.47	3.66
P 12	3.59	3.55	2.73	2.87	3.09	2.96	3.1	3.33	3.4	3.56	3.67	3.7	3.65
P 13	5.19	3.7	3.3	3.25	3.31	3.34	3.1	4.45	3.69	3.53	3.46	3.69	3.76
P 14	3.71	3.8	3.36	3.96	3.72	4.09	3.87	4.56	4.39	4.41	4.93	4.61	5.03
P 15	3.99	3.37	3.03	3.25	3.3	3.42	3.34	3.48	3.6	3.49	3.46	3.6	3.62
P 16	3.16	3.21	3.3	3.27	2.9	4.07	4.56	3.64	3.6	3.58	3.78	5.39	3.81
P 17	2.49	2.4	3.25	3.88	2.78	3.82	2.8	2.98	3.07	3.2	3.09	3.42	3.31
P 18	3.19	3.36	3.06	3.55	3.7	3.61	3.2	3.36	3.3	3.41	3.24	3.51	3.32
P 19	3.86	3.86	3.88	3	2.78	2.98	3.14	3.15	3.15	3.33	3.11	3.33	3.07
P 20	3.72	3.39	3.42	2.8	3.15	3.49	3.2	3.73	3.67	3.43	3.25	3.59	3.7
P 21	4.05	3.95	3.8	3.88	3.3	2.85	4.38	4.52	4.45	3.92	4.4	4.76	4.33
P 22	2.93	2.96	3.07	2.67	2.88	3.13	3.1	3.07	3.2	3.3	3.16	3.5	3.17
P 23	2.87	2.98	3.1	3.13	2.73	3.38	3.47	3.57	3.58	3.52	3.29	3.58	3.1
P 24	2.45	2.84	3.25	3.82	2.9	3.48	3.86	3.46	3.58	3.52	3.48	4.45	3.81
P 25	2.7	2.75	2.85	2.84	2.66	3.28	3.29	3.3	3.25	3.45	3.36	3.66	3.24
P 26	3.4	3.3	3.4	3.14	2.87	3.35	3.14	3.5	3.61	3.64	3.48	3.79	3.53
P 27	4.18	5.01	5.47	5.14	5.87	5.81	5.74	5.65	5.72	5.7	5.75	5.79	4.9
P 28	3.88	3.11	2.83	2.94	2.7	2.95	2.8	2.92	3.03	3.88	2.99	3.32	3.1
P 29	3.44	3.49	2.95	3.82	2.74	2.98	3.05	3.05	3.17	3.19	3.07	3.44	3.25
P 30	4	3.53	3.21	3.37	3.55	3.72	2.93	3.37	3.23	3.42	3.26	3.58	3.8
P 31	4.72	4.26	3.44	3.38	3.3	3.51	3.54	3.57	3.76	3.8	3.71	4.28	4.23
P 32	3.87	3.86	3.44	3.33	3.2	3.86	3.46	3.96	3.89	4.35	4.89	5.1	4.7
P 33	3.91	3.95	4.02	4.15	4.1	3.8	3.76	3.96	3.99	4.06	3.65	3.83	3.65
P 34	3.32	2.97	3.15	2.98	2.89	3.21	2.71	3.25	3.27	3.32	3.07	3.54	3.26
P 35	3.27	3.39	3.03	3.85	3.16	3.16	2.7	3.35	3.44	3.44	3.18	3.38	2.94
P 36	3.39	3.34	3.14	3.1	2.45	3.13	3.11	3.23	3.35	3.31	3.25	3.33	3.09
P 37	4.06	3.43	3.13	3.24	3.16	3.52	3.5	3.38	3.53	3.41	3.23	3.44	3.26
P 38	3.37	2.82	2.91	2.74	2.96	3.14	3	3.11	3.23	3.21	3.09	3.39	3.3
P 39	4.33	5.14	5.4	5.56		5.89	5.83	5.85	5.87	5.76	5.8	5.8	5.9
P 40	6.26	5.4	3.88	3.36	3.3	4.1	3.1	4.56	4.5	3.95	3.89	4.76	5.01
P 41	6.36	6.28	2.96	3.13	2.73	3.89	3	3.14	3.45	3.4	3.47	3.78	3.2

Tab. 4 Vallée de Djiguinoum
Variations mensuelles (mg/l) de la teneur en aluminium

piéno.	06-88	07-88	08-88	09-88	10-88	11-88	12-88	01-89	02-89	03-89	04-89	05-89	06-89
P 1	298	722	232.8	234.5	237.7	143.3	222.5	218.5	190.9	223.8	231.7	155.8	181
P 2	8	0	8	1.8	1.7	.7	4.8	3.1	.5	.7	1.2	3.9	2.8
P 3	0	0	0	.5	0	0	0	.3	.2	.2	.3	.3	.1
P 4	4.4	14	20.2	16.4	15.9	20.8	38.4	21.1	9.8	7.5	6.5	4.3	6.3
P 5	19.5	31	22.2	5.1	3.4	1.9	0	3.8	3.7	4.2	4.4	3.7	8.6
P 6	240	707	217.3	292.3	348.7	201	139.9	140.4	187	516.4	527.9	553.6	502
P 7	0	0	0	.5	0	0	0	.4	.2	.2	.3	.2	.2
P 8	156	545	692.9	586.2	578.9	12.8	533	486.4	541.2	401.9	433.5	74.9	369.8
P 9	.6	.9	299.2	.5	0	.7	0	.3	0	8	0	0	.8
P 10	124	160	159.2	146.7	114.7	177.3	93.7	99.7	88.1	61.8	63.8	61.7	79.4
P 11	41	43	36.9	40.8	43.7	37.4	41.1	34.1	38.6	31.1	31.4	39.9	29
P 12	52	63	273	243.4	245.5	198.1	192.1	79.8	81.9	59.2	40	51.1	55.8
P 13	.6	6.3	11.2	5.2	2.4	3.2	0	.4	.9	1.1	1.3	3.1	3.7
P 14	1.3	.4	.6	.5	.5	0	0	.3	.3	.9	.1	0	0
P 15	4.9	22	21.6	17.9	15.7	11.5	6.9	15.1	21.6	19.6	20.7	23.2	18.1
P 16	147	124	44.4	23	16.4	20	5.8	58.7	25	41.4	20.7	2.4	67.7
P 17	465	343	13.9	97.5	78.6	65.1	65.8	145.4	154.4	247.1	277.6	240.4	210.3
P 18	289	289	297.1	234.5	219.6	220.4	243.7	247.6	311.6	245.3	282.9	234.6	211.7
P 19	11	124	224.2	165	194.7	143.3	103.5	92.2	69.5	44.1	49	44.6	56.2
P 20	11	35	27.4	25.1	16.4	17	12.3	12.5	18.7	6.6	5.9	4.4	8.3
P 21	9.2	13.5	9.6	5.3	2.6	6.7	3.7	9.3	3.9	4.6	2.1	1.9	15.3
P 22	81	147		187.1	128.9	46.1	14.5	119.4	115.8	68.5	67.7	70.1	93.6
P 23	86	68	29.5	28.4	24.8	14.8	8.2	8.7	11.9	13	16.8	44.6	48.9
P 24	220	176	30	30.5	27.7	12.7	5	10.4	33.7	31.1	32.6	4.6	155.7
P 25	244	399	204.3	205.3	175.4	77.4	24.6	51.3	100.1	56.5	46.3	45.9	70.7
P 26	19	36.3	7.2	18.8	19.3	539.1	16.8	25.2	17.4	13.5	12.2	8.8	12.3
P 27	2.9	1.4	0	.5	0	0	.5	.3	.2	.2	.3	.2	1.5
P 28	390	464	469	509.9	48	447.8	463	504.1	352.4	276.3	259.2	240.6	227.1
P 29	69	71	168.8	121.5	113.9	138.7	134.5	153.3	151	131	125.7	72	38.9
P 30	6.4	19.2	88.7	26.5	21.3	34.7	44.5	58.2	66.3	38.7	37	39.3	12.3
P 31	.8	2.8	21.4	28	15.1	15.1	17	12.8	18.2	9	6.4	3.5	2.5
P 32	2.7	1.8	1.7	2	4.2	1.7	1.4	1.8	2.1	1.9	.6	1.5	2.2
P 33	1.9	2.1	2.3	2.2	2.1	2.5	2.6	2.8	2.5	2.8	2	2.5	2.1
P 34	88	182	5.8	15.5	18	38	22.2	79.4	74.1	77.7	86.2	84.5	87.1
P 35	61	58	48	36		42.3	46.6	37.9	45.6	29.2	54.6	62.5	49.2
P 36	66	78	111.1	72.2	73.9	64.8	70.2	51.3	59.5	42.4	51.6	51.5	36.3
P 37	8.4	39.5	68	31.8	22.2	15.4	11.4	26.1	37.4	30.1	40.6	48.6	38.6
P 38	161	427.1	253.8	222.6	226.8	158.5	181.6	170.7	125.8	105.2	113.8	145.9	185.9
P 39	3.8	0	0	.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0
P 40	0	.6	1.8	.9	1.1	1.1	1.8	1.9	1.1	5	5.8	5.2	3.9
P 41	0	0	199.2	288	284.7	82.3	165.1	72	187.8	115	97	47.9	211.7

Tab. 5 Vallée de Djiguinoum
Variations mensuelles de la conductivité électrique (mS/cm)

piézo.	06-88	07-88	08-88	09-88	10-88	11-88	12-88	01-89	02-89	03-89	04-89	05-89	06-89
P 1	31.9	31.2	24.0	23.9	34.3	43.0	33	33.4	32.2	36.2	30.3	42.5	30.9
P 2	20.4	24.2	.3	1.6	3.3	12.1	20.5	23.7	25.1	26.1	24.4	25.5	20.2
P 3	74.5	71.6	71.7	68.9	77.7	73.0	56.6	45.5	80	82.9	83.2	85.7	84.3
P 4	9.1	9.5	11.5	10.0	9	11.5	12.6	10.7	8.5	9.5	9.1	8.4	8.2
P 5	22.3	18.5	6.0	14.4	21.7	25.0	25.3	24.9	24.3	25.7	25.6	25.0	15.4
P 6	52.1	27.7	16.9	23.2	23	21	10	18.9	19.0	31.0	35.7	39.6	30.7
P 7	74.5	74.2	82.9	78.0	80.4	80.3	74	75.2	84.0	85.6	86.9	88.2	91.1
P 8	3.5	4.6	5.3	5.1	4.6	16.2	5.5	5.1	5.2	5.5	5.5	5.3	5.4
P 9	.7	2.5	2.7	2.6	.2	.2	.4	.2	.2	.4	.3	.4	.3
P 10	14.9	10	16.2	15.9	14.6	3.0	16.3	17.4	15.7	15.5	14.0	14.6	16.3
P 11	42.6	40.4	42.6	42.5	42	44.9	32.6	35.9	41	44.2	45	46.3	44.9
P 12	37.2	37	31.1	28.3	27.7	30	31.4	37.3	40	43.6	45.2	45.3	46.8
P 13	10.4	12.2	5.6	5.4	8.1	11.3	14.4	17.7	17.4	17.3	16.0	16.5	17
P 14	.0	2	.7	.3	.2	.3	.4	.7	.5	.6	.3	.7	.7
P 15	10.3	25.4	21.9	24.6	24	24.4	19.8	28.6	29.0	31.0	32.5	32.9	34.6
P 16	60.7	56.6	69.0	65.7	71.0	69.1	69.1	50.8	67	69.5	78.4	82.7	70.6
P 17	53.2	42.7	5.2	15.6	8.4	7.2	6.9	26.5	32.0	62.9	70	76.5	48.0
P 18	6.9	6.1	5.0	6	5.6	5.5	6	6.4	6.0	8.0	10.1	6.7	7.9
P 19	1.7	8.9	3.4	3.2	2.9	3	3	2.6	2.2	3.4	3.3	2.9	2.7
P 20	7.4	10.4	10.5	9.9	8.2	9.3	8.7	9.2	8.3	9.4	8.5	10.5	10.2
P 21	74.6	76.2	83.1	81.2	85.3	84	77.4	76	83.7	85.0	89.1	92	76.3
P 22	29.8	25.4	19.3	19.3	21.2	12.1	6.1	22.5	31.7	30	39	40.5	39.3
P 23	13.6	12	11.4	11.0	11.3	11.3	10.1	9.4	11.2	12.6	12.6	16.2	15.1
P 24	63.0	50.0	31.4	32	31.0	23.2	13.0	19.4	40.6	50.1	68.3	87.4	59.3
P 25	35.1	35.0	27.5	31.6	29.9	23.0	16.9	16.9	29.7	35.1	36.2	37.6	39.1
P 26	29.8	27.4	8.6	14.5	24.9	5	16.1	25.6	27.7	30.4	31.6	32.4	33.4
P 27	78.7	80	85	83.3	91.1	89.9	88.9	82.7	92.3	93.9	95.3	95.2	95.8
P 28	6	5.1	5.6	5.7	1.6	5.7	5.9	5.0	5.5	6	6	5.9	6
P 29	2.5	8	2.2	2	2.4	2.2	2.5	2.5	2.6	3.4	3.6	3.1	2.7
P 30	8.7	4.6	5.2	1.9	1.9	3.8	4.1	5.4	5.4	5.7	6	6.1	5.5
P 31	40.4	24	29.5	31.6	30.6	32.2	31.1	30.4	33.7	34	37.2	39.3	36.2
P 32	66	62.9	70.2	66.1	72.0	68.6	64.8	33.0	68.9	81.8	94.1	99.9	92.8
P 33	8.7	7.5	5.9	5.9	5.8	6.8	7	6.8	7.2	7.7	8.3	9.1	8.2
P 34	46.8	30.9	9	13.6	14.1	17.6	19.7	27.2	27.5	32	34	42.5	43.3
P 35	2.7	6.8	1.7	1.6		1.7	2.2	2.3	1.6	2.4	2.1	2.5	2.1
P 36	1.7	6.2	1.8	1.5	1.6	1.4	1.6	1.6	1.4	1.6	1.5	1.6	1.4
P 37	1.5	6.4	1.3	1.4	1.3	1.3	1.3	1.7	2	2	2.3	2.2	1.8
P 38	4.6	3.0	3.4	3.5	3.1	3.1	4	3.5	4.3	4.5	4.9	4.4	4
P 39	17.9	16	14.7	13.0		12.6	14.7	18.6	11.3	12	11.7	11.3	12.2
P 40	1.3	5.7	2.3	1.5	1.4	1.4	2	2.2	1.9	2.5	2.4	1.9	1.3
P 41	1.8	5.4	4.3	4.1	4	15	4	3.7	3.8	3.9	3.8	3.4	6.3

Vallée de DJIGUINOU
Composition Ionique (méq/l) des eaux de nappe
Mois de juin 1988

piézo	Cl-	SO4=	HCO3-	Ca++	Mg++	K+	Na+	Anions	Cations
P 1	288	127	0	21.1	80.65	7.25	311	415	420
P 2	212	29.4	0.17	33.98	77.77	4.02	153	241.57	268.77
P 3	892	103	1.9	43.06	213.15	18.79	823	996.9	1098
P 4	77	9.7	0	9.3	28.88	1.11	55.54	86.7	94.83
P 5	245	14.7	0	20.88	86.82	3.27	160	259.7	270.97
P 6	541	168	0	31.53	153.9	10.2	560	709	755.63
P 7	839	106	5.3	43.46	246.07	14.74	863	950.3	1167.27
P 8	7.8	32.2	0	4.6	10.16	0.43	5.15	40	20.34
P 9	1.9	3.65	0	0.95	2.25	0.23	1.71	5.55	5.14
P 10	140	32.2	0	8.44	34.23	1.64	115.36	172.2	159.67
P 11	460	61.4	0	21.95	122.62	8.84	438	521.4	591.41
P 12	396	56.6	0	21.53	97.93	8.39	374	452.6	501.85
P 13	98	16.2	0	4.34	17.11	2.2	90.74	114.2	114.39
P 14	3.2	1.9	0	0.57	0.98	0.1	2.87	5.1	4.52
P 15	181	25.6	0	7.57	44.44	3.68	163.03	206.6	218.72
P 16	669	158	0	43.46	195.05	14.69	652	827	905.2
P 17	567	140	0	26.02	150.6	9.31	564	707	749.93
P 18	7.7	96	0	14.37	57.77	0.36	7.05	103.7	79.55
P 19	2.4	13	0	2.28	8.06	0.3	2.17	15.4	12.81
P 20	68	8.4	0	4.43	20.9	1.09	71.34	76.4	97.76
P 21	828	135	0	43.46	241.13	20.48	895	963	1200.07
P 22	302	56.8	0	17.91	91.76	4	284	358.8	397.67
P 23	108	52.8	0	8.87	25.51	3.45	114.14	160.8	151.97
P 24	727	159	0	39.62	199.57	13.74	721	886	973.93
P 25	353	92	0	33	104.93	3.7	312	445	453.63
P 26	297	42.8	0	29.64	96.29	3.25	246	339.8	375.18
P 27	930	129	0	57.48	251.01	18.53	920	1059	1247.02
P 28	14	75.5	0	14.14	22.22	0.61	8.03	89.5	45
P 29	1.1	25.4	0	7.35	6.99	0.33	1.25	26.5	15.92
P 30	53	12.7	0	9.67	24.6	1.1	33.71	65.7	69.08
P 31	412	40	0	27.74	100.81	4.42	361	452	493.97
P 32	767	139	0	40.81	195.05	18.53	752	906	1006.39
P 33	73	20	0	4.6	13.86	2.41	70.12	93	90.99
P 34	494	84	0	24.95	106.99	11.14	518	578	661.08
P 35	7.1	20.6	0	6.61	5.2	0.33	7.13	27.7	19.27
P 36	1.6	13.9	0	2.21	1.5	0.16	1.71	15.5	5.58
P 37	1.7	12.7	0	4.82	6.09	0.24	1.75	14.4	12.9
P 38	0.7	54	0	15.84	8.35	0.3	0.84	54.7	25.33
P 39	189	16.8	0	18.41	50.2	2.07	132.6	205.8	203.28
P 40	2.2	11.8	0.68	11	1.79	0.25	1.96	14.68	15
P 41	0.6	17.4	3.2	18.34	2.31	0.29	0.7	21.2	21.64

Tableau 6

Vallée de DJIGUINOUM
Composition Ionique (még/l) des eaux de nappe
Mois de novembre 1988

piézo	Cl-	SO4=	Ca++	Mg++	K+	Na+	anions	cations	Fe III
P 1	414.77	173.09	25.65	108.59	8.47	405.83	588	549	151.35
P 2	104.96	10.16	13.25	30.64	1.68	79.38	115	125	0.00
P 3	840.67	101.67	32.34	195.79	16.32	735.97	942	980	0.00
P 4	94.90	13.89	8.26	30.23	1.17	72.31	109	112	7.02
P 5	245.56	16.34	16.87	75.68	1.06	190.52	262	284	2.44
P 6	154.91	106.57	8.96	41.13	3.29	163.33	261	217	127.84
P 7	959.06	113.89	38.05	242.68	14.58	842.76	1,073	1,138	0.00
P 8	139.39	23.44	11.23	37.43	1.89	117.01	163	168	0.90
P 9	1.04	0.84	0.18	0.51	0.11	0.91	02	02	0.00
P 10	0.35	74.08	31.19	6.37	0.31	0.76	74	39	92.27
P 11	455.07	66.68	18.51	105.30	7.57	411.48	522	543	6.84
P 12	271.07	64.48	12.33	62.11	3.38	252.72	336	331	42.04
P 13	90.88	15.12	3.72	16.04	1.98	89.50	106	111	0.06
P 14	1.42	0.74	0.13	0.40	0.06	1.33	02	02	0.00
P 15	224.56	38.38	9.56	55.53	3.57	204.22	263	273	0.00
P 16	755.08	168.51	37.13	159.59	15.50	714.22	924	926	127.84
P 17	53.46	21.69	3.78	13.08	1.21	49.67	75	68	7.74
P 18	5.34	105.33	18.06	53.80	0.59	5.72	111	78	42.04
P 19	9.09	30.80	1.91	7.17	0.31	7.41	40	17	40.41
P 20	91.01	7.45	4.98	27.97	1.14	65.25	98	99	0.23
P 21	1023.27	161.54	39.05	226.23	20.33	898.22	1,185	1,184	57.94
P 22	102.33	24.63	5.09	23.20	1.03	90.65	127	120	8.10
P 23	74.03	45.55	6.56	18.30	3.36	83.73	120	112	46.55
P 24	179.98	60.24	9.58	43.19	5.23	186.17	240	244	33.79
P 25	192.94	64.38	9.68	42.37	4.09	192.26	257	248	31.36
P 26	12.08	90.09	5.59	13.23	0.23	8.47	102	28	69.80
P 27	1139.89	120.49	46.66	263.24	16.30	951.50	1,260	1,278	0.00
P 28	13.85	117.22	13.07	26.90	0.14	7.86	131	48	110.19
P 29	1.16	35.96	2.18	2.41	0.16	1.35	37	06	86.52
P 30	17.85	23.96	10.88	7.96	0.12	15.53	42	34	20.21
P 31	312.70	35.01	17.86	77.00	3.68	269.33	348	368	0.00
P 32	761.15	127.04	32.34	166.17	16.69	716.83	888	932	8.10
P 33	56.26	15.17	3.72	11.11	1.97	54.07	71	71	0.00
P 34	143.55	32.31	6.09	24.27	3.48	144.63	176	178	13.14
P 35	1.18	17.50	4.83	3.93	0.19	1.64	19	11	9.57
P 36	0.69	15.40	1.83	1.40	0.11	0.75	16	04	15.06
P 37	0.61	12.77	4.38	4.79	0.16	0.78	13	10	0.73
P 38	0.58	63.17	8.71	3.09	0.11	0.45	64	12	245.20
P 39	126.38	7.77	12.62	32.29	1.43	82.86	134	129	0.00
P 40	0.48	15.40	12.30	1.15	0.18	0.56	16	14	1.07
P 41	136.37	30.80	6.34	26.32	1.65	110.27	167	145	51.98

Tableau 7

Vallée de DJIGUINOUM
Composition Ionique (méq/l) des eaux de nappe
Mois de mai 1989

piézo	Cl-	SO4=	Ca++	Mg++	K+	Na+	Anions	Cations
P 1	348.07	141.4	24.85	88.02	6.29	349.72	489.5	468.88
P 2	230.78	23.85	33.28	67.46	3.2	160.5	254.63	264.44
P 3	946.03	100.7	45.66	190.85	16.88	849.06	1046.69	1102.45
P 4	66.98	5.62	6.72	20.4	0.83	42.37	72.6	70.32
P 5	238.44	14.52	17.86	64.99	2.12	168.77	252.96	253.74
P 6	295.27	193.1	18.31	76.92	3.3	347.11	488.34	445.64
P 7	1009.09	105.7	40.12	205.66	14.22	821.23	1114.8	1081.23
P 8	15.21	60.9	6.09	11.29	0.29	8.65	76.11	26.32
P 9	2.02	0.66	0.2	0.55	0.09	1.99	2.68	2.83
P 10	119.77	25.01	6.34	22.87	1.44	101.13	144.78	131.78
P 11	442.9	61.63	21.46	95.01	7.21	377.56	504.53	501.24
P 12	439.23	61.63	22.85	95.43	7.01	368.86	500.86	494.15
P 13	137.94	18.94	7.46	28.22	2.54	116.79	156.88	155.01
P 14	5.27	0.17	0.5	1.01	0.47	3.7	5.44	5.68
P 15	300.84	41.32	15.02	75.68	4.45	246.19	342.16	341.34
P 16	915.57	140.5	47.65	191.67	16.37	795.13	1056.08	1050.82
P 17	849	178.1	33.83	175.22	12.74	751.63	1027.13	973.42
P 18	4.22	129.3	20.63	83.91	0.36	6.94	133.52	111.84
P 19	9.01	12.4	1.53	5.56	0.35	9.11	21.41	16.55
P 20	90.06	7.82	4.96	22.87	1.29	75.47	97.88	104.59
P 21	1058.28	142.5	43.16	225.4	19.18	1010.87	1200.79	1298.61
P 22	386.75	58.51	19.21	94.19	4.45	322.75	445.26	440.6
P 23	114.62	50.2	8.78	24.6	4.17	126.58	164.82	164.13
P 24	977.2	193.6	43.71	197.43	20	969.99	1170.76	1231.13
P 25	380.11	38.82	38.32	92.55	3.81	267.94	418.93	402.62
P 26	309.33	38.27	29.64	82.26	2.67	232.27	347.6	346.84
P 27	1143.98	104.7	51.9	245.15	15.6	1012.61	1248.68	1325.26
P 28	18.7	54.6	13.07	18.02	0.31	11.87	73.3	43.27
P 29	0.52	37.7	9.88	8.52	0.3	1.02	38.22	19.72
P 30	41.67	8.17	8.3	14.11	0.68	25.23	49.84	48.32
P 31	369.15	35.12	25.85	85.55	3.86	315.79	404.27	431.05
P 32	1113	158.7	49.9	229.52	20.97	1023.05	1271.67	1323.44
P 33	66.48	14.87	4.51	13.08	2.22	65.03	81.35	84.84
P 34	382.28	64.53	16.52	62.52	7.72	341.02	446.81	427.78
P 35	3.3	19.6	5.93	4.06	0.24	4.5	22.9	14.73
P 36	0.47	10.6	1.95	1.57	0.09	0.71	11.07	4.32
P 37	0.6	18.3	5.38	4.13	0.14	1.29	18.9	10.94
P 38	0.39	55	14.77	6.47	0.13	0.93	55.39	22.3
P 39	96.38	5.49	13.32	27.31	1.09	64.59	101.87	106.31
P 40	2.1	20.65	15.92	1.83	0.19	2.07	22.75	20.01
P 41	1.08	43.9	31.79	5.89	0.51	1.77	44.98	39.96

Tableau 8

RESEAU PIEZOMETRIQUE NIVELLEMENT DE LA VALLEE DE DJIGUINOUM

0 100 200 300 400 m

~~~~~ Courbes de niveau en cm

==== Piste

● Piézomètre

Brunet & Zante 1988

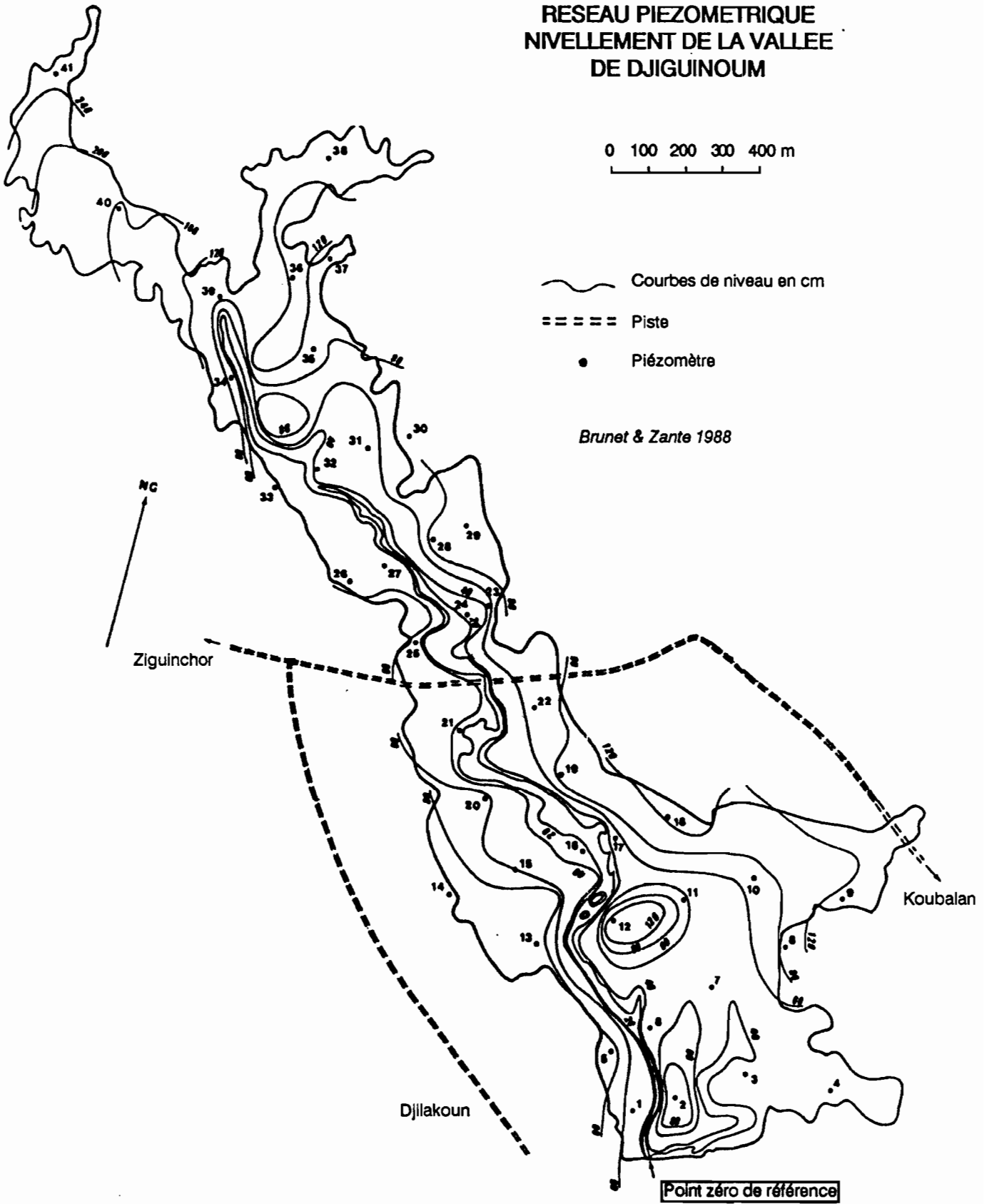
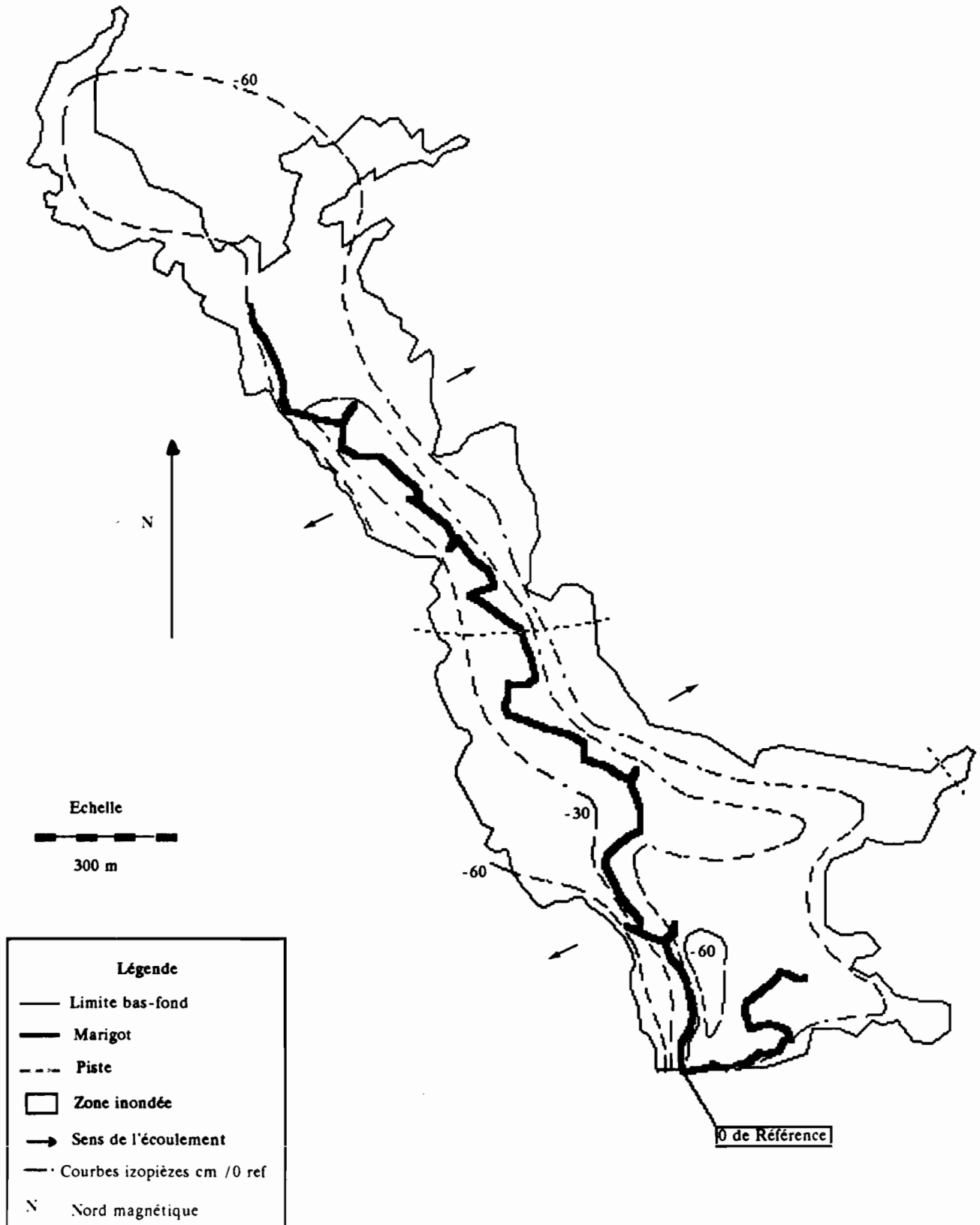


Fig. 1



## VALLEE DE DJIGUINOUM

PIEZOMETRIE - JUIN 1988

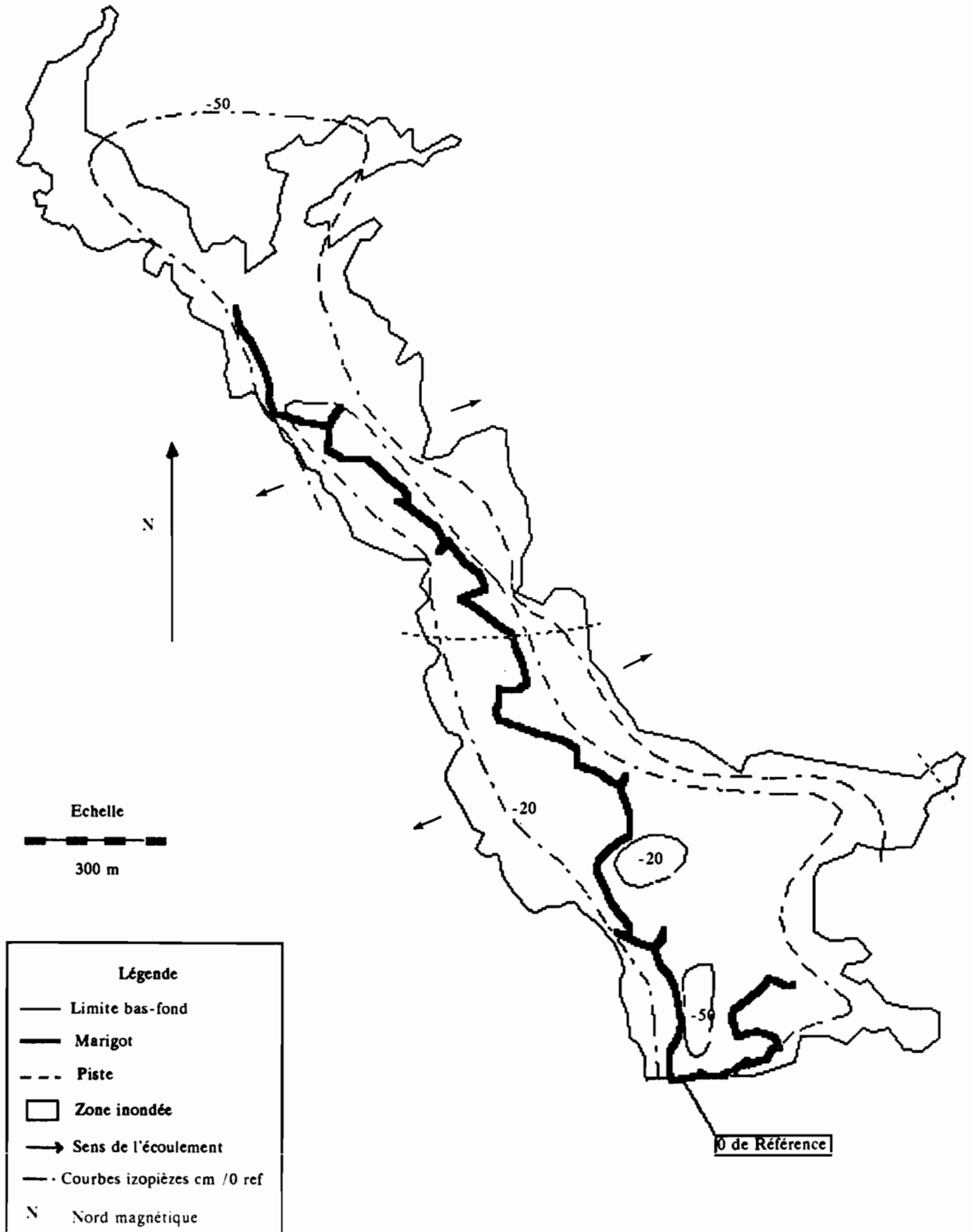


BRUNET, 1990

Fig. 2

## VALLEE DE DJIGUINOUM

PIEZOMETRIE - JUILLET 1988



BRUNET, 1990

Fig. 3

VALLEE DE DJIGUINOUM  
 PIEZOMETRIE - AOUT 1988

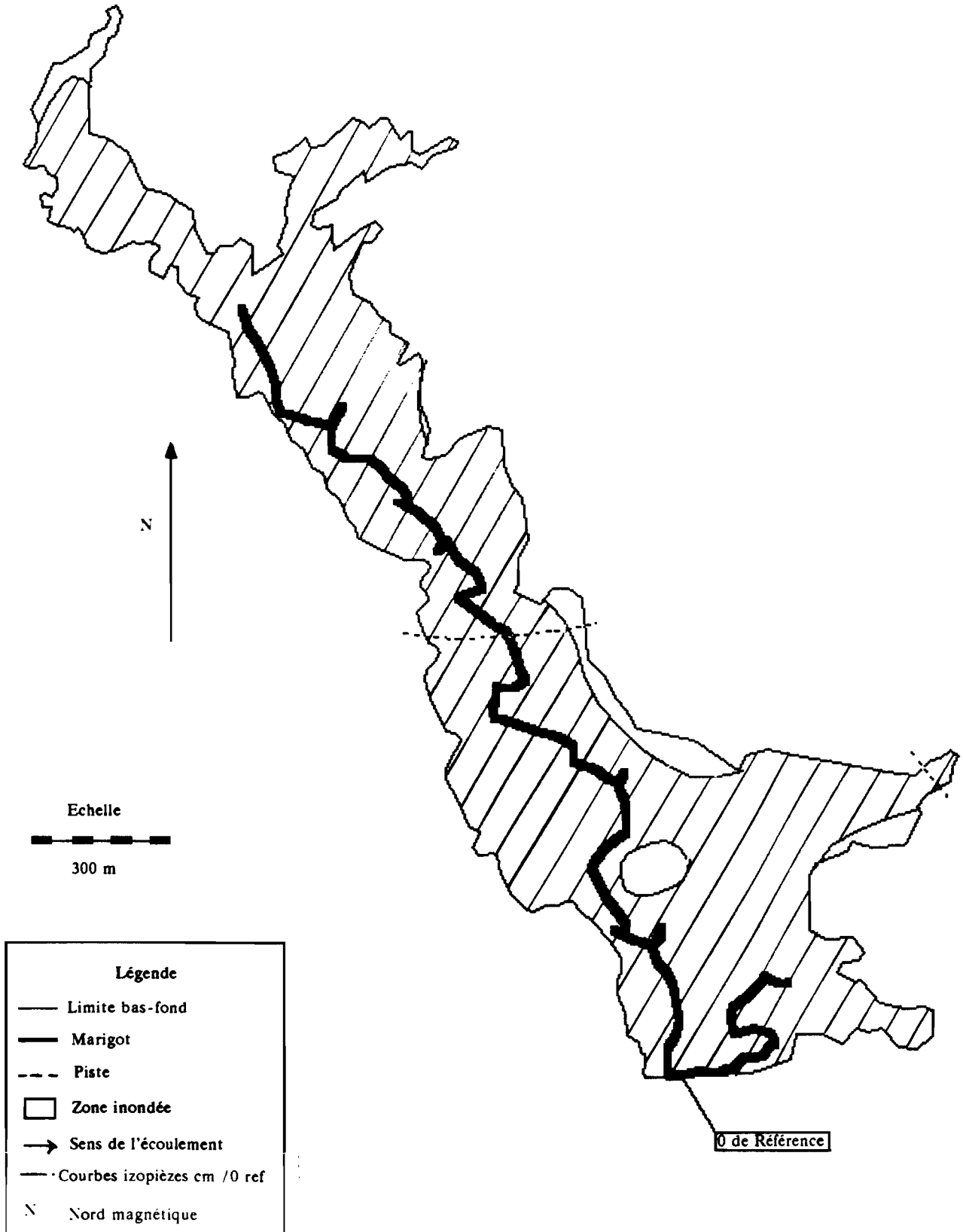


Fig.4

VALLEE DE DJIGUINOUM

PIEZOMETRIE - SEPTEMBRE 1988

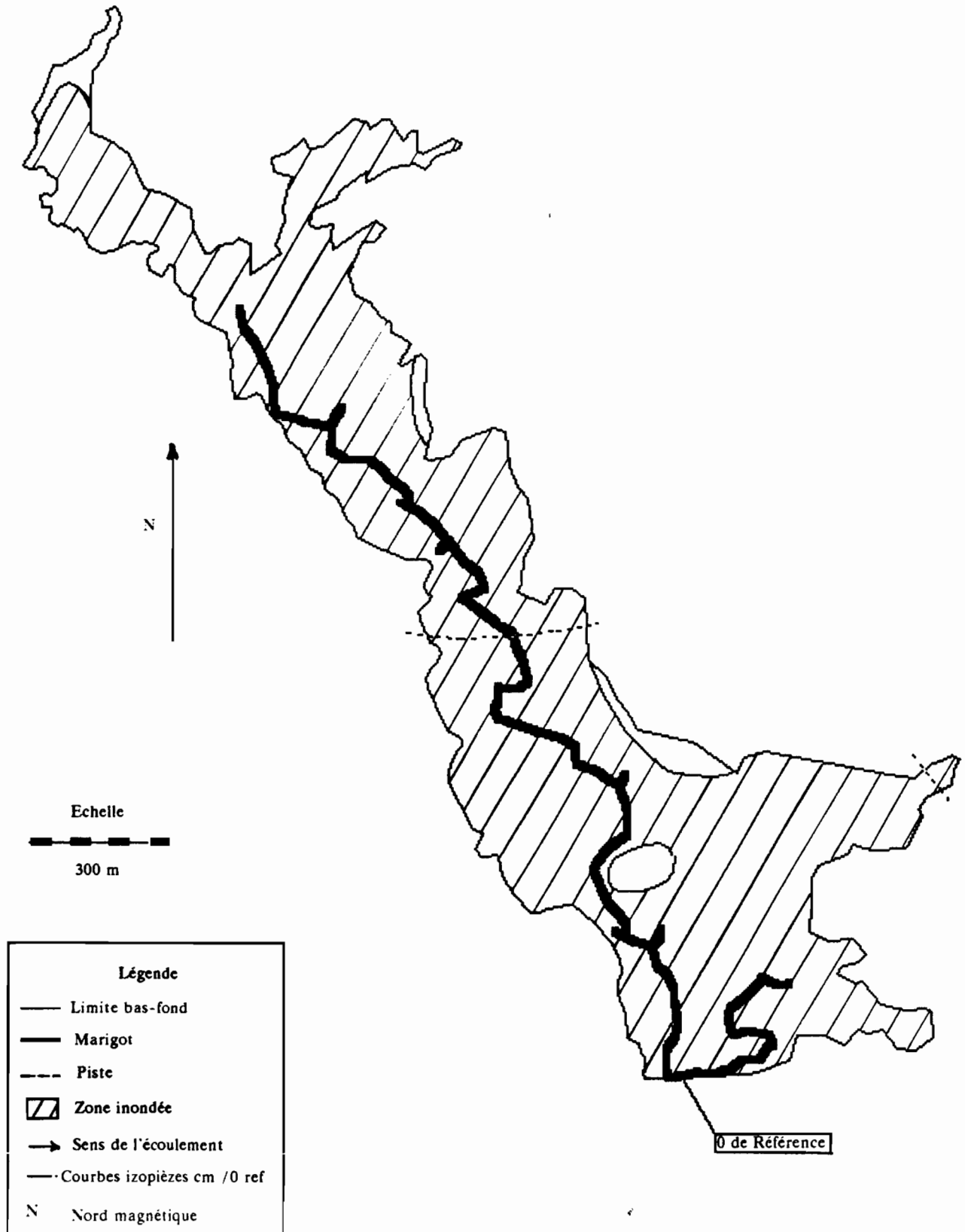
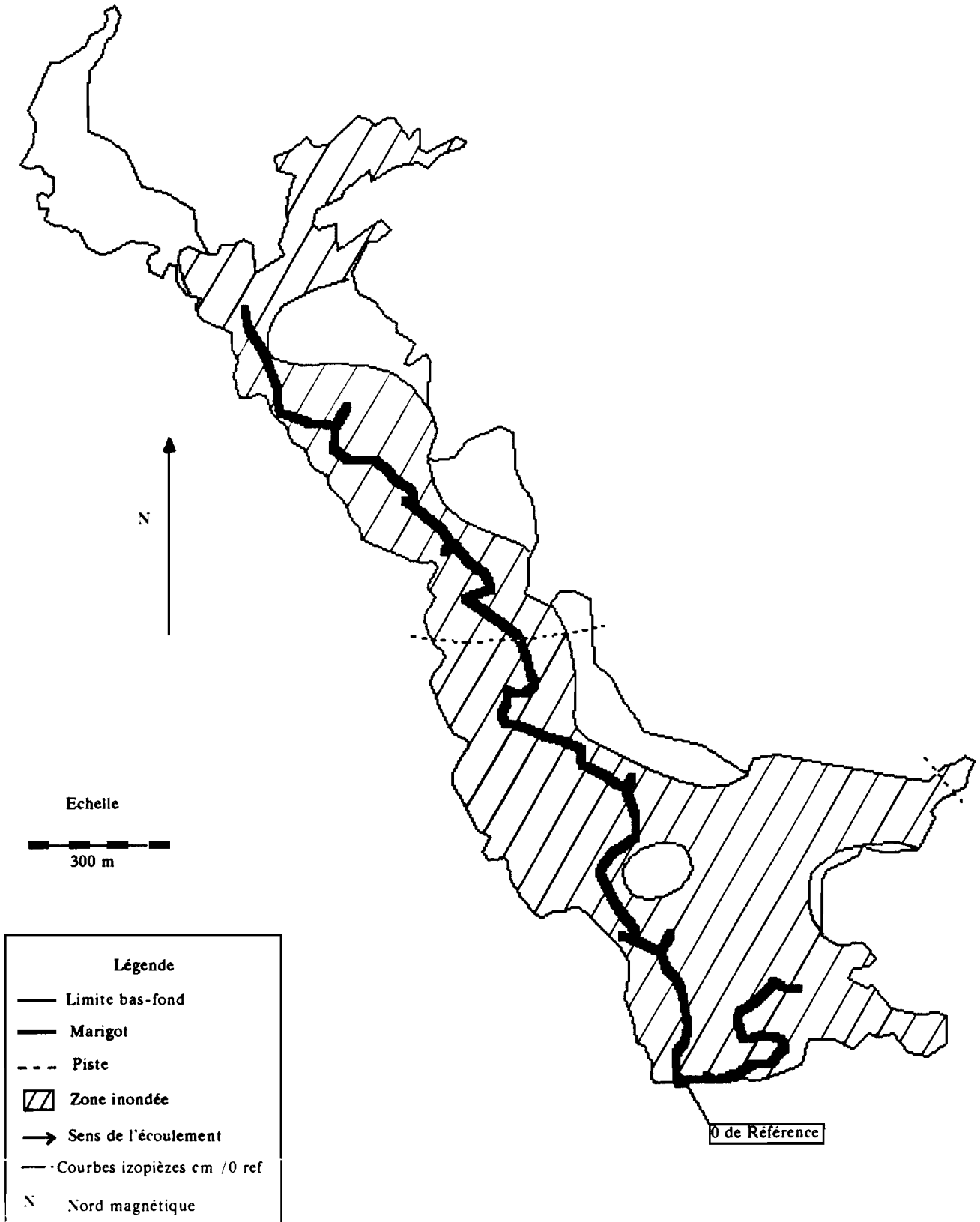


Fig. 5

VALLEE DE DJIGUINOUM

PIEZOMETRIE - OCTOBRE 1988

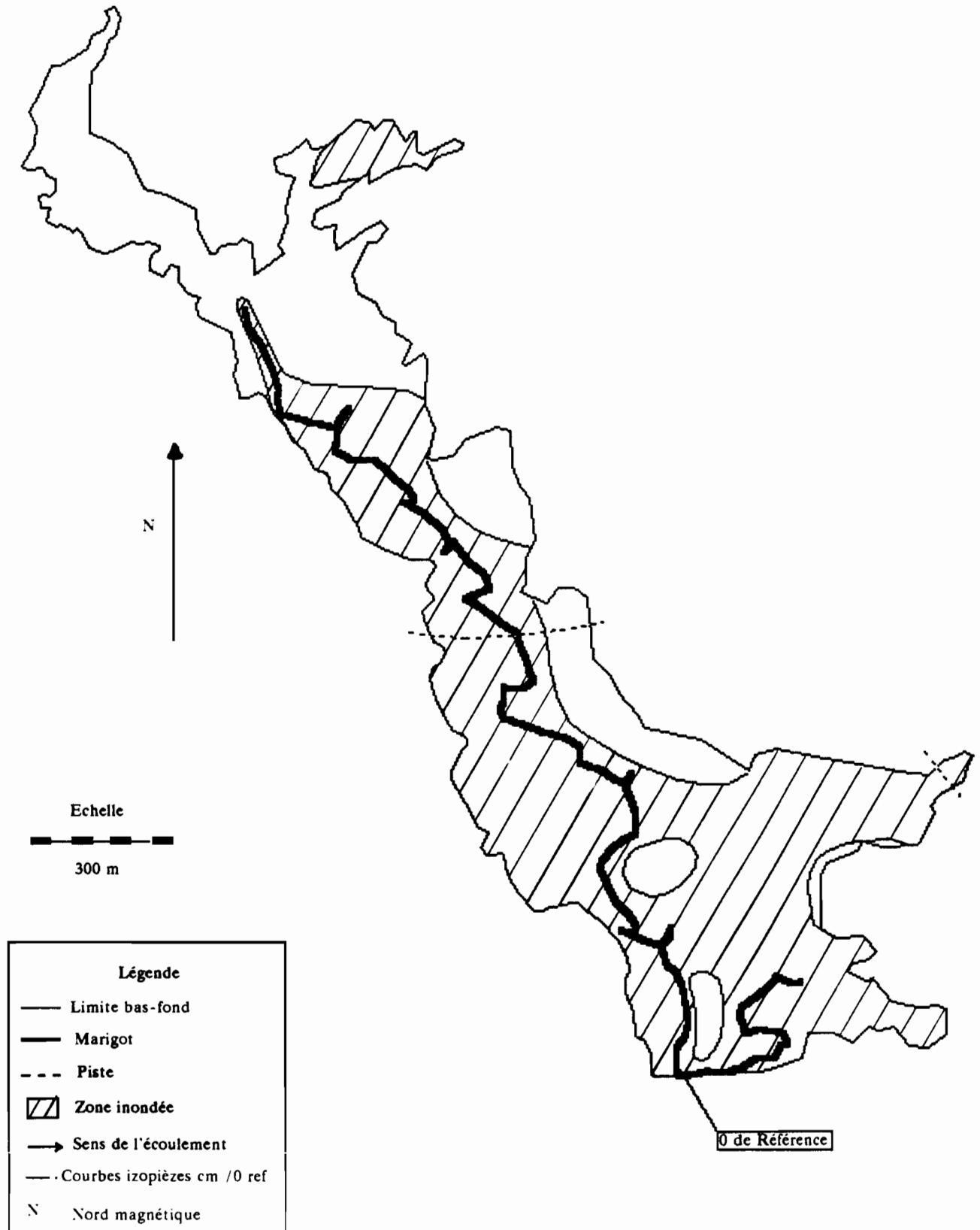


BRUNET, 1990

Fig. 6

## VALLEE DE DJIGUINOUM

PIEZOMETRIE - NOVEMBRE 1988

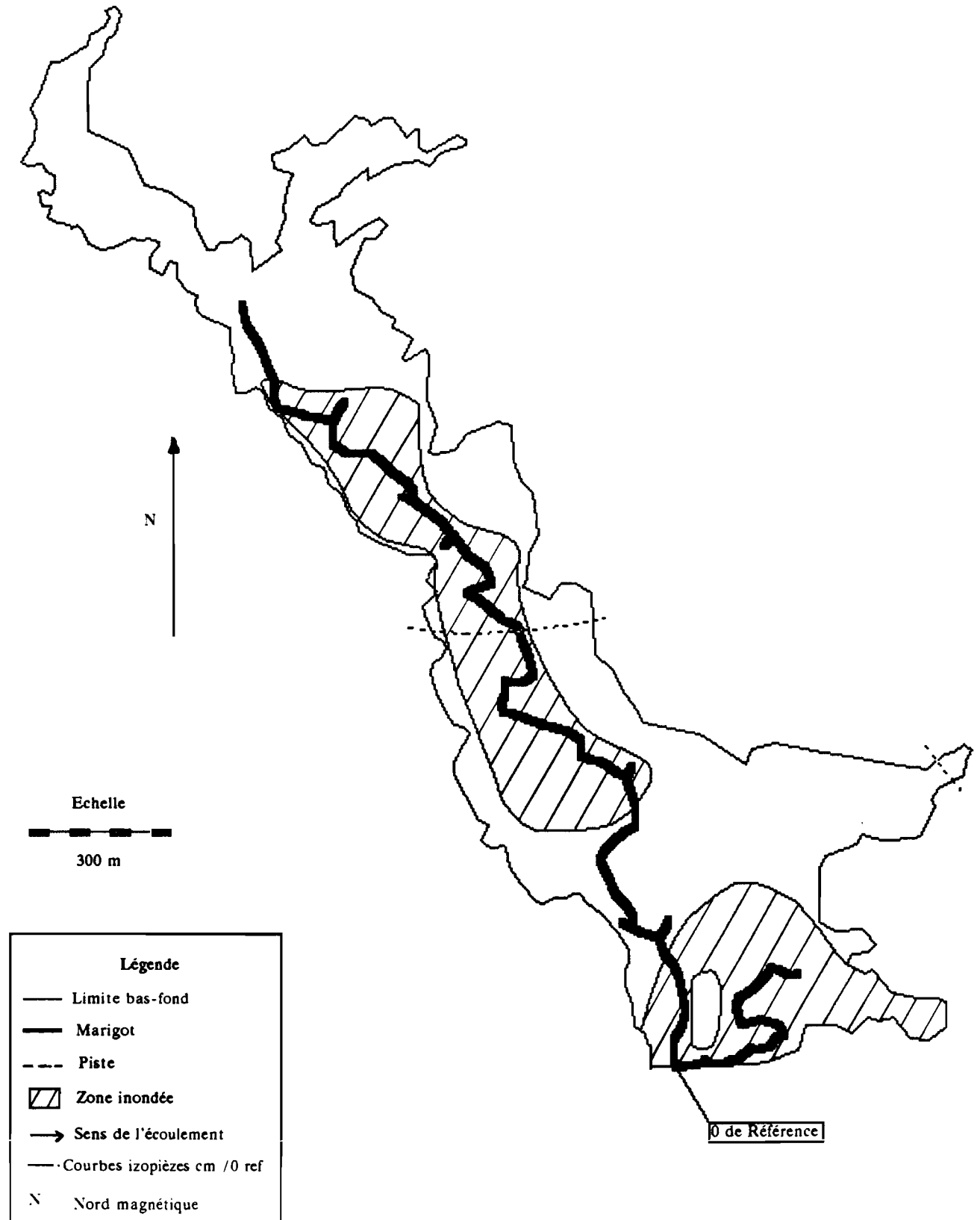


BRUNET, 1990

Fig. 7

VALLEE DE DJIGUINOUM

PIEZOMETRIE - DECEMBRE 1988

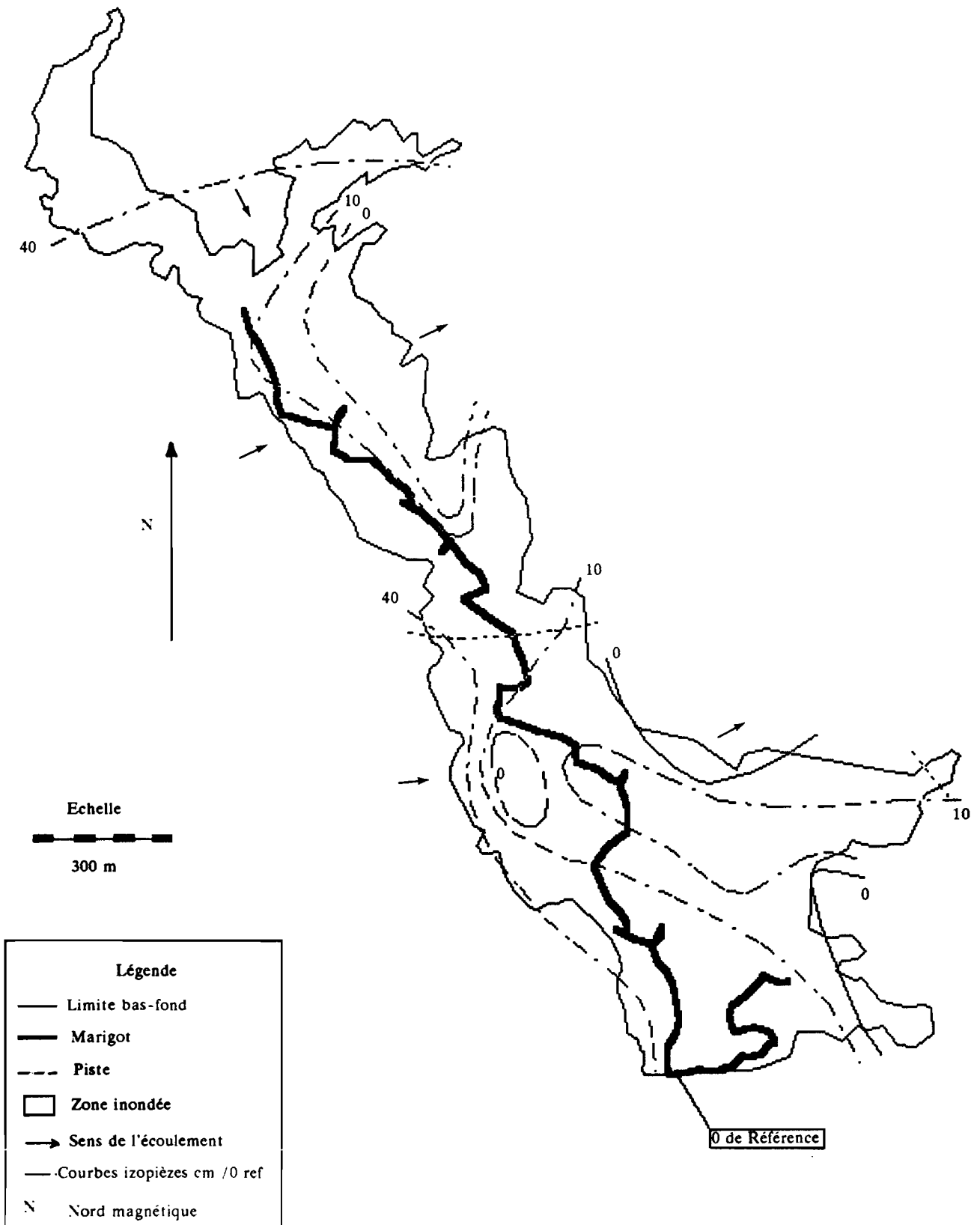


BRUNET, 1990

Fig. 8

VALLEE DE DJIGUINOUM

PIEZOMETRIE - JANVIER 1989



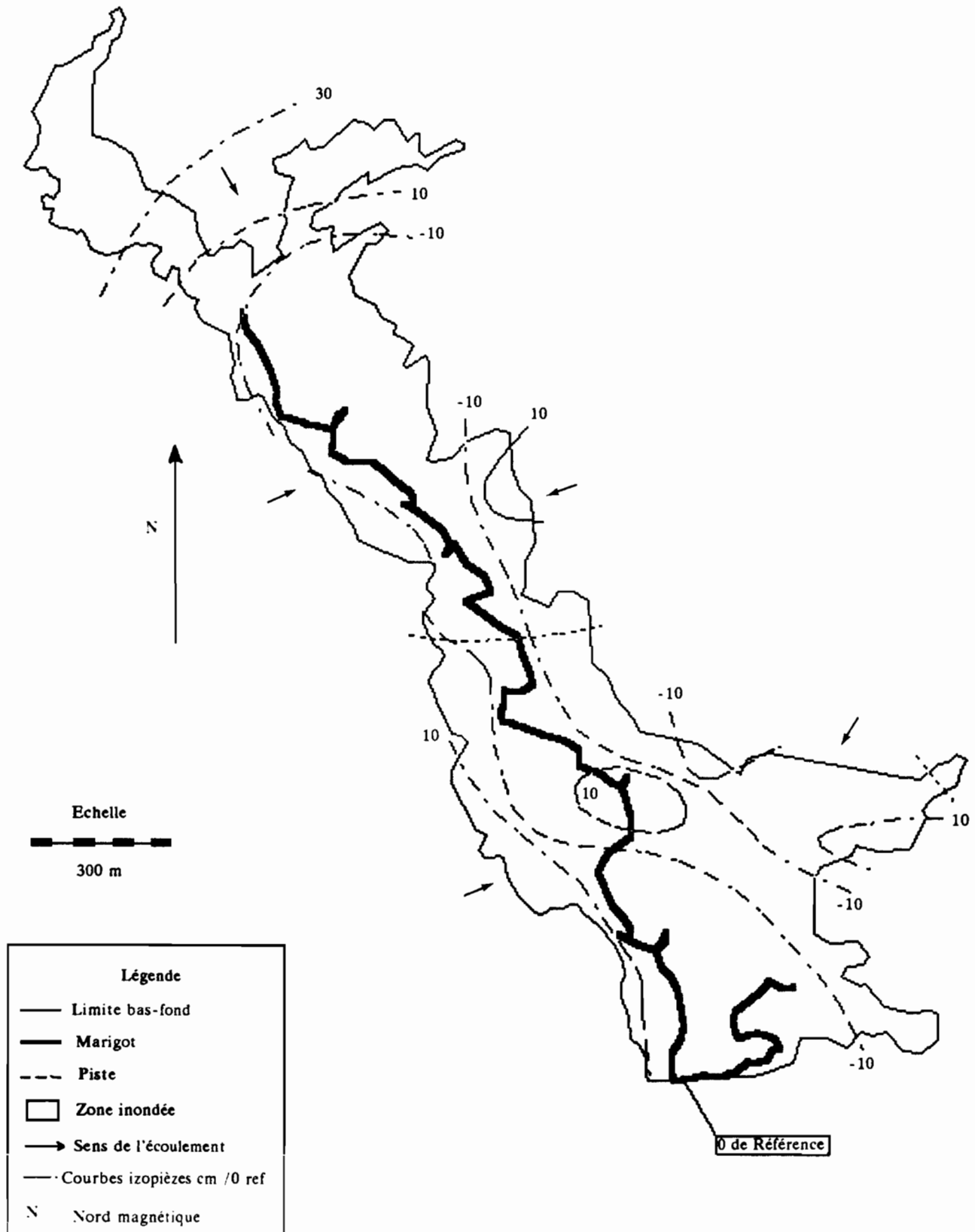
BRUNET, 1990

Fig. 9



## VALLEE DE DJIGUINOUM

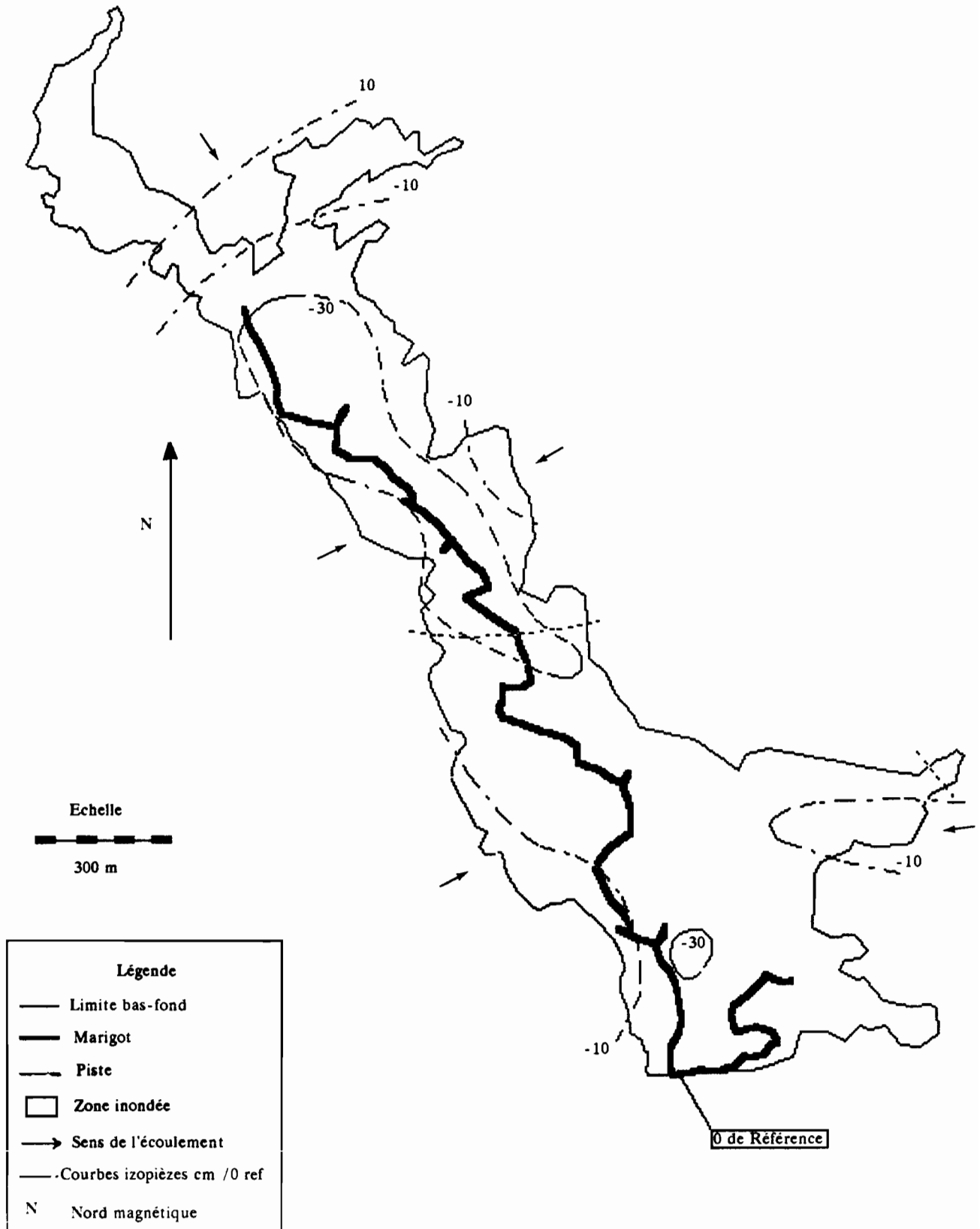
PIEZOMETRIE - FEVRIER 1989



BRUNET, 1990

Fig. 10

VALLEE DE DJIGUINOUM  
 PIEZOMETRIE - MARS 1989

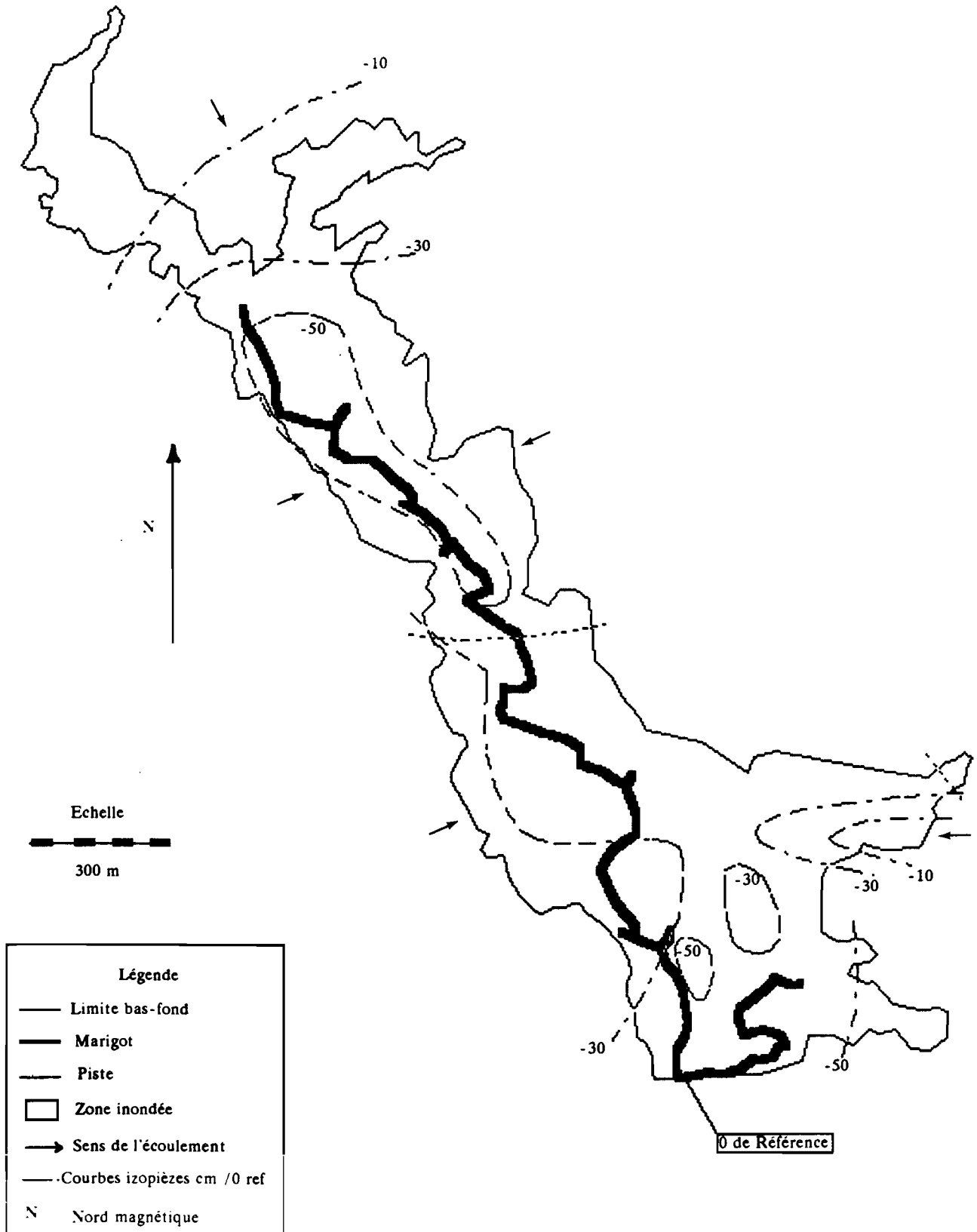


BRUNET, 1990

Fig. 11

## VALLEE DE DJIGUINOUM

PIEZOMETRIE - AVRIL 1989

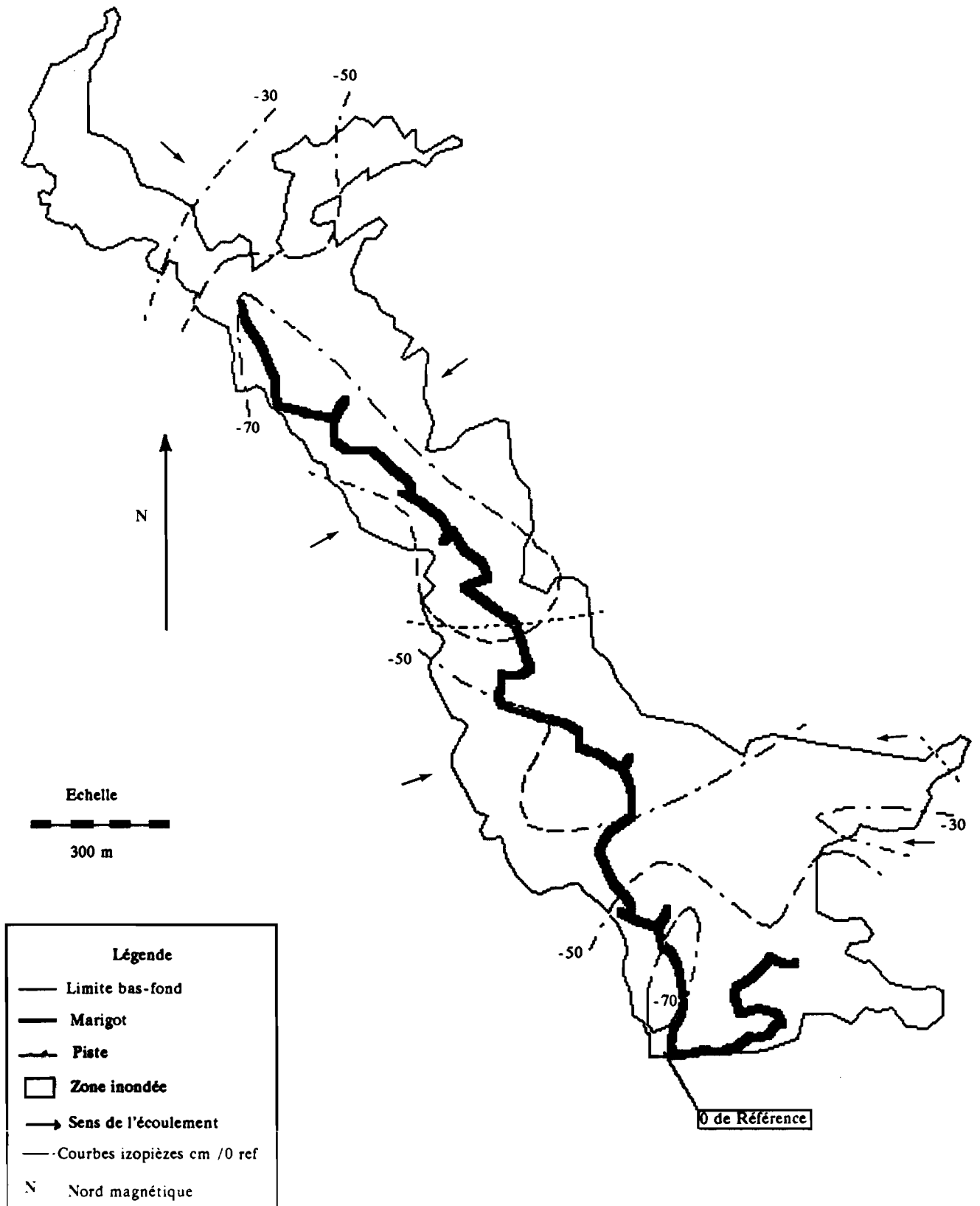


BRUNET, 1990

Fig. 12

VALLEE DE DJIGUINOUM

PIEZOMETRIE - MAI 1989

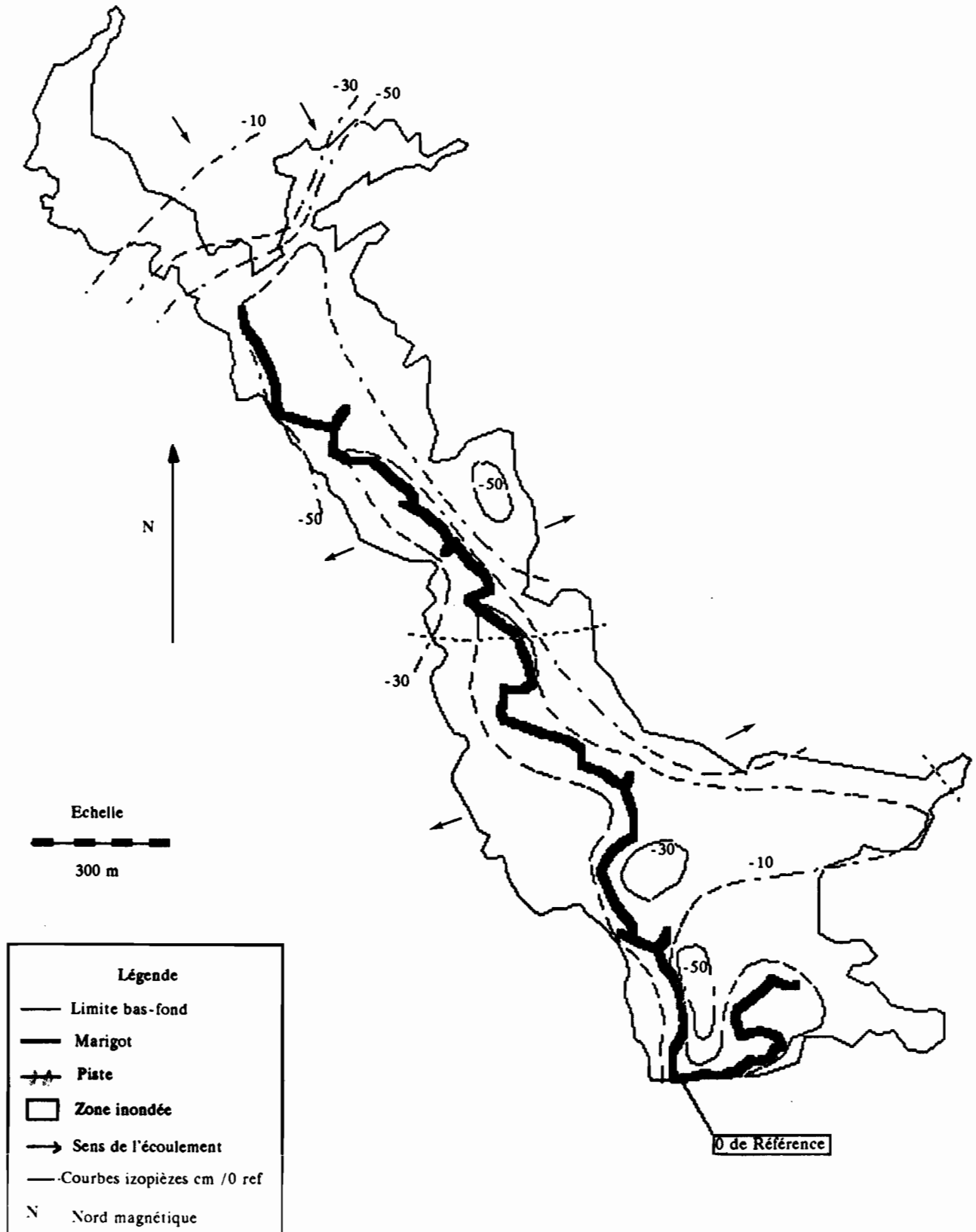


BRUNET, 1990

Fig. 13

## VALLEE DE DJIGUINOUM

PIEZOMETRIE - JUIN 1989



BRUNET, 1990

Fig. 14

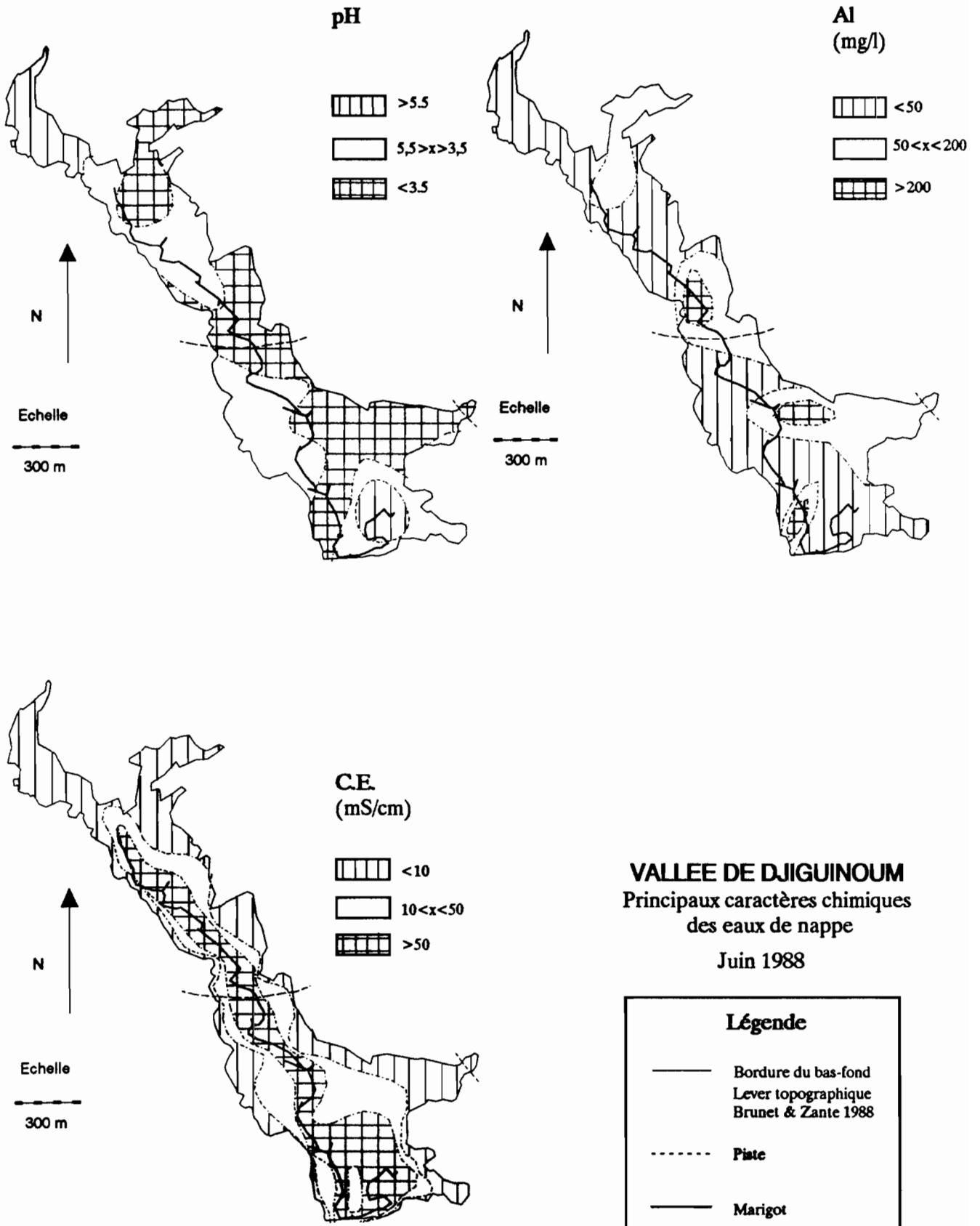


Fig. 15

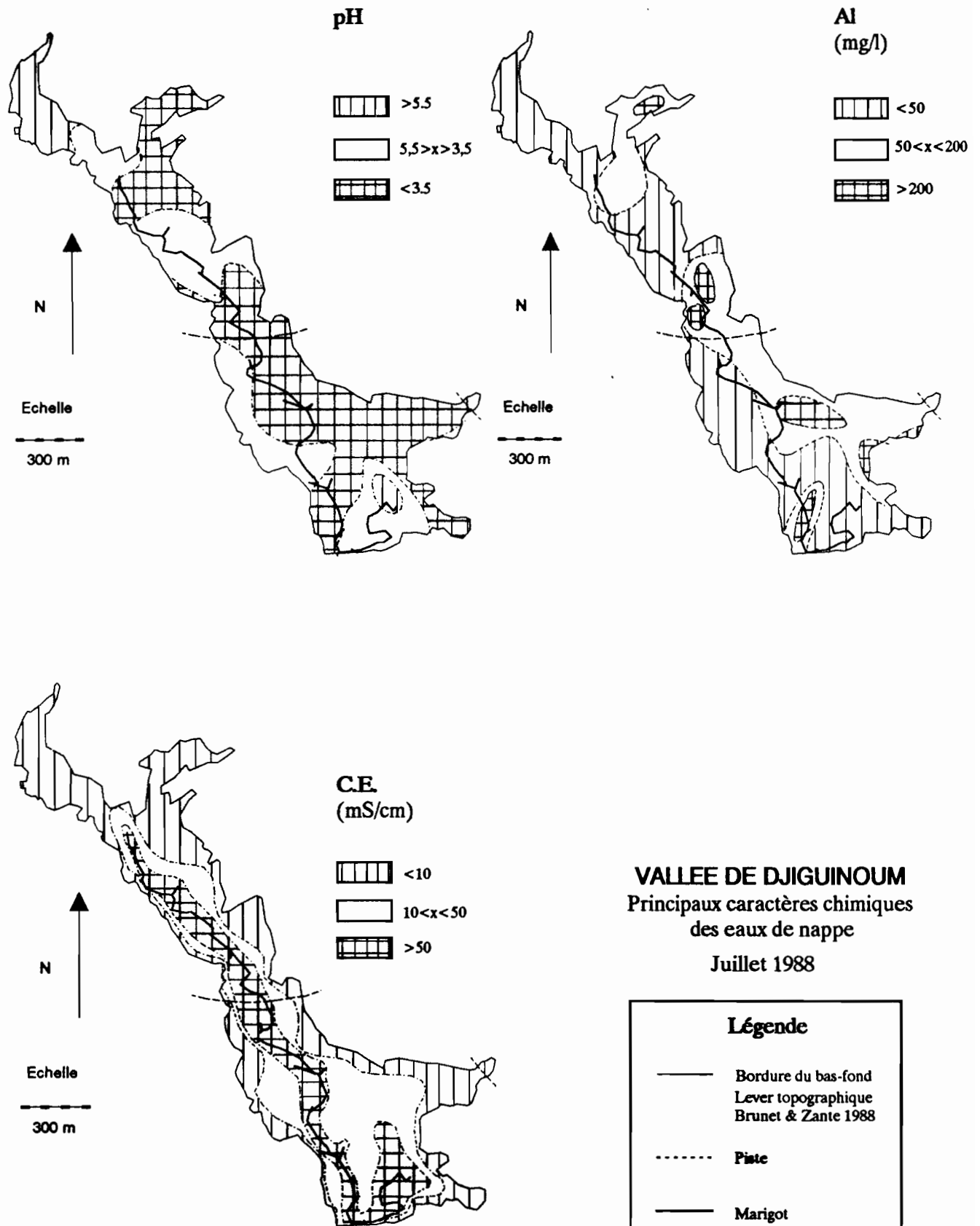


Fig. 16

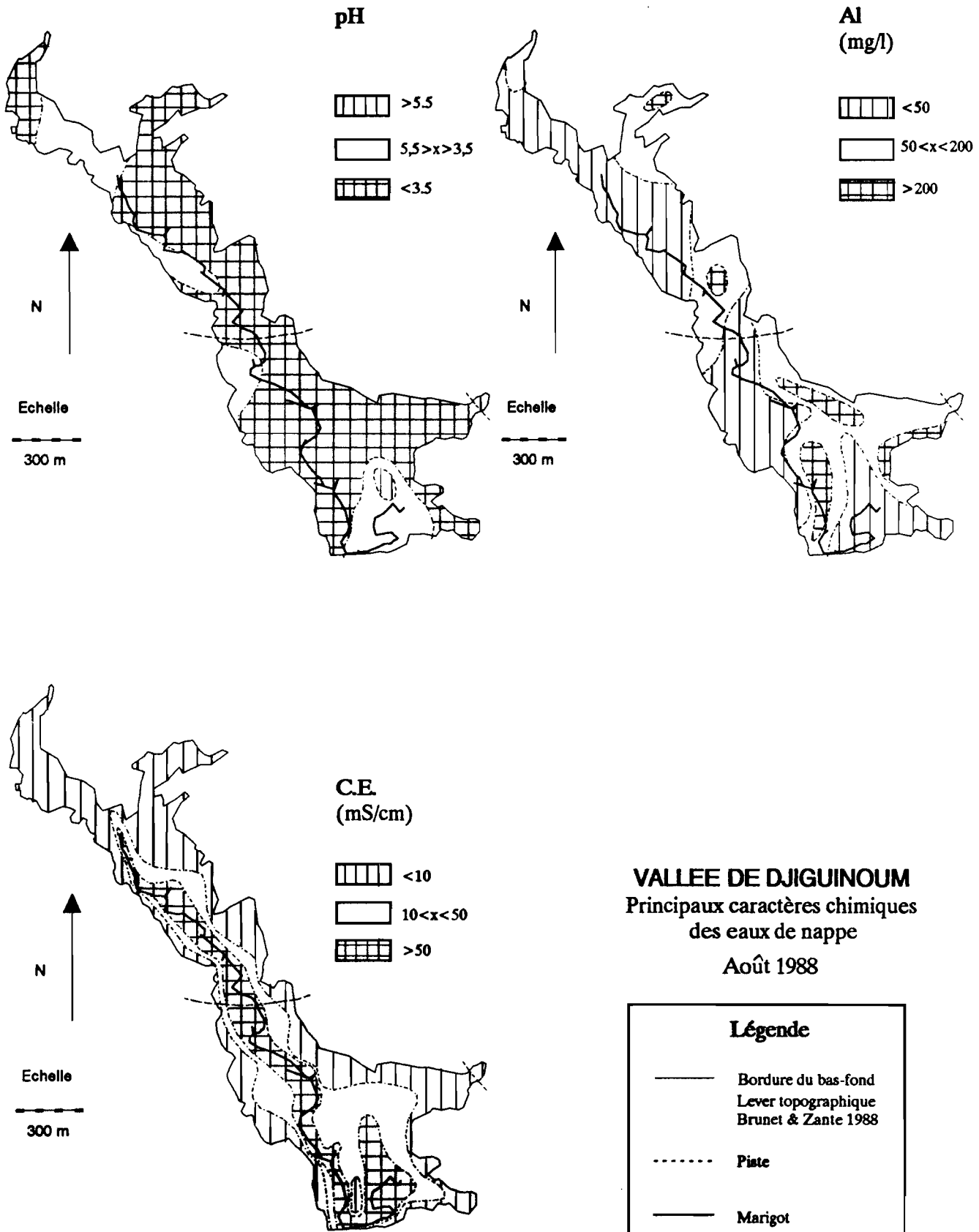
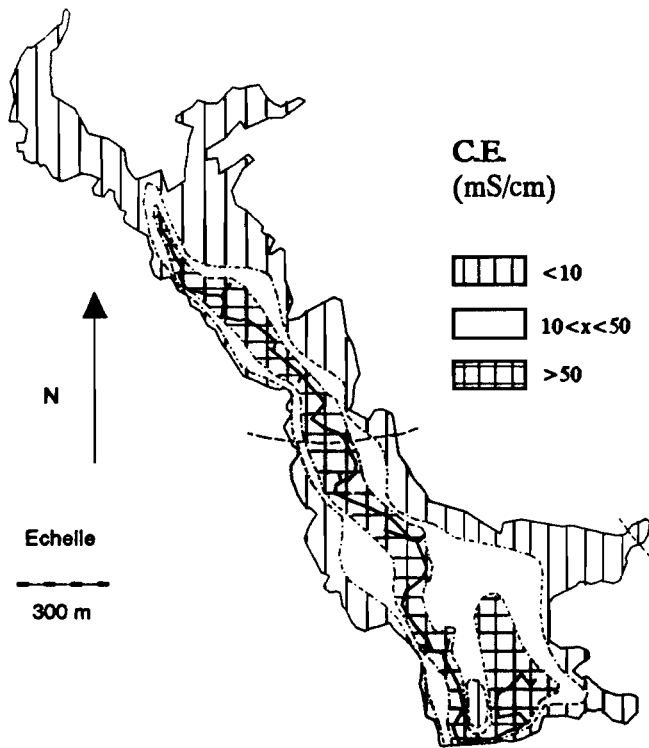
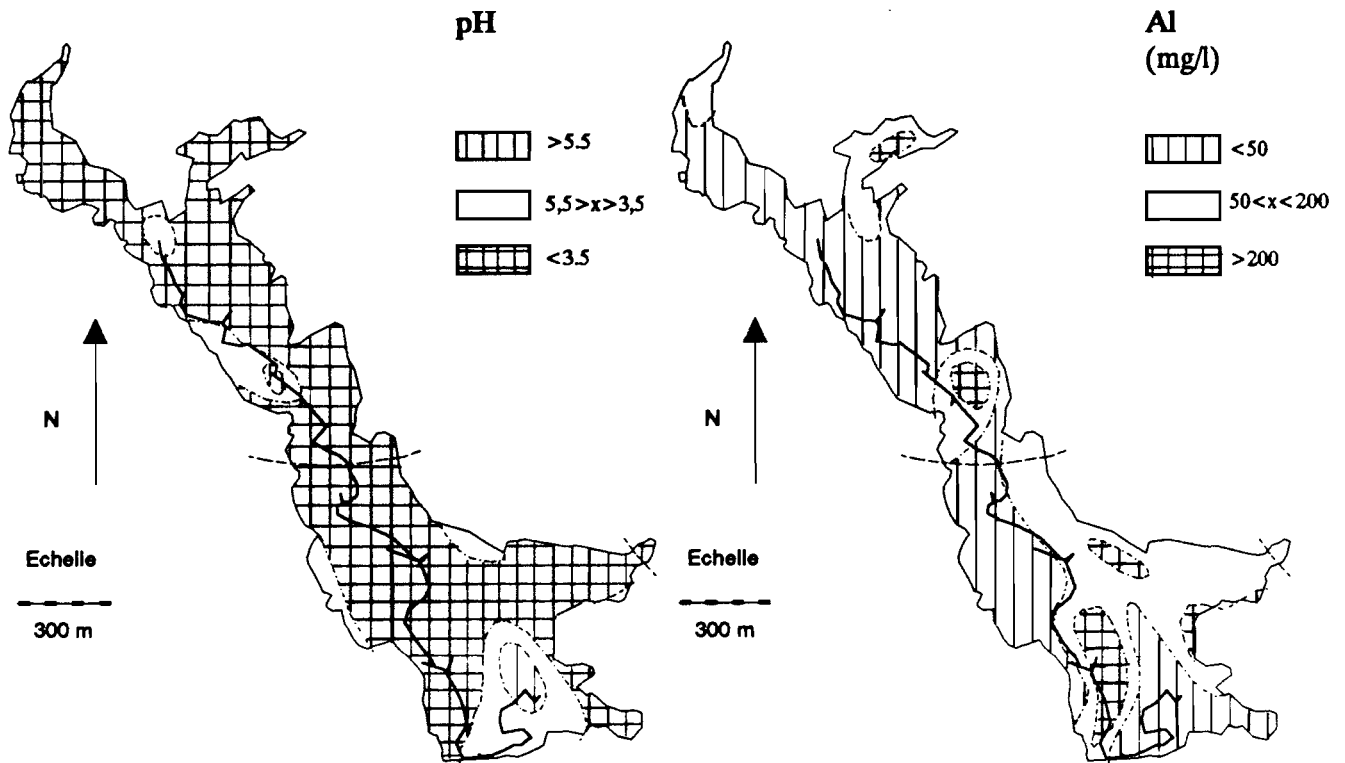


Fig. 17

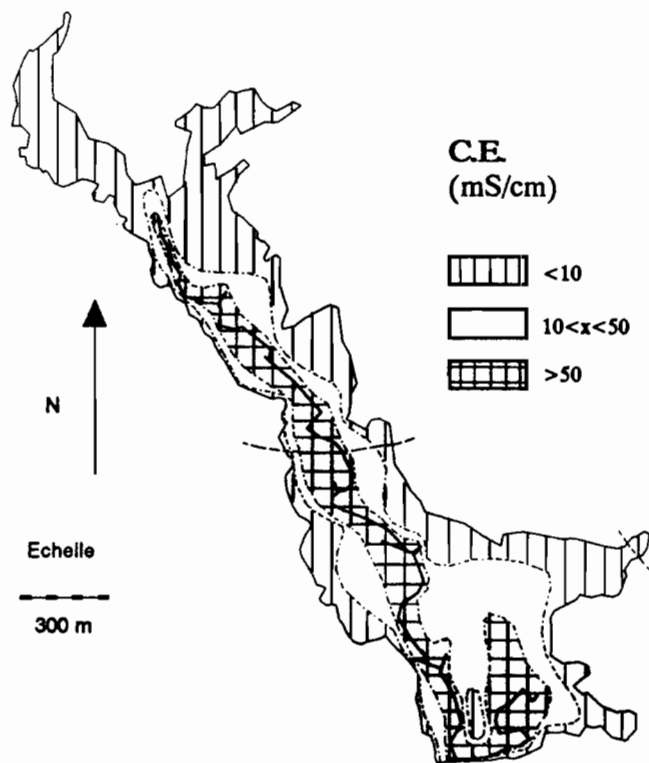
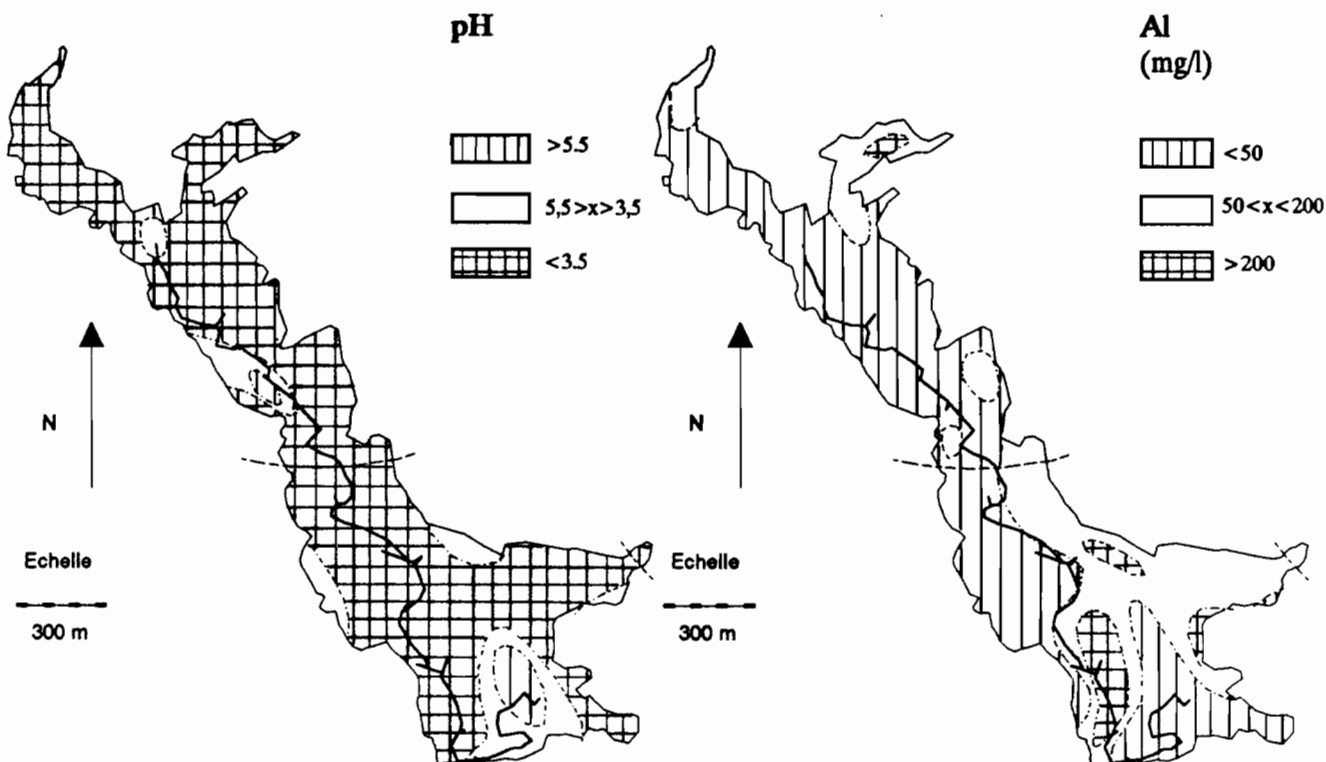




**VALLEE DE DJIGUINOUM**  
 Principaux caractères chimiques  
 des eaux de nappe  
 Septembre 1988

| Légende |                                            |
|---------|--------------------------------------------|
| —       | Bordure du bas-fond                        |
| —       | Lever topographique<br>Brunet & Zante 1988 |
| - - -   | Piste                                      |
| —       | Marigot                                    |
| N       | Nord magnétique 1988                       |

Fig. 18



**VALLEE DE DJIGUINOUM**  
 Principaux caractères chimiques  
 des eaux de nappe  
 Octobre 1988

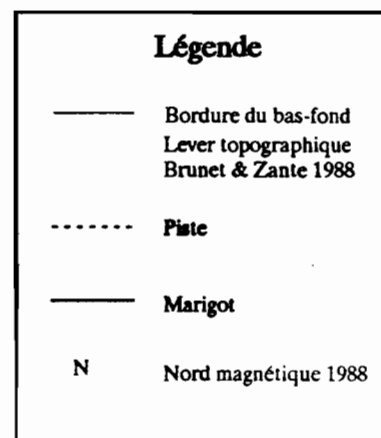
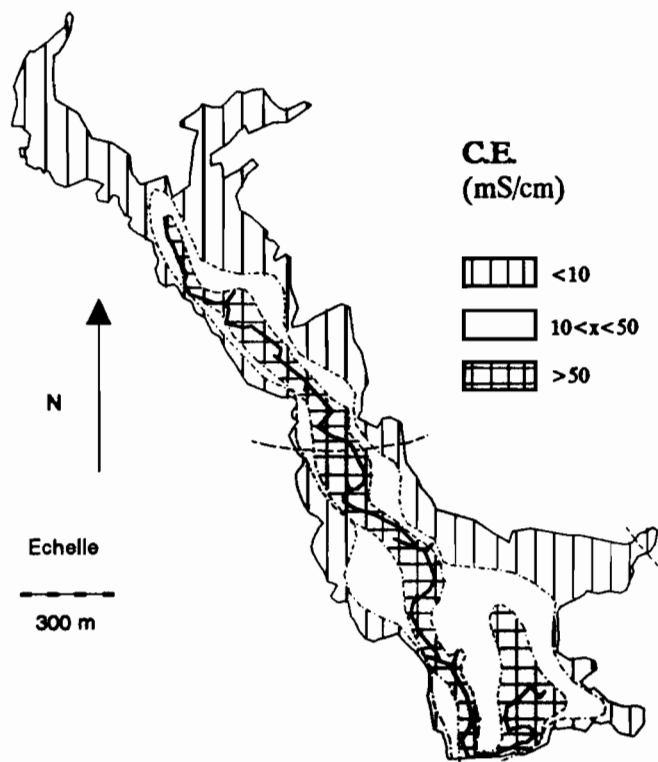
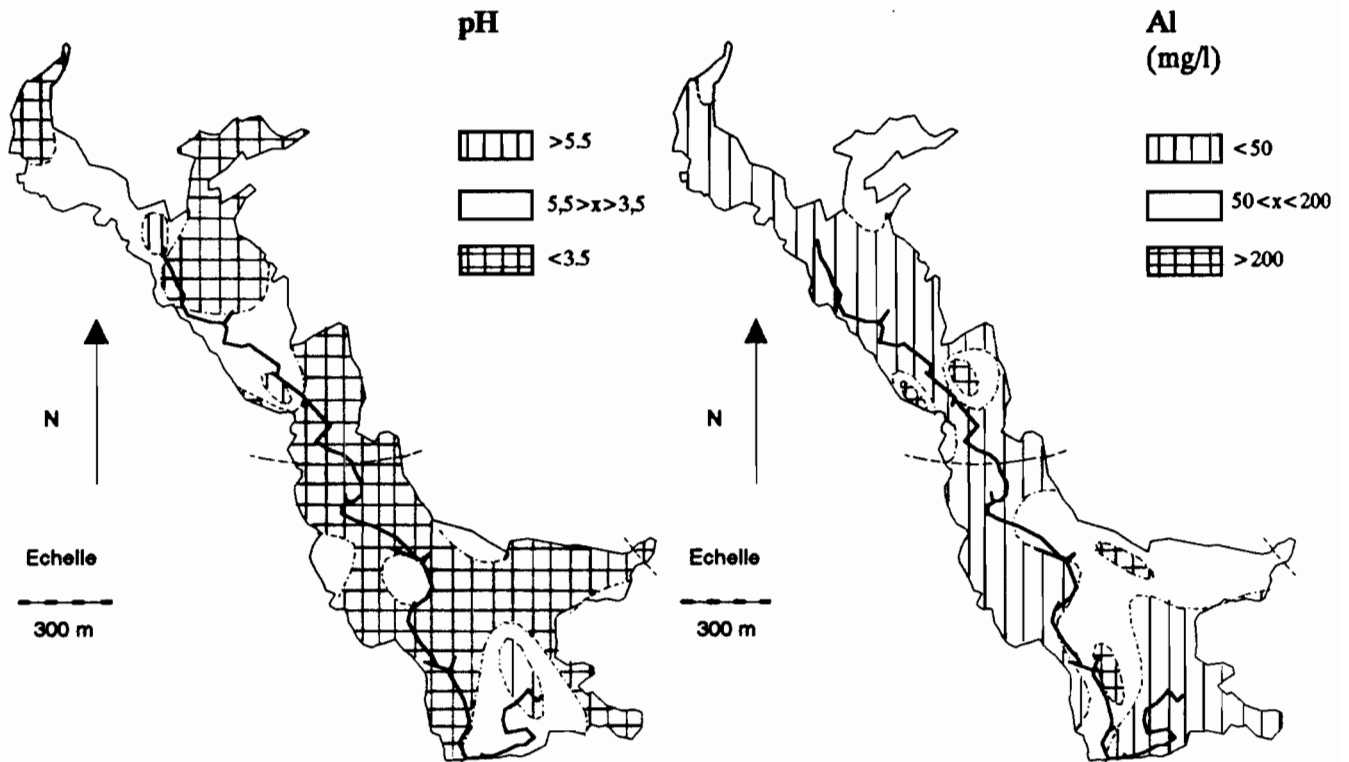


Fig. 19



**VALLEE DE DJIGUINOUM**  
 Principaux caractères chimiques  
 des eaux de nappe  
 Novembre 1988

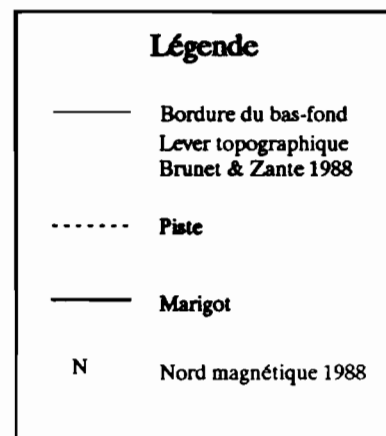
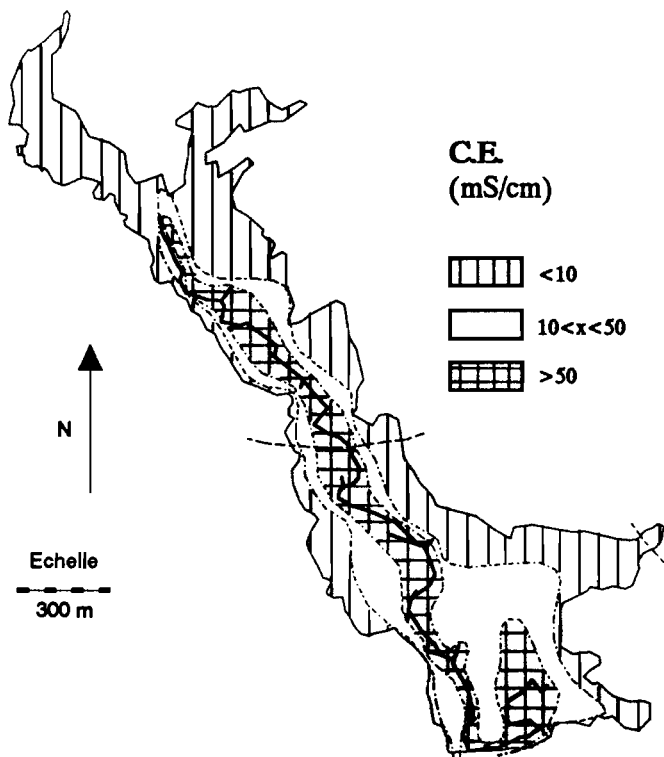
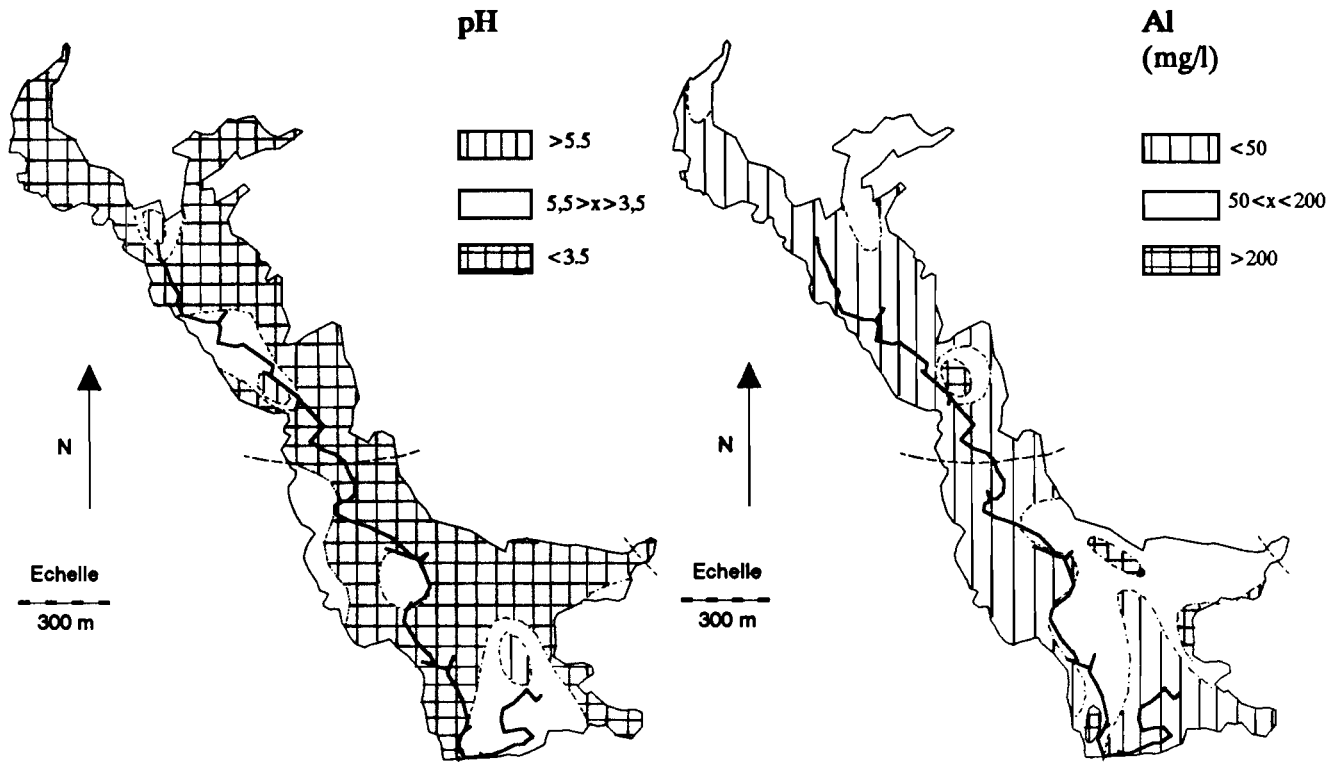


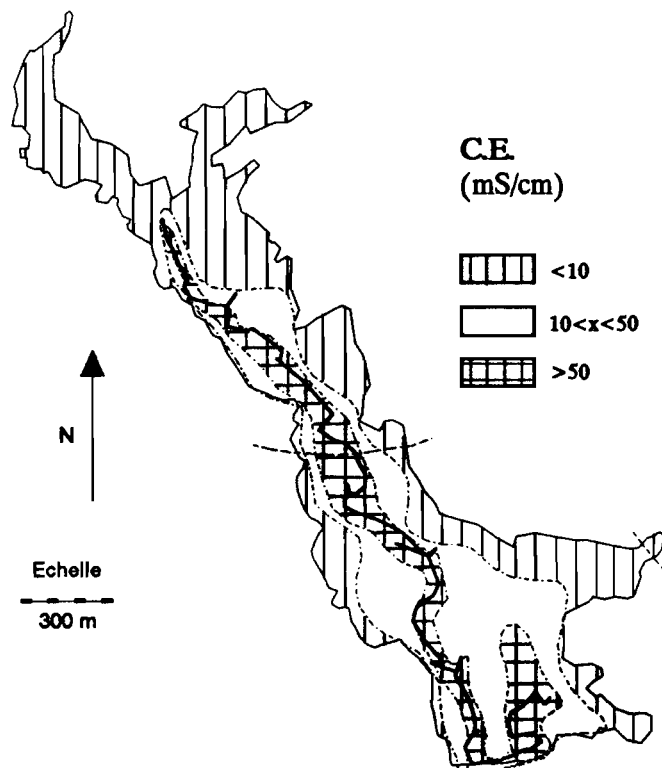
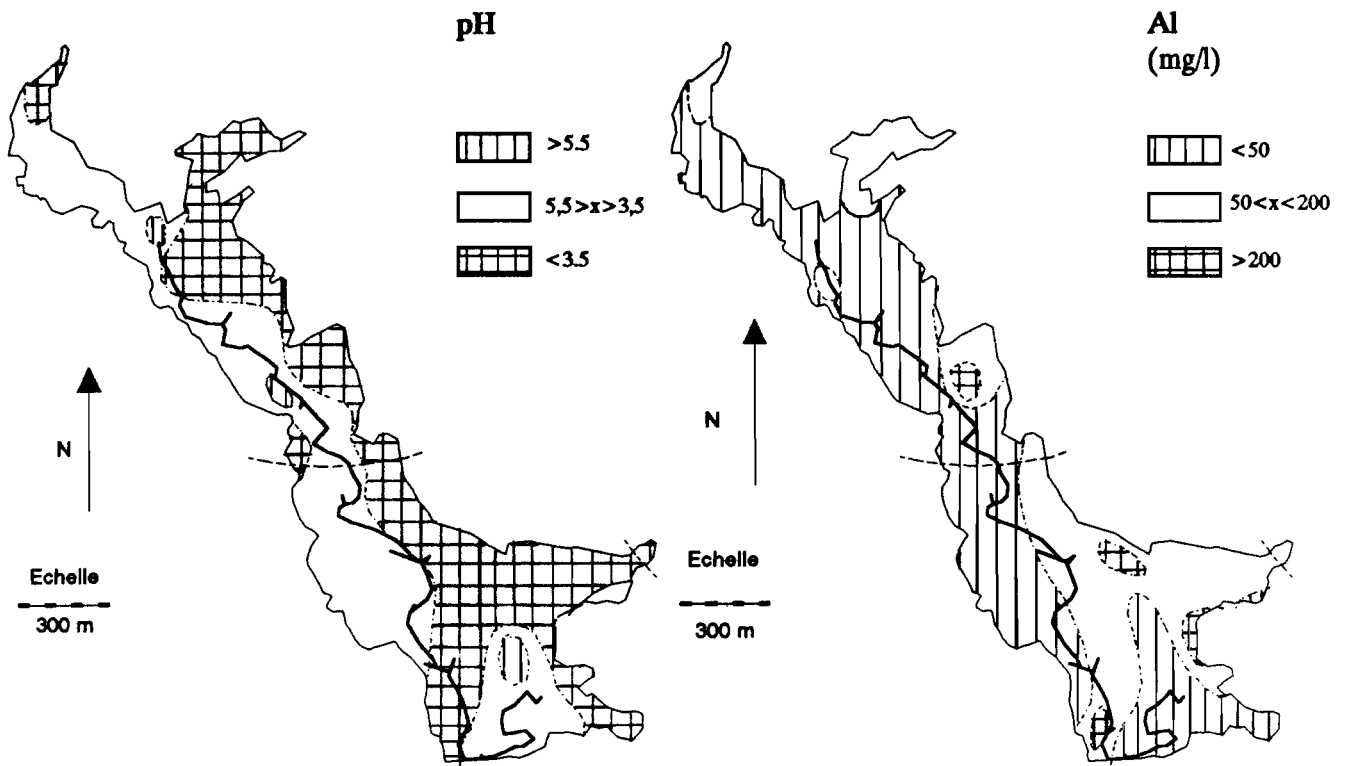
Fig. 20



**VALLEE DE DJIGUINOUM**  
 Principaux caractères chimiques  
 des eaux de nappe  
 Décembre 1988

| Légende |                                                                   |
|---------|-------------------------------------------------------------------|
| —       | Bordure du bas-fond<br>Lever topographique<br>Brunet & Zante 1988 |
| - - - - | Piste                                                             |
| —       | Marigot                                                           |
| N       | Nord magnétique 1988                                              |

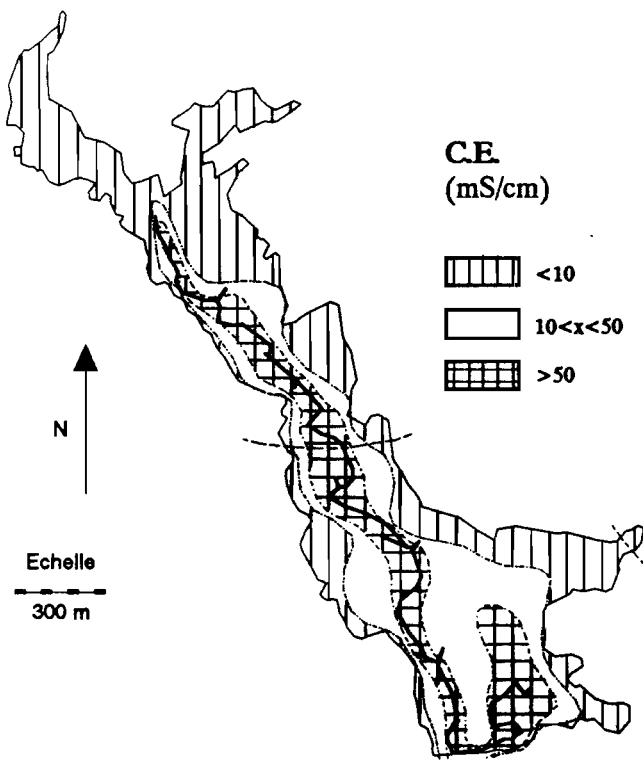
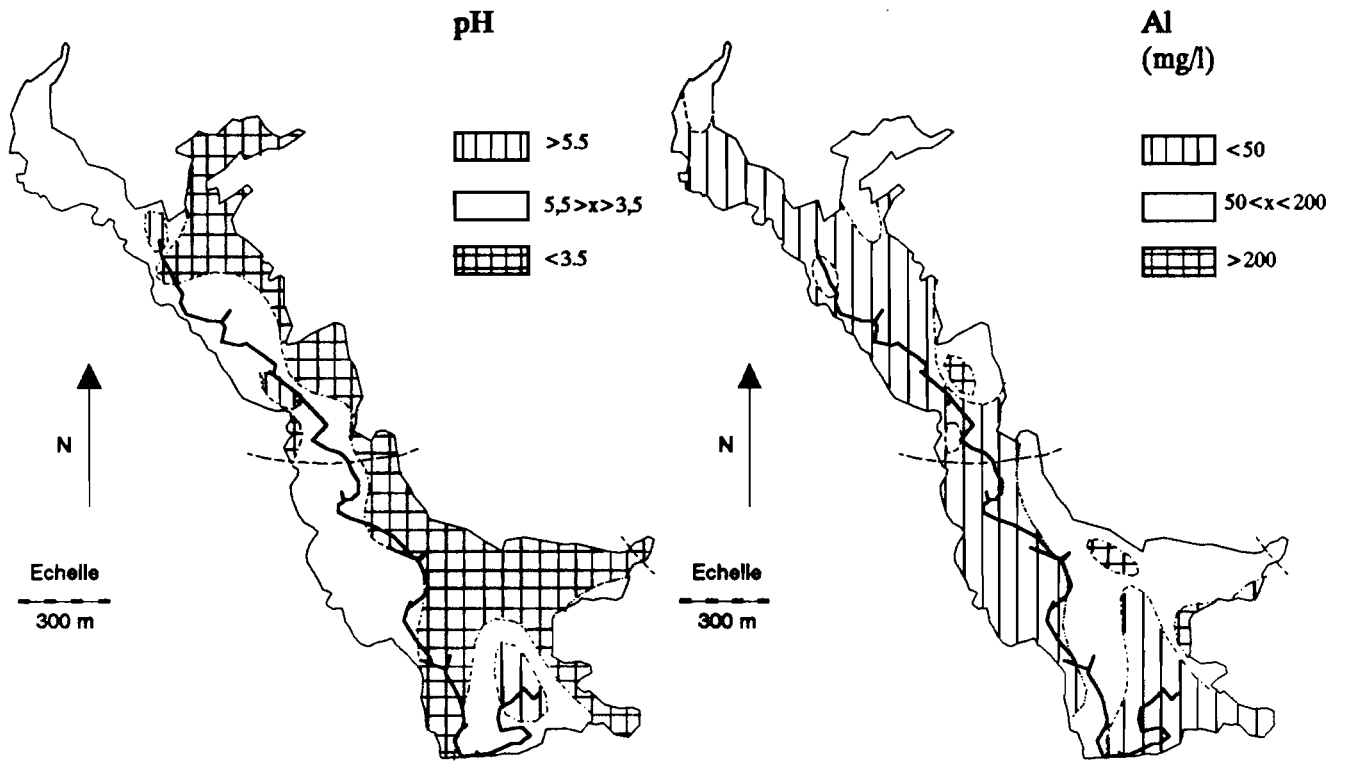
Fig. 21



**VALLEE DE DJIGUINOUM**  
 Principaux caractères chimiques  
 des eaux de nappe  
 Janvier 1989

| Légende |                                                                   |
|---------|-------------------------------------------------------------------|
| —       | Bordure du bas-fond<br>Lever topographique<br>Brunet & Zante 1988 |
| - - -   | Piste                                                             |
| —       | Marigot                                                           |
| N       | Nord magnétique 1988                                              |

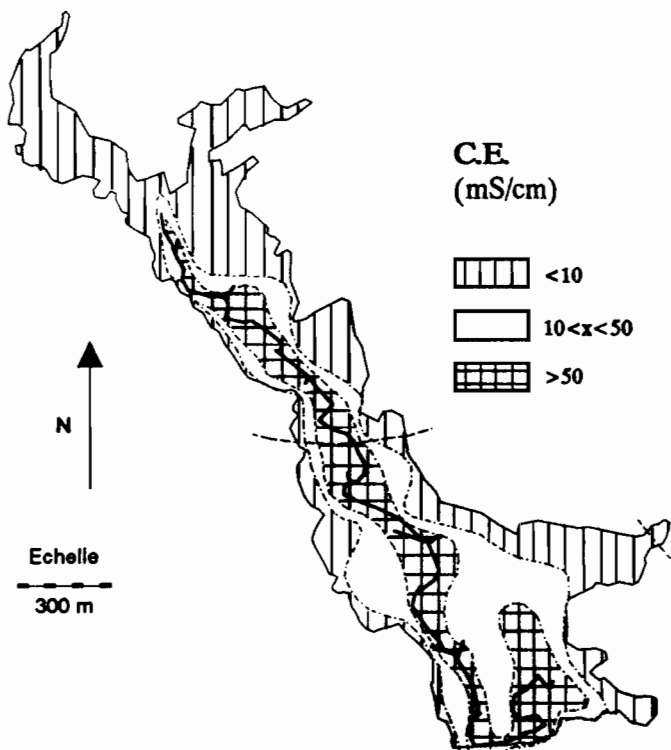
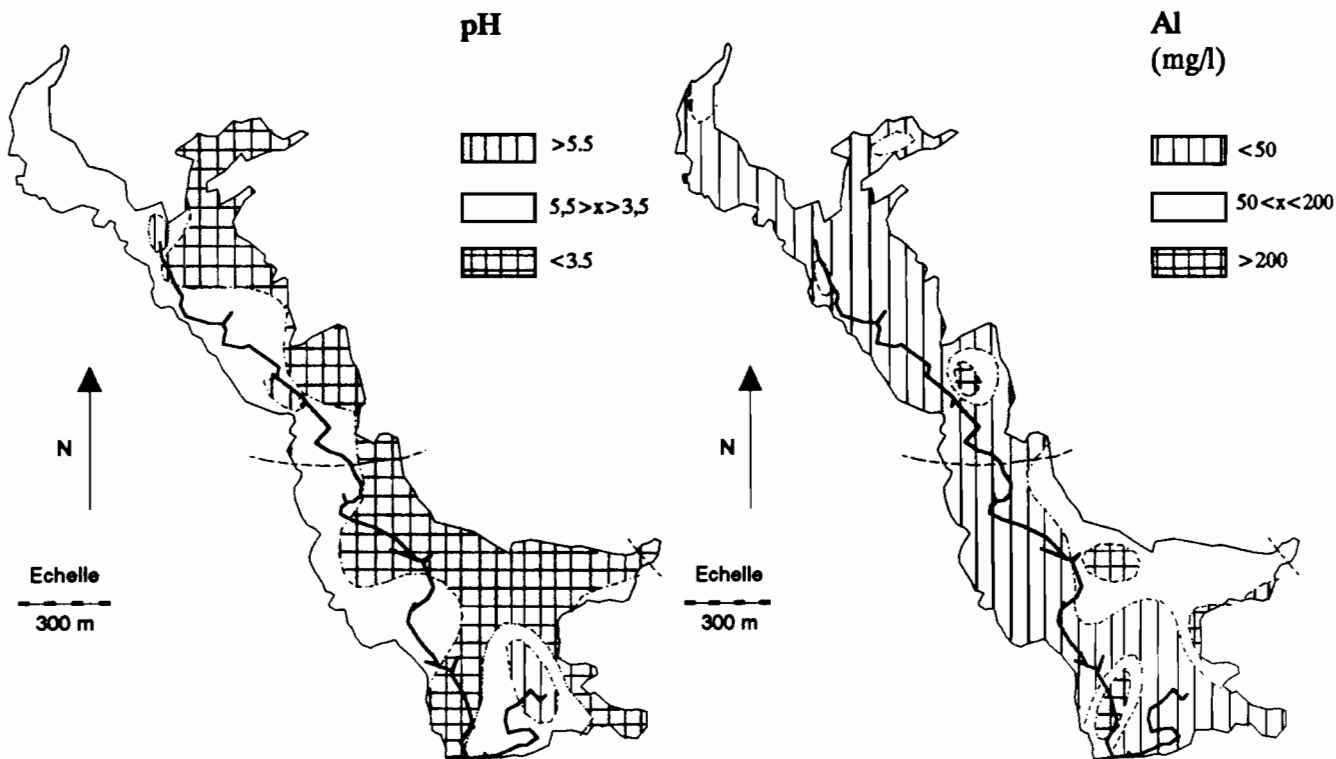
Fig. 22



**VALLEE DE DJIGUINOU**  
 Principaux caractères chimiques  
 des eaux de nappe  
 Février 1989

| Légende |                                                                   |
|---------|-------------------------------------------------------------------|
|         | Bordure du bas-fond<br>Lever topographique<br>Brunet & Zante 1988 |
|         | Piste                                                             |
|         | Marigot                                                           |
|         | Nord magnétique 1988                                              |

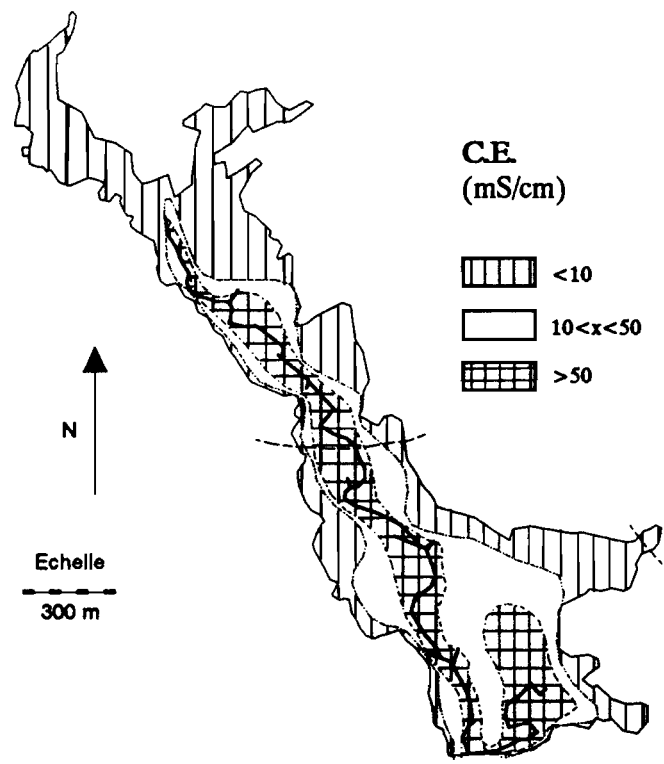
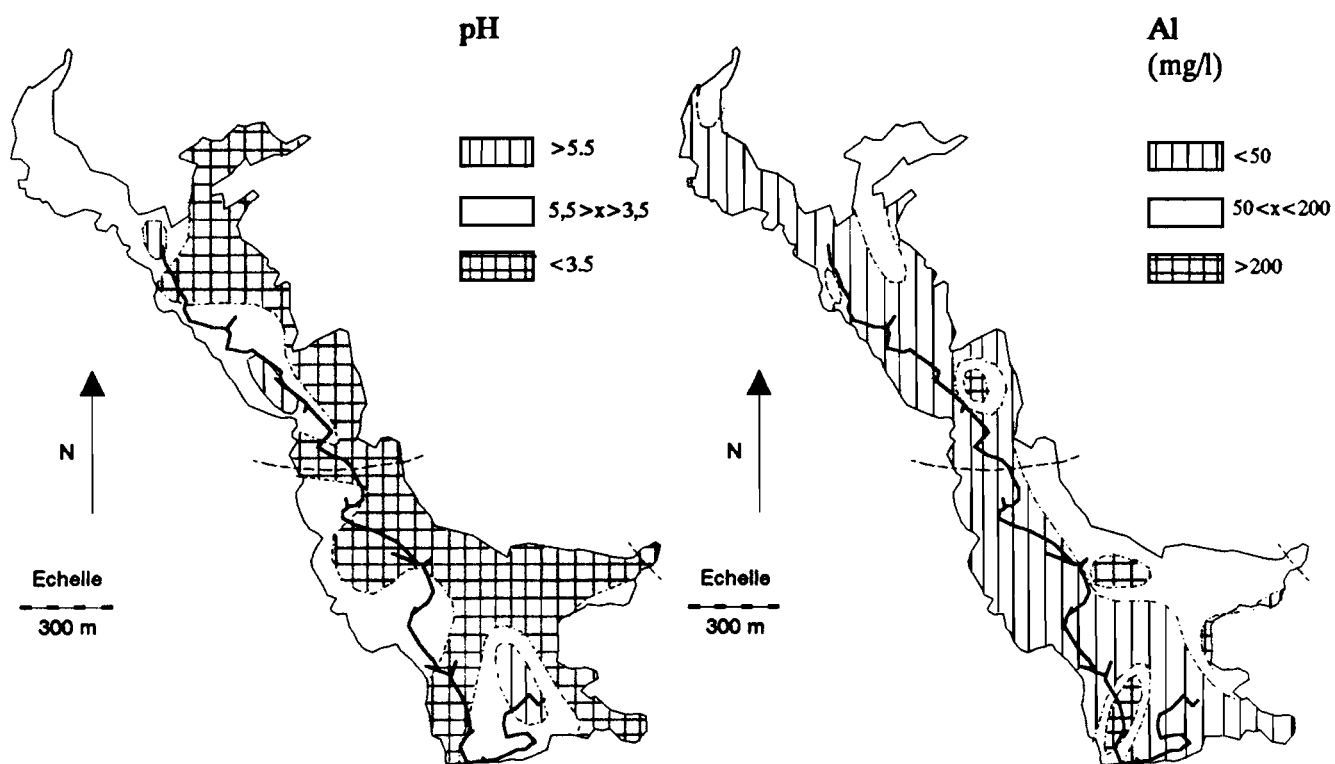
Fig. 23



**VALLEE DE DJIGUINOUM**  
 Principaux caractères chimiques  
 des eaux de nappe  
 Mars 1989

| Légende |                                                                   |
|---------|-------------------------------------------------------------------|
| —       | Bordure du bas-fond<br>Lever topographique<br>Brunet & Zante 1988 |
| - - -   | Piste                                                             |
| —       | Marigot                                                           |
| N       | Nord magnétique 1988                                              |

Fig. 24



**VALLEE DE DJIGUINOUM**  
 Principaux caractères chimiques  
 des eaux de nappe  
 Avril 1989

**Légende**

- Bordure du bas-fond  
Lever topographique  
Brunet & Zante 1988
- Piste
- Marigot
- N Nord magnétique 1988

Fig. 25



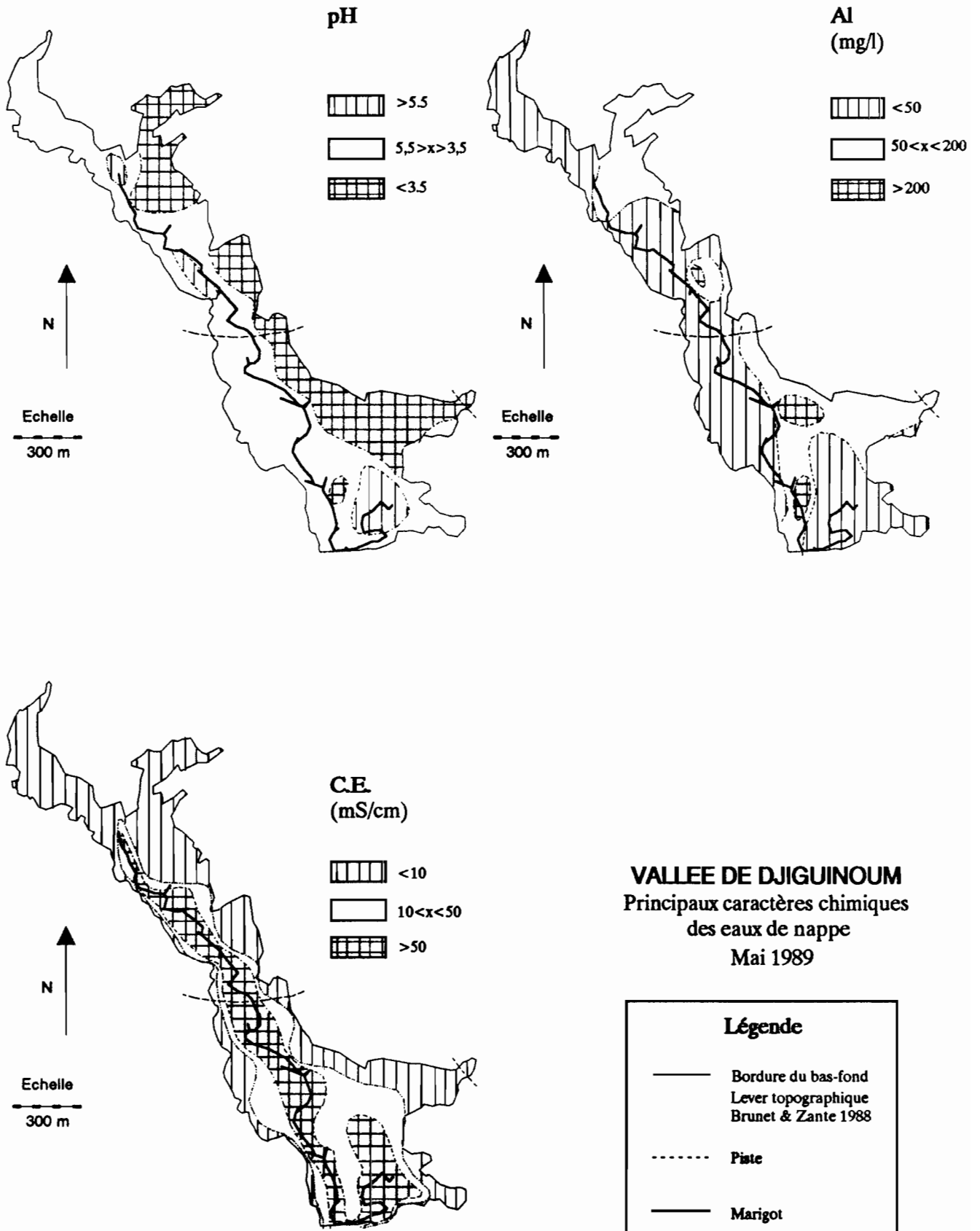


Fig. 26

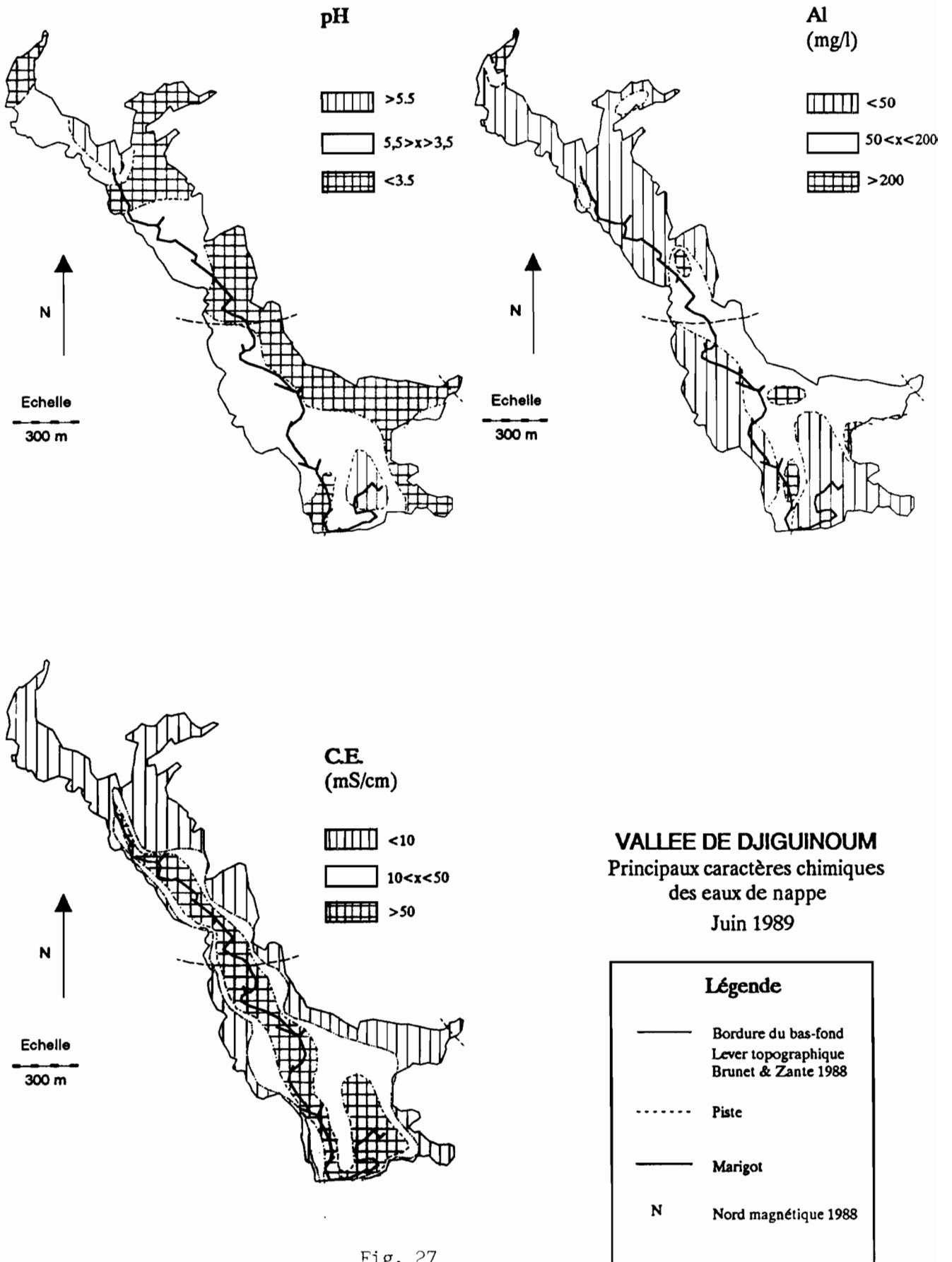


Fig. 27