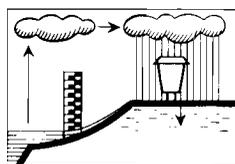


DÉPARTEMENT DE LA GUADELOUPE

DIRECTION DÉPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE

ÉTUDE DU BILAN HYDROLOGIQUE
de la
LETAYE AMONT



M. MORELL
J.M. BOUCHEZ

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

BONDY



MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

DIRECTION DÉPARTEMENTALE
DE L'AGRICULTURE DE LA GUADELOUPE

O. R. S. T. O. M.

ETUDE DU BILAN HYDROLOGIQUE
DE LA RETENUE
DE
LETAYE AMONT

par

M. MORELL et J.M. BOUCHEZ

MISSION HYDROLOGIQUE ORSTOM
AUX ANTILLES

HISTORIQUE

Par Convention, la Direction Départementale de l'Agriculture confiait à l'ORSTOM l'étude du fonctionnement de la retenue de LETAYE AMONT, en vue d'estimer l'importance des pertes par infiltration.

Dans le cadre du programme d'irrigation de la GRANDE TERRE, les travaux d'aménagement de la Ravine GARDEL au site de LETAYE AMONT furent entrepris en Février 1977. La cuvette, d'une capacité de 700 milliers de m³, devait recevoir partiellement un traitement d'imperméabilisation constitué de deux couches compactées d'argile et de tuf.

La crue du 22 Octobre 1978 provoqua la mise en eau de la retenue aux 2/3 de sa capacité. Dès lors, l'ORSTOM assura la surveillance du plan d'eau à l'aide du dispositif de mesures préalablement implanté.

Le présent rapport fait état des observations recueillies entre le 22 Octobre 1978 et le 31 Décembre 1979

M. MORELL

Plan de situation

RETENUE LETAYE AMONT

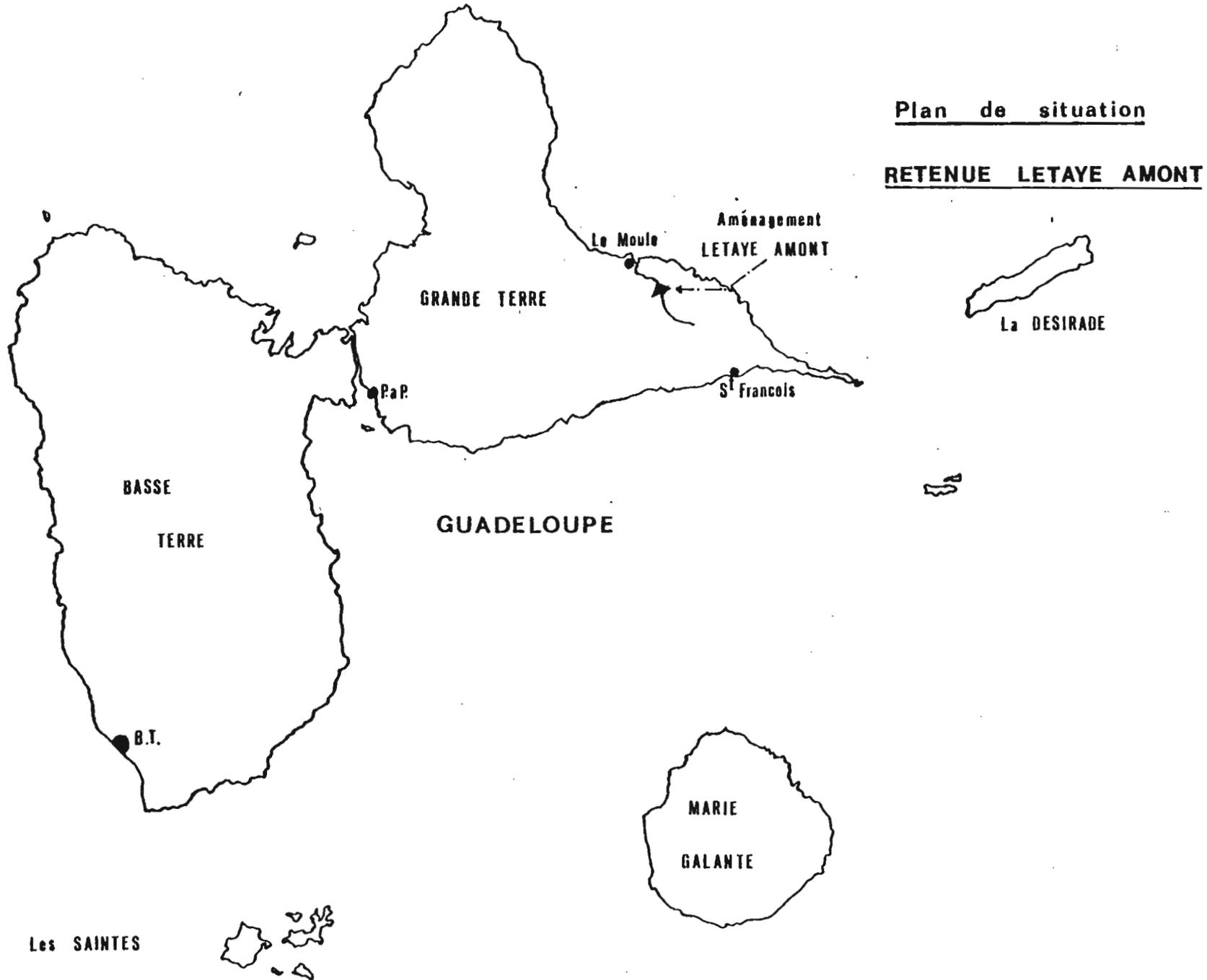


Fig-1

GuA. 251758

S O M M A I R E

	Page
<u>INTRODUCTION</u>	
<u>CHAPITRE 1 - CARACTERISTIQUES PHYSIQUES</u>	11
1.1. LE BASSIN VERSANT de la RAVINE GARDEL	
1.2. DONNEES CLIMATIQUES	
1.3. CARACTERISTIQUES de l'AMENAGEMENT	
a) - Caractéristiques topographiques	
b) - Déversoir principal	
<u>CHAPITRE 2 - DISPOSITIF de MESURES</u>	21
2.1. STATION LIMNIGRAPHIQUE	
2.2. POSTES PLUVIOMETRIQUES	
2.3. BACS d'EVAPORATION	
2.4. COMPTEUR VOLUMETRIQUE de la CONDUITE d'ADDUCTION	
2.5. PIEZOMETRES	
2.6. PERIODICITE des MESURES	
<u>CHAPITRE 3 - LIMNIMETRIE</u>	23
3.1. INTERPRETATION	
3.2. RELEVES LIMNIGRAPHIQUES	
<u>CHAPITRE 4 - PLUVIOMETRIE</u>	29
4.1. ETUDE STATISTIQUE des PRECIPITATIONS	
4.2. OBSERVATIONS PLUVIOMETRIQUES	
<u>CHAPITRE 5 - EVAPORATION</u>	37
5.1. FACTEURS CLIMATIQUES	
5.2. MESURES d'EVAPORATION	
5.3. LIAISONS INTER-BACS	
<u>CHAPITRE 6 - APPORTS ARTIFICIELS</u>	43
<u>CHAPITRE 7 - PHASES de DEVERSEMENT</u>	45

<u>CHAPITRE 8</u> - APPORTS NATURELS	47
<u>CHAPITRE 9</u> - BILAN HYDROLOGIQUE et INFILTRATION	55
9.1. RAPPEL des TERMES du BILAN	
9.2. BILAN HYDROLOGIQUE 1978-1979	
9.3. INFILTRATION	
<u>CHAPITRE 10</u> - NIVEAUX PIEZOMETRIQUES	61
<u>CONCLUSION</u>	65
<u>A N N E X E S</u>	67
1 à 3 - Cote du Plan d'eau 1978-1979	
4 et 5 - Pluviométrie journalière GARDEL 1978-1979	
6 et 7 - Pluviométrie journalière BAC "OUEST" 1978-1979	
8 - Pluviométrie journalière BAC "EST " 1979	
9 et 10 - Pluviométrie journalière BAC "FLOTTANT" 1978-1979	
11 et 12 - Pluviométrie journalière RETENUE I 1978-1979	
13 et 14 - Pluviométrie journalière RETENUE II 1978-1979	
15 et 16 - Evaporation journalière BAC "OUEST" 1978-1979	
17 - Evaporation journalière BAC "EST " 1979	
18 et 19 - Evaporation journalière BAC "FLOTTANT" 1978-1979	
20 - Apports artificiels 1978-1979	
21 à 26 - Relevés piézométriques 1978-1979	
<u>T A B L E A U X</u>	
n° 1 - Superficie du Plan d'eau	
n° 2 - Volume de la retenue	
n° 3 - Jaugeages réalisés en 1979 au déversoir principal	
n° 4 - Barème d'étalonnage du déversoir principal	
n° 5 - Pluviométrie mensuelle à l'Usine GARDEL	
n° 6 - Maximas journaliers relevés à GARDEL	
n° 7 - Répartition des précipitations journalières à GARDEL	
n° 8 - Pluviométrie mensuelle 1978-1979 - LETAYE AMONT	
n° 9 - Pluviométrie moyenne journalière - Année 1978	
n° 10 - Pluviométrie moyenne journalière - Année 1979	
n° 11 - Pluviométrie moyenne mensuelle et fréquences	
n° 12 - Evaporation mensuelle 1978-1979 - LETAYE AMONT	

Tableaux (suite)

- n° 13 - Volumes déversés - Année 1979
- n° 14 - Apports du Bassin Versant - Année 1978
- n° 15 - Apports du Bassin Versant - Année 1979
- n° 16 - Caractéristiques des principales crues
- n° 17 - Bilan hydrologique de la retenue
- n° 18 - Pertes par infiltration

FIGURES

- n° 1 - Plan de situation du Bassin de la Ravine GARDEL
- n° 2 - Le Bassin Versant de la Ravine GARDEL
- n° 3 - Dispositif de mesures

GRAPHIQUES

- n° 1 - Liaison Surface-Cote
- n° 2 - Liaison Volume-Cote
- n° 3 - Courbe d'étalonnage du déversoir principal
- n° 4 - Réaction du Plan d'eau à une pluie
- n° 5 - Evolution de la cote du Plan d'eau
- n° 6 - Evaporation mensuelle - 1979
- n° 7 - Crue du 17 Juillet 1979
- n° 8 - Apports du Bassin et pertes par déversement
- n° 9 - Evaporation et infiltration
- n° 10 - Niveaux piézométriques
- n° 11 - Pente piézométrique

INTRODUCTION

Par souci de clarté dans la présentation de ce rapport, les tableaux des données de base, résultats bruts d'observations directes, sont regroupés en Annexe.

Les tableaux numérotés accompagnant le texte proposent : soit une information condensée des données de base, soit des éléments élaborés, issus de ces dernières par calcul.

Le bassin versant de la Ravine GARDEL, l'aménagement de LETAYE AMONT et le dispositif de mesures sont décrits au cours des deux premiers chapitres.

L'information limnimétrique est détaillée au Chapitre 3, l'analyse séparée des termes du bilan est entreprise ensuite, alors que l'étude de celui-ci et des pertes par infiltration est exposée au Chapitre 9.

Enfin, à titre de complément d'information, les relevés piézométriques, présentés au Chapitre 10, précèdent la Conclusion.

CHAPITRE 1

CARACTERISTIQUES PHYSIQUES

1.1. - LE BASSIN VERSANT DE LA RAVINE GARDEL

L'aménagement de LETAYE AMONT, implanté sur la Ravine GARDEL, contrôle un bassin versant de 6,8 km² (cf. fig. 2).

La Ravine GARDEL, dénommée Ravine RENEVILLE en amont de la retenue, draine un plateau dont la majeure partie est composée de calcaires supérieurs, avec présence en amont de formations volcano-sédimentaires.

Les sols généralement très argileux se dessèchent en période de faible pluviosité et présentent alors des fentes de retrait plus ou moins profondes. Un épisode pluvieux prolongé sera nécessaire pour colmater ces fissures. Le bassin versant ruissellera alors sous l'impulsion d'averses moyennes ou fortes.

La culture de la canne à sucre couvre la presque totalité du bassin.

Le périmètre du bassin au droit de l'aménagement est de 13,8 km. Le coefficient de compacité de GRAVELIUS, rapport du périmètre du bassin à la circonférence du cercle de même superficie, est égal à 1,49.

Le seuil du déversoir principal de l'aménagement est à la cote 25,00 m. Le bassin culmine à 54 m.

1.2. - DONNEES CLIMATIQUES

Les éléments climatiques suivants permettent de caractériser le climat insulaire chaud qui affecte le bassin de GARDEL.

- Température : 25°C à 26°C en moyenne avec une amplitude journalière de 8 à 9°C, une amplitude saisonnière de 3 à 4°C. Les minimums sont observés en Janvier, les maximums en Août.
- Vent : Régime d'alizés de secteur Est largement prédominant, avec renforcement par brise de mer diurne.
- Humidité : 80 % en moyenne.
- Insolation : 2 800 heures par an environ.
- Evapotranspiration : Evapotranspiration potentielle de l'ordre de 1 800 mm.
- Pluviosité : (cf. Chapitre 3).

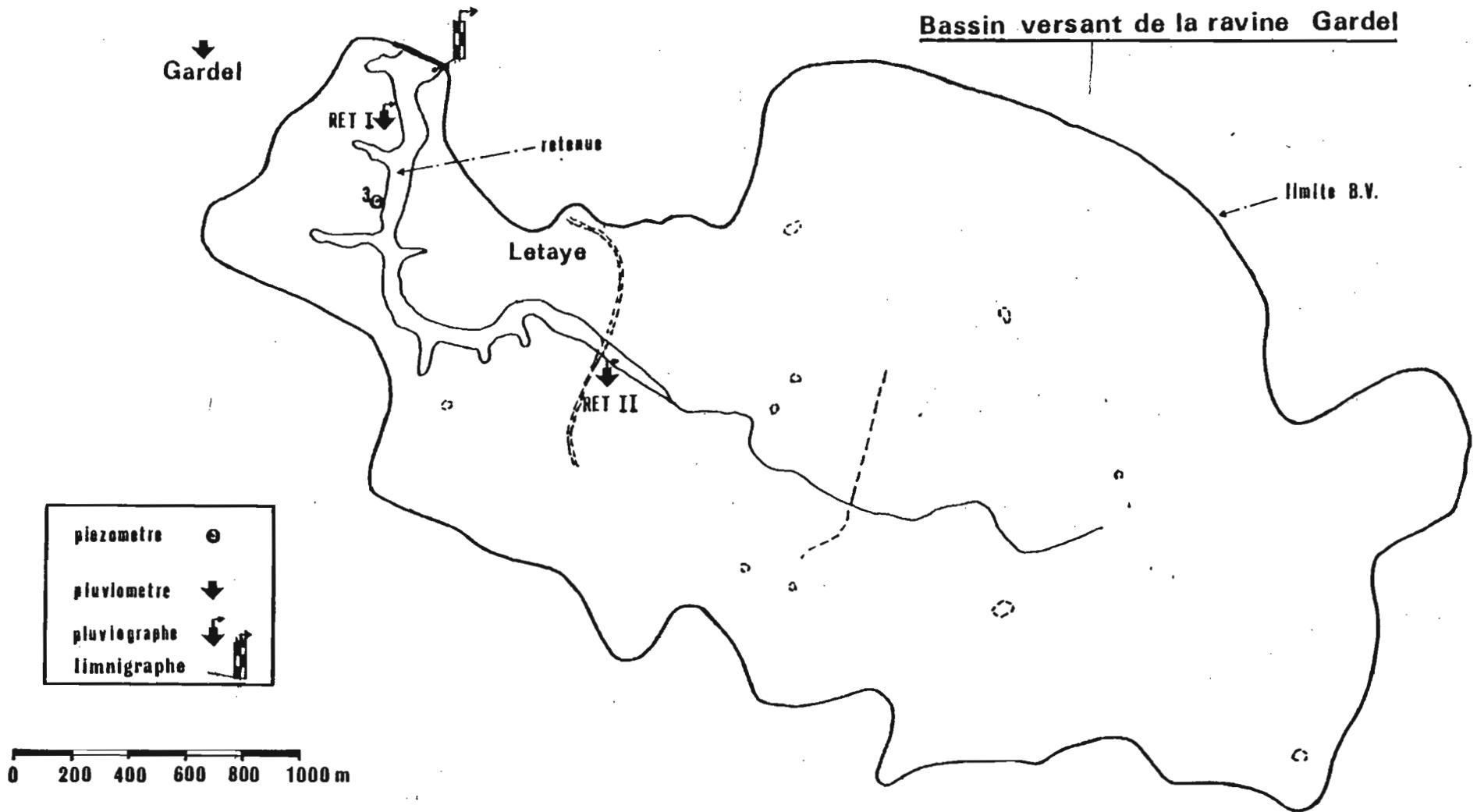


Fig-2

1.3. - CARACTERISTIQUES de L'AMENAGEMENT

L'aménagement de LETAYE AMONT permet une retenue d'environ 700 milliers de m³ d'eau; il est constitué d'une digue de 140 m de longueur, dont la crête est érigée à la cote 28,70 m (cf. fig. 3).

Le déversoir principal, dont le seuil est à la cote 25,00 m, est encadré de deux passes déversantes. Les cotes des seuils fusibles sont les suivantes :

- Passe rive gauche : 26,60 m
- Passe rive droite : 27,50 m

La cuvette est de forme très allongée; le plan d'eau à la cote 25,00 m s'étale sur près de 2 km de long pour une superficie de 18,2 ha; la largeur moyenne relativement constante est de l'ordre de 90m, la profondeur moyenne est de 3.80 m.

La conduite forcée est dimensionnée pour un débit de vidange de 4 m³/s à pleine charge.

La piste de surveillance franchit la ravine en tête de retenue par un seuil submersible équipé de 8 buses de diamètre 1 m. Ce radier submersible tient lieu d'exutoire naturel du sous-bassin amont de la Ravine GARDEL (ou RENE-VILLE), d'une superficie de 5,4 km².

L'altitude du niveau inférieur des buses est de 24,55 m.

a) - Caractéristiques topographiques

Le levé topographique réalisé par photo-interprétation, alors que la cote du plan d'eau avoisinait 24,00 m, fournit les résultats suivants :

<i>Cote</i> (en m)	<i>Superficie</i> <i>du plan d'eau</i> (en ha)	<i>Cubature</i> (en milliers de m ³)
23,50		V
24,00	13,78	V + 63,9
24,50	15,78	V + 137,8
25,00	18,18	V + 222,7
25,50	20,87	V + 320,4
26,00	24,03	V + 432,6

Le volume V de la retenue à la cote 23,50 m n'a pas été déterminé avec exactitude; il est estimé égal à 477 milliers de m³.

Le tableau 1 ci-après présente des valeurs déduites des précédentes, par interpolation et extrapolation.

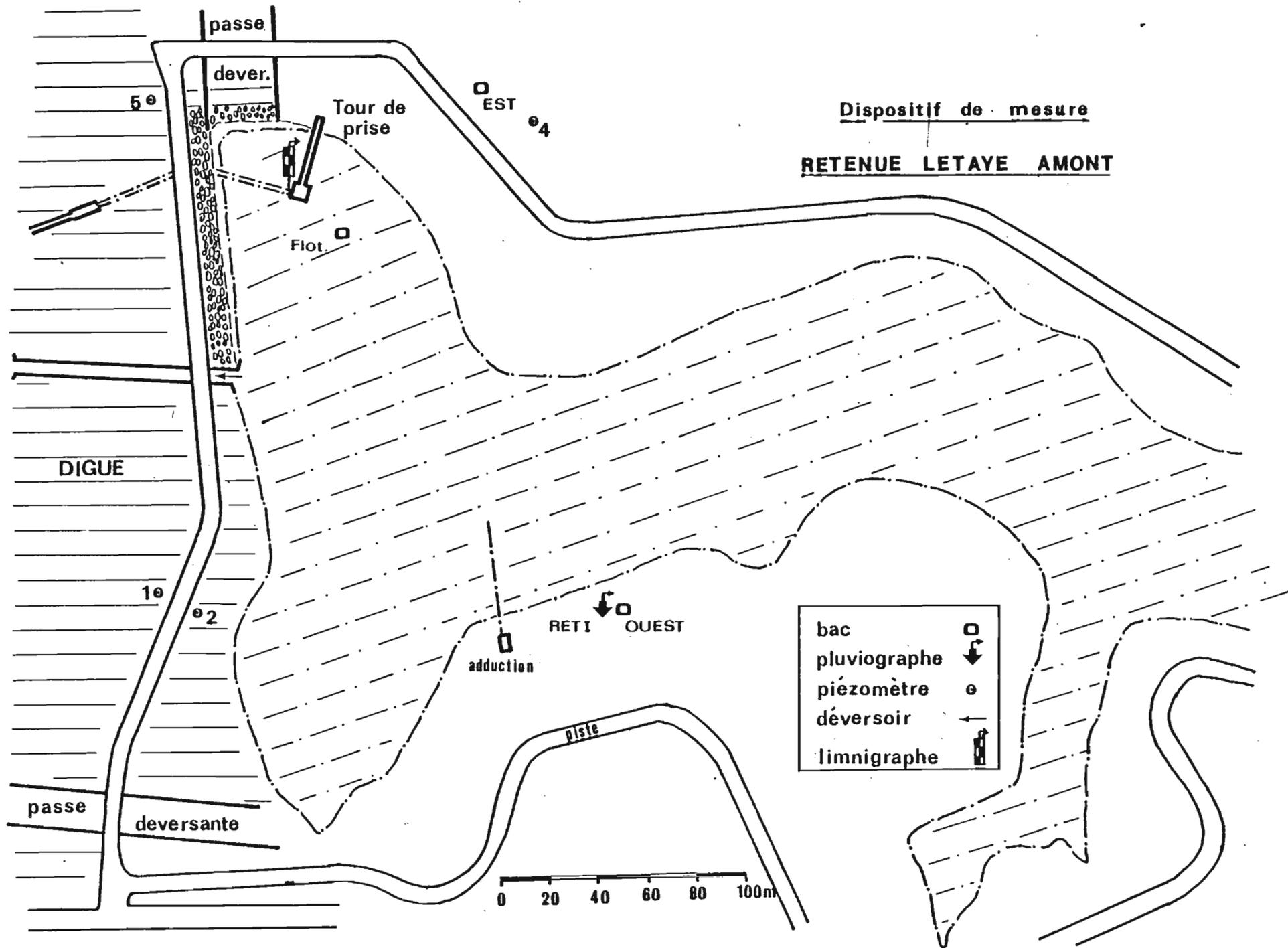


Fig. 3

TABLEAU 1

SUPERFICIE DU PLAN D'EAU

(en ha)

Hm	23	24	25	26
.00	10.4	13.8	18.2	24.0
.10	10.7	14.2	18.7	
.20	11.0	14.6	19.2	
.30	11.4	15.0	19.8	
.40	11.7	15.4	20.3	
.50	12.0	15.8	20.9	
.60	12.3	16.3	21.5	
.70	12.7	16.7	22.1	
.80	13.0	17.2	22.7	
.90	13.4	17.7	23.4	

Le graphique n°1 représente l'évolution de la superficie du plan d'eau entre les cotes 22,00 m et 26,00 m.

La superficie du plan d'eau, retenue pleine à la cote 25,00 m est de 18,2 ha.

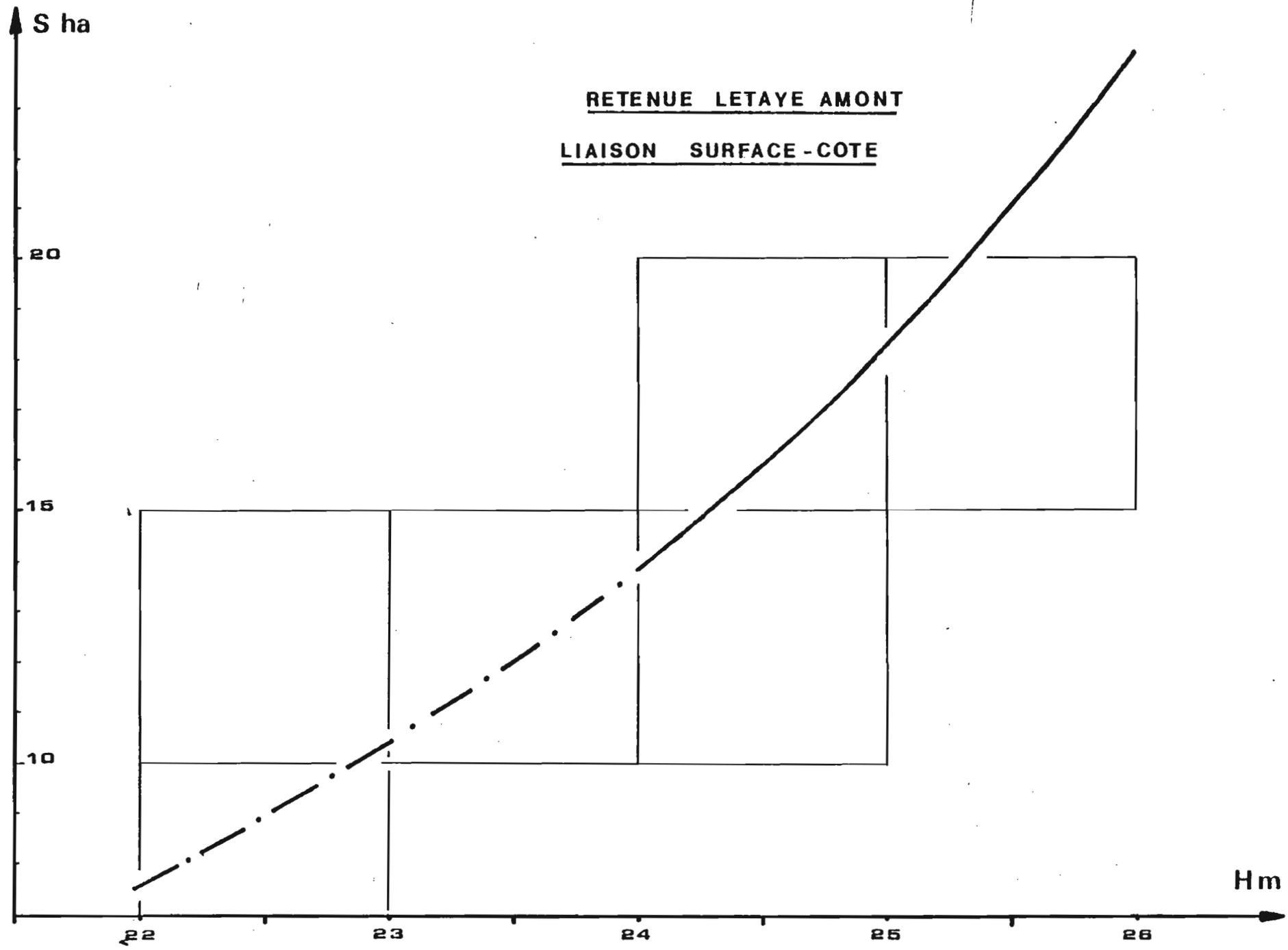
Le tableau n°2 fournit quelques éléments approximatifs de la capacité de la retenue à différentes cotes, sur la base de 700 milliers de m³ à la cote 25,00 m.

TABLEAU 2

VOLUME DE LA RETENUE

(en milliers de m³)

Hm	22	23	24	25	26
.00	332	421	541	<u>700</u>	910
.50	373	477	615	798	



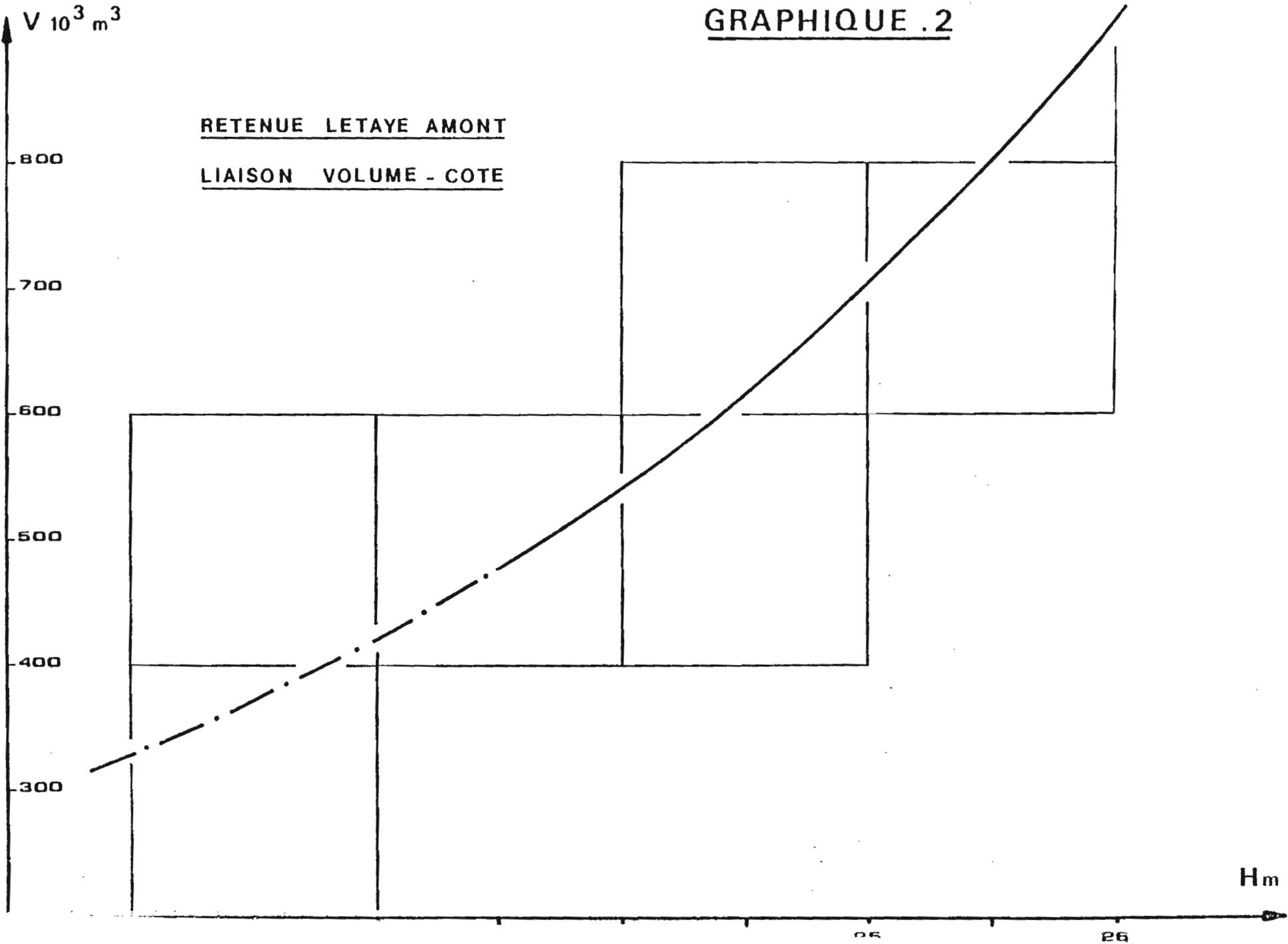
GM - 251171

Gr. 1

GRAPHIQUE .2

RETENUE LETAYE AMONT

LIAISON VOLUME - COTE



Le graphique n°2 représente la variation du volume de la retenue en fonction de la cote.

b) - Déversoir principal

Le déversoir principal, de forme rectangulaire, a une largeur de 4 m. Il est prolongé par un canal suivant le talus aval de la digue. La formule permettant le calcul des débits instantanés déversés par cet ouvrage évacuateur est de la forme :

$$(1) \quad Q = C L Z^{3/2}$$

- Q : Débit en m³/s
- C : Coefficient égal à 1,65
- L : Largeur égale à 4 m
- Z : Charge au-dessus du seuil en m.

Six mesures de débit ont été effectuées au droit du seuil de l'évacuateur en période de déversement. Les écarts entre les débits mesurés et les débits théoriques calculés à partir de la formule (1) n'excèdent pas 8 %.

TABLEAU 3

JAUGEAGES REALISES EN 1979 AU DEVERSOIR PRINCIPAL

N°	Date	Cote à l'échelle (en cm)	Charge (en cm)	Q mesuré (en m ³ /s)	Q calculé (en m ³ /s)
1	26.06	748 ³ / 747 ⁹	31	1.16	1.15
2	18.07	750 ⁷ / 750 ⁴	33 ⁵	1.18	1.28
3	20.07	723 ⁰ / 723 ⁰	6	0.104	0.097
4	26.10	737 ⁴ / 737 ⁰	20	0.596	0.599
5	30.10	733 ⁰ / 732 ⁵	16	0.399	0.413
6	23.11	738 ³ / 738 ⁰	21	0.676	0.642

Le graphique n°3 représente la courbe d'étalonnage du déversoir, dont le barème est donné au tableau n°4.

TABLEAU 4

BAREME D'ETALONNAGE DU DEVERSOIR PRINCIPAL

(Débit en m³/s)

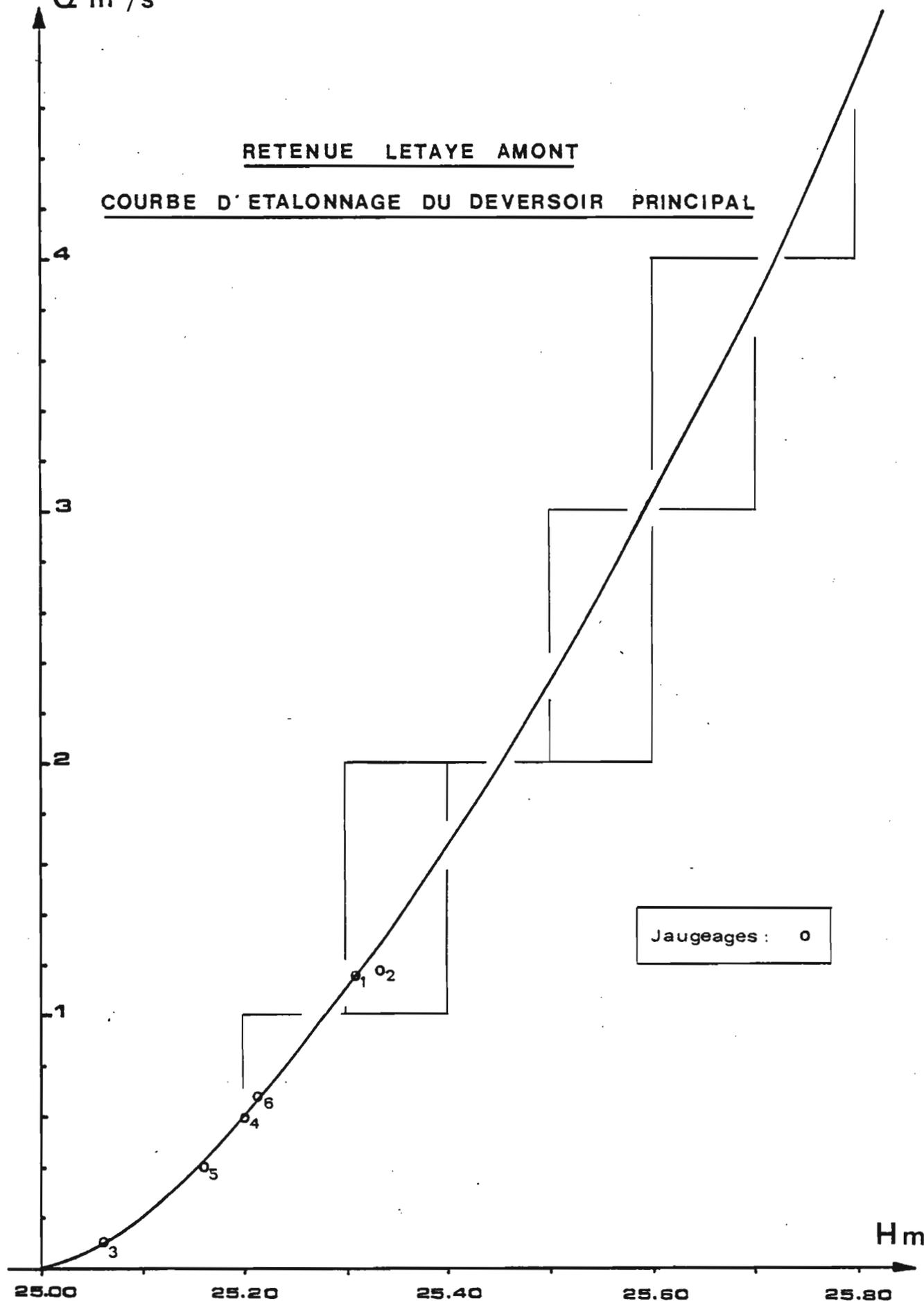
	<i>Cote en mètre</i>					
	<i>25.00</i>	<i>25.10</i>	<i>25.20</i>	<i>25.30</i>	<i>25.40</i>	<i>25.50</i>
0	.000	.209	.590	1.08	1.67	2.33
1	.007	.241	.635	1.14	1.73	2.40
2	.019	.274	.681	1.19	1.80	2.47
3	.034	.309	.728	1.25	1.86	2.55
4	.053	.346	.776	1.31	1.93	2.62
5	.074	.383	.825	1.37	1.99	2.69
6	.097	.422	.875	1.43	2.06	2.77
7	.122	.463	.926	1.49	2.13	2.84
8	.149	.504	.978	1.55	2.19	2.92
9	.178	.547	1.03	1.61	2.26	2.99
	<i>Cote en mètre</i>					
	<i>25.60</i>	<i>25.70</i>	<i>25.80</i>	<i>25.90</i>	<i>26.00</i>	<i>26.10</i>
0	3.07	3.87	4.72	5.64	6.60	7.61
1	3.14	3.95	4.81	5.73	6.70	7.72
2	3.22	4.03	4.90	5.82	6.80	7.82
3	3.30	4.12	4.99	5.92	6.90	7.93
4	3.38	4.20	5.08	6.02	7.00	8.03
5	3.46	4.29	5.17	6.11	7.10	8.14
6	3.54	4.37	5.26	6.21	7.20	8.25
7	3.62	4.46	5.36	6.31	7.30	8.35
8	3.70	4.55	5.45	6.40	7.41	8.46
9	3.78	4.63	5.54	6.50	7.51	8.57

Gr. 3

Q m³/s

RETENUE LETAYE AMONT

COURBE D'ETALONNAGE DU DEVERSOIR PRINCIPAL



Jaugeages : 0

CHAPITRE 2

DISPOSITIF DE MESURES

2.1. - STATION LIMNIGRAPHIQUE

Le limnigraphe permet l'enregistrement en continu de la cote du plan d'eau de la retenue.

La cheminée, d'une hauteur de 12 m, a été scellée sur la face Est de la tour de prise; elle est coiffée d'une guérite abritant un appareil OTT X de réduction 1/10 à rotation hebdomadaire.

Une échelle limnimétrique graduée de 0 m à 9,50 m est associée au limnigraphe. Son zéro est à la cote 17,83 m.

Le dépouillement des limnigrammes permet de suivre les variations du volume d'eau stocké par la retenue et l'évolution de la superficie du plan d'eau. Il permet, en outre, l'évaluation des apports naturels du bassin versant et la détermination des quantités d'eau déversées.

2.2. - POSTES PLUVIOMETRIQUES

Le dispositif d'observations pluviométriques est constitué de deux postes pluviographiques.

Le pluviographe dénommé "RETENUE I" est implanté en rive gauche à 150 m en amont de la digue. Les premiers enregistrements datent du 16 Janvier 1978.

Le pluviographe "RETENUE II" a été mis en service le 22 Novembre 1978, il est implanté en rive gauche à environ 1 200 m en amont de "RETENUE I". Les altitudes des deux postes sont voisines de 30 m. Les diagrammes relevés chaque semaine sont dépouillés en précipitations journalières et permettent la détermination d'intensités remarquables.

2.3. - BACS d'EVAPORATION

Deux bacs d'évaporation ont été implantés de part et d'autre de la retenue à 200 m en amont de la digue. Ces bacs de type ORSTOM ont une section de 1 m^2 , une contenance de 600 litres et sont enterrés, de sorte que le bord supérieur soit à 10 cm du niveau de l'eau et du sol. Chaque bac est couplé à un pluviomètre de 400 cm^2 de section, disposé sur le sol à proximité immédiate.

Le bac Ouest se trouve sous le vent de la retenue, alors que le bac Est est situé au vent de cette dernière.

	<u>Altitude en m</u>	<u>Date de mise en service</u>
- BAC OUEST	29,0	01.10.1978
- BAC EST	31,5	01.02.1979

Le bac flottant a été mouillé et mis en service le 30 Novembre 1978 à proximité de la tour de prise, à une cinquantaine de mètres de la berge, (cote 25.00).

Identique aux bacs "OUEST" et "EST", il est supporté par quatre fûts lestés de telle sorte que les 500 litres d'eau introduits dans le bac affleurent sensiblement le niveau du plan d'eau de la retenue. Un pluviomètre à lecture directe de 400 cm² est fixé au châssis liant cet ensemble.

2.4. - COMPTEUR VOLUMETRIQUE DE LA CONDUITE D'ADDUCTION

A son exutoire dans la retenue, en rive gauche à 150 m de la digue, la conduite d'adduction est dotée d'un compteur volumétrique qui permet la détermination des quantités d'eau transitées par celle-ci entre deux relevés.

2.5. - PIEZOMETRES

Cinq piézomètres sont disposés sur le pourtour de la retenue. Les piézomètres n° 1, 2, 4 et 5 sont positionnés sur la figure 3. Le piézomètre n°3 situé plus en amont en rive gauche se trouve à environ 400 m de la digue.

Les distances séparant le niveau de la nappe des têtes de piézomètres sont mesurées à l'aide d'une sonde à sifflet.

Le tableau ci-dessous mentionne les altitudes des sommets de chaque piézomètre.

<i>Piézomètres</i>	1	2	3	4	5
<i>Altitude en m.</i>	28.63	28.72	31.55	31.74	28.14

2.6. - PERIODICITE DES MESURES

Les appareils enregistreurs pluviographiques et limnigraphiques fonctionnent en continu.

Les bacs d'évaporation, les piézomètres et le compteur de la conduite d'adduction sont relevés 2 fois par semaine, les mardi et vendredi vers 8h. Cependant l'observation de ceux-ci se fit quotidiennement jusqu'en Juin.

CHAPITRE 3

LIMNIMETRIE

3.1. - INTERPRETATION

Les diagrammes limnigraphiques enregistrés depuis la mise en eau de l'aménagement permettent de suivre en continu l'évolution de la cote du plan d'eau.

Cette évolution est la résultante des effets produits par les phénomènes suivants :

- Précipitation directe sur le plan d'eau
- Ruissellement latéral
- Écoulement du bassin versant amont
- Apports par conduite d'adduction
- Evaporation
- Déversement
- Infiltration

L'analyse des limnigrammes intervient dans la détermination des termes, soulignés ci-dessus, du bilan hydrologique de la retenue

Considérons en effet le graphique n°4. Ce graphique représente la réaction du plan d'eau à une précipitation dans les principaux cas de figure observés.

a) - Précipitation du 1er Décembre 1978

Les relevés pluviométriques effectués aux différents postes permettent d'estimer à 15,5 mm environ la précipitation moyenne qui s'est abattue sur la retenue entre 3 h. et 6 h. le 1er Décembre 1978.

Le limnigraphe enregistre une élévation du plan d'eau voisine de 1,5 cm. Cette averse a pu donner lieu à des apports latéraux par ruissellement sur les berges, mais dans des proportions négligeables.

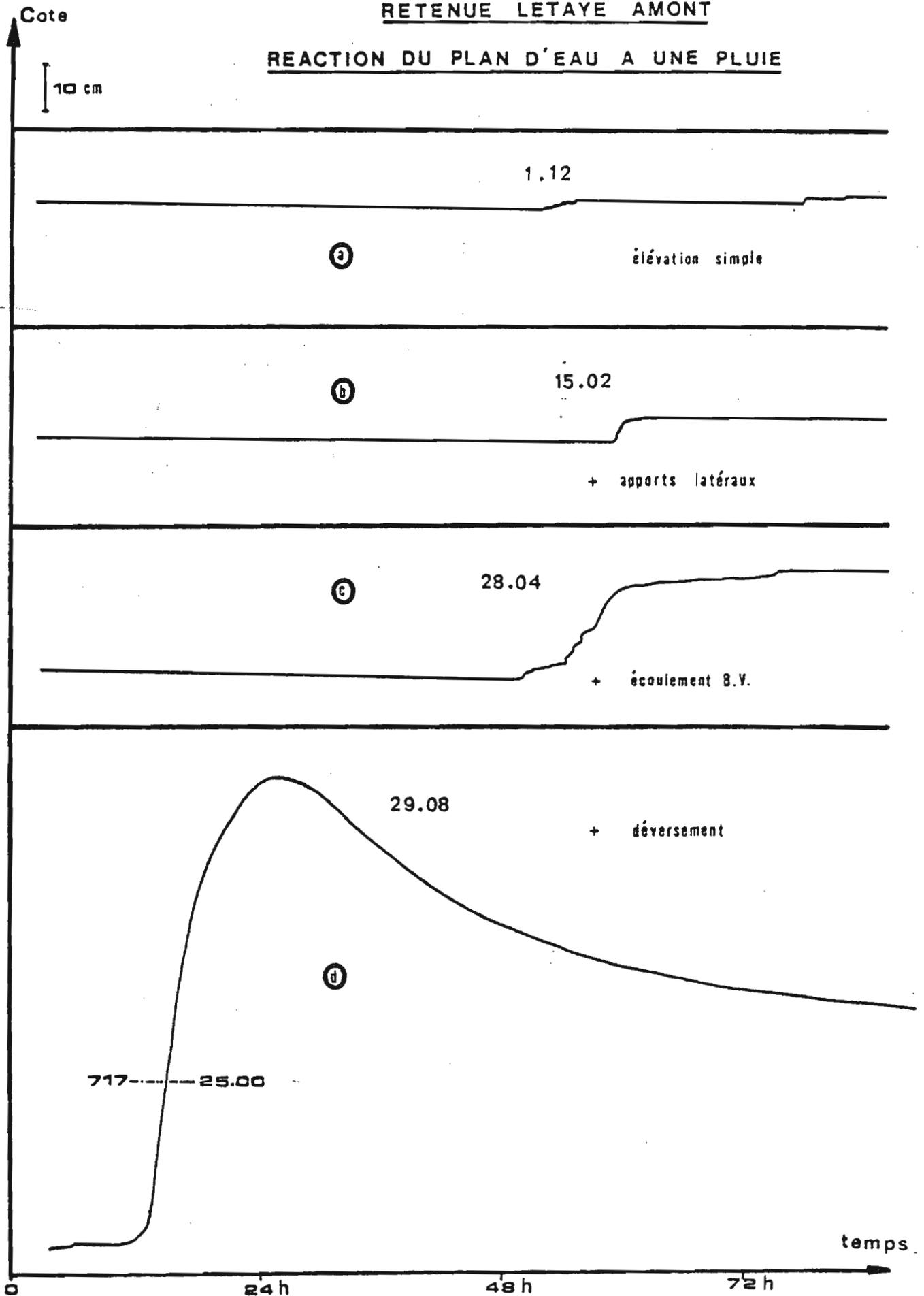
b) - Précipitation du 15 Février 1979

La précipitation moyenne sur la retenue est de 31 mm. L'élévation du plan d'eau est d'environ 5 cm. La différence entre ces lames d'eau, soit près de 20 mm, est attribuée aux apports latéraux.

GRAPHIQUE 4

RETENUE LETAYE AMONT

REACTION DU PLAN D'EAU A UNE PLUIE



c) - Précipitations des 28 et 29 Avril 1979

Les précipitations des 28 et 29 Avril, représentant près de 70 mm, ont provoqué l'écoulement du bassin amont et donné lieu à une élévation du plan d'eau de 22 cm. La cote maximale atteinte à la suite de cette élévation fut maintenue près de 48 h après le début des précipitations. Les pertes subies par évaporation et infiltration au cours de ces deux journées peuvent être estimées à 20 mm. Le bilan de retenue pendant cette période se décomposera ainsi :

- Hauteur de précipitation	:	70 mm
- Pertes par infiltration et évaporation	:	20 mm
- Apports latéraux et écoulement B.V.	:	$220 - 70 + 20 = 170$ mm
- Hauteur stockée	:	220 mm

d) - Précipitation du 29 Août 1979

Le cyclone DAVID a provoqué une forte crue de la Ravine GARDEL. La cote du plan d'eau devait atteindre puis dépasser la cote de déversement (717 à l'échelle).

La pluviométrie moyenne sur la retenue fut de 108 mm. Le dépouillement des pluviogrammes et du limnigramme au pas de temps d'une demi-heure permet de déterminer les quantités d'eau apportées latéralement et par écoulement du bassin versant amont. Ces deux quantités sont cependant indissociables, et seule leur détermination globale peut être envisagée.

Les volumes d'eau déversés, au cours de la phase de fonctionnement de l'évacuateur principal, sont calculés avec précision par traduction du limnigramme en hydrogramme à partir de la courbe d'étalonnage du déversoir.

Dans les quatre séquences décrites ci-dessus, le calcul de l'évaporation se fait indépendamment de l'information limnigraphique. Ce calcul a en effet pour base les données du bac flottant. De même les apports artificiels par la conduite d'alimentation sont connus par les relevés du compteur volumétrique. Le report aux limnigrammes se fera cependant toutes les fois qu'il sera nécessaire de connaître la superficie de la retenue pour passer de lames d'eau en volumes, ou vice versa.

La détermination du terme résiduel que sont les pertes par infiltration ne sera généralement pas perturbée par l'apparition de précipitations donnant lieu à des apports latéraux; néanmoins, leur durée ne devra pas excéder quelques heures.

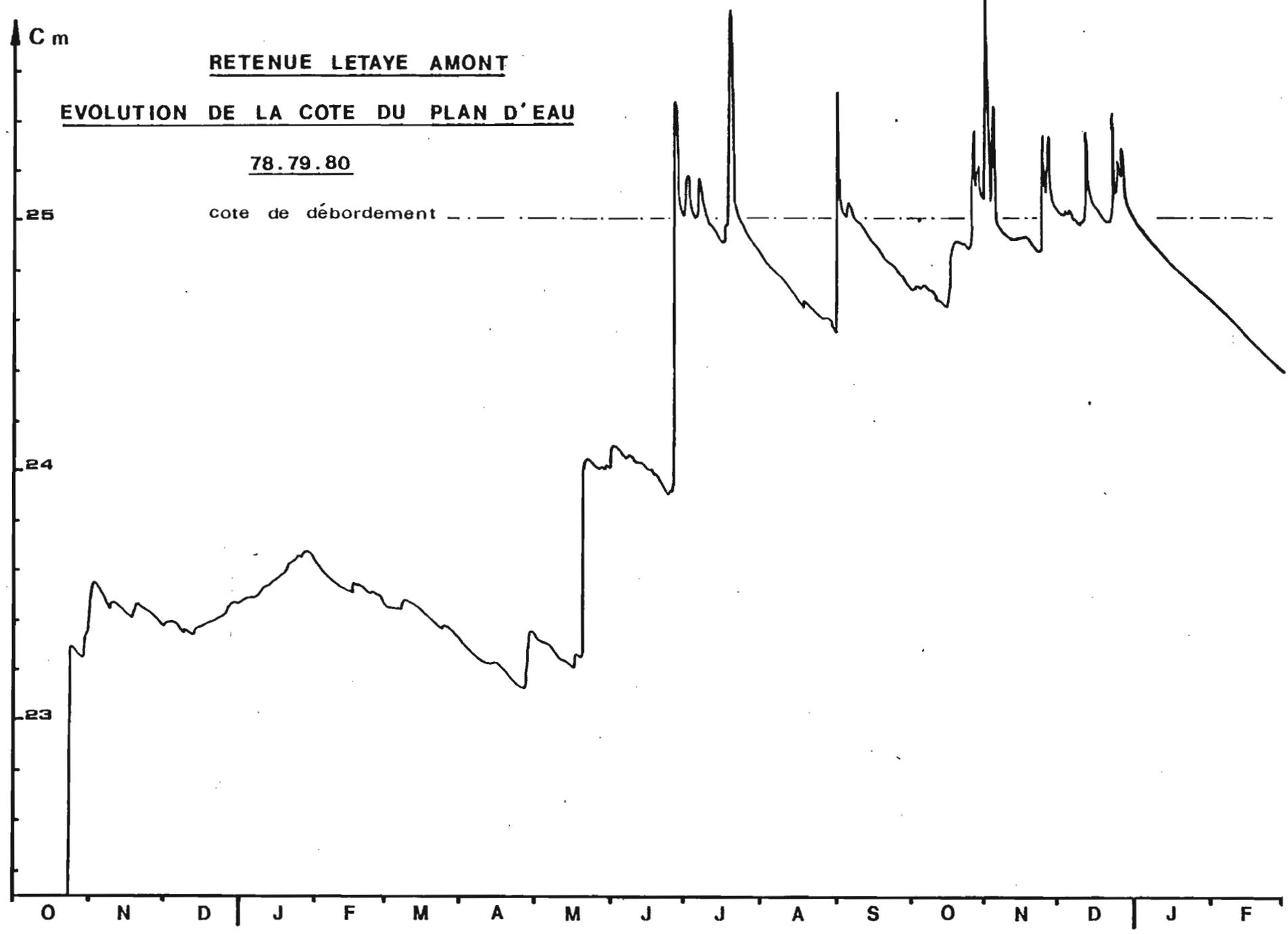
Il sera par contre impossible de déterminer les pertes par infiltration en période d'écoulement du bassin versant. En effet, les variations limnigraphiques intègrent dans ce cas, outre les termes connus du bilan (précipitation, évaporation, apports artificiels et éventuellement volumes déversés), les apports du bassin versant, les apports latéraux et l'infiltration.

S'il n'est aucune nécessité de distinguer écoulement du B.V. des apports latéraux, il nous est cependant utile d'apprécier plus finement ce volume global en estimant, a priori, le terme "infiltration".

3.2. -- RELEVÉS LIMNIGRAPHIQUES

Les cotes du plan d'eau enregistrées à 8 h et arrondies au 1/2 cm près sont fournies en Annexe, (Annexe 1 à Annexe 3).

Le graphique n°5 donne une représentation des limnigrammes enregistrés depuis la mise en eau de la retenue.



GUA. 251125

Gr. 5

CHAPITRE 4

PLUVIOMETRIE

4.1. - ETUDE STATISTIQUE DES PRECIPITATIONS

42 années complètes de relevés pluviométriques journaliers (1938 à 1979) sont disponibles au poste de l'Usine GARDEL, situé à moins d'un kilomètre de la retenue LETAYE AMONT.

Les moyennes interannuelles mensuelles à GARDEL sont calculées sur la période 1938 - 1979 :

TABLEAU 5

PLUVIOMETRIE MENSUELLE A L'USINE GARDEL

(en mm)

<i>ANNEE</i>	<i>J</i>	<i>F</i>	<i>M</i>	<i>A</i>	<i>M</i>	<i>J</i>	<i>J</i>	<i>A</i>	<i>S</i>	<i>O</i>	<i>N</i>	<i>D</i>	<i>TOTAL</i>
<i>1978</i>	47	20	37	88	197	73	91	115	149	253	90	48	1 208
<i>1979</i>	43	108	76	116	183	259	207	225	110	269	177	208	1 981
<i>Moyenne (38-79)</i>	70	45	52	82	104	105	117	145	154	177	164	108	1 323

La précipitation du 22 Octobre 1978 (150 mm observés à l'Usine GARDEL) donne au total pluviométrique du mois une valeur excédentaire. Les mois de Novembre et Décembre restent nettement déficitaires.

Les précipitations sont abondantes en 1979 et élèvent la période de retour du total annuel (1981 mm) à plus de 20 ans. Seules les années 1942 et 1970 ont accusé une pluviométrie supérieure avec 2 168 et 2 272 mm (période 1938 - 1979).

Excepté pour les mois de Janvier et Septembre, les totaux pluviométriques mensuels 1979 sont excédentaires. L'écart maximal à la moyenne est de 147 % en Juin.

TABLEAU 6

MAXIMAS JOURNALIERS RELEVES A GARDEL

Année	P max. en mm	Année	P max. en mm
1938	88		
39	62		
40	73	1960	54
41	114	61	100
42	158	62	57
43	87	63	58
44	77	64	95
45	154	65	64
46	111	66	174
47	58	67	55
48	157	68	45
49	196	69	70
1950	100	1970	116
51	52	71	30
52	87	72	58
53	117	73	71
54	76	74	101
55	107	75	97
56	88	76	56
57	93	77	81
58	148	78	150
59	44	79	137

La pluviométrie journalière 1978 et 1979 est présentée en Annexes 4 et 5.

Le tableau n°6 présente les valeurs maximales journalières relevées chaque année depuis 1938.

La précipitation du 22 Octobre 1978 qui permet l'emplissage de la retenue est remarquable, puisque sa période de retour est voisine de cinq années.

Le tableau n°7 présente les fréquences d'observation des précipitations classées.

TABLEAU 7

REPARTITION DES PRECIPITATIONS JOURNALIERES

à GARDEL

	<i>Période 1938-1979</i>	<i>Année moyenne</i>	<i>1979</i>
21 à 40 mm	388	9	12
41 à 60 mm	159	4	4
61 à 80 mm	48	1	2
81 à 100 mm	25	-	2
101 à 140 mm	13	-	3
141 à 190 mm	9	-	0
Supérieures à 190 mm	1	-	0

Il met en évidence le nombre élevé de précipitations ayant dépassé 20 mm en 1979 : 23 au total pour une quinzaine environ en année moyenne.

4.2. - OBSERVATIONS PLUVIOMETRIQUES

Les relevés pluviométriques journaliers ou hebdomadaires effectués aux trois bacs, ainsi qu'aux deux pluviographes sont fournis en Annexes 6 à 14.

Le tableau ci-dessous récapitule les totaux pluviométriques mensuels observés à ces cinq postes, arrondis au millimètre supérieur.

TABLEAU 8

PLUVIOMETRIE MENSUELLE 1978 - 1979

LETAYE AMONT

A N N E E 1 9 7 8													
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
BAC OUEST	-	-	-	-	-	-	-	-	-	233	76	45	
BAC EST	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
BAC FLOTTANT	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	49	
RETENUE I	(50)	6	41	52	155	47	80	104	93	226	66	44	(964)
RETENUE II	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	41	
A N N E E 1 9 7 9													
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
BAC OUEST	41	61	66	102	178	230	189	174	94	258	161	196	1 750
BAC EST	-	61	72	115	190	248	226	227	93	272	157	204	-
BAC FLOTTANT	46	54	76	117	194	229	225	237	100	276	162	216	1 932
RETENUE I	39	55	65	94	189	230	210	173	95	276	165	202	1 793
RETENUE II	51	99	67	101	174	241	212	179	89	287	142	200	1 842

Les écarts entre les totaux mensuels des trois bacs sont parfois importants (36 % en Août 1979 entre le BAC OUEST et le BAC FLOTTANT). Ils sont généralement dûs à l'hétérogénéité spatiale de quelques précipitations, ou liés à l'influence de l'environnement immédiat des pluviomètres en période fortement ventilée.

TABLEAU 9

RETENUE LETAYE AMONT

PLUVIOMETRIE MOYENNE JOURNALIERE

(en dixièmes de mm)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1											10	70
2											10	45
3												
4											20	5
5											10	10
6											10	25
7											15	80
8											110	30
9											5	15
10											50	5
11											10	20
12											20	40
13												10
14												
15												
16											10	10
17											150	
18											75	
19											10	
20											20	
21												
22										1 400		40
23												25
24												10
25												
26												
27										280	15	
28											25	
29										75		
30										185	155	
31										45		
TOTAL (mm)											73	44

Début des observations : le 22 Octobre 1978

RETENUE LETAYE AMONT

PLUVIOMETRIE MOYENNE JOURNALIERE - ANNEE 1979

(en dixièmes de mm)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	15							5	20	35		45
2									50	75		110
3							115	70	280	110		5
4							225	90	10			
5	5		165		20		170	10		5		5
6						160	10	60	5		5	5
7	10		40	55			5		20	5	5	
8	5		200	10	5		10		50		105	135
9			25				5	15	15	15	40	335
10		10	30		5		10	20	20	50	30	40
11		25	10	25		30	40	15	10		120	10
12		15	10	100		15	95	30		55	40	70
13	5	10	15	10		15				235	115	50
14	5	5	5			10		25		150	25	5
15	5	310				50	280	195			5	
16	120		5		345	5				110	10	
17			5				990	55	5	5	20	5
18	180	10			10					30		30
19		25	5	85	845				60			490
20		50			25				40	10		
21		70			5	10		20	90	15	5	275
22		245		20	5	15		10		165	535	85
23			140	5	15	95		70		450	5	340
24	100	5		20	20	30		100	30	220	130	5
25	15			30	30	340		40	5	150	155	5
26	5		15		45	20	50	5		5		
27				610	35	85	15	35		830	100	
28				85	155	35	35	80	5	65	40	
29					180	340	80	1080	10	5	5	
30			15		55	135	5		210		40	15
31					15					5		
TOTAL (mm)	47	78	69	106	182	239	214	203	94	280	154	207

TOTAL ANNUEL : 1 873 mm

Les lames d'eau journalières moyennes précipitées sur la retenue sont déterminées à partir des relevés des cinq postes précédents. Ces hauteurs d'eau sont présentées dans les tableaux n°9 et n° 10.

Le tableau ci-dessous récapitule les données mensuelles et présente quelques fréquences d'observations de précipitations moyennes journalières

TABLEAU 11

PLUVIOMETRIE MOYENNE MENSUELLE ET FREQUENCES

A N N E E 1 9 7 8													
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
NJ . 100													
NJ . 75													
NJ . 50													
NJ . 25													
NT											19	16	
P. mensuelle	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	73	44	
A N N E E 1 9 7 9													
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
NJ . 100						1		1					2
NJ . 75					1		1			1			3
NJ . 50				1							1		2
NJ . 25		1			1	1	1		1	1		4	10
NT .	12	12	15	12	18	17	17	21	19	24	21	21	209
P. mensuelle	47	78	69	106	182	239	214	203	94	280	154	207	1 873

NJ . 25 : Nombre de jours de précipitation comprise entre 25 mm et 49.5 mm

NJ . 50 : Nombre de jours de précipitation comprise entre 50 mm et 74.5 mm

NJ . 75 : Nombre de jours de précipitation comprise entre 75 mm et 99.5 mm

NJ . 100 : Nombre de jours de précipitation supérieure ou égale à 100

NT . Nombre total de précipitations moyennes supérieures ou égales à 0.5 mm.

CHAPITRE 5

EVAPORATION

5.1. - FACTEURS CLIMATIQUES

Les données climatologiques mensuelles relatives à la station météorologique de SAINT FRANÇOIS, sont présentées dans le tableau ci-contre.

Ce tableau met en évidence, au cours de l'année 1979 des valeurs moyennes mensuelles de température et d'humidité relative le plus souvent supérieures à la normale.

L'insolation est généralement voisine de la normale, bien que déficitaire certains mois, en Mars et Septembre notamment.

La lame d'eau évaporée par le bac classe "A" est pour l'année, proche de 2 250 mm.

La corrélation existant entre les moyennes mensuelles d'évaporation journalière du bac flottant de la retenue de LETAYE AMONT, et celles du bac "A" de SAINT FRANÇOIS, est relativement étroite, et s'exprime ainsi :

$$F = 1.1 SF - 1.4$$

F : évaporation moyenne mensuelle au bac flottant en mm/j

SF : évaporation moyenne mensuelle au bac classe "A" en mm/j

Les écarts relatifs des valeurs expérimentales par rapport aux estimations tirées de cette formule n'excèdent pas 10% en 1979. Les liaisons établies entre les bacs EST et OUEST, implantés à la périphérie de la retenue, et le bac "A" ne sont pas aussi significatives.

5.2. - MESURES d'EVAPORATION

Les relevés d'évaporation journaliers ou bi-hebdomadaires effectués aux deux bacs enterrés et au bac flottant, sont présentés en Annexes 15 et 19.

Le tableau 12 récapitule, mois par mois, les lames d'eau évaporées par les trois bacs.

STATION METEOROLOGIQUE DE SAINT FRANCOIS

1978

1979

	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne 79
Evaporation	5.3	5.9	5.6	6.5	5.9	7.2	6.6	6.6	7.1	7.1	5.4	5.9	5.3	4.9	6.2
Temp.max.	29.1	28.7	27.7	28.2	27.9	28.8	29.3	29.8	29.7	30.5	29.5	29.6	29.2	28.1	
Temp.min.	22.8	22.8	20.6	21.6	21.3	23.1	24.0	24.8	24.4	24.7	24.1	24.1	23.0	22.6	
Temp.moy.	26.0	25.8	24.2	24.9	24.6	26.0	26.7	27.4	27.1	27.6	26.8	26.9	26.1	25.3	26.1
Hum.maxi.	80	80	80	79	80	82	82	82	-	94	94	92	88	96	
Hum.mini.	68	65	62	60	64	67	72	75	-	66	77	77	68	74	
Hum.moy.	74	73	71	70	72	75	77	79	-	80	86	85	78	85	
Insolation	222	235	232	218	195	235	213	210	233	233	169	218	203	208	

Evaporation en mm/jour mesurée au bac classe "A".

Températures en degrés Celsius , mesurées sous abris .

Humidités relatives données en % .

Insolation en heures.

TABLEAU 12

RETENUE LETAYE AMONT

EVAPORATION MENSUELLE 1978-1979
(en mm)

A N N E E 1 9 7 8													
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
BAC OUEST										(126)	121	118	
BAC FLOTTANT													139
F / O													1,18
A N N E E 1 9 7 9													
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
BAC OUEST	125	144	151	179	170	155	135	132	110	98	91	88	1 578
BAC EST	-	164	163	193	178	163	155	160	119	111	89	101	-
BAC FLOTTANT	149	158	170	196	194	188	186	199	149	155	132	124	2 000
F / O	1.19	1.10	1.13	1.10	1.14	1.21	1.38	1.51	1.36	1.58	1.45	1.41	1.27
F / E	-	0.96	1.04	1.02	1.09	1.15	1.20	1.24	1.25	1.40	1.48	1.23	(1.16)
C.D.	0.88	1.03	1.00	1.19	1.14	1.14	1.10	1.17	0.91	0.91	0.80	0.73	

F / O : Rapport des évaporations du BAC FLOTTANT au BAC "OUEST"

F / E : Rapport des évaporations du BAC FLOTTANT au BAC "EST"

C.D. : Coefficient de distribution du BAC FLOTTANT

Le coefficient de distribution est le rapport de l'évaporation moyenne journalière du mois à l'évaporation moyenne journalière annuelle.

5.3. - LIAISONS INTERBACS

Les lames d'eau moyennes évaporées quotidiennement par les trois bacs au cours de l'année 1979 sont les suivantes :

Evaporation moyenne journalière - Année 1979

<u>BACS</u>	<u>OUEST</u>	<u>EST</u>	<u>FLOTTANT</u>
mm/jour	4.32	4.75	5.48

Au cours de l'année 1979, les hauteurs d'eau mensuelles évaporées par le bac "flottant" sont toutes supérieures à celles évaporées par le bac "Ouest". Le coefficient de passage du bac enterré au bac flottant demeure compris entre 1.10 et 1.58; sa valeur moyenne est de 1.30.

Le graphique n°6 fait apparaître que la variation du coefficient de passage "F/O" est inversement proportionnelle à l'évaporation. Des évaporations moyennes de 3, 4 et 5 mm/jour conduisent à l'adoption de coefficients de passage respectivement de l'ordre de 1.5, 1.3 et 1.15. Cependant, la liaison n'est pas univoque; en effet, le graphique 6 met en relief une composante cyclique saisonnière dont le principal facteur semble être la température moyenne du mois.

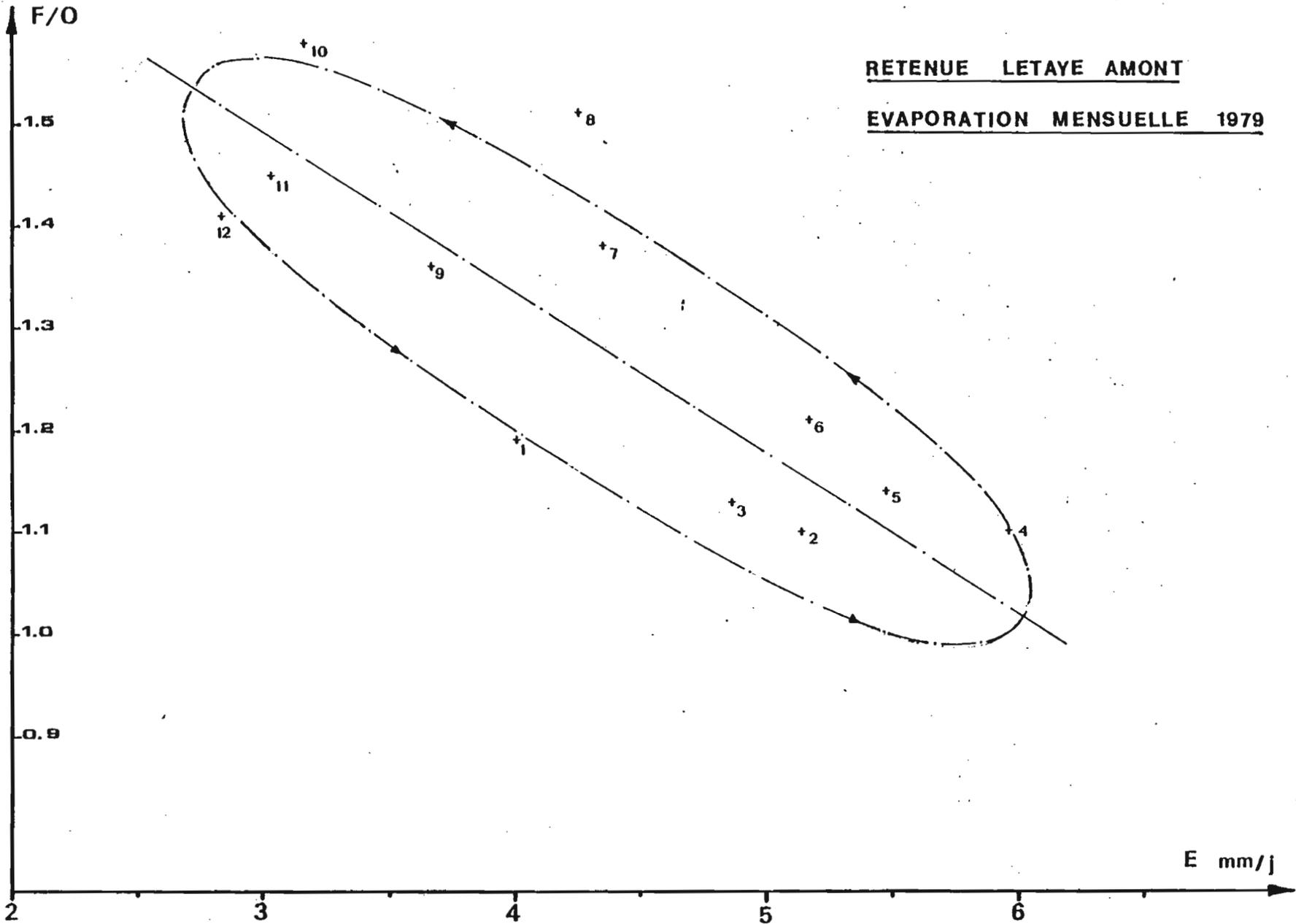
Le coefficient mensuel de passage du bac "Est" au bac "Flottant" varie de 0.96 à 1.48 (Février à Décembre 1979); sa valeur moyenne est de 1.19. Comme "F/O", "F/E" décroît lorsque l'évaporation devient plus intense.

Les mesures de température effectuées aux trois bacs, toutes les deux heures pendant 24 heures, permettent de dégager les observations suivantes:

- la température du bac flottant varie entre 25 et 27.5° C;
- les températures des bacs enterrés sont pratiquement identiques et oscillent au cours de la journée entre 24.5 - 25 et 31° C;
- les valeurs maximales et minimales sont atteintes simultanément et respectivement à 15 h et 7 h.

Ces observations recueillies en Décembre 1979 ne peuvent être étendues à l'année en ce qui concerne les plages de variation des températures des différents

RETENUE LETAYE AMONT
EVAPORATION MENSUELLE 1979



GuM. 251175

Gr. 6

E mm/j

2

3

4

5

6

1-1

bacs. Cependant, il y a tout lieu de penser que la température du bac flottant n'est jamais supérieure de quelques degrés à celle des bacs enterrés. Le facteur "température de l'eau" n'explique donc pas les valeurs élevées relevées au bac flottant.

Seule l'exposition du bac flottant mouillé à proximité de la berge Est et situé dans une zone de turbulence peut justifier ce fait.

La faible évaporation relative du bac Ouest s'explique par sa localisation sous le vent de la retenue.

L'évaporation moyenne du plan d'eau sera assimilée aux informations obtenues par l'observation du bac flottant.

CHAPITRE 6

APPORTS ARTIFICIELS

Les périodes de fonctionnement de la conduite et les quantités d'eau transitées correspondantes sont les suivantes :

- 12 Décembre 1978 au 25 Janvier 1979 : 73.4 milliers de m³
- 17 Mai 1979 au 16 Juin 1979 : 9.5. " de m³
- 30 Novembre 1979 au 11 Décembre 1979 : 4.0 " de m³

Les relevés du compteur volumétrique ont permis le calcul des quantités d'eau acheminées par la conduite d'adduction.

Ces données figurent en Annexe 20 et correspondent aux volumes transités entre le jour (j) à 8 h et le jour (J + 1) à la même heure. Les jours cumulés sont notés d'un tiret " - " .

Les apports artificiels, parfaitement déterminés, ne perturbent pas le calcul des pertes par infiltration. Leur volume global est de 86.9 milliers de m³.

CHAPITRE 7

PHASES DE DEVERSEMENT

Depuis le 25 Juin 1979 et jusqu'au 31 Décembre, le déversoir principal évacua près de 2.3 millions de m³, soit un peu plus de trois fois la capacité de la retenue.

La cote "25.00 m" a été dépassée pendant 69 jours; le débit maximal de 5.5 m³/s a été observé le 28 Octobre (806 cm à l'échelle, soit 25.89 m).

Le tableau 13 présente les volumes évacués quotidiennement. Ces quantités fournies en milliers de m³ ont été déterminées en intégrant jour par jour l'hydrogramme de déversement obtenu en traduisant l'enregistrement des cotes du plan d'eau supérieures à 25.00 m.

TABLEAU 13

VOLUMES DEVERSEES

VOLUMES EN MILLIERS de m³ - ANNEE 1979

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1							28.1		7.2		3.7	0.3
2							7.4		2.5		1.0	
3							2.1		5.9			
4							3.0		8.5			
5							18.4		3.7			
6							30.5		1.0			
7							11.6					
8							3.0					
9							0.2					43.8
10												64.5
11												20.8
12												9.6
13												5.2
14												2.1
15												0.8
16												0.1
17							217					
18							93.4					
19							18.3					42.7
20							6.2					48.7
21							1.5					29.0
22											24.1	48.0
23										58.5	37.9	24.6
24										39.4	16.4	137
25						53.5				75.0	37.5	36.8
26						85.6				33.3	25.3	10.5
27						19.3				142	9.0	3.7
28						5.9				203	5.3	1.1
29						6.1		99.9		87.9	3.4	0.3
30						65.7		92.4		26.7	1.1	
31								21.7		10.3		
TOTAL						236	441	214	29	676	165	530

CHAPITRE 8

APPORTS NATURELS

Les apports naturels sont déterminés, comme il a été indiqué au Chapitre 3.1., par l'analyse simultanée des volumes d'eau stockés (ou déstockés), des quantités d'eau apportées par précipitation ou adduction, des pertes par évaporation et déversement, et estimation des pertes par infiltration. Les apports naturels par écoulement du bassin versant amont et ruissellement latéral constituent donc le terme résiduel issu de ce calcul effectué à un pas de temps allant de la demie heure à quelques heures.

Les tableaux n°14 et n°15 présentent les volumes d'eau apportés par écoulement et ruissellement du bassin versant de la Ravine GARDEL au droit de la digue de retenue du jour (j) au jour (j + 1) à 8 h.

Ces quantités d'eau sont théoriquement inférieures mais pratiquement assimilables aux volumes d'eau -qui auraient transité dans le bief de la Ravine GARDEL- localisés à l'emplacement actuel de la digue.

La crue du 22 Octobre 1978 a permis l'emplissage de la retenue au 2/3 de sa capacité. Entre cette date et le 31 Décembre 1978, les apports représentent un volume d'eau d'environ 0.5 million de m³.

2.8 millions de m³ d'eau sont parvenus dans la retenue en 1979, soit environ l'équivalent de quatre fois la capacité de celle-ci. Ces apports se répartissent en 1979 sur des périodes n'excédant pas une dizaine de jours consécutifs et représentant au total deux mois et demi.

TABLEAU 14

APPORTS du BASSIN VERSANT

VOLUMES en MILLIERS de m³ - ANNEE 1978

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1											3	
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												
16												
17											2	
18											4	
19											1	
20												
21												
22										455		
23										10		
24										1		
25												
26												
27												
28										10		
29										1		
30												
31										20		
TOTAL	-	-	-	-	-	-	-	-		497	10	0

DEBUT DES OBSERVATIONS : le 22 OCTOBRE 1978

TABLEAU 15

APPORTS DU BASSIN VERSANT

VOLUMES en MILLIERS de m³ - ANNEE 1979

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1							5		2		2	
2							2		1			
3							3		13			
4							10		7			
5							38		2			
6							24		1			
7							3					
8			3				1					
9												108
10												32
11												9
12												7
13										5	3	3
14										9		
15		3					9	2		29		
16					2		2			3		
17					1		296			2		
18							38					
19					87		9					98
20					3		3					13
21					2							51
22										6	80	33
23										116	21	48
24										12	13	133
25						294				86	52	10
26						31				12	11	4
27						5				280	2	
28				18						108	5	
29				2	4	17		249		56	4	
30					3	78		41		15		
31					1			3		5		
TOTAL	0	3	3	20	103	425	443	295	26	744	193	549

TOTAL ANNUEL : 2 804 MILLIERS de m³

Le tableau ci-dessous présente les caractéristiques des crues remarquables observées depuis la mise en eau de l'aménagement.

TABLEAU 16

CARACTERISTIQUES DES PRINCIPALES CRUES

	TEMPS en HEURES			DEBIT de POINTE	VOLUME d'ECOULEMENT
	0	Q max	Q 10	en m ³ /s	en milliers de m ³
78/22.10	- 4	0	+ 6	35	466
79/19.05*	- 3			10	92
25.06	- 4	0	+ 8	16	330
17.07	- 4	0	+ 7	16	346
29.08*	- 4			8	295
27.10*	- 3			18	466

" * " : crue composée

La forme des hydrogrammes d'entrée relatifs à des crues simples peut se caractériser par un temps de montée compris entre 3 et 4 h; le temps nécessaire pour atteindre en décrue Q/10 est de l'ordre de 7 h.

Le rapport du débit de pointe au volume global est voisin de 6 m³/s pour 100 milliers de m³.

Les relevés pluviométriques effectués aux postes de l'Usine Sainte Marie, de Monplaisir, Renéville et Pombiray situés sur la bordure Sud-Ouest du bassin et Labarthe à l'extrême Est, ne permettent qu'une estimation très approximative de la pluviométrie moyenne sur le B.V.

Ainsi, la dispersion des coefficients d'écoulement calculés sur ces bases ne peut être totalement expliquée par l'état initial de saturation du sol qui est le facteur déterminant, et la structure de l'averse. En ce qui concerne les crues précédemment soulignées, il est cependant vraisemblable d'admettre des coefficients d'écoulement allant d'environ 20% pour la crue du 19 Mai, à près de 80% pour celle du 27 Octobre 1979.

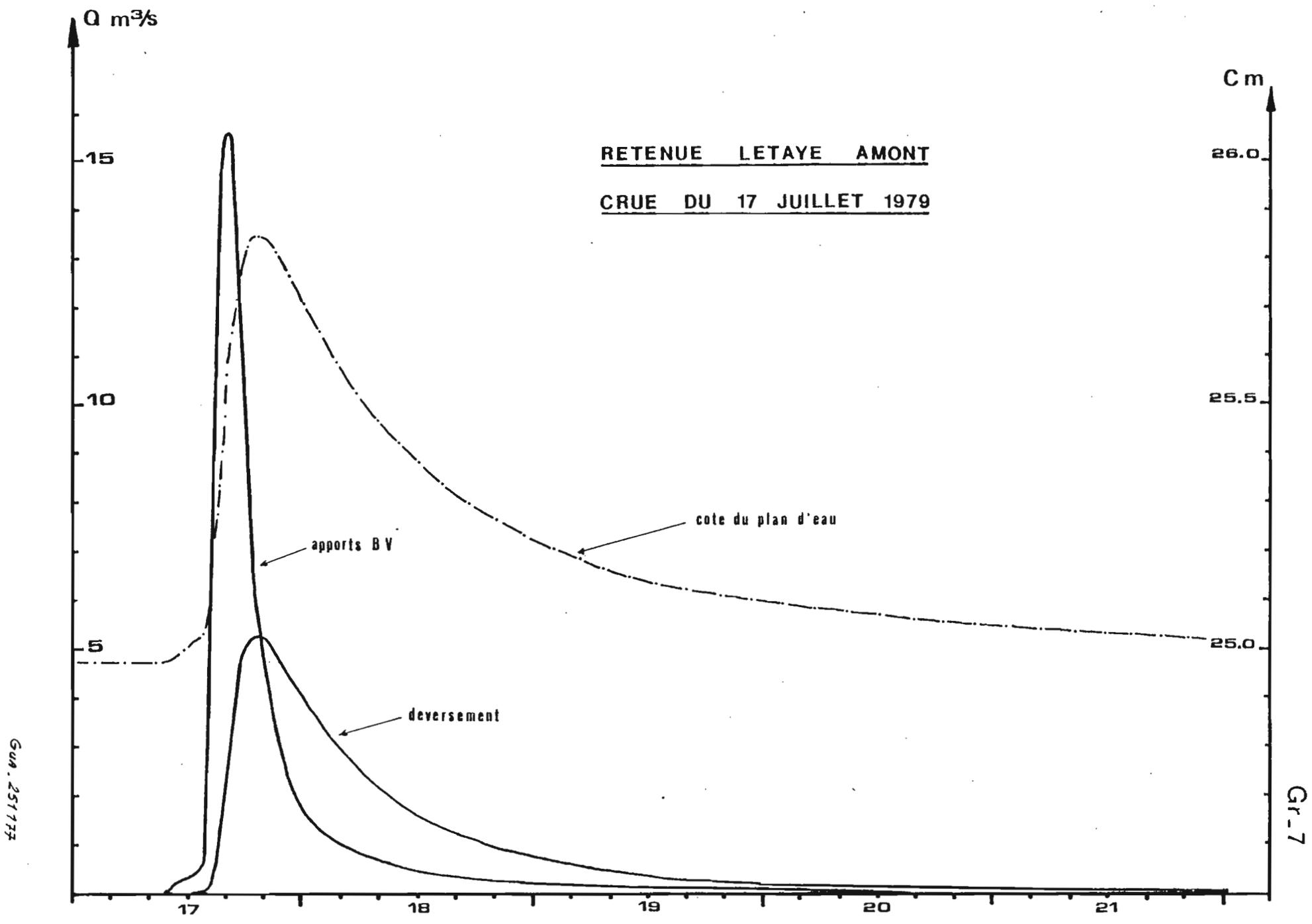
En résumé, les apports naturels du bassin entre le 22 Octobre 1978 et le 31 Décembre 1979 équivalent à 4.7 fois la capacité de la retenue. Ils sont le fait de quelques crues fortes, dont le nombre important en 1979 explique le caractère exceptionnel.

L'effet d'amortissement de la crue du 17 Juillet 1979, par la retenue, est mis en évidence par le graphique n°7.

Le graphique n°8 représente mois par mois les quantités d'eau apportées par le bassin versant et celles évacuées par le déversoir principal.

Les volumes d'eau déversés représentent une part très importante des apports naturels du B.V., soit 82 % pour l'année 1979. Au cours des mois de Juillet et Septembre les apports naturels augmentés des apports directs par précipitation ont conduit à des volumes déversés supérieurs aux seuls apports du B.V.

NOTE : *L'incertitude relative sur la détermination des volumes écoulés en 24 h apportée par l'introduction d'une valeur approximative de l'infiltration est le plus souvent minime. En effet, l'estimation des pertes par infiltration ne peut induire une erreur de plus d'un millier de m³ par jour.*



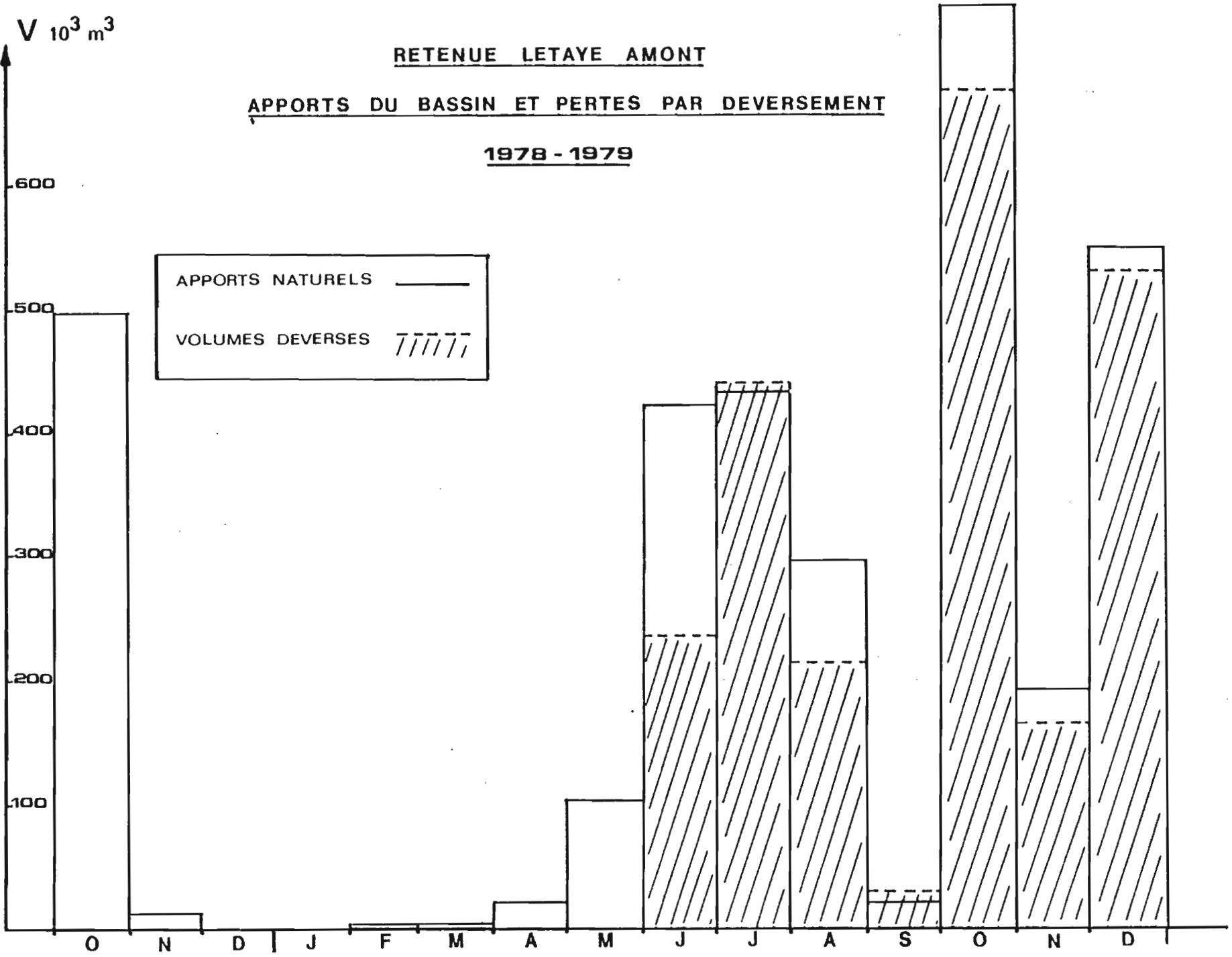
V 10³ m³

RETENUE LETAYE AMONT

APPORTS DU BASSIN ET PERTES PAR DEVERSEMENT

1978 - 1979

APPORTS NATURELS ———
VOLUMES DEVERSES // // // //



GuA. 251178

Gr. 8

CHAPITRE 9

BILAN HYDROLOGIQUE ET INFILTRATION

9.1. - RAPPEL DES TERMES DU BILAN

Les termes du bilan hydrologique de la retenue LETAYE AMONT sont les suivants :

Apports : VPLU : Précipitation directe sur le plan d'eau
VBV : Apports naturels du Bassin Versant
VART : Apports artificiels de la conduite d'adduction

Pertes : VEVA : Evaporation
VDEV : Déversement
VINF : Infiltration

Variation de stock : VSTO

Le bilan hydrologique établi mois par mois en termes volumétriques se formule selon l'équation suivante :

$$VSTO = VPLU + VBV + VART - VEVA - VDEV - VINF$$

Le mode de calcul des termes VPLU, VEVA, VDEV, VSTO et VART, a été exposé aux chapitres précédents.

Les inconnues demeurent VBV et VINF, ou plus exactement (VBV - VINF). En fait, en période d'écoulement, le terme VBV a été déterminé en donnant une valeur vraisemblable au terme VINF. En dehors des périodes d'écoulement du Bassin Versant (VBV = 0), le terme VINF est connu aux erreurs de détermination près des autres termes.

9.2. - BILAN HYDROLOGIQUE 1978 - 1979

Le bilan hydrologique de la retenue, établi pour la période du 22 Octobre 1978 au 31 Décembre 1979, fait apparaître les valeurs indiquées dans le tableau n° 17.

TABLEAU 17

BILAN HYDROLOGIQUE DE LA RETENUE DE LETAYE AMONT

(Volumes en milliers de m³)

1 9 7 8													
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
VPLU										7	10	5	22
VBV										497	10		507
VART												30	30
VEVA										4	17	16	37
VDEV													0
VSTO										+481	-18	+10	+473
VINF										19	21	9	49

1 9 7 9													
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	TOTAL
VPLU	6	9	8	12	23	41	41	35	17	52	28	33	305
VBV		3	3	20	103	425	443	295	26	744	193	549	2 804
VART	43				4	6						4	57
VEVA	18	19	20	22	24	29	35	34	27	28	24	24	304
VDEV						236	441	214	29	676	165	530	2 291
VSTO	+18	-19	-17	+3	+97	+180	-60	+40	-58	+54	-6	-5	+227
VINF	13	12	8	7	9	27	68	42	45	38	38	37	344

TABLEAU 18

PERTES PAR INFILTRATION

1 9 7 8												
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Cm											23.45	23.40
Emm/j											(5)	4.5
Imm/j											5.8	2.6
VINF											21	9

1 9 7 9												
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Cm	23.60	23.55	23.40	23.25	23.55	24.20	25.00	24.75	24.90	24.90	25.00	25.05
Emm/j	4.8	5.6	5.5	6.5	6.3	6.3	6.0	6.4	5.0	5.0	4.4	4.0
Imm/j	3.6	3.7	2.0	2.0	2.3	6.2	(12)	8.0	8.4	(6.9)	(7.0)	(6.5)
VINF	13	12	8	7	9	27	68	42	45	38	38	37

Le graphique n°9 permet de visualiser aisément les informations contenues dans le tableau ci-dessus.

Les pertes par infiltration subies par la retenue au cours de la période de sa mise en service (derniers jours d'Octobre 1978) sont estimées avec une forte imprécision à 19 milliers de m³. A ce chiffre peu significatif correspond une infiltration probable supérieure à 10 mm/jour.

Les pertes par infiltration sont de l'ordre de l'évaporation au mois de Novembre 1978; elles s'atténuent pour représenter en Avril-Mai 1979 le tiers des pertes par évaporation. Globalement, durant cette période les pertes par infiltration sont deux fois moindres que celles par évaporation.

Au terme de l'année 1978, la retenue était emplie aux 2/3 de sa capacité.

Les apports par précipitation et par alimentation artificielle ont été du même ordre de grandeur que les pertes par évaporation et infiltration (22 à 49 milliers de m³), alors que les apports du bassin représentaient 1/2 million de m³.

Le tableau suivant permet de situer les différents termes du bilan annuel 1979, par rapport aux apports naturels du B.V. (2.8 millions de m³).

BILAN HYDROLOGIQUE 1979

Volumes en % du volume total écoulé

	VPLU	VART	VEVA	VDEV	VINF
% de VBV	11	2	11	82	12

Les apports artificiels représentent en 1979 une faible part du bilan. Les quantités d'eau précipitées, évaporées et infiltrées sont voisines, chaque terme représentant environ le dixième du volume écoulé.

9.3. - INFILTRATION

Le tableau n° 18 présente de Novembre 1978 à Décembre 1979 les éléments suivants :

- Cm : Cote moyenne du plan d'eau en mètres
- Emm/j : Evaporation journalière en millimètres
- Imm/j : Infiltration journalière moyenne en millimètres
- VINF : Pertes par infiltration en milliers de m³

L'infiltration s'accroît dès le mois de Juin avec l'élévation sensible du plan d'eau, pour atteindre des valeurs maximales supérieures à 12 mm/jour pour des cotes dépassant 25.00 m. Ce phénomène correspond à la mise en eau de terrains n'ayant pas bénéficié de traitement artificiel d'imperméabilisation.

L'infiltration demeure forte d'Août à Décembre 1979, car les nombreux apports naturels du bassin maintiennent le plan d'eau à une cote approchant et dépassant souvent le niveau de déversement. L'imprécision sur la détermination de ces valeurs est de 10 à 20%.

Le calcul des pertes par infiltration au cours des quelques séquences sans apport et sans déversement permettent cependant de mettre en évidence la décroissance de celles-ci entre les mois d'Août et Décembre 1979. De même qu'au cours des premiers mois de l'année 1979, il apparaît un phénomène de colmatage de la cuvette.

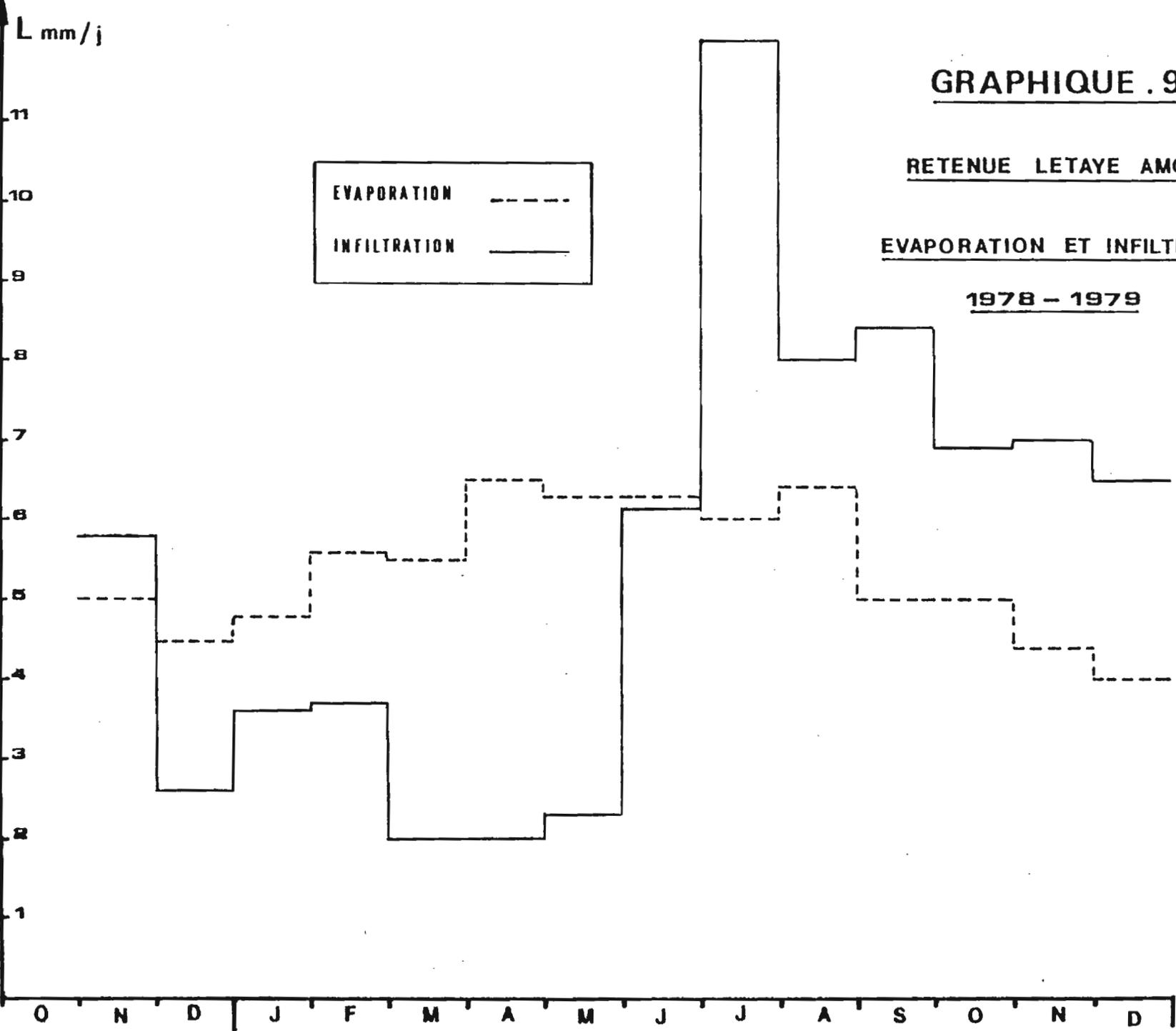
Entre Juillet et Décembre 1979, les pertes par infiltration représentent environ 1.6 fois les pertes par évaporation, pour une cote moyenne du plan d'eau voisine de 25.00 m.

GRAPHIQUE . 9

RETENUE LETAYE AMONT

EVAPORATION ET INFILTRATION

1978 - 1979



CHAPITRE 10

NIVEAUX PIEZOMETRIQUES

Les relevés bi-hebdomadaires effectués aux cinq piézomètres en 1978 et 1979, sont fournis en Annexes 21 à 26.

Depuis la mise en eau de l'aménagement les cotes minimales ont été observées au cours du mois de Mai, les cotes maximales fin Décembre 1979 (cf. graphique n°10).

Les plages de variation du niveau de la nappe, mesuré aux cinq piézomètres, sont comprises entre 50 cm (n°1 et n°2) et 70 cm (piézomètre n°3).

L'évolution de la pente piézométrique entre les tubes n°1 et n°3, distants de 400 m environ, a été analysée depuis le début des observations en Janvier 1978.

Le graphique n°11 permet de suivre ces variations et fait apparaître six phases distinctes du comportement de la nappe :

	<u>Période</u>	<u>Niveau Piézométrique</u>	<u>Pente Piézométrique</u>
1 à 2	Janv. à Août 1978	-	+
2 à 3	Sept. à Oct. 1978	+	-
3 à 4	Nov. 78 à Fév. 1979	-	+
4 à 5	Mars à Juin 1979	-	-
5 à 6	Juil. à Oct. 1979	+	+
6 à 7	Nov. à Déc. 1979	+	0

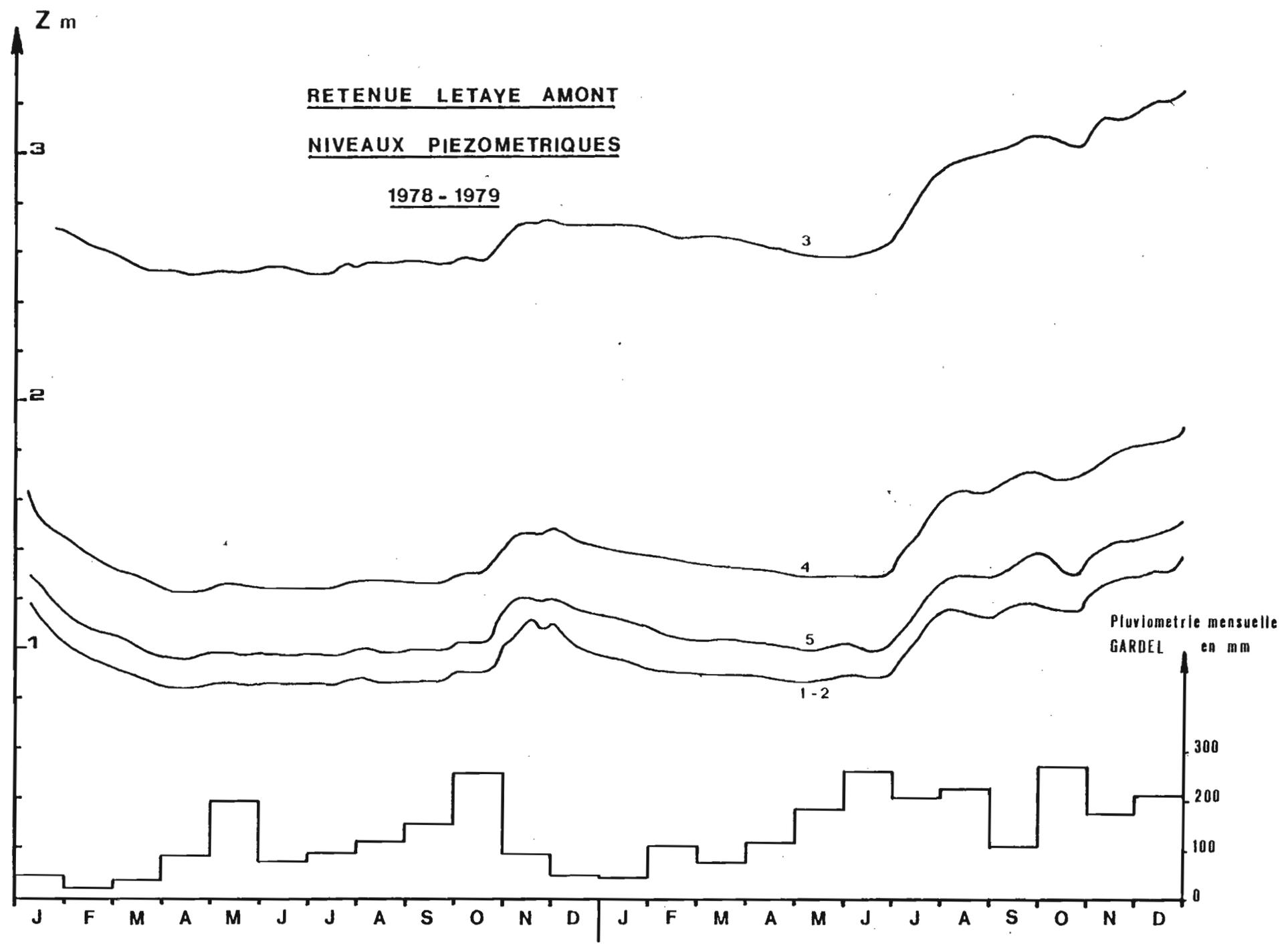
Les signes " + " et " - " signifient respectivement des augmentations ou diminutions des niveaux ou pentes.

De Janvier 1978 à Octobre 1978, la liaison "niveau-pente" semble linéaire et univoque.

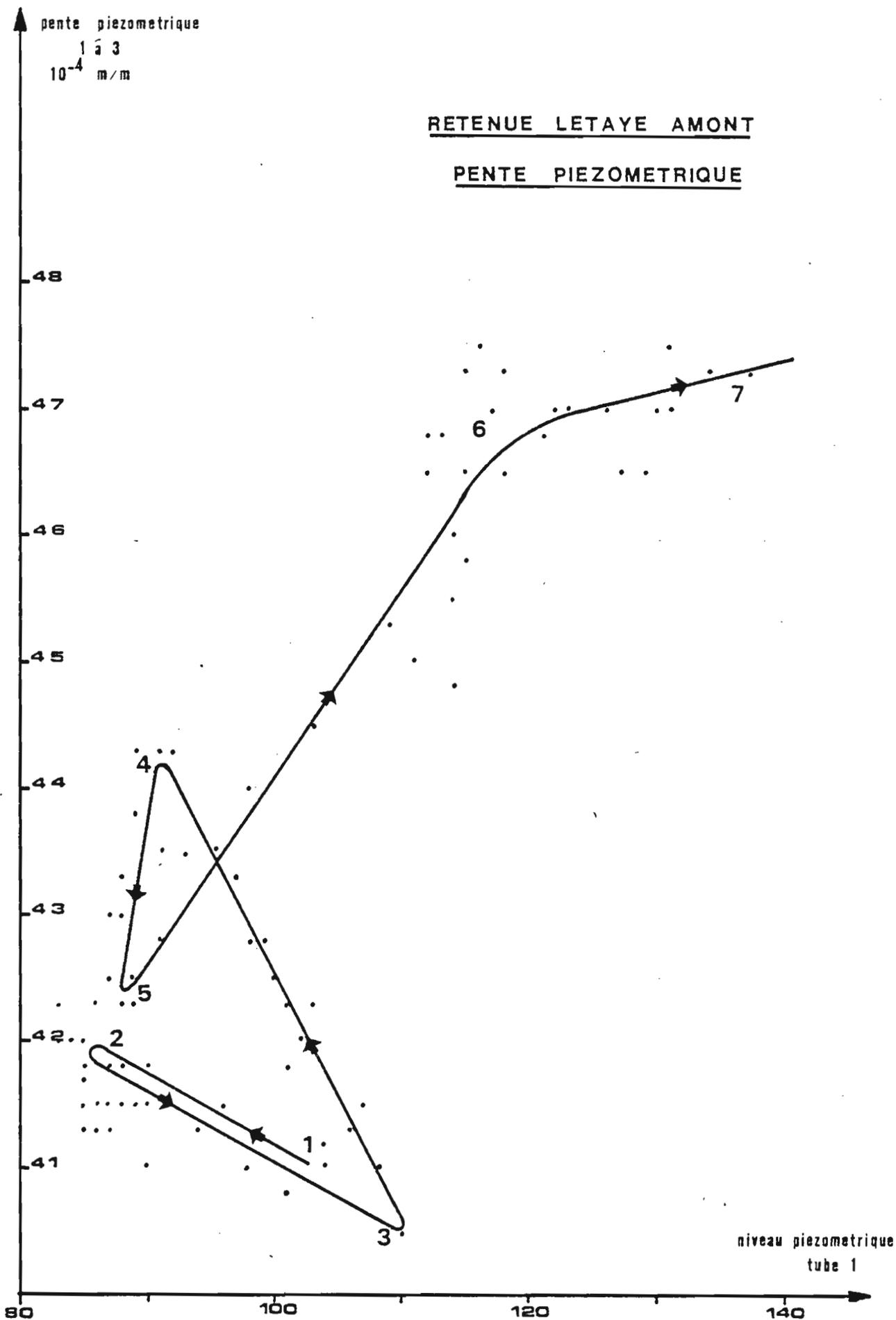
De Novembre à Février, la liaison demeure linéaire mais la pente atteint des valeurs plus élevées qu'au cours de la même période en 1978. Une diminution de la pente s'observe de Mars à Juin.

Enfin, l'élévation sensible du niveau de la nappe, dès le mois de Juillet 1979, entraîne une forte augmentation de la pente qui se stabilisera en Novembre et Décembre à sa valeur maximale.

GuM. 251180



Gr-10



CONCLUSION

La mise en eau soudaine de l'Aménagement le 22 Octobre 1978 n'a pas permis d'évaluer les pertes par infiltration subies par la retenue, pour des cotes du plan d'eau inférieures à 23.5 m.

Le comportement de l'Aménagement a été analogue en Novembre et Décembre 1978 et pendant les premiers mois de l'année 1979. Aussi, les conclusions chiffrées de ce rapport pourront-elles porter sur le bilan hydrologique 1979.

Les conditions de réalisation de l'étude du fonctionnement de la retenue de LETAYE AMONT furent les suivantes :

- Pluviosité largement excédentaire (1 981 mm à GARDEL, 1 873 mm de précipitation moyenne à la retenue);
- Forte hydraulicité, d'où apports naturels du bassin versant exceptionnellement abondants (2.8 millions de m³);
- Evaporation intense (2 000 mm au bac flottant de LETAYE AMONT, plus de 2 250 mm au bac classe "A" de Saint-François).

La cote du plan d'eau, maintenue de Janvier à Mai entre 23.0 m et 24.0 m, s'est élevée dès le mois de Juin à la cote de déversement. Soutenue par de forts apports, la cote du plan d'eau ne devait pas descendre en dessous de 24.5 m dans les six derniers mois.

Les quantités d'eau évacuées par le déversoir principal représentent 82 % des apports du bassin.

Les pertes par infiltration ont représenté au cours du premier semestre environ la moitié des pertes par évaporation; durant le second semestre elles excèdent de 50 à 60% ces dernières.

Ainsi, l'infiltration moyenne par unité de surface passe de 1 à 2.5 ± 0.5 lorsque la cote moyenne du plan d'eau varie de 23.5 m à 25.0 m. Cette augmentation est due, d'une part, à l'accroissement de la charge sur la surface traitée d'altitude inférieure à 23.5 m et, d'autre part, à la mise en eau de terrains d'altitude supérieure, dont une partie notable n'a reçu aucun traitement.

Globalement, les pertes par infiltration en 1979 de la retenue de LETAYE AMONT représentent l'équivalent en volume de la moitié de la capacité de l'Aménagement et sont supérieures d'environ 10% aux pertes par évaporation.

RETENUE LETAYE AMONTCOTE DU PLAN D'EAU (en m)Deuxième Semestre 1978

Jours	J	A	S	O	N	D
1					23.540	23.390
2					545	395
3					535	400
4					520	390
5					505	385
6					485	380
7					465	370
8					465	375
9					465	370
10					465	365
11					455	355
12					450	345
13					446	365
14					435	375
15					430	375
16					415	380
17					410	385
18					440	390
19					465	395
20					460	400
21					455	400
22					450	400
23				23.290	445	410
24				290	440	420
25				285	430	425
26				275	420	435
27				260	410	450
28				255	405	455
29				345	390	465
30				360	375	470
31				475		475

RETENUE LETAYE AMONT
 COTE DU PLAN D'EAU (en m)
 Premier Semestre 1979

Jours	J	F	M	A	M	J
1	23.475	23.620	23.460	23.310	23.335	24.090
2	.485	610	.455	.305	.330	085
3	485	600	455	290	320	080
4	485	590	450	280	310	070
5	490	580	445	270	310	060
6	490	570	450	260	300	050
7	500	560	450	255	295	060
8	515	550	480	250	280	050
9	530	540	480	245	270	045
10	535	535	470	235	260	035
11	545	530	470	230	250	030
12	555	520	465	220	245	020
13	560	515	455	230	240	020
14	565	510	445	230	235	010
15	570	505	440	220	220	000
16	580	550	430	210	215	000
17	595	545	420	200	265	23.990
18	600	540	415	195	260	960
19	630	530	405	185	260	970
20	635	520	390	185	24.030	955
21	640	515	390	180	040	940
22	650	510	380	170	045	920
23	660	525	370	160	030	910
24	655	515	380	150	020	920
25	670	510	380	150	010	915
26	670	500	375	140	010	25.450
27	665	485	365	130	005	150
28	655	470	360	210	005	065
29	645		350	350	020	025
30	635		335	350	070	130
31	630		325		090	

RETENUE LETAYE AMONT

COTE DU PLAN D'EAU (en m)

Deuxième Semestre 1979

Jours	J	A	S	O	N	D
1	25.180	24.850	25.070	24.740	25.045	25.010
2	070	835	030	740	020	000
3	030	815	010	735	000	005
4	010	810	070	740	24.990	010
5	050	800	045	725	980	005
6	170	790	020	720	965	24.985
7	100	780	000	710	955	975
8	045	770	24.990	700	945	960
9	015	755	980	680	940	930
10	24.985	740	970	680	935	25.350
11	980	730	950	670	930	150
12	960	715	945	665	930	080
13	945	700	930	655	935	050
14	930	680	915	710	935	035
15	910	660	900	760	935	020
16	980	680	890	890	940	010
17	980	670	875	920	930	000
18	25.470	660	855	920	920	24.985
19	170	650	850	915	905	980
20	080	640	840	910	895	25.430
21	030	625	830	900	885	115
22	005	620	820	890	875	240
23	24.990	610	810	920	25.210	170
24	960	610	800	25.260	110	280
25	945	605	785	140	090	230
26	930	610	780	220	160	090
27	915	595	765	090	075	050
28	900	570	750	790	050	020
29	890	560	740	360	030	010
30	880	25.460	730	180	020	000
31	860	165		080		24.990

GARDEL - USINE SAINTE MARIE

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE 1978

(En dixièmes de mm)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	10	10		60	15	5	35	10	20	80	5	65
2		20		15	240		20	95		30	20	65
3	20	30	30	25			10	100				
4				35	15					10		20
5				15			20				15	
6	35			5			110	10		35	10	40
7		10		10			370			45	30	120
8		20	10	30			15	40	25	10	120	40
9	145		70	50	55		60				5	20
10				20	20	20	15		10		80	10
11		35	25	355		120			15	55	15	20
12			20	55	10	40	40	20		50	70	20
13					215		60	210	40	35		
14	10		15		455	15	5	50				
15	10			50	20	50		45	10	50		
16	35			20		40	30	365	420		10	5
17	10	10		10	145						190	
18		5		25	150			25	20	15	75	
19		15	20		20		60	45	100		10	
20			5		130	10	5		245		5	
21					35	40			10	20		
22			20	35					65	1500		35
23	10		80	15		25			50			10
24			30	5	30	15			15			5
25	10		10			20		85		10	15	5
26	90	15	5	15	320	250		20	40		5	
27	65	5		5	10	30	20		275	245		
28		20			20	15		15			10	
29	10		15		25	15			40	85		
30	10			25	5	20			90	135	205	
31			15		30		35	10		70		
TOTAL (mm)	47	20	37	88	197	73	91	115	149	253	90	48

Total annuel : 1208 mm

GARDEL - USINE SAINTE MARIE

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE 1979

(en dixièmes de mm.)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	20						10			85		60
2									65	35		90
3							70	120	320	85		
4							180	30		30	5	
5			65		35		195	40		10		
6						155		60				20
7	10		160	30		20			40	20		
8	10		215	20					25		125	90
9			10				20		30	10	45	380
10		10	25				25	30	20	70	40	65
11		25	35	20		25	25	20		20	105	20
12			10	240		20	35	45		20	45	80
13			20	20		20	20			295	125	15
14					5	50		70			40	60
15	5	725				90	250	215		30	25	15
16	80	10	15		270	20		20		120		
17	10						1130			20		
18	175	10			20		15	40				15
19	10	15			885				40			455
20		25		20	20				30			15
21		20							170	10	40	410
22		215		10		35		30		120	610	90
23		10	155	25	20	120		90	30	440	45	120
24	85	10	10	50	20	60		80	25	120	140	20
25	25			50	50	1370		60		210	150	15
26			25		20	25	30	20		10		
27				245	20	65		40		890	160	
28				420	200	40				40	35	
29				10	180	280	65	1240	180			
30			10		40	190			120		45	
31					40							45
TOTAL (mm)	43	108	76	116	183	259	207	225	110	269	177	208

Total annuel : 1981 mm

B A C O U E S T

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE 1978

Relevés en dixième de mm

Jours	J	A	S	O	N	D
1				95	10	50
2						55
3						
4				20	15	3
5					--	12
6				50	--	25
7					30	106
8				50	110	43
9					10	16
10					55	5
11						22
12				60		27
13				65		7
14						
15				--		
16				50	--	14
17					--	
18				5	275	
19						
20					--	
21				25	--	
22				1325	--	47
23					--	12
24					--	4
25					--	
26					--	
27				285	--	
28				--	--	
29				70	50	
30				180	205	
31				50		
TOTAL (mm)				233	76	45

B A C O U E S T

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE 1979
(Relevé en dixièmes de millimètre)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1							--	--	--	(50)	--	--
2							--	0	--	--	--	--
3							87	--	345	--	--	(167)
4							--	--	--	132	--	--
5			127		30		335	--	--	--	0	--
6						158	--	215	3	--	--	7
7	12		195	60			--	--	--	--	--	--
8			63	1			--	--	--	0	85	--
9			20				0	11	--	--	--	--
10		13	22		4		--	--	100	--	--	511
11		24		38		28	--	--	--	75	--	--
12		15	11	154		--	146	--	--	--	297	--
13			9	10		--	--	46	15	--	--	82
14			5			16	--	--	--	--	--	--
15	8	314				--	--	--	--	406	153	--
16	85				408	48	--	215	--	--	--	--
17			13			--	1137	--	0	--	--	1
18	178	5			12	0	--	--	--	141	--	--
19		22		68	830	--	5	--	--	--	32	--
20		27			15	--	--	25	110	--	--	547
21		46			3	4	--	--	--	--	--	--
22		138		11		--	--	--	--	144	560	--
23			150	14	8	115	0	70	--	--	--	--
24	110	8		--	27	--	--	--	120	--	--	--
25	17			--	2	1385	--	--	--	803	--	630
26			18	18	22	--	48	--	--	--	286	--
27				555	8	--	--	156	0	--	--	0
28				94	177	91	--	--	--	--	--	--
29					168	--	--	1005	--	825	148	--
30			28		43	(450)	81	--	(250)	--	(50)	--
31					22		--	--	--	--	--	12
TAL (=)	41	61	66	102	178	230	189	174	94	258	161	196

Total annuel : 1750 mm

B A C E S T

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE 1979

(Relevés en dixièmes de millimètre)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1							—	—	—	(50)	—	—
2							—	2	—	—	—	—
3							112	—	373	—	—	(171)
4							—	—	—	123	—	—
5			144		22		401	—	—	—	0	—
6						175	—	283	3	—	—	6
7			195	69	2		—	—	—	—	—	—
8			65	6			—	—	—	0	77	—
9			25				2	18	—	—	—	—
10		13	29		4		—	—	87	—	—	564
11		33		39		33	—	—	—	76	—	—
12		16	16	160		—	195	—	—	—	295	—
13			16	11		—	—	60	5	—	—	91
14			7			17	—	—	—	—	—	—
15		246				—	—	—	—	469	138	—
16					414	56	—	227	—	—	—	—
17			16			—	1385	—	0	—	—	11
18		10			12	0	—	—	—	145	—	—
19		32	3	78	870	—	0	—	—	—	28	—
20		31			10	—	—	36	110	—	—	537
21		56			6	3	—	—	—	—	—	—
22		151		18		—	—	—	—	184	533	—
23		5	154	18	10	135	0	77	—	—	—	—
24		15		—	33	—	—	—	106	—	—	—
25				—	3	1463	—	—	—	845	—	659
26			19	44	30	—	64	—	—	—	292	—
27				615	15	—	—	191	0	—	—	0
28				92	198	142	—	—	—	—	—	—
29					193	—	—	1375	—	823	159	—
30			30		68	(460)	104	—	(250)	—	(50)	—
31					9	—	—	—	—	—	—	0
TOTAL (mm)	--	61	72	115	190	248	226	227	93	272	157	204

DEBUT des OBSERVATIONS : Le 1er FEVRIER 1979

B A C F L O T T A N T

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE 1978

(Relevés en dixièmes de millimètre)

Jours	J	A	S	O	N	D
1						50
2						55
3						
4						3
5						16
6						37
7						116
8						51
9						19
10						4
11						26
12						26
13						10
14						
15						
16						15
17						
18						
19						
20						
21						
22						47
23						15
24						3
25						
26						
27						
28						
29						
30					239	
31						
TOTAL (mm)						49

DEBUT des OBSERVATIONS : le 30 Novembre 1978

B A C F L O T T A N T

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE 1979

(Relevés en dixièmes de millimètre)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1							--	--	--	(40)	--	--
2							--	18	--	--	--	--
3							100	--	400	--	--	(239)
4							--	--	--	125	--	--
5			162		24		422	--	--	--	8	--
6						182	--	307	5	--	--	9
7	15		--	68	5	3	--	--	--	--	--	--
8			255	5			--	--	--	5	81	--
9			27	12			17	23	--	--	--	--
10		9	30		18		--	--	100	--	--	549
11		33		41		39	--	--	--	85	--	--
12		14	24	162			250	--	--	--	316	--
13			22	13			--	84	16	--	--	97
14			10		6	35	--	--	--	--	--	--
15	12	225					--	--	--	508	140	--
16	92				410	0	--	238	--	--	--	--
17			16				1270	--	0	--	--	7
18	198	5			10	75	--	--	--	154	--	--
19		29	4	86	834		0	--	--	--	36	--
20		25			9		--	59	113	--	--	568
21		50			10	16	--	--	--	--	--	--
22		146		22			--	--	--	185	539	--
23			152	21	9		8	86	--	--	--	--
24	126			--	47		--	--	119	--	--	--
25	21			--	3	1290	--	--	--	834	--	672
26			18	51	35		64	--	--	--	288	--
27				592	17		--	203	0	--	--	0
28				93	205	154	--	--	--	--	--	--
29							--	(1350)	--	820	164	--
30			39		265	(500)	120	--	(250)	--	(50)	--
31					30		--	--	--	--	--	20
TOTAL (mm)	46	54	76	117	194	229	225	237	100	276	152	216

Total annuel : 1932 mm

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1				55				35	20	55	5	50
2					160		25	140			5	50
3			30	10	20		5	75				
4		15		5	5					15	20	5
5							20				10	5
6						10	120	5		45	10	30
7							280	40		5	10	100
8			5			5	5		45	10	110	40
9			85		45		40	30		40	5	15
10			10		5	15			30		40	5
11				240		95	35		5	5	5	20
12			20	35	20	15	60	15		55	5	25
13			15		180		5	140	50	55		10
14					430	15		25		5		
15				15		20	5	40	25	40		
16	20			10	15	40	25	310	170		10	15
17					10			5			120	
18		10	35	25	100			10	10	5	75	5
19		15	35		10		100	40	70			
20					135		10		200		20	
21			20		20	35			30	20		
22			20	35		25		5	15	1325		40
23	5		100	15		5	5		10			15
24	5		15	5	40	5	10		5			5
25			5			20		65				
26	95	10			280	165		25	25			
27	45			10	10		10		150	285	10	
28	5	10			5		5	5			20	
29	60		5	20	35				30	70		
30			5	35	5				40	185	(175)	
31	10				15		30	30		35		
TOTAL (mm)	—	6	41	52	155	47	80	104	93	226	66	44

Début des Observations : le 16 Janvier 1978

PLUVIOGRAPHE "RETENUE I"

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE 1979

(Relevés en dixièmes de millimètre)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1				5				5	15	55		60
2									40	45		110
3							85	105	275	95		
4							180	90	15			
5	5		145		45		175	5				
6						150	5	65	5		5	5
7	10		45	55			10		10	5	5	5
8	5		210	5	10		15		55		80	105
9			10		5			5	30	20	60	350
10		10	25		5		15	25	15	60	30	55
11	5	25	5	35		25	25	20	15		150	
12		5		120		10	130	40		60	35	70
13	5	10	15	10		5		5		260	150	15
14	5		10			10		45		125	35	
15	10	270				65	265	190			5	
16	60				400	5		5		135	5	
17			10				1020	45		5	20	
18	165	5			15					15		25
19		25		60	875				75			560
20		25			5				40	10		
21		30				10		30	90	10	5	280
22		130		15	15	20	5	20		145	565	50
23		5	125	5	15	95		55		480	10	320
24	95	5	5	25	45	35		55	35	195	130	
25	15			10	20	1325		75		160	150	
26	5		15		35	15	50	5				
27				520	15	80	20	45		820	135	
28				70	115	20	30	85		60	20	
29					180	280	50	710	5			
30			30		60	145	5		225		50	10
31					25		10					
TOTAL (mm)	39	55	65	94	189	230	210	173	95	276	165	202

Total annuel : 1793

B A C F L O T T A N T

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE 1978

(Relevés en dixièmes de millimètre)

Jours	J	A	S	O	N	D
1						85
2						35
3						5
4						5
5						15
6						20
7						45
8						15
9						15
10						
11						20
12						50
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						35
23						35
24						15
25						5
26					5	5
27					15	
28					30	
29						
30					140	
31						
TOTAL (mm)						41

DEBUE des OBSERVATIONS : le 22 Novembre 1978

B A C F L O T T A N T

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE 1979

(Relevés en dixièmes de millimètre)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	25		5			5		5	15	10		
2									50	100		115
3							130	20	270	125		5
4						5	245	90	10	5		
5	5		180				150	15		5		10
6						145	15	60			5	10
7	5		30	30		5	5		35	5		
8	15		185	15	5				40		125	155
9			40					10		15	20	300
10		10	30				5	20	30	40	35	15
11		20	15	5		25	40	15	5	5	90	15
12	5	20		45		15	50	20		45	40	65
13		10	15	10		30				200	80	75
14	5	10	5				5	10	5	185	10	10
15		360				45	300	200			10	
16	160	5	10		280					90	10	
17	5						960	80	10	5	15	5
18	175	20			10					40		40
19		25	5	90	845				45			425
20		70			40				40	10		
21		90				15	5	15	85	20	5	270
22		340		25		10				200	515	95
23			135		15	85		100		435		360
24	90	5		20	5	30		140	25	240	135	5
25	10			40	45	1345		5	5	145	165	5
26	5		10		60	15	40	5		15		
27				645	45	80	15	15		845	65	
28				85	135	45	40	80	5	70	55	
29					185	385	110	880	15	5	5	
30			5		55	125	5		200		30	20
31					10					5		
	51	99	67	101	174	241	212	179	89	287	142	200

Total annuel : 1842

B A C F L O T T A N TEVAPORATION JOURNALIERE 1978

(Relevés en dixièmes de millimètre)

Jours	J	A	S	O	N	D
1				35	34	58
2				28	32	25
3				46	57	33
4				39	37	41
5				61	--	37
6				36	--	52
7				31	101	46
8				46	50	48
9				59	32	53
10				77	44	35
11				45	33	47
12				53	37	37
13				27	--	36
14				40	46	31
15				--	42	32
16				62	--	37
17				46	--	24
18				35	150	32
19				40	--	35
20				64	--	36
21				23	--	40
22				--	--	37
23				18	--	28
24				44	--	30
25				34	--	35
26				31	--	40
27				85	--	57
28				--	--	39
29				65	456	41
30				20	62	33
31				28		31
TOTAL (mm)				126	121	118

B A C F L O T T A N T

EVAPORATION JOURNALIERE 1979

(Relevés en dixièmes de millimètre)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	66	40	57	75	140	60	—	*	—	130	—	—
2	67	42	47	95	54	50	—	*	—	—	—	—
3	57	59	54	72	53	40	366	—	139	—	—	137
4	59	42	44	78	58	65	—	—	—	102	—	—
5	32	59	27	40	60	79	15	—	—	—	220	—
6	33	57	40	—	60	38	—	135	93	—	—	157
7	33	56	52	125	60	40	—	—	—	—	—	—
8	32	77	17	21	40	57	—	—	—	160	105	—
9	33	57	39	69	74	64	160	171	—	—	—	—
10	37	63	61	69	84	60	—	—	(100)	—	—	141
11	39	41	40	78	76	28	—	—	—	75	—	—
12	32	49	70	31	74	—	120	—	—	—	117	—
13	27	35	17	61	34	—	*	176	(95)	—	—	72
14	57	49	67	68	40	148	*	—	—	—	—	—
15	67	24	75	60	54	—	*	—	—	126	53	—
16	28	40	55	51	83	92	*	115	—	—	—	—
17	42	45	53	60	60	—	*	—	180	—	—	121
18	18	33	44	71	52	129	—	—	—	81	—	—
19	22	56	60	55	44	—	45	—	—	—	142	—
20	43	45	40	53	18	—	—	185	(115)	—	—	47
21	40	55	56	58	43	224	—	—	—	—	—	—
22	48	48	56	84	47	—	—	—	—	114	120	—
23	59	40	14	21	75	93	250	130	—	—	—	—
24	20	72	31	—	56	*	—	—	(160)	—	—	—
25	34	80	45	—	50	*	—	—	—	83	—	100
26	36	67	44	188	67	—	168	—	—	—	85	—
27	43	—	49	48	28	—	—	186	140	—	—	70
28	36	109	56	31	54	71	—	*	—	—	—	—
29	40	—	80	60	36	—	—	*	—	135	98	—
30	22	—	59	—	29	—	161	—	—	—	—	—
31	47	—	59	—	61	—	*	—	—	—	—	(72)
TOTAL (mm)	125	144	151	179	170	(155)	(135)	(132)	(110)	98	91	85

Total annuel : 1578 mm

* : Pas de relevés cause débordement

B A C F L O T T A N T

EVAPORATION JOURNALIERE 1979

(Relevés en dixièmes de millimètre)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1		47	60	86	131	60	—	—	—	189	—	—
2		40	67	95	58	48	—	152	—	—	—	—
3		65	61	79	55	47	286	—	179	—	—	121
4		45	50	80	57	60	—	—	—	113	—	—
5		68	5	50	58	75	41	—	—	—	230	—
6		58	48	—	62	43	—	203	113	—	—	146
7		76	39	143	69	48	—	—	—	—	—	—
8		91	30	26	46	52	—	—	—	180	77	—
9		63	44	74	72	60	200	198	—	—	—	—
10		66	67	71	95	65	—	—	107	—	—	164
11		56	40	79	73	41	—	—	—	86	—	—
12		46	56	40	70	—	161	—	—	—	133	—
13		43	42	59	36	—	*	220	105	—	—	81
14		45	71	72	45	142	*	—	—	—	—	—
15		26	69	60	58	—	*	—	—	149	78	—
16		46	64	58	72	107	*	137	—	—	—	—
17		53	56	65	57	—	*	—	200	—	—	121
18		51	58	80	52	138	—	—	—	95	—	—
19		52	55	60	45	—	70	—	—	—	128	—
20		49	48	55	10	—	—	206	120	—	—	67
21		73	58	65	46	239	—	—	—	—	—	—
22		55	54	89	51	—	—	—	—	144	83	—
23		50	24	29	79	89	252	147	—	—	—	—
24		90	34	—	73	*	—	—	166	—	—	—
25		89	54	—	55	*	—	—	—	105	—	139
26		73	35	194	76	—	184	—	—	—	92	—
27			59	63	35	—	—	221	130	—	—	88
28		119	60	35	71	115	—	*	—	—	—	—
29			87	58	50	—	—	*	—	123	109	—
30			59	—	41	—	204	—	—	—	—	—
31			71	—	49	—	—	—	—	—	—	(116)
TOTAL (mm)		164	163	193	178	(163)	(155)	(160)	119	111	89	101

TOTAL ANNUEL : 1596 mm

* Pas de relevés cause débordement

Début des Observations : le 1er Février 1979

B A C F L O T T A N T

EVAPORATION JOURNALIERE 1978

(Relevés en dixièmes de millimètre)

Jours	J	A	S	O	N	D
1						—
2						—
3						—
4						116
5						40
6						34
7						49
8						—
9						—
10						—
11						192
12						—
13						—
14						122
15						—
16						—
17						—
18						137
19						—
20						—
21						140
22						—
23						—
24						—
25						175
26						—
27						—
28						168
29						—
30					36	—
31						—
TOTAL (mm)						139

DEBUT des OBSERVATIONS : le 30 Novembre 1978

EVAPORATION JOURNALIERE 1979

(Relevés en dixièmes de millimètres)

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	220	130	403	---	---	---	---	---	---	220	---	---
2	---	---	---	335	---	---	---	188	---	---	---	---
3	---	---	---	---	406	---	294	---	220	---	---	229
4	299	---	---	---	---	301	---	---	---	185	---	---
5	---	240	177	240	---	---	26	---	---	---	328	---
6	---	---	---	---	---	---	---	257	125	---	---	163
7	---	---	---	---	259	203	---	---	---	---	---	---
8	126	200	115	---	---	---	---	---	---	225	131	---
9	---	---	---	245	---	---	237	233	---	---	---	---
10	---	---	---	---	238	---	---	---	140	---	---	189
11	122	---	---	---	---	253	---	---	---	155	---	---
12	---	202	227	---	---	---	235	---	---	---	136	---
13	---	---	---	---	---	---	*	284	156	---	---	127
14	---	---	---	---	264	189	*	---	---	---	---	---
15	193	105	192	---	---	---	*	---	---	238	100	---
16	---	---	---	428	---	---	*	178	---	---	---	---
17	---	---	---	---	170	---	*	---	210	---	---	147
18	90	---	---	---	---	295	---	---	---	134	---	---
19	---	209	252	186	---	---	91	---	---	---	196	---
20	---	---	---	---	---	---	---	239	153	---	---	88
21	---	---	---	---	163	241	---	---	---	---	---	---
22	185	236	180	---	---	*	---	---	---	165	119	---
23	---	---	---	253	---	*	248	186	---	---	---	---
24	---	---	---	---	194	*	---	---	239	---	---	---
25	113	---	---	---	---	*	---	---	---	134	---	152
26	---	---	162	191	---	---	204	---	---	---	138	---
27	---	---	---	---	---	---	---	283	170	---	---	35
28	---	---	---	---	300	134	---	*	---	---	---	---
29	192	---	213	---	---	---	---	*	---	180	144	---
30	---	---	---	---	96	---	280	---	---	---	---	---
31	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	(110)
TOTAL (mm.)	149	158	170	196	194	(188)	(186)	(199)	149	155	132	124

Total annuel : 2000 mm

* : Pas de relevés cause débordement

APPORTS ARTIFICIELS en m³

DATE	A N N E E S 1978 et 1979					
	DECEMBRE	Janvier	Mai	Juin	Novembre	Décembre
1		1830		440		--
2		1220		470		--
3		1321		390		--
4		1539		319		2972
5		1690		681		--
6		2005		320		--
7		1985		231		1071
8		2029		354		--
9		2106		445		--
10		2060		340		--
11		2105		571		2
12	2300	1820		—		
13	1440	1515		—		
14	1240	1950		800		
15	1195	1840		—		
16	1240	1795		150		
17	1600	1800	312			
18	1290	1853	15			
19	1235	1822				
20	945	1880	660			
21	905	1900	295			
22	805	1826	15			
23	995	1124	55			
24	1905	1595	20			
25	2683	223	610			
26	2097		555			
27	1840		475			
28	1769		480			
29	1801		250			
30	1560		32			
31	1530		223			
TOTAL	30475	42933	3997	5511		4045

RELEVÉS PIÉZOMÉTRIQUES LETAYE AMONT 1973 (cm)

DATE	PIÉZOMÈTRES				
	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5
01.10	118	120		163	127
16	112	108		152	124
23	104	107	268	150	117
31	101	101	268	145	114
02.06	99	98	264	140	111
14	96	95	242	138	108
21	94	93	259	135	105
28	92	93	258	133	105
03.03	90	90	257	132	104
07	89	88	255	131	102
10	89	88	255	130	102
14	88	89	254	129	100
17	87	86	254	129	100
21	86	86	253	125	99
24	85	84	252	126	97
28	85	86	252	124	97
31	84	83	252	124	96
04.04	83	83	252	123	96
07	83	82	251	124	96
11	83	82	251	124	96
14	84	82	251	124	95
18	83	84	251	124	95
21	83	82	251	124	95
25	85	86	250	124	96
05.02	87	87	252	126	98
05	86	85	253	125	98
09	86	85	252	124	96
12	84	83	252	124	97
16	85	85	252	124	96
19	86	84	253	125	97
23	86	86	252	123	96
26	85	84	253	124	97
06.13	85	83	253	125	95
16	84	83	253	124	95
20	85	83	253	122	97
23	85	83	252	124	96

RELEVÉS PIEZOMETRIQUES LETAYE AMONT 1978 (cm)

DATE	PIEZOMETRES				
	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5
06.27	86	83	253	124	96
30	85	83	251	124	7
07.04	86	83	251		97
07	86	83	251	124	97
11	85	81	251	125	97
14	85	83	251	124	97
18	84	85	252	125	98
21	85	83	253	125	98
25	88	88	255	126	99
28	87	85	253	127	99
08.01	88	88	255	126	99
04	87	86	255	127	99
08	88	86	255	127	100
11	86	86	255	126	99
15	86	86	255	126	98
18	86	86	255	127	98
22	86	86	255	125	99
25	86	84	255	126	98
29	86	87	254	123	99
09.01	86	85	255	127	99
05	86	86	255	126	98
08	86	85	255	127	99
12	86	85	254	125	98
15	86	85	253	125	99
19	86	85	252	125	99
10.03	90	91	257	129	102
06	90	89	257	130	102
10	90	89	256	130	103
13	90	89	254	130	102
17	90	90	257	130	102
20	90	89	254	130	102
24	92	90	258	130	105
27	98	97	262	138	109
31	101	102	264	139	114

RELEVES PIEZOMETRIQUES LETAYE AMONT 1978 (cm)

DATE	P I E Z O M E T R E S				
	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5
11.07	105	100	269	137	118
14	111	107	271	146	120
21	107	108	273	145	119
27	106	106	271	147	119
30	110	105	272	148	119
12.01	110	105	272	147	120
05	108	103	272	146	118
08	103	103	272	145	118
12	102	100	270	144	116
15	101	99	270	143	116
19	100	97	270	143	115
22	99	96	270	142	114
26	8	95	269	142	114
29	7	95	270	141	113

DATE	PIEZOMETRES				
	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5
01.02	96	97	270	140	112
05	96	97	269	140	112
09	96	97	270	139	112
12	95	97	270	139	111
16	95	96	269	139	111
19	95	96	269	139	110
23	94	94	269	138	109
26	93	92	269	138	109
30	92	92	269	137	108
02.02	91	90	268	135	107
06	91	90	268	135	106
09	91	90	268	134	106
13	90	88	267	134	105
16	90	89	265	133	105
20	90	88	266	133	104
23	89	83	266	133	103
27	89	90	266	133	103
03.02	91	89	265	134	105
06	92	90	266	134	106
09	92	90	266	134	106
13	91	91	265	133	105
16	90	90	265	133	104
20	90	89	265	132	104
23	89	88	264	133	104
27	90	89	263	132	103
30	89	88	263	132	103
04.03	90	89	263	131	103
06	89	89	262	131	103
10	89	89	262	131	103
13	88	87	261	130	101
17	88	88	261	130	102
20	88	86	260	130	101
24	87	86	260	129	101
27	87	85	259	128	100

RELEVÉS PIEZOMETRIQUES LETAYE AMONT 1979 (cm)

DATE	PIEZOMETRES				
	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5
05.01	87	85	259	128	99
04	87	86	258	129	100
08	87	85	258	128	100
11	87	85	258	128	99
15	87	85	257	128	100
18	87	85	257	127	100
22	87	86	256	127	99
25	89	87	257	129	102
29	88	86	257	128	102
06.01	89	87	258	129	101
05	89	87	258	129	102
08	89	87	258	129	102
12	83	88	259	129	99
15	88	87	259	129	99
19	88	85	260	129	101
22	88	86	260	129	101
26	83	89	261	130	102
29	91	91	262	129	102
07.03	93	95	267	135	107
06	95	97	269	136	108
10	98	98	274	140	110
13	105	102	277	143	113
17	103	104	281	146	115
20	106	107	285	150	119
24	109	110	290	153	122
27	111	111	291	155	124
31	114	115	293	159	127
08.03	114	115	296	161	128
07	115	115	298	162	128
10	115	115	298	162	128
14	114	115	298	163	129
17	114	115	297	163	129
21	113	114	299	163	128
24	112	113	298	163	128
28	112	112	298	163	127
31	112	111	299	163	128

DATE	PIEZOMETRES				
	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5
09.04	113	115	300	164	129
07	115	117	300	166	131
11	116	118	301	167	132
14	117	118	303	169	133
18	118	120	306	170	134
21	116	118	306	170	134
25	118	118	307	170	135
28	118	119	307	170	139
10.02	117	118	305	170	134
05	116	117	305	169	133
09	116	117	304	169	133
12	115	116	304	168	132
16	115	116	304	168	131
19	115	115	302	167	131
23	115	116	302	167	131
26	115	116	302	168	131
30	120	119	306	170	135
11.02	121	121	308	172	137
06	122	123	310	174	139
09	123	124	311	174	139
13	126	127	314	177	141
16	127	128	313	177	141
20	128	129	314	179	143
23	128	129	314	179	143
27	128	129	315	180	144
30	129	129	315	181	144
12.04	130	131	318	182	145
07	131	132	318	182	146
11	131	132	319	183	147
14	131	133	319	183	146
18	131	133	321	184	147
21	131	133	321	185	148
25	135	135	323	186	150
28	137	138	326	189	152