

Record Number:**Author, Monographic:** Leclerc, M.**Author Role:****Title, Monographic:** Réservoir Paugan - synthèse du milieu hydrique**Translated Title:****Reprint Status:****Edition:****Author, Subsidiary:****Author Role:****Place of Publication:** Québec**Publisher Name:** INRS-Eau**Date of Publication:** 1986**Original Publication Date:** Mars 1986**Volume Identification:****Extent of Work:** vi, 153**Packaging Method:** pages incluant un annexe**Series Editor:****Series Editor Role:****Series Title:** INRS-Eau, Rapport de recherche**Series Volume ID:** 195**Location/URL:****ISBN:** 2-89146-193-2**Notes:** Rapport annuel 1985-1986**Abstract:** Rapport rédigé pour Hydro-Québec
25.00\$**Call Number:** R000195**Keywords:** rapport/ ok/ dl

RÉSERVOIR PAUGAN
SYNTHÈSE DU MILIEU HYDRIQUE

Par

Michel Leclerc

Rapport scientifique No 195
INRS-Eau
C.P. 7500
Sainte-Foy (Québec)
G1V 4C7

Mars 1986

TABLE DES MATIÈRES

	<u>Page</u>
TABLE DES MATIÈRES	i
LISTE DES TABLEAUX	iii
LISTE DES FIGURES	v
 INTRODUCTION	 1
 1. DESCRIPTION DU MILIEU À L'ÉTUDE	 3
 2. RECONNAISSANCE GÉNÉRALE DU BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE GATINEAU	8
2.1 Topographie	9
2.2 Géologie	9
2.3 Utilisation du sol	10
2.4 Aspects socio-économiques	12
2.5 Hydrographie	12
 3. CARACTÉRISTIQUES HYDROLOGIQUES DU RÉSERVOIR TAUREAU	 19
3.1 Reconnaissance générale morpho-sédimentologique	20
3.1.1 Berges	21
3.1.2 Lit	23
3.2 Niveaux	25
3.2.1 Niveaux d'eau classés	27
3.2.2 niveaux d'eau journaliers	32
3.3 Débits	37
3.3.1 Débits classés	38
3.3.2 Niveaux journaliers	43
3.4 Reconnaissance générale de la qualité de l'eau	46

	<u>Page</u>
4. HISTORIQUE ET CARACTÉRISTIQUES DE L'EXPLOITATION	52
4.1 Historique de l'exploitation	53
4.2 Caractéristiques de l'exploitation	55
5. IDENTIFICATION DES IMPACTS DE GESTION	58
CONCLUSION	61
BIBLIOGRAPHIE	63
DÉFINITIONS	66
ANNEXE	68

LISTE DES TABLEAUX

	<u>Page</u>
TABEAU 2.1 Superficie des sous-bassins des principaux tributaires de la rivière Gatineau	14
TABEAU 2.2 Données hydrologiques de la rivière Gatineau	18
TABEAU 3.1 Indice des sédiments organiques de la rivière Gatineau	26
TABEAU 3.2 Niveaux maximum et minimum sur une base mensuelle au réservoir Pagan	29
TABEAU 3.3 Niveaux maximum et minimum sur une base saisonnière au réservoir Pagan	30
TABEAU 3.4 Niveaux maximum et minimum sur une base mensuelle au réservoir Pagan, sans tenir compte des conditions extrêmes	31
TABEAU 3.5 Niveaux maximum et minimum sur une base saisonnière au réservoir Pagan, sans tenir compte des conditions extrêmes	33
TABEAU 3.6 Débits classés au réservoir Pagan sur une base mensuelle	41
TABEAU 3.7 Débits classés au réservoir Pagan sur une base saisonnière	42

	<u>Page</u>
TABEAU 3.8 Tableau comparatif de certains paramètres chimiques entre les concentrations permises et les concentrations réelles en 1984	49
TABEAU 3.9 Certains paramètres physiques de la qualité de l'eau ..	51
TABEAU 4.1 Synthèse des données hydrologiques sur l'historique de l'exploitation au réservoir Paugan	54
TABEAU 4.2 Caractéristiques d'exploitation du réservoir Paugan (renseignements généraux)	56
TABEAU 4.3 Caractéristiques d'exploitation du réservoir Paugan (niveaux/débits)	57

LISTE DES FIGURES

	<u>Page</u>
FIGURE 1.1 Présentation des régions hydrographiques du Québec et du bassin versant de la rivière des Outaouais	5
FIGURE 1.2 Présentation du bassin versant de la rivière Gatineau .	6
FIGURE 1.3 Présentation du réservoir Paugan	7
FIGURE 2.1 Géologie du réservoir Paugan	11
FIGURE 2.2 Présentation des tributaires importants de la rivière Gatineau	15
FIGURE 2.3 Présentation schématique du système hydrique de la rivière Gatineau	16
FIGURE 2.4 Profil longitudinal de la rivière Gatineau	17
FIGURE 3.1 Carte de stabilisation des berges	22
FIGURE 3.2 Composition des sédiments de fond de la rivière Gatineau	24
FIGURE 3.3 Courbe de niveaux classés sur une base annuelle au réservoir Paugan	28
FIGURE 3.4 Nivogramme journalier au réservoir Paugan (valeurs minimales)	34

	<u>Page</u>
FIGURE 3.5 Nivogramme journalier au réservoir Paugan (valeurs moyennes)	35
FIGURE 3.6 Nivogramme journalier au réservoir Paugan (valeurs maximales)	36
FIGURE 3.7 Courbe de débits classés totaux annuels au réservoir Paugan	39
FIGURE 3.8 Hydrogramme journalier au réservoir Paugan (valeurs minimales)	44
FIGURE 3.9 Hydrogramme journalier au réservoir Paugan (valeurs moyennes)	45
FIGURE 3.10 Hydrogramme journalier au réservoir Paugan (valeurs maximales)	47

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'un programme d'évaluation de l'interrelation entre les usages actuels des réservoirs d'Hydro-Québec et leur mode de gestion.

L'étude qui fait l'objet de ce rapport porte sur l'analyse du milieu physique aquatique du réservoir Paugan, dans ses composantes hydrographique, hydrologique, hydrodynamique, sédimentologique et relatives à la qualité de l'eau.

Le rapport est subdivisé en cinq chapitres où dans un premier temps l'on procède à la description du milieu à l'étude. Ce chapitre est suivi d'une reconnaissance générale du bassin versant de la rivière Gatineau, qui constitue l'unité hydrographique englobant le réservoir Paugan. Le troisième chapitre aborde l'essence même du sujet à savoir: les caractéristiques hydrologiques du réservoir Paugan, alors que le chapitre suivant dresse l'historique de l'exploitation et en dévoile les caractéristiques. Enfin le dernier chapitre présente les impacts inhérents à la gestion du réservoir.

La présente étude constitue un document synthèse de l'information fournie par Hydro-Québec et non une analyse exhaustive du milieu.

CHAPITRE 1

DESCRIPTION DU MILIEU À L'ÉTUDE

1. DESCRIPTION DU MILIEU À L'ÉTUDE

Entreprendre l'étude hydrologique du réservoir Paugan, c'est tout d'abord se heurter aux dimensions considérables du bassin hydrographique de la rivière Gatineau qui, est partie prenante du bassin versant de la rivière des Outaouais, et dont les superficies respectives sont de 23 724 km² et 146 000 km².

À l'intérieur de ce grand territoire on retrouve le réservoir Paugan, situé à quelques 50 kilomètres au nord de Hull; celui-ci se situe également à l'exutoire de la rivière Gatineau qui se déverse dans la rivière des Outaouais.

En matière d'hydro-électricité le réservoir Paugan est le dernier d'une série de trois (Cabonga, Baskatong) sur la rivière Gatineau. Il est contrôlé par une centrale dont le turbinage de pointe est de 740 m³/sec, pour une puissance de 220 mw. L'évacuateur de la centrale a été conçu pour déverser 4 380 m³/sec. En fait, de tous les ouvrages sur la Gatineau, ceux à l'aval du réservoir Paugan sont les plus importants. Quant au réservoir proprement dit il a la plus faible capacité de stockage soit 94 hm³.

Enfin, caractérisé par un régime nival, comme tous les autres cours d'eau du Québec, on enregistre des crues printanières très importantes (fonte de neige en avril-mai) et des étiages d'hiver sévères (bassins versants gelés et précipitations sous forme de neige de décembre à mars).

Les figures 1.1 et 1.2 situent la région et la sous-région hydrographique dans le contexte québécois. La figure 1.3 présente le réservoir Paugan.



FIGURE 1.1 Présentation des régions hydrographiques du Québec.

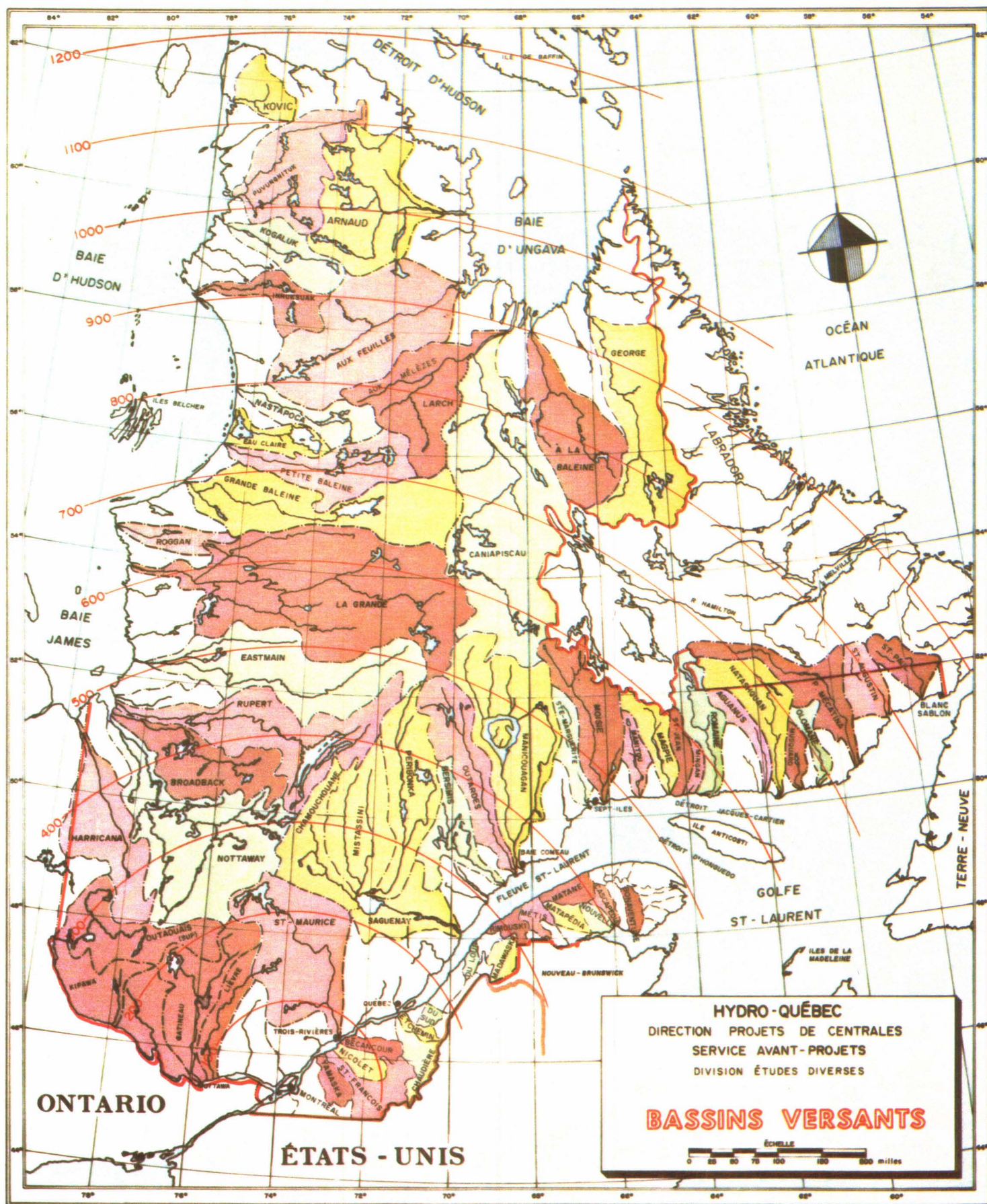
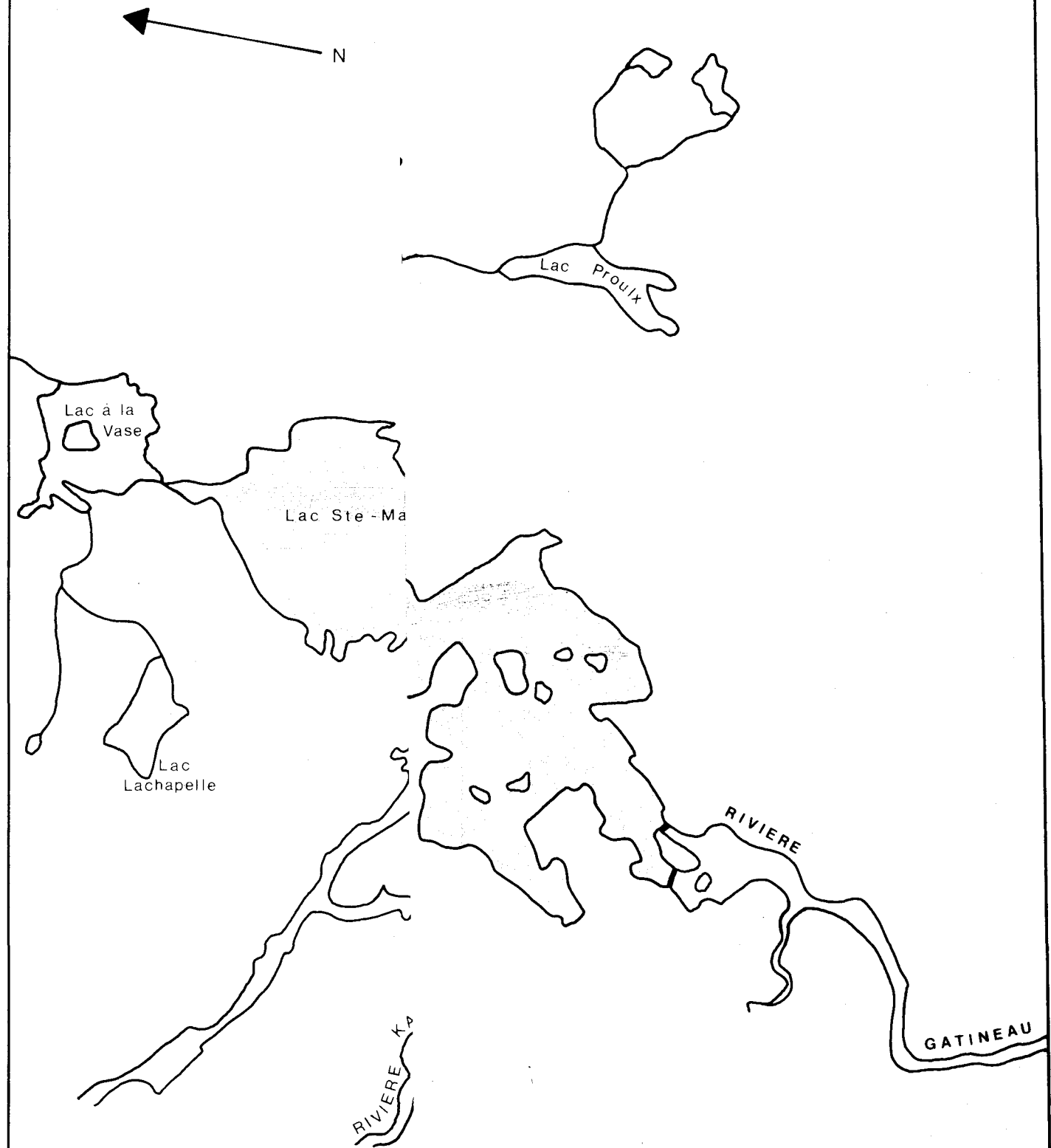


FIGURE 1.2 Présentation du bassin versant de la rivière Gatineau.

FIGURE 1.3 Présentation du réservoir Paugan.

NTATION DU RESERVOIR PAUGAN



SOURCE: Direction Projets Centrale

CHAPITRE 2

RECONNAISSANCE GÉNÉRALE SOMMAIRE DU BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE GATINEAU

2. RECONNAISSANCE GÉNÉRALE SOMMAIRE DU BASSIN VERSANT DE LA RIVIÈRE GATINEAU

Le bassin de la rivière Gatineau s'étend directement au nord de la région urbaine de Hull-Ottawa sur une distance de près de 322 km. Il s'inscrit dans un cadre dont les coordonnées topographiques sont 45°20'N à 48°10'N, et 74°21'O à 77°03'O. Le bassin de la Gatineau est limité à l'est par la source du bassin versant de la rivière Saint-Maurice, le réservoir Gouin et à l'ouest, par la jonction des réservoirs Dozois-Cabonga dans leur partie la plus en amont.

En vue de fournir une image synthèse du milieu hydrique du bassin versant de la rivière Gatineau les grands thèmes suivants seront abordés dans le présent chapitre: topographie, géologie, hydrographie, utilisation de sols et la situation socio-économique.

2.1 Topographie

Au point de vue topographique, la région immédiate du réservoir se divise en deux unités distinctes. La première qui comprend principalement la partie située à l'est de la rivière Gatineau et du lac Sainte-Marie est élevée et accidentée; ses sommets dépassent fréquemment 459 mètres et son point culminant atteint 560 mètres à l'est de Ryanville. La seconde unité qui comprend la région située à l'ouest de la rivière Gatineau est beaucoup plus basse et moins accidentée; ses sommets dépassent rarement 214 mètres. Sa faible élévation est due à la moindre résistance à l'érosion du calcaire qui domine à cet endroit, relativement à la grande résistance à l'érosion des formations à l'est de la rivière. En amont du barrage de Pagan Falls, le réservoir enregistre un niveau moyen de 140,65 m; cette élévation constitue le niveau de base pour toute cette étendue.

2.2 Géologie

Le bassin de la rivière Gatineau se situe en totalité dans la province de Grenville, l'une des quatre provinces métamorphiques qui composent le

Bouclier Canadien au Québec. Les roches sont, en général, massives, dures, peu solubles et peu perméables. Les formations consistent principalement en paragneiss, quartzite et calcaire cristallin. Le quartzite est particulièrement abondant à l'est de la rivière Gatineau. Il se présente sous forme de lits d'épaisseur variable interstratifiés avec les paragneiss (figure 2.1).

Les sols de la série de Gatineau prédominent sur 34% de la superficie du bassin où les valeurs de pH varient entre 5,6 et 5,9. Les dépôts meubles de la vallée de la Gatineau se composent principalement de limon et d'argile, d'où le ravinement et les cicatrices de glissement de terrain.

En ce qui concerne la tectonique de la région à l'étude, les directions les plus fréquentes de la schistocité et de la stratification pointent entre le nord-ouest et le nord.

2.3 Utilisation des sols

Si l'on veut présenter une image synthèse de l'ensemble du bassin versant de la rivière Gatineau, on peut dire qu'il est composé à 87% de forêts et à 13% de lacs et de cours d'eau. L'exploitation forestière est une activité très importante dans la région. Cette activité débute dans les immenses concessions forestières, situées à la tête du bassin.

Selon la classification des "possibilités des terres pour la forêt", d'Environnement Canada, la majorité du territoire se retrouve classé au niveau 3, ce qui signifie que: "les sols peuvent être profonds ou un peu minces, bien ou imparfaitement drainés, à texture moyenne ou fine et doués d'une capacité de rétention modérée ou bonne. Ils peuvent avoir une fertilité un peu faible ou être l'objet de déséquilibres périodiques relatifs à l'humidité". Cependant, de l'embouchure du bassin jusqu'au réservoir Baskatong, 50% du territoire est caractérisé par: des sols à tendance acide; perméables et relativement bien drainés; et ils sont majoritairement recouverts par la forêt. Les sols de nature agricole sont, par le fait même, très limités.

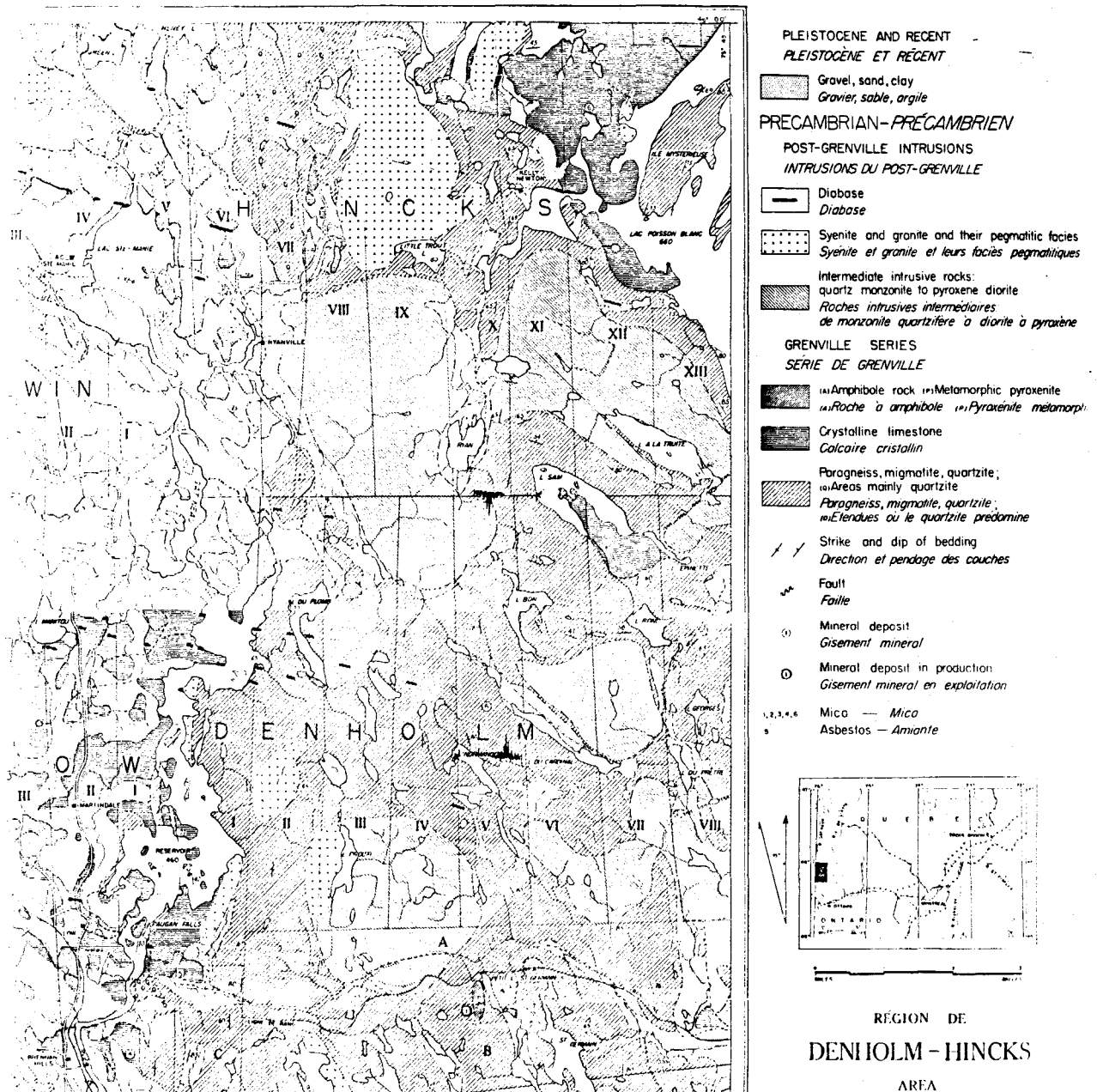


FIGURE 2.1 Géologie du réservoir Paugan.

Les espèces forestières dominantes sont: le bouleau jaune, l'orme d'Amérique et l'érable à sucre. Cette dernière est la plus importante. Statistiquement, les feuillus représentent 75% du couvert végétal et les conifères couvrent le reste du territoire. Les espèces les plus courantes chez les résineux sont le pin blanc et le sapin baumier. Sur le territoire, les peuplements de faible et de très faible qualité se rencontrent surtout dans la région du lac à la Vase, du lac Sainte-Marie et de part et d'autre du réservoir Paugan dans la section nord.

2.4 Situation socio-économique

Fournir un aperçu de la situation socio-économique qui prévaut dans le bassin versant de la rivière Gatineau constitue une information précieuse quant à l'estimation future de la qualité de l'eau puisqu'elle sera influencée par deux éléments majeurs:

- la population immédiate, environ 25 000 personnes en ne tenant pas compte des populations à l'aval de Chelsea;
- le flottage du bois. La plus grande partie du bois coupé dans le bassin est acheminée principalement par flottage sur la rivière Gatineau jusqu'aux centres de transformation, situés à l'embouchure. Seuls les résineux sont transportés par voie d'eau et ils constituent 86% de la coupe totale.

Les industries polluantes n'affectent pas le territoire à l'étude.

2.5 Hydrographie

Le bassin hydrographique de la rivière Gatineau est caractérisé par son importance lacustre, ces lacs peuvent être d'origine naturelle ou artificielle. Les principales constituantes du bassin, outre la rivière Gatineau, sont les réservoirs Cabonga et Baskatong qui furent créés par Hydro-Québec dans le but d'assurer la production d'hydro-électricité en plus de permettre aux industries de continuer le flottage du bois.

La rivière Gatineau est alimentée par sept tributaires importants dont les noms et les superficies sont présentés au tableau 2.1. Leur situation géographique est signalée à la figure 2.2 et la figure 2.3 fait état des aménagements d'Hydro-Québec le long de la rivière et de ses tributaires.

La rivière Gatineau présente une dénivellation d'environ 426 mètres, de sa source à son embouchure, ce qui se traduit par une pente moyenne de 1,04 mètre au kilomètre, valeur relativement modeste. La figure 2.4 montre le profil longitudinal qui indique aussi des zones de forte dénivellation, ponctuées de chutes et de rapides dont plusieurs ont été aménagés à des fins hydro-électriques. Bien que le profil longitudinal débute au réservoir Baskatong, à la tête du bassin l'altitude moyenne y est de 306 mètres. La hauteur de chute de l'aménagement de Pagan est de 40,6 mètres.

Le segment de la rivière Gatineau à l'amont du réservoir Pagan jusqu'à l'entrée du réservoir Baskatong a une longueur approximative de 88,5 km. En dehors de la crue printanière, le débit des affluents est de l'ordre de 10 à 30% du débit évacué au barrage Mercier. Le tableau 2.2 présente quelques statistiques relatives à la rivière Gatineau.

Entre le barrage Pagan et la rivière des Outaouais, la rivière Gatineau s'étend sur une longueur de 50 km. Sur ses premiers 20 kilomètres, soit jusqu'à Wakefield, la rivière est relativement régulière et étroite, alors que sur les 20 kilomètres suivants elle s'élargit progressivement pour atteindre une largeur de 230 mètres, près du barrage Chelsea. Elle redevient plus étroite sur ses dix derniers kilomètres, pour finalement se déverser dans la rivière des Outaouais.

Il est à noter enfin que les affluents de la rivière Gatineau ont le même régime thermique que le réservoir Pagan, soit:

- janvier 0°C;
- mars 2°C;
- juillet 22°C;
- novembre 5°C.

TABLEAU 2.1 Superficie des sous-bassins des principaux tributaires de la rivière Gatineau.

Nom du cours d'eau	Superficie (km ²)
Rivière Gens-de-Terre ¹	5 672,0
Rivière Désert	3 419,0
Rivière Picanoc	1 290,0
Ruisseau Stag	305,6
Rivière Lapêche	290,0
Ruisseau Meach	108,8
Ruisseau Chelsea	13,0

¹ La rivière Gens-de-Terre relie le réservoir Cabonga au réservoir Baskatong.

FIGURE 2.2 Présentation des tributaires importants de la rivière Gatineau.

AU



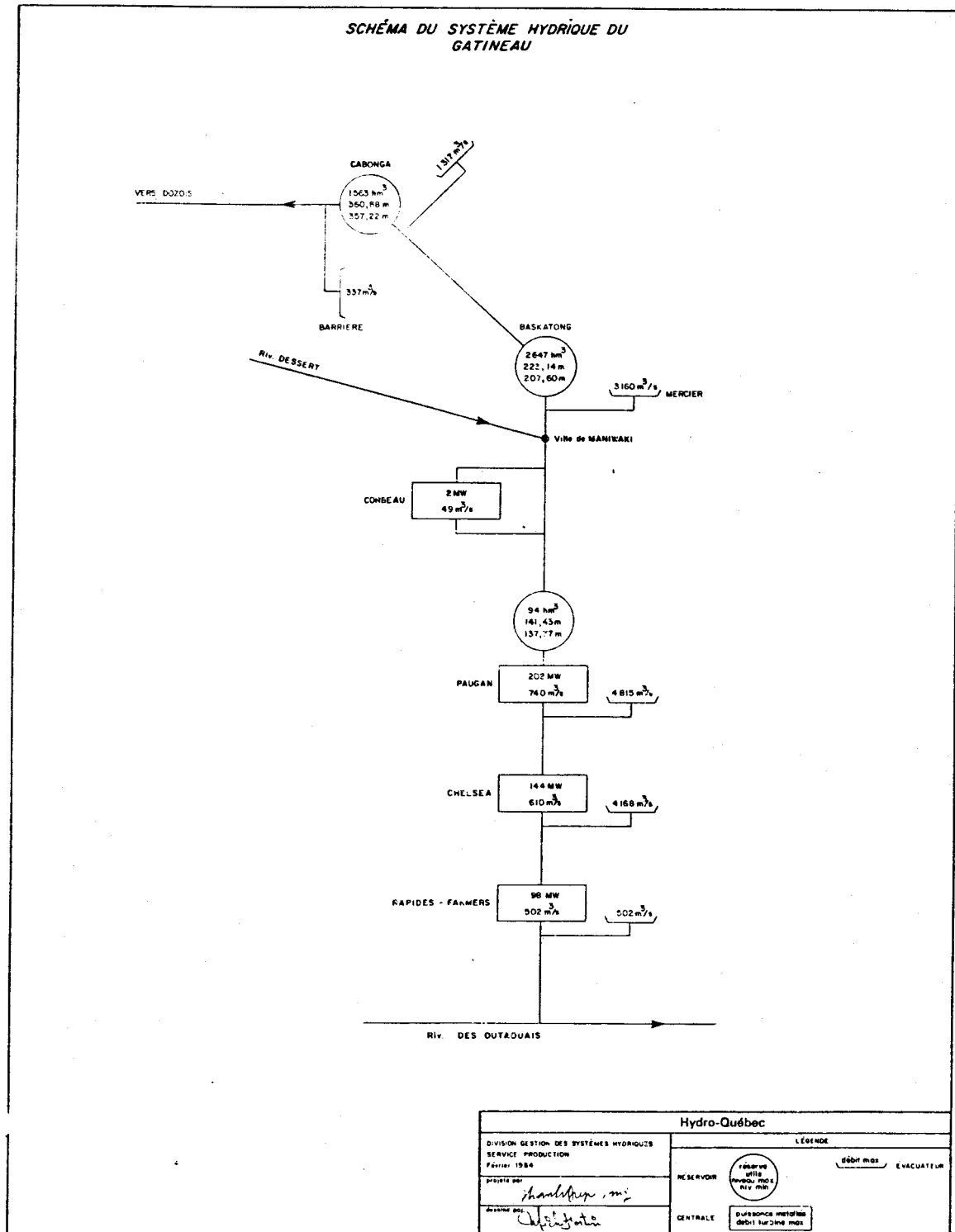


FIGURE 2.3 Représentation schématique du système hydrique de la rivière Gatineau.

SERVICES DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT
RIVIERE GATINEAU-RELEVÉ 1973
BASSIN 0408
PROFIL EN LONG DE LA RIVIERE GATINEAU

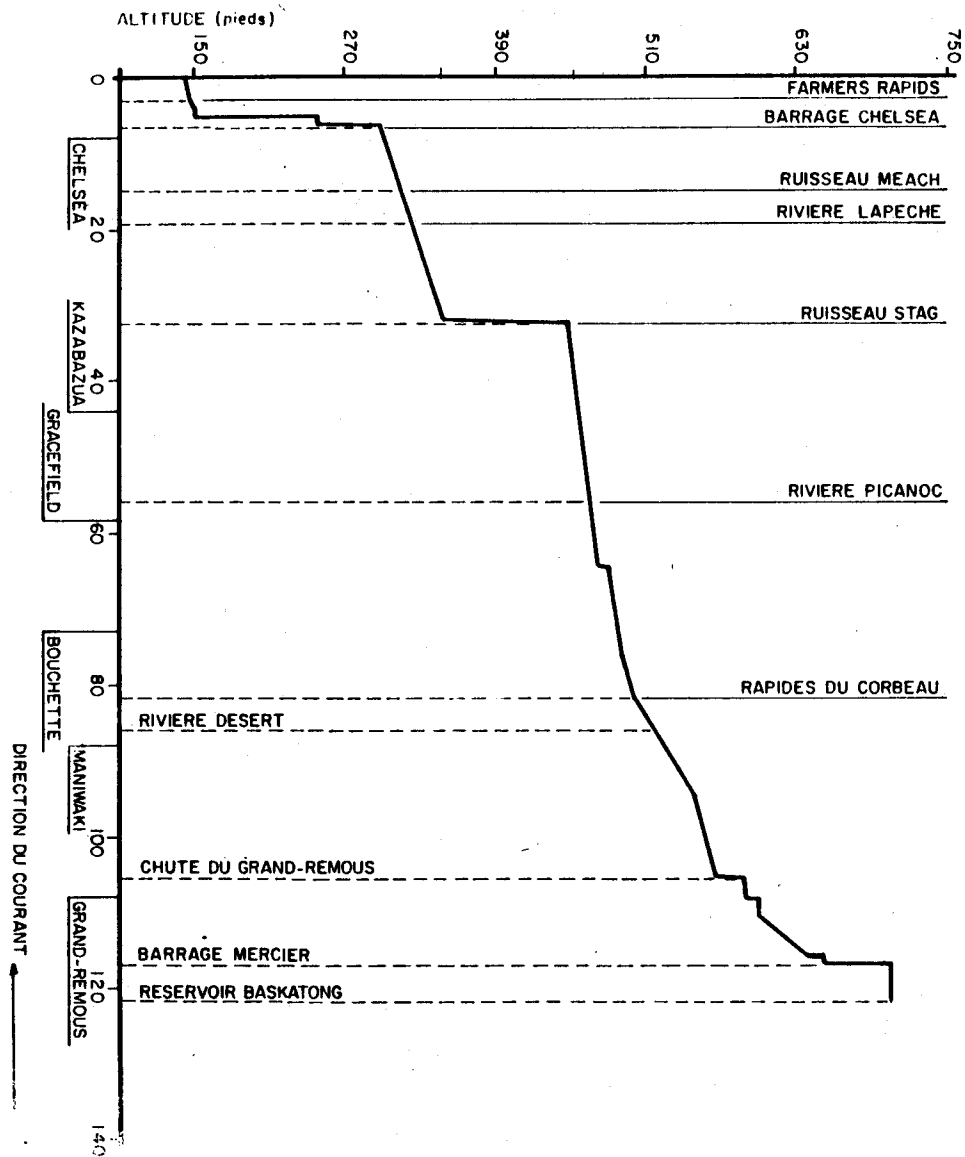


FIGURE 2.4 Profil longitudinal de la rivière Gatineau.

TABLEAU 2.2 Statistiques hydrologiques de la rivière Gatineau.

Superficie du bassin versant	23 724,01	km ²
Débit moyen annuel	282,18	m ³ /sec
Débit moyen spécifique	0,018	m ³ /sec/km ²
Débit de crue (1 dans 10 ans)	1 023,48	m ³ /sec
Débit de crue spécifique	0,0655	m ³ /sec/km ²
Débit d'étiage (1 dans 10 ans)	3,0	m ³ /sec
Débit d'étiage spécifique	0,0002	m ³ /sec/km ²

CHAPITRE 3

CARACTÉRISTIQUES HYDROLOGIQUES DU RÉSERVOIR PAUGAN

3. CARACTÉRISTIQUES HYDROLOGIQUES DU RÉSERVOIR PAUGAN

S'étendant à partir du point de confluence du lac Sainte-Marie - rivière Gatineau jusqu'au barrage Paugan sur une distance de 15 km, le réservoir Paugan a été formé par l'exhaussement de la rivière Gatineau, suite à la construction de la centrale Paugan, en 1956. La superficie du réservoir est de 30 km².

Les berges du réservoir sont généralement abruptes et rocheuses. Dans les baies, l'argile, le sable et le gravier rendent les rives susceptibles à l'action érosive des vagues.

Durant toute l'année, le réservoir est généralement isotherme, à l'exception de courtes périodes durant le printemps et l'automne. En été, la température superficielle maximale de l'eau est de 25°C tandis qu'en hiver, du mois de janvier au mois de mars, elle est de 0°C jusqu'au fond. Par contre, le lac Sainte-Marie qui est pratiquement isolé par rapport à la partie principale du réservoir, semble différer sensiblement quant à son régime thermique en comparaison avec le réservoir et ressemblerait davantage au régime thermique d'un lac.

Les caractéristiques hydrologiques qui sont présentées dans ce chapitre portent principalement sur: la morpho-sédimentologie, les niveaux, les débits et la qualité de l'eau. Le lecteur pourra être intrigué par le terme "reconnaissance générale" pour les aspects de la morpho-sédimentologie et de la qualité de l'eau. Cette terminologie est utilisée dans le but de signifier au lecteur qu'en raison d'un manque de données réelles et/ou actuelles, les auteurs se sont permis d'extrapoler pour dégager des caractéristiques générales, sans pour autant porter de conclusions.

3.1 Reconnaissance générale morpho-sédimentologie

Les données concernant l'aspect sédimentologique des rives et du lit du réservoir Paugan sont relativement peu nombreuses. Néanmoins, l'inventaire

l'inventaire des rives du réservoir Paugan, réalisé en mai 1985 et d'autres parcelles d'information ont permis d'établir certaines caractéristiques quant à la composition des berges et du substrat du fond.

3.1.1 Berges

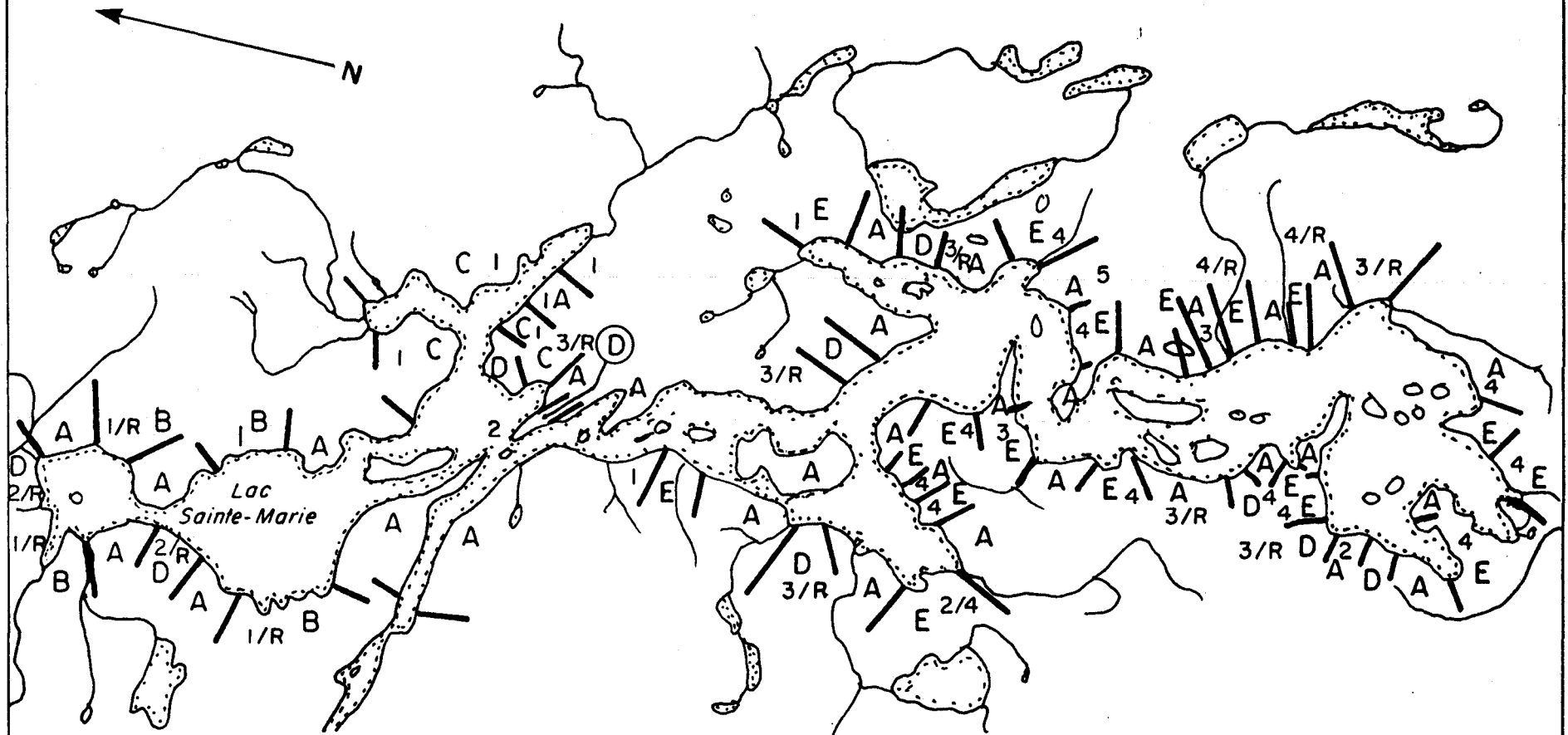
Le réservoir Paugan est caractérisé par des berges rocheuses assez abruptes qui composent la majeure partie de son périmètre. Des berges planes ou marécageuses se retrouvent aussi dans les baies à un niveau très voisin du plan d'eau du réservoir. Enfin, certaines berges instables ont été identifiées dans les régions inoccupées du réservoir, mais en nombre très limité. Ces zones instables du réservoir sont localisées notamment, dans la région à proximité des municipalités de Low, Nartindale et North Low. Ces constatations ont été effectuées dans le cadre de l'étude "Proulx - centrale à accumulation par pompage" (rapport technique sur les glaces, Hydro-Québec, 1978).

Un examen rigoureux de la carte géologique de ce rapport fournit la répartition suivante (voir figure 3.1): 71% du périmètre total présente des affleurements rocheux; 9% des rebords de terrasses stables; 9% des rebords de terrasses instables; 9% des berges marécageuses et enfin 2% des berges planes.

De façon générale, les berges non-rocheuses du réservoir Paugan sont constituées de dépôts morainiques et argileux. Cependant, dans le nord du réservoir, les berges non-rocheuses se composent de sable, de gravier et de limon.

Enfin, une étude récente (mai 1985) indique que: "Les berges sont composées de 68% de roche en place et de blocs dont les pentes varient de fortes (30° et plus) à moyennes (entre 10° et 30°). L'ensemble des dépôts meubles recouvre environ 37% des rives du réservoir. Ils sont d'origine glacio-lacustre et/ou marine selon que le niveau des dépôts soit en-dessous ou au-dessus de la cote 180 mètres" (Guy Bordeleau).

FIGURE 3.1 . CARACTÉRISTIQUES DES BERGES DU BASSIN PAUGAN



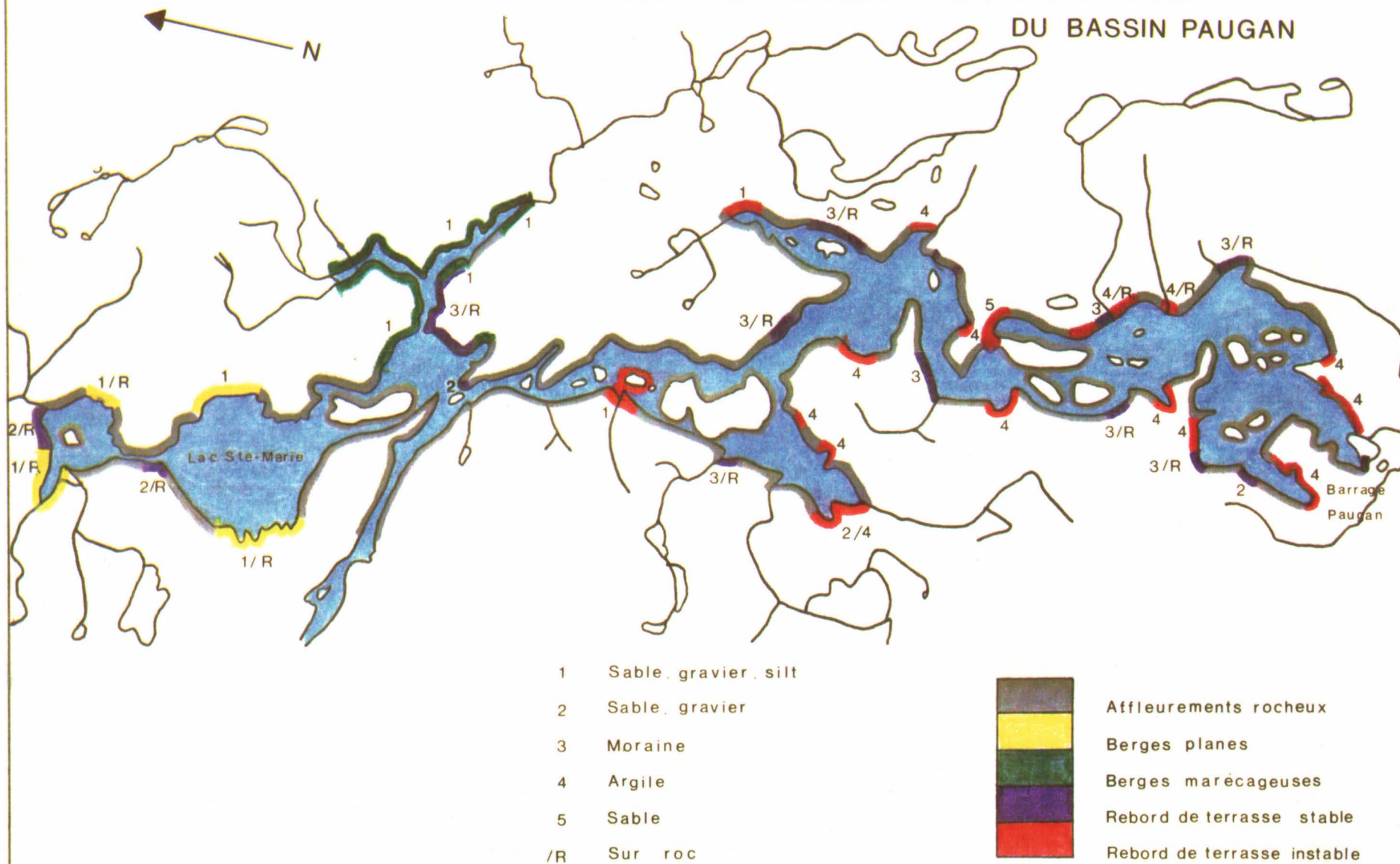
- 1 Sable gravier silt
- 2 Sable gravier
- 3 Moraine
- 4 Argile
- 5 Sable
- /R Sur roc

- A Affleurements rocheux
- B Berges planes
- C Berges marécageuses
- D Rebord de terrasse stable
- E Rebord de terrasse instable

SOURCE: Hydro-Québec Direction Environnement

échelle 1: 50 000

FIGURE 3.1 STABILISATION DES BERGES
DU BASSIN PAUGAN



SOURCE: Hydro-Québec, Direction Environnement

échelle 1: 50 000

3.1.2 Lit

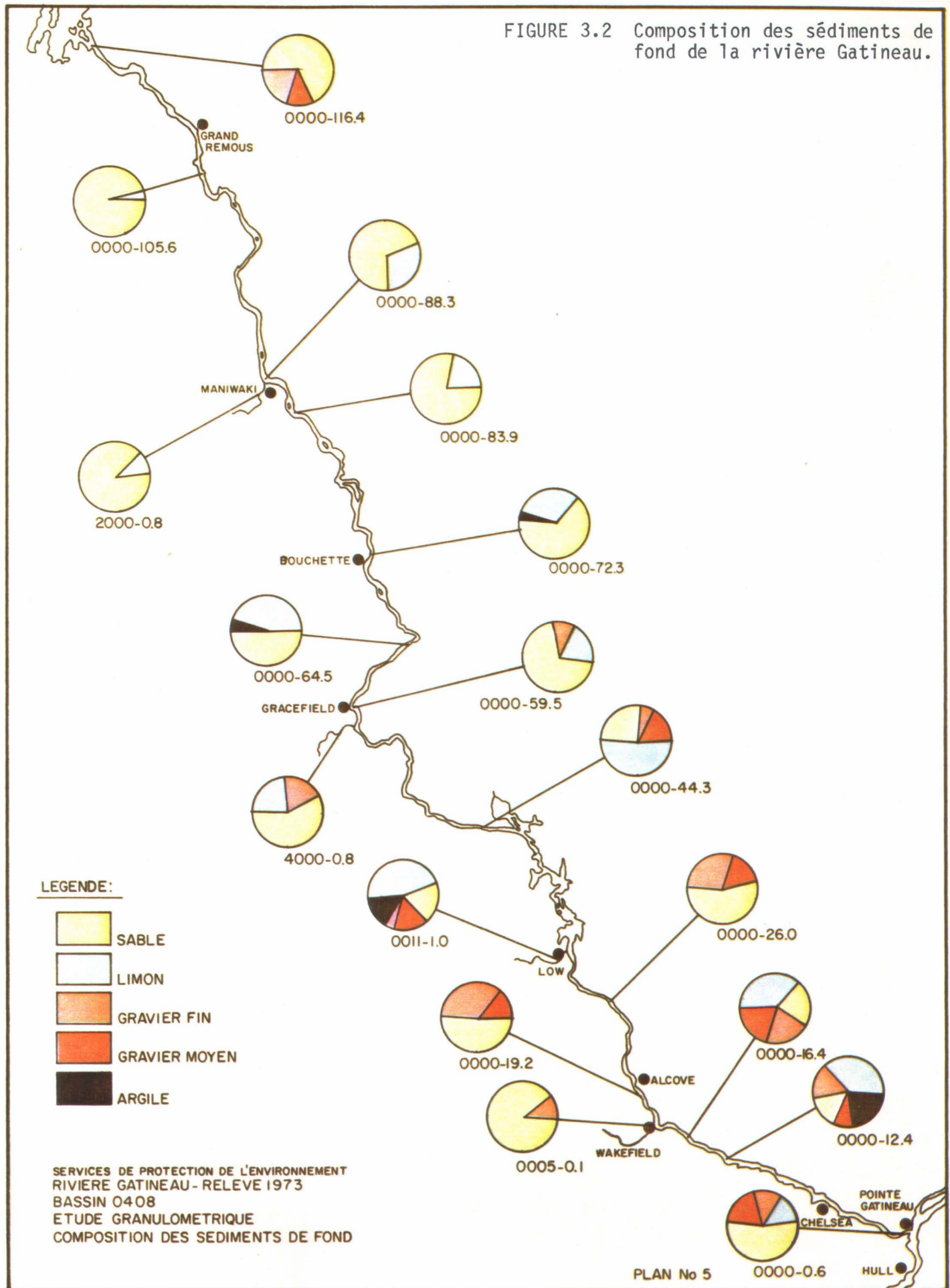
La seule information pertinente relative à la qualité et la quantité des sédiments de fond provient d'un document du ministère de l'Environnement du Québec, publié en 1973 sous le titre "Étude de la qualité des eaux de la rivière Gatineau". Cette information porte surtout sur la composition granulométrique (figure 3.2. Comme on peut le constater, le sable prédomine à l'aval et à l'amont du réservoir, cependant immédiatement aux limites du réservoir, on retrouve surtout du limon.

En ce qui concerne l'analyse chimique des sédiments en général, le même document les a classés en quatre types selon leur contenu (pourcentages) en carbone et en azote:

- type I (sable, vase, argile, vieilles boues stables, débris organiques): sédiments organiques ou inorganiques âgés et stables;
- type II (déchets des usines de pâtes et papier): sédiments contenant beaucoup de carbone, faible contribution d'azote et faible demande d'oxygène;
- type III (déchets provenant des abattoirs): sédiments à forte teneur en azote, contribution d'azote substantielle, stabilisation non complétée;
- type IV (boues fraîches, algues): sédiments en stade de décomposition active, dégagement d'azote important et forte demande d'oxygène.

Les résultats de leur analyse démontrent que la majorité des sédiments ont peu d'influence sur la qualité de l'eau de la rivière Gatineau parce qu'ils sont déjà stabilisés. Il faut cependant considérer que, 13 ans plus tard, toute la problématique des métaux lourds est à envisager. D'autre part, les rejets d'eau usée et le flottage du bois restent des situations

FIGURE 3.2 Composition des sédiments de fond de la rivière Gatineau.



encore actuelles et, en ce sens, la composition des sédiments de fond doit présenter sensiblement les mêmes conditions. L'indice des sédiments organiques, pour la station qui nous intéresse, est présenté au tableau 3.1.

3.2 Niveaux d'eau

Les données relatives aux niveaux d'eau ont été fournies par les divisions de la Gestion des systèmes hydriques et des Études hydrologiques d'Hydro-Québec. Elles portent sur deux aspects, soient: les niveaux classés et les niveaux journaliers, et ce, en fonction des caractéristiques suivantes:

- les niveaux classés:

- pour l'année;
- pour chaque mois;
- pour les quatre saisons aux périodes suivantes:

été	21/06 - 20/09;
automne	21/09 - 20/12;
hiver	21/12 - 20/03;
printemps	21/03 - 20/06;

- les niveaux d'eau journaliers:

- minimum: la plus petite valeur observée de l'historique pour chaque jour de l'année;
- moyen: la valeur moyenne de chaque jour de l'année;
- maximum: la plus grande valeur observée de l'historique pour chaque jour de l'année.

TABEAU 3.1 Indice des sédiments organiques (ISO*).

Stations d'échantillonnage	Carbone organique (%)	Azote organique (%)	Indice des sédiments organiques	Type de sédiment
0000-116.4	0,235	0,04	0,0094	I
0000-105.4	0,940	0,06	0,0564	I
0000-88.3	0,305	0,05	0,0153	I
0000-83.9	0,790	0,065	0,0514	I
0000-72.3	1,650	0,11	0,1815	I
0000-64.5	0,840	0,09	0,0756	I
0000-59.5	0,445	0,04	0,0178	I
0000-44.3	2,650	0,31	0,8215	III
0000-26.0	0,130	0,02	0,0003	I
0000-19.2	0,080	0,01	0,0008	I
0000-16.4	2,160	0,14	0,3024	I
0000-12.4	0,795	0,105	0,0835	I
0000-0.6	0,545	0,06	0,0327	I
2000-0.8	0,090	0,03	0,0027	I
4000-0.8	0,420	0,15	0,0630	I
0011-1.0	1,34	0,12	0,1610	I
0005-0.1	0,36	0,02	0,0072	I

* ISO: Cet indice est le produit du pourcentage de l'azote organique par le pourcentage du carbone organique.

Services de protection de l'environnement
Rivière Gatineau - relevé 1973 bassin 0408
Indice des sédiments organiques

La partie qui suit présente, de façon individuelle, l'analyse des niveaux d'eau classés et des niveaux d'eau journaliers sur une période de plus de 50 ans, soit de 1929 à 1984.

3.2.1 Niveaux d'eau classés

L'analyse des niveaux d'eau classés, sur une base annuelle moyenne, permet de constater que ceux-ci oscillent entre 138,0 m et 141,50 m. Si l'on considère cette même base, sans tenir compte des valeurs extrêmes, soit dans 80% du temps, on remarque des niveaux beaucoup plus stables qui fluctuent entre 140,30 m et 141,50 m, donc une variation de 1,2 mètres (voir figure 3.3).

Lorsqu'on considère individuellement les 12 mois de l'année, on obtient une image plus précise de la situation. Les niveaux maximum et minimum mensuels ainsi que les fluctuations intermensuelles sont présentés au tableau 3.2; les graphiques sont regroupés et insérés à l'annexe 1, section 1.1.

La fluctuation de niveau la plus importante a lieu entre les mois de mars et d'avril pour une variation de 2,1 mètres, qui correspond à la période de fonte. Outre cette période, les variations intermensuelles sont toujours inférieures à un mètre.

Sur une base saisonnière on constate que les niveaux ne varient pratiquement pas à l'exception du printemps, comme le tableau 3.3 l'indique.

Les données fournies précédemment comprenaient les conditions extrêmes; cependant, si on analyse les résultats à 80% du temps plutôt qu'à 100%, donc en éliminant les situations extrêmes, on obtient le tableau 3.4 où les écarts sont beaucoup moins importants.

80% du temps, on enregistre donc une fluctuation maximale possible de 0,75 m sur l'ensemble de l'année, alors qu'entre deux mois consécutifs (mars-avril) l'écart le plus important est de 0,50 mètre.

NIVEAU INSTANTANNE - PAUGAN (1929-1984)

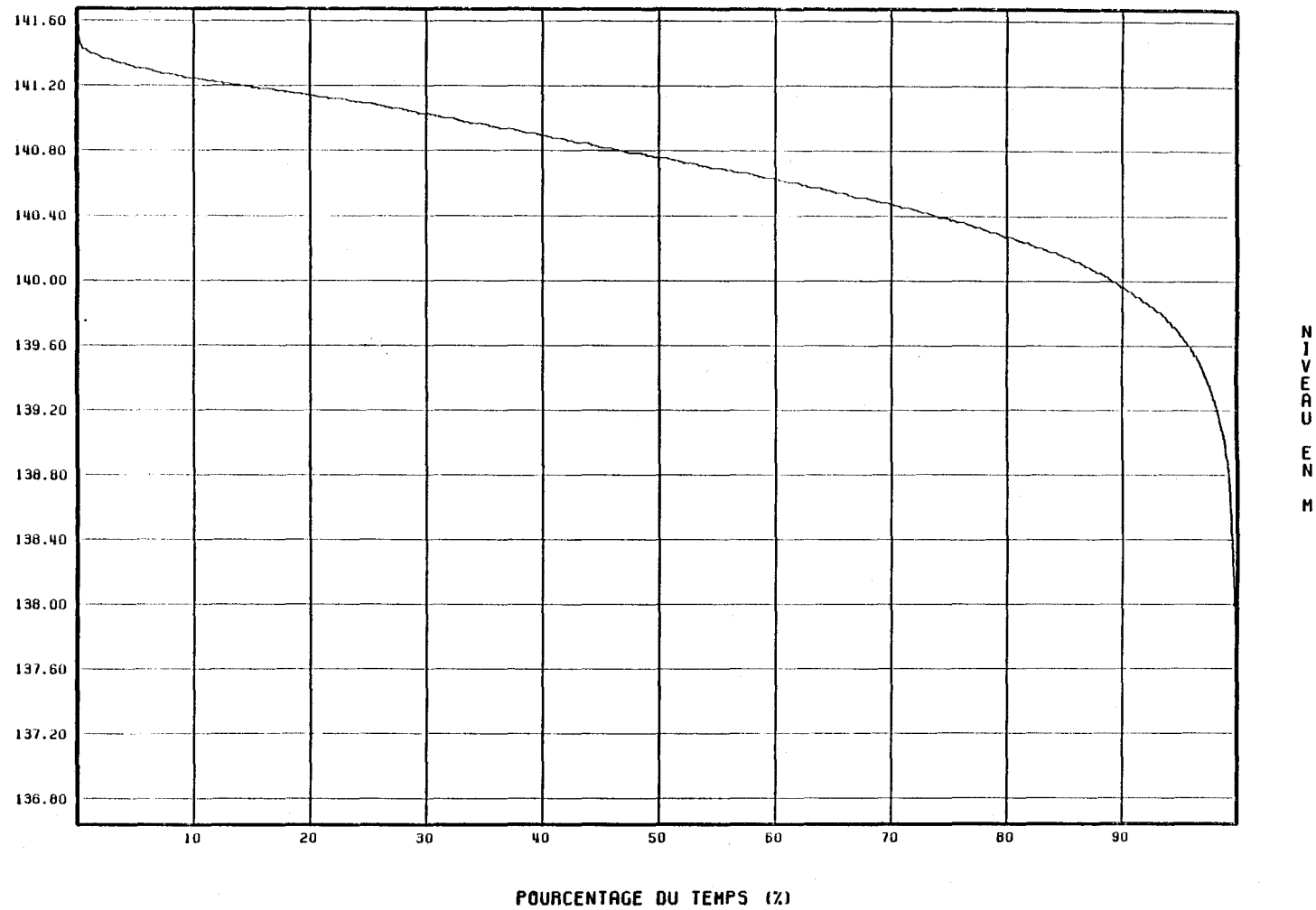


FIGURE 3.3 Courbe de niveaux classés sur une base annuelle au réservoir Paugan.

TABLEAU 3.2 Niveaux maximum et minimum sur une base mensuelle.

Mois	Niveaux (mètres)		
	Maximum	Minimum	Fluctuation
Janvier	141,5	139,0	2,5
Février	141,5	139,2	2,3
Mars	141,5	139,4	2,1
Avril	141,4	137,2	4,2
Mai	141,4	137,8	3,6
Juin	141,4	138,3	3,1
Juillet	141,4	139,0	2,4
Août	141,4	138,5	2,9
Septembre	141,4	138,9	2,5
Octobre	141,4	139,2	2,2
Novembre	141,5	139,3	2,2
Décembre	141,5	138,8	2,7

TABLEAU 3.3 Niveaux maximum et minimum sur une base saisonnière.

Saison	Niveaux (mètres)		
	Maximum	Minimum	Fluctuation
Printemps	141,4	137,8	3,6
Été	141,4	138,9	2,5
Automne	141,5	139,0	2,5
Hiver	141,5	138,9	2,6

TABLEAU 3.4 Niveaux maximum et minimum sur une base mensuelle au réservoir Pagan, sans tenir compte des conditions extrêmes.

Mois	Niveaux (mètres)		
	Maximum	Minimum	Fluctuation
Janvier	141,5	141,30	1,20
Février	141,5	141,40	1,10
Mars	141,5	141,35	1,15
Avril	141,4	139,75	1,65
Mai	141,4	140,10	1,30
Juin	141,4	140,35	1,05
Juillet	141,4	140,45	0,95
Août	141,4	140,30	1,10
Septembre	141,4	140,25	1,15
Octobre	141,4	140,45	0,95
Novembre	141,5	140,60	0,90
Décembre	141,5	140,20	1,30

Au niveau saisonnier, les variations ne se font sentir qu'entre le printemps et l'été en raison de la fonte de neige, mais la fluctuation n'est que de 0,35 mètre. Le comportement général, sur une base saisonnière, est sensiblement le même avec ou sans conditions extrêmes bien que les niveaux soient différents (voir à l'annexe 1, section 1.1).

3.2.2 Niveaux d'eau journaliers

Lorsqu'on procède à une première analyse sommaire des graphiques portant sur les niveaux journaliers minimum, moyens et maximum, présentés aux figures 3.4, 3.5 et 3.6 on remarque immédiatement des fluctuations importantes des niveaux d'eau journaliers minimum (figure 3.4) comparative-ment aux deux autres graphiques (figures 3.5 et 3.6).

Les niveaux d'eau minimum journaliers pour le réservoir Pagan oscillent entre 136,65 et 140,15 m soit un écart de 3,5 mètres. Le niveau minimum extrême est enregistré à la deuxième semaine d'avril et le niveau minimum maximum extrême à la deuxième semaine de juillet. On remarque aussi une autre période de bas niveau à la troisième semaine d'août. Outre cet intervalle, les fluctuations sont relativement constantes variant d'environ 1 mètre. Les écarts importants de niveaux d'eau minimum journaliers entre avril et août, s'expliquent par la nécessité de réduire le niveau d'eau au printemps en vue de l'apport considérable d'eau provenant de la fonte de neige. Par la suite il y aura rehaussement du niveau d'eau en vue de contrer les problèmes d'étiage.

Les niveaux d'eau moyens journaliers sont beaucoup plus constants. À l'exception de la pointe d'avril, située à 140,20 m, les niveaux sont concentrés entre les cotes 140,40 m et 140,90 m, soit une variation de 0,50 mètre.

Enfin, les niveaux d'eau maximum journaliers apparaissent encore plus constants puisqu'en moyenne ils ne varient que de 0,25 mètre pour l'ensemble de l'année, les fluctuations extrêmes étant de 0,40 m sur une période annuelle.

TABLEAU 3.5 Niveaux maximum et minimum sur une base saisonnière au réservoir Paugan, sans tenir compte des conditions extrêmes.

Saison	Niveaux (mètres)		
	Maximum	Minimum	Fluctuation
Printemps	141,4	140,0	1,40
Été	141,4	140,35	1,05
Automne	141,5	140,45	1,05
Hiver	141,5	140,40	1,10

NIVEAU INSTANTANE PAUGAN 1929-1984 SAUF 1969-70

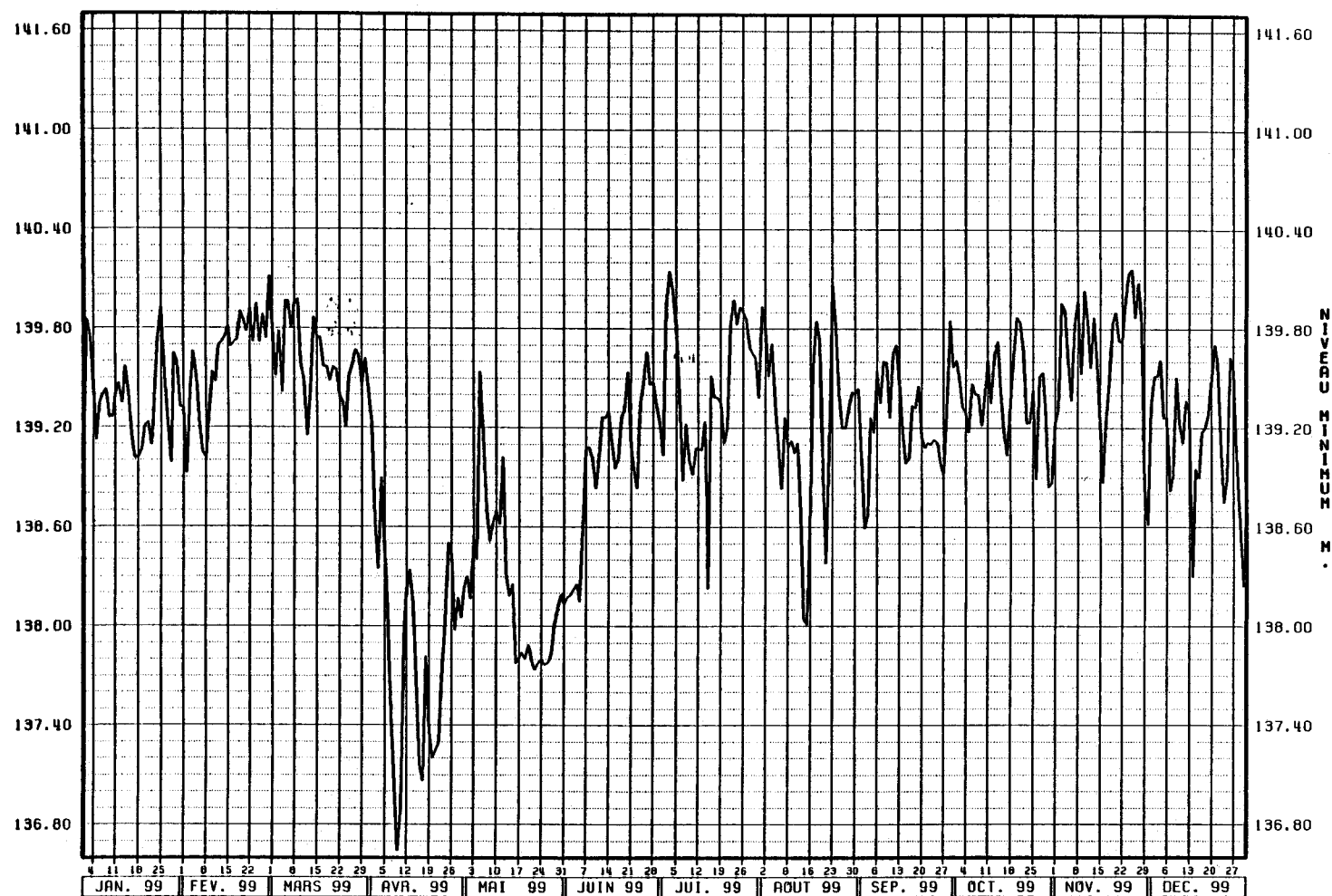


FIGURE 3.4 Nivogramme journalier au réservoir Paugan (valeurs minimales).

NIVEAU INSTANTANE PAUGAN 1929-1984 SAUF 1969-70

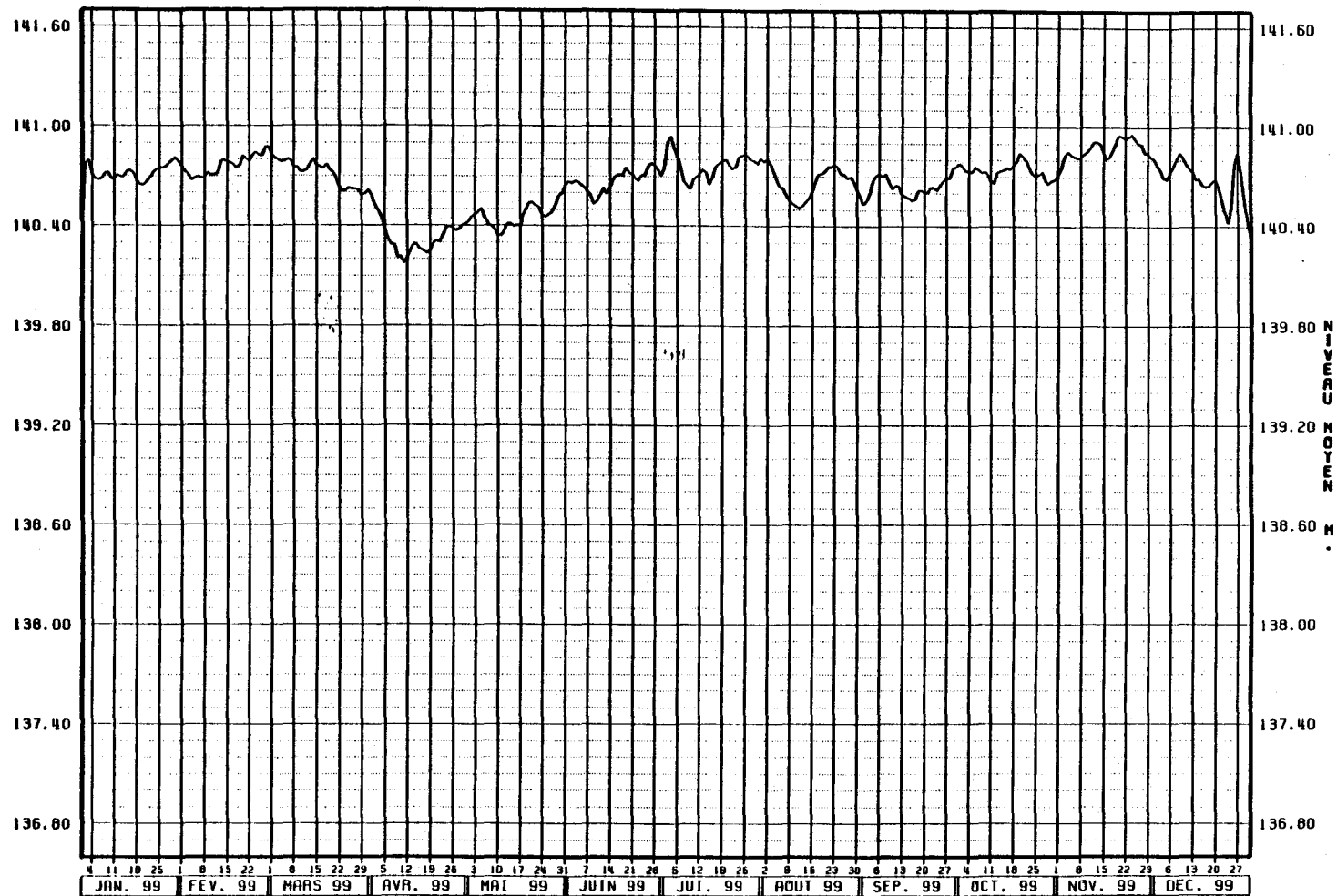


FIGURE 3.5 Nivogramme journalier au réservoir Paugan (valeurs moyennes).

NIVEAU INSTANTANE PAUGAN 1929-1984 SAUF 1969-70



FIGURE 3.6 Nivogramme journalier au réservoir Paugan (valeurs maximales).

Si l'on considère l'écart entre le niveau d'eau minimum extrême journalier et le niveau d'eau maximum extrême journalier, on peut dire que sur une période de 53 ans, ce dernier a été de 5 mètres.

L'ensemble des valeurs ayant servi à construire les nivogrammes est fourni à l'annexe 1, section 1.2.

3.3 Débits

Les données sur les débits classés au réservoir Paugan ont été fournies par la division de la Gestion des systèmes hydriques d'Hydro-Québec. Les relevés de débits ont eu lieu en continu sur une période de 57 ans, soit de 1928 à 1984 et ils ont été transformés sous forme de graphique. C'est précisément l'analyse de ces graphiques qui permet de tirer des informations de première ligne en matière d'hydrologie.

Comme pour l'évaluation des niveaux d'eau, les données statistiques relatives aux débits portent sur deux aspects soient: les débits classés et les débits journaliers, et ce en fonction des caractéristiques suivantes:

- les niveaux classés:

- pour l'année;
- pour chaque mois;
- pour les quatre saisons aux périodes suivantes:

été	21/06 - 20/09;
automne	21/09 - 20/12;
hiver	21/12 - 20/03;
printemps	21/03 - 20/06;

- les niveaux d'eau journaliers:

- minimum: la plus petite valeur observée de l'historique pour chaque jour de l'année;

- moyen: la valeur moyenne de chaque jour de l'année;
- maximum: la plus grande valeur observée de l'historique pour chaque jour de l'année.

La partie qui suit présente, de façon individuelle, l'analyse des débits classés et des débits journaliers à partir des courbes de débits classés et des hydrogrammes de débits journaliers. De plus, l'annexe 1, section 1.5 indique les valeurs de récurrence pour des périodes de retour de 2, 10, 50 et 100 ans au réservoir Paugan.

3.3.1 Débits classés

La façon la plus simple d'ordonner une série d'observations est de les ranger par ordre de grandeur. C'est à cette conception que se rattache la courbe des débits classés. La courbe est présentée sous forme graphique où en ordonnée on retrouve la valeur du débit "Q" journalier qui a été atteint ou dépassé pendant un nombre "n" de jours (transposé ici en terme de pourcentage du temps réel d'observations) correspondant à l'abscisse "n".

Dans le cas du réservoir Paugan, les débits journaliers ont été regroupés pour signifier une période d'un mois, d'une saison et d'un an.

La courbe de débit total pour le réservoir Paugan (figure 3.7) indique que sur une moyenne annuelle, le débit varie de 1 800 m³/sec à 50 m³/sec. On constate aussi que 80% du temps les fluctuations se situent autour de 500 m³/sec, soit entre 250 m³/sec et 750 m³/sec. Les caractéristiques de débit pour l'ensemble des années se présentent comme suit:

- débit caractéristique maximum (DCM): le débit dépassé 10 jours par an ($\approx 3,0\%$):
 - Paugan DCM = 1 100 m³/sec;

DEBIT TOTAL - PAUGAN (1928-1984)

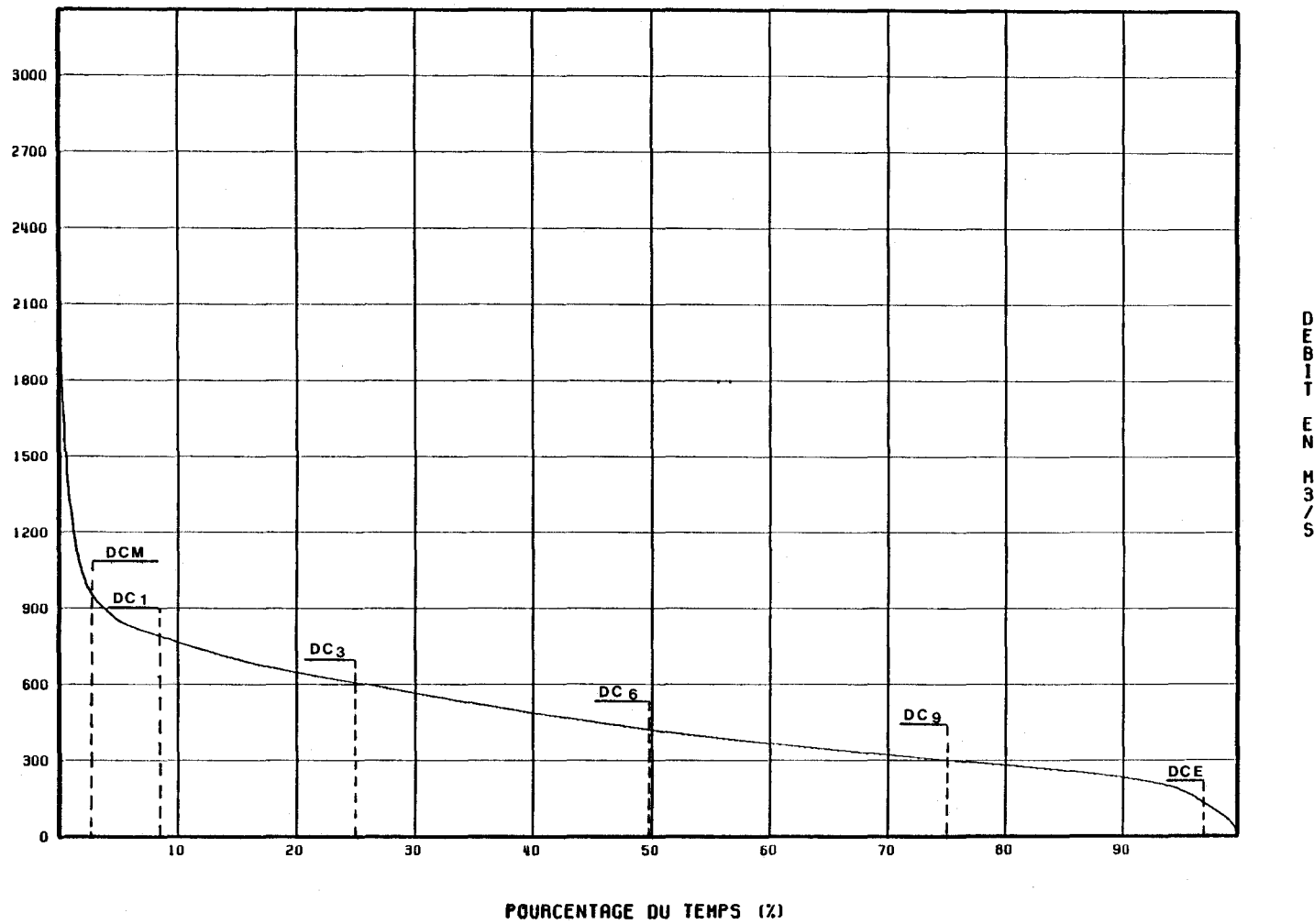


FIGURE 3.7 Courbe de débits classés totaux annuels au réservoir Paugan.

- débit moyen caractéristique ou de 6 mois (DC6): le débit dépassé 6 mois par an (50%):
 - Paugan DC6 = 900 m³/sec;
- débit caractéristique de 1, 3 et 9 mois (DC1, DC3, DC9): les débits dépassés respectivement 1, 3 et 9 mois par an:
 - Paugan DC1 = 700 m³/sec;
 - Paugan DC3 = 550 m³/sec;
 - Paugan DC9 = 450 m³/sec;
- débit caractéristique d'été (DEC): débit dépassé 355 jours par an; ce débit est toujours plus élevé que le débit absolu d'été:
 - Paugan DEC = 250 m³/sec.

Lorsque l'on reprend les données de débits sur une base mensuelle on obtient les variations des tableaux 3.6 et 3.7.

La débitance la plus importante a lieu en mai, où elle atteint 3 150 m³/sec et la période la moins imposante, en terme de débit maximum, comprend les mois de janvier et de mars, avec des débits identiques de 930 m³/sec. Le débit ancien minimal varie entre 20 m³/sec et 60 m³/sec, bien que 20 m³/sec semble le débit minimum le plus courant.

La fluctuation maximale se produit entre les mois d'avril et mai où l'on enregistre 1 470 m³/sec de différence. Cette période correspond évidemment à la fonte de neige. Cependant, suite à la régularisation de cette période, les débits mensuels ne présentent que rarement des écarts supérieurs à 100 m³/sec.

Enfin, si on analyse plus en détail les courbes de débits classés mensuels, fournit à l'annexe 1, section 1.3, on constate que les débits

TABLEAU 3.6 Débits classés au réservoir Pagan sur une base mensuelle.

Mois	Niveaux (m ³ /sec)		
	Maximum	Minimum	Fluctuation
Janvier	980	50	930
Février	1 080	60	1 020
Mars	980	50	930
Avril	1 700	20	1 680
Mai	3 150	20	3 130
Juin	2 200	20	2 180
Juillet	1 300	20	1 280
Août	1 300	20	1 280
Septembre	1 150	20	1 130
Octobre	1 075	20	1 055
Novembre	1 300	20	1 280
Décembre	1 200	20	1 180

TABLEAU 3.7 Débits classés au réservoir Pagan sur une base saisonnière.

Saison	Niveaux (m ³ /sec)		
	Maximum	Minimum	Fluctuation
Printemps	2 450	20	2 430
Été	1 300	20	1 280
Automne	1 200	20	1 180
Hiver	1 000	20	980

maximum extrêmes varient de façon beaucoup plus importante ($\pm 2\,400\text{ m}^3/\text{sec}$) que les débits minimum extrêmes ($\pm 200\text{ m}^3/\text{sec}$).

Donc, à l'exception des valeurs extrêmes, le comportement de la courbe de débits classés est sensiblement le même pour tous les mois.

3.3.2 Niveaux journaliers

Le débit relatif à un même jour varie largement d'une année à l'autre et, pour résumer les résultats de plusieurs années d'observations, on établit la courbe des débits journaliers de "l'année moyenne" (hydrogramme); on admet à cet effet comme débit d'une période déterminée (jour, mois) de cette "année moyenne", la moyenne arithmétique des débits relevés durant cette même période pendant toute la durée des observations.

Le traitement des données de débit du réservoir Paugan a permis de faire ressortir trois types de débit:

- débit moyen minimum;
- débit moyen;
- débit moyen maximum.

L'analyse de chacun de ces hydrogrammes fournit une image de la dynamique des vecteurs de tirages minimum, moyen et maximum journaliers de chaque jour de l'année sur tout l'historique (1929-1984).

Le débit moyen minimum au réservoir Paugan (figure 3.8) varie entre 0 et $210,1\text{ m}^3/\text{sec}$ et ce de façon constante. Le débit moyen (figure 3.9), à l'exception d'une petite augmentation en mai et en juin qui porte le débit à un maximum de $600\text{ m}^3/\text{sec}$, se comporte pour le reste de l'année de façon très stable alors que le débit moyen oscille autour de 400 à $500\text{ m}^3/\text{sec}$, avec un pic minimum à $300\text{ m}^3/\text{sec}$. Par contre, comme on est en droit de s'attendre pour le débit moyen maximum, les fluctuations sont beaucoup plus importantes. Il est impossible de parler ici d'une quelconque stabilité dans les

DEBIT MOYEN PAUGAN 29 0 84

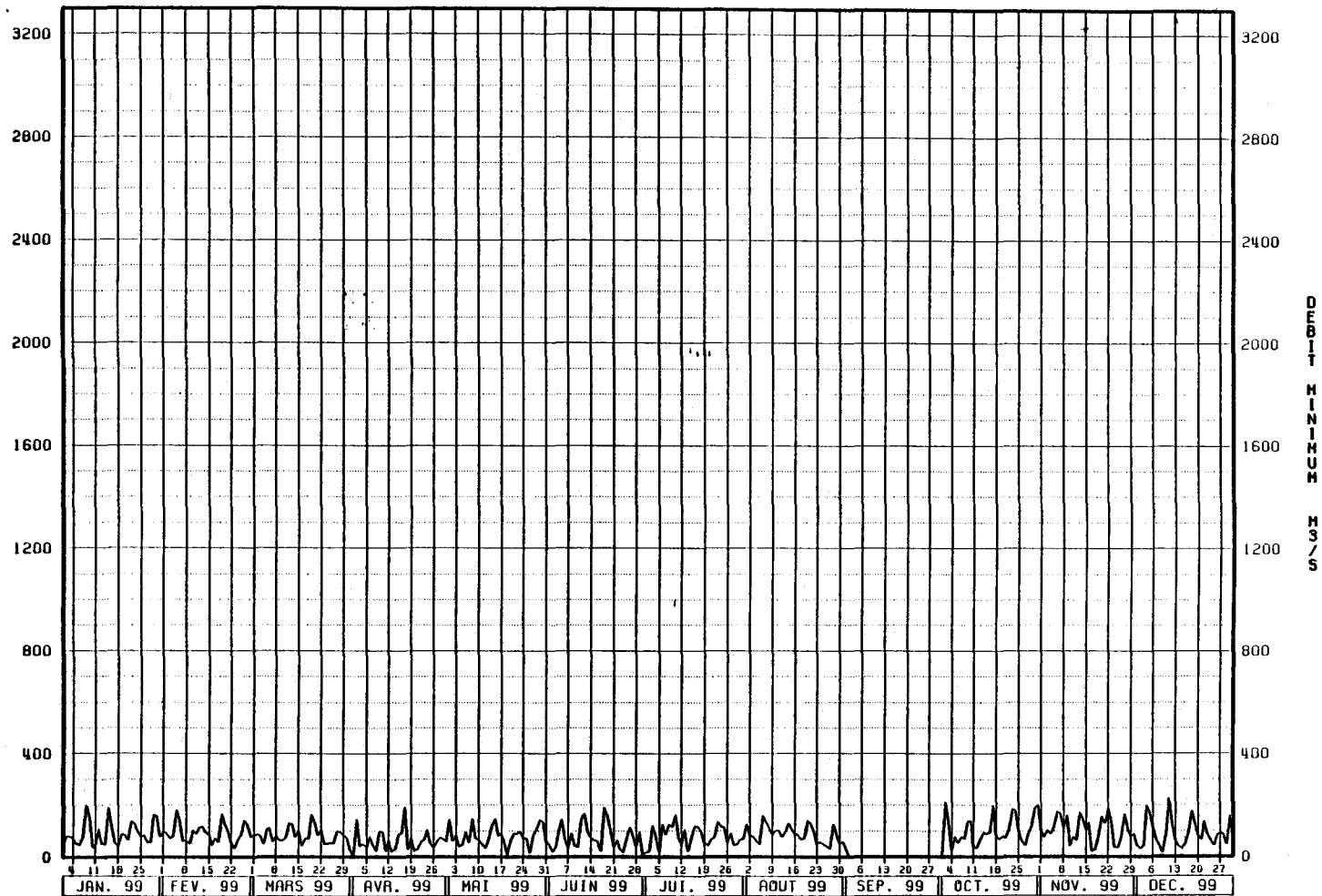


FIGURE 3.8 Hydrogramme journalier au réservoir Paugan (valeurs minimales).

DEBIT MOYEN PAUGAN 29 0 84

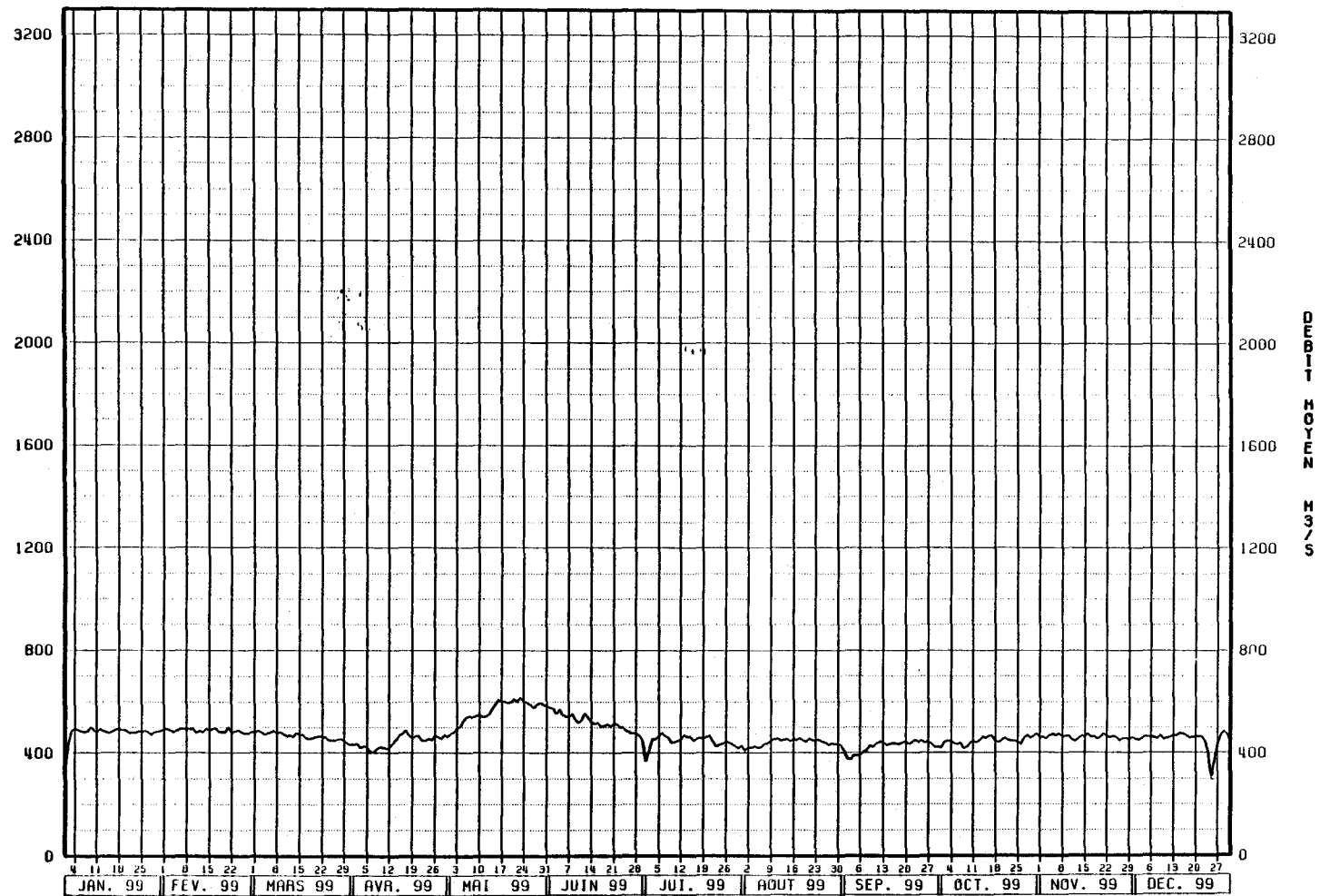


FIGURE 3.9 Hydrogramme journalier au réservoir Paugan (valeurs moyennes).

données de débits. Le graphique, de la figure 3.10, montre que les variations peuvent atteindre 2 632 m³/sec passant de 629 m³/sec à 3 261 m³/sec. Si l'on cherche à faire ressortir un élément de constance, l'on pourrait dire qu'environ 75% du temps les débits moyens maximum vont fluctuer entre 800 et 1 200 m³/sec.

L'ensemble des valeurs ayant servi à la construction des hydrogrammes est fourni à l'annexe 1, section 1.4.

3.4 Qualité de l'eau

Dans l'étude de la qualité de l'eau du réservoir Paugan, il est essentiel de procéder à l'analyse globale des apports d'eau à l'amont du réservoir et conséquemment de la rivière Gatineau, puisqu'aucune donnée propre au réservoir Paugan n'existe.

Les informations recueillies proviennent de deux sources: "l'étude de la qualité des eaux de la rivière Gatineau" et de la banque de la qualité du milieu aquatique, produite par le ministère de l'Environnement du Québec.

Le premier document, bien que produit en 1973, dresse un tableau assez complet de la situation et son contenu reste encore actuel si l'on considère que:

- les populations sont sensiblement les mêmes;
- le flottage du bois demeure une pratique courante dans le domaine de l'exploitation forestière;
- aucun changement dans l'activité industrielle ne fut enregistré.

Les grandes conclusions de ce document sont reprises ici, notamment en ce qui concerne les paramètres physiques et biologiques. De plus, dans la mesure du possible, certaines données pourront être comparées pour les années 1973 et 1984.

DEBIT MOYEN PAUGAN 29 0 84

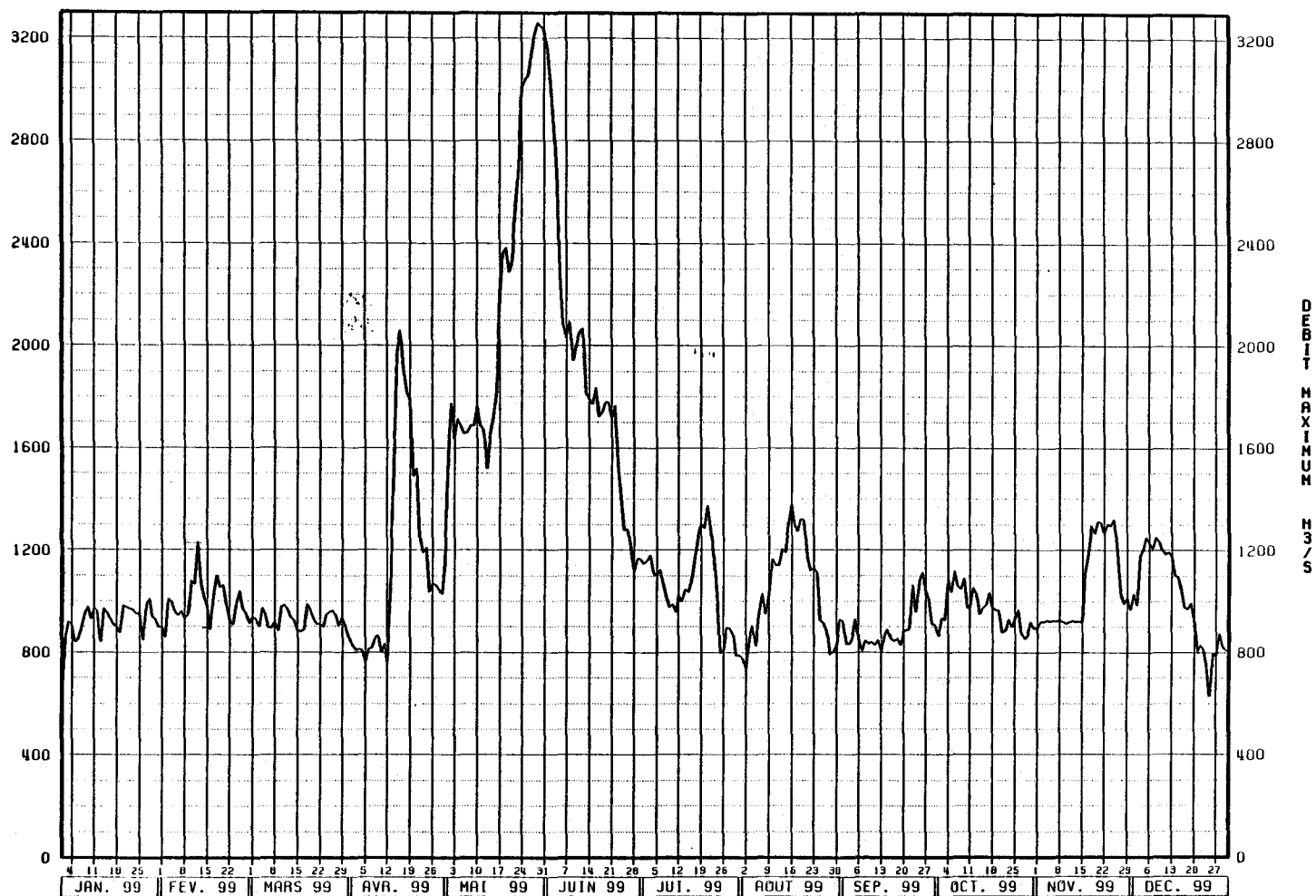


FIGURE 3.10 Hydrogramme journalier au réservoir Paugan (valeurs maximales).

Quant aux informations fournies par le ministère de l'Environnement, elles portent presque exclusivement sur les métaux lourds contenus dans les eaux de surface. Dans le seul but de permettre un parallèle avec les quantités admissibles fixées par les instances gouvernementales, le tableau 3.8 a été construit afin de les comparer avec les données sur la rivière Gatineau en 1984. Aucune analyse des résultats ne sera faite de notre part.

La synthèse du document "Étude de la qualité des eaux de la rivière Gatineau" ne fait ressortir dans un premier temps que quatre facteurs, outre les eaux usées, pouvant contribuer en partie à la détérioration de la qualité de l'eau:

- les tributaires qui, selon l'analyse, ne contribuent aucun apport nuisible ou bénéfique pour les eaux de la rivière Gatineau;
- les industries qui, étant concentrées à l'embouchure de la rivière, ne peuvent avoir d'impact sur le réservoir Pagan;
- les réservoirs: certains paramètres biologiques et physico-chimiques sont influencés par l'existence des réservoirs. Les effets sont dûs à la diminution de la vitesse du courant, phénomène qui favorise la sédimentation et l'accumulation des substance en suspension de même que la croissance de certaines espèces biologiques en même temps qu'il réduit la mise en solution de l'oxygène atmosphérique par rapport aux zones de rapides. Ainsi, il a été constaté dans le réservoir Pagan une augmentation sensible de la concentration d'azote ammoniacal;
- le flottage du bois: au point de vue physico-chimique, la valeur, la turbidité, les tannins-lignines, la DCO, la DBO₅ et les solides sont autant de paramètres qui peuvent varier lorsque l'eau entre en contact avec le bois. Le flottage du bois affecte cependant davantage le fond que les eaux de surface.

TABLEAU 3.8 Tableau comparatif de certains paramètres chimiques entre les concentrations permises et les concentrations réelles de 1984.

Paramètre	Unité	Concentration permise ¹	Concentration amont	Moyenne annuelle aval ²
Conductivité	µs/cm	50 à 1 500	34,5	47,3
Turbidité	UTN	≤ 1,0	0,8 à 2,3	1,5
Couleur-vrai	Hazen	≤ 100,0	27	25,5
Alcalinité totale	mg/L	30 à 500	7,2	12,6
Al	mg/L	0,100	0,06	0,06
F-SO ₄	mg/L	≤ 150,0	6,75	6,1
Cl	mg/L	250,0	0,70	1,0
Na	mg/L	100,0	1,0	1,1
K	mg/L	1 000,0	0,6	0,55
Ca	mg/L	75,0	4,0	5,8
Mg	mg/L	50,0	0,8	1,1
Fe	mg/L	0,3	0,22	0,22
Mn	mg/L	0,05	0,02	0,02
FF	µg/L	1,0	0,04	0,04
Cu	µg/L	500	5	5
Zn	µg/L	5 000	10	10
Cd	µg/L	10	2	2
Pb	µg/L	50	15	15
O-Diss	mg/L	4 à 10	8,3	9,2

¹ Santé et Bien-être social Canada.

² Ministère de l'Environnement du Québec.

Les conclusions de l'étude tendent à démontrer que les grands responsables de la détérioration de la qualité de l'eau sont les eaux usées. Il s'agissait donc en 1973 d'une eau biologiquement contaminée à proximité et sur le lieu même des concentrations de population. Outre cette constatation, les caractéristiques physico-chimiques démontrent que l'eau est généralement de bonne qualité en surface. En ce qui concerne les données sur la qualité de l'eau en profondeur, le manque d'information ne permet pas d'émettre un postulat, bien que le flottage du bois et la stagnation des eaux dans les réservoirs semblent avoir des effets négatifs sur le milieu.

Enfin, le tableau 3.9 présente certains paramètres physiques sur une base comparative entre l'année 1973 et 1984, et ce pour deux mois consécutifs à l'amont et à l'aval du réservoir sur la rivière Gatineau.

L'information que l'on peut tirer de ce tableau permet une évaluation très sommaire de l'évolution de la qualité de l'eau au cours des 10 dernières années. On remarque que la couleur, la turbidité, l'alcalinité et la conductivité ont diminué de façon significative. Ces paramètres indiquent donc une amélioration possible de la qualité de l'eau. Toutefois, ces données ne nous renseignent pas sur les caractéristiques biologiques et chimiques. D'autre part, on peut constater une stabilité du pH et de la température ainsi que de la concentration de tannin-lignine. Ce dernier paramètre permet de croire que la quantité et la qualité du bois qui flotte sur les plans d'eau n'ont pas connu de changement important.

L'annexe 1 section 1.6 présente l'ensemble des données physico-chimiques de l'année 1984, pour deux stations et ce pour les quatre saisons.

TABLEAU 3.9 Certains paramètres physiques de la qualité de l'eau.

Paramètre	Unité	A				B			
		84-07-02	73-06-26	84-08-16	73-08-14	84-07-02	73-06-28	84-08-21	73-08-16
Température	°C	22,0	22,0	20,5	19,0	19,0	23,0	17,0	19,0
pH		7,0	7,2	6,7	7,1	6,9	7,2	6,9	7,2
Couleur-vrai	Hazen	20,0	30,0	31,0	30,0	27,0	35,0	25,0	35,0
Turbidité	UTN	2,3	2,4	0,8	3,9	1,5	4,2	1,0	2,4
Alcalinité	mg/L	10,4	12,0	5,5	15,0	10,2	16,0	12,6	19,0
Conductivité	µs/cm	43,3	52,0	29,3	55,0	43,0	57,0	46,0	60,0
Tannin-lignine	mg/L	1,0	0,9	n/d	0,95	0,9	0,8	n/d	0,95

A: Station à l'amont du réservoir Pagan (à l'aval de Maniwaki).

B: Station à l'aval du réservoir Pagan (à l'amont du ruisseau Chelsea).

CHAPITRE 4

HISTORIQUE ET CARACTÉRISTIQUES DE L'EXPLOITATION

4. HISTORIQUE ET CARACTÉRISTIQUES DE L'EXPLOITATION

Ce chapitre vise à fournir certaines informations quant au mode de gestion et au type d'exploitation que l'on retrouve au réservoir Pagan.

4.1 Historique de l'exploitation

C'est grâce aux graphiques fournis par la division de la Gestion des systèmes hydriques qu'il est possible d'évaluer le mode de gestion du réservoir Pagan au cours des 20 dernières années. L'ensemble des graphiques est reproduit à l'annexe 1, section 1.7, et la synthèse des données figure au tableau 4.1 du présent chapitre.

L'analyse des graphiques relatifs à l'historique de l'exploitation montre que deux types de gestion ont eu lieu, entre les années 1966 et 1984, d'une période approximative de 10 ans chacune: durant la période antérieure à 1974-1975, bien que les débits sortant soient assez stables, les niveaux d'eau ont varié sur toute l'année d'environ 4 mètres; les années postérieures à 1974-1975 présentent une plus grande régularité en ce qui concerne les niveaux. En fait, ces derniers varient de façon significative que lorsqu'il y a augmentation de débit. Comme le tableau 4.1 l'indique les fluctuations, pour cette période, ne sont jamais supérieures à 2 m à part une exception à 2,8 mètres.

Les débits sur toute la période (1966-1984), même s'ils présentent des fluctuations, varient de façon constante dans l'ensemble: ainsi la moyenne des minima et des maxima est respectivement de $144 \text{ m}^3/\text{sec}$ et $695 \text{ m}^3/\text{sec}$, alors que la moyenne générale des débits, pour l'ensemble des années s'établit autour de $336 \text{ m}^3/\text{sec}$.

Enfin, est-il important de souligner que l'apport total correspond à peu de chose près au débit total. Cet état de fait s'explique par le caractère même de l'ouvrage qui est constitué par un aménagement au fil de l'eau et dont la réserve utile est d'à peine $93,6 \text{ hm}^3$. C'est ce faible potentiel de stockage qui oblige à déverser la presque totalité des apports.

TABLEAU 4.1 Données hydrologiques annuelles d'exploitation au réservoir Pagan.

Année	Apport total (m ³ /sec)			Débit total (m ³ /sec)			Niveau (mètre)		
	min	max	moy	min	max	moy	min	max	moy
1983-1984	170	750	300	170	750	300	140,5	141,4	141,3
1982-1983	200	1 050	325	200	1 050	325	139,5	141,4	141,3
1981-1982	120	530	300	120	530	300	139,8	141,3	141,3
1980-1981	200	880	350	200	880	350	140,05	141,3	141,0
1979-1980	200	700	350	200	700	350	140,2	141,4	141,0
1978-1979	120	800	300	120	800	300	139,5	141,4	141,1
1977-1978	100	500	275	100	500	275	138,0	141,2	141,0
1976-1977	150	700	250	150	700	250	140,0	141,4	141,2
1975-1976	150	800	300	150	800	300	140,0	141,4	140,5
1974-1975	200	550	400	200	550	400	13,93	141,3	140,5
1973-1974	100	2 200	400	100	2 200	400	137,8	141,3	140,5
1972-1973	300	600	400	500	600	400	138,5	141,4	140,5
1971-1972	100	600	300	100	600	300	137,4	141,4	140,5
1970-1971	100	500	350	50	500	350	137,5	141,4	140,5
1969-1970	150	900	300	100	900	300	137,5	141,4	140,5
1968-1969	50	650	350	50	500	350	137,5	141,4	140,5
1967-1968	100	850	450	100	850	450	138,8	141,4	140,5
1966-1967	150	800	350	100	800	350	138,8	141,4	140,5

4.2 Caractéristiques de l'exploitation

Les caractéristiques de l'exploitation constituent des informations complémentaires, qui regroupent sur une base mensuelle ou annuelle certaines données relatives à l'exploitation du réservoir. Les tableaux 4.2 et 4.3 fournissent l'essentiel des conditions d'exploitation au réservoir Paugan en terme de niveaux/débits et de renseignements généraux.

TABLEAU 4.2 Caractéristiques d'exploitation au réservoir Pagan (renseignements généraux).

Renseignements généraux		
Sous-bassin:	superficie	6 993 km ²
	débit spécifique	11,30 (l/s)/km ²
	module intermédiaire	79 m ³ /sec
	module cumulatif	349 m ³ /sec
Réservoir:	réserve utile	93,6 hm ³
	facteur de prélèvement moyen	2,9 (m ³ /s.D)/cm
Aménagement:	année de mise en service	1 928
	puissance installée	202 MW
	nombre de groupes	8
	crête déversante cote	- m
	crête déversante grandeur	- m
	évacuateur: nombre de passes	6
	nombre de puits de fond	-
Production:	hauteur de chute nominale	40,24 m
	facteur de production pointe	297 kW/(m ³ /sec)
	facteur de production optimale	350 kW/(m ³ /sec)
	puissance maximale pointe	220 MW
	puissance maximale optimale	170 MW
Acheminement:	décalage à débit moyen	5 h
	distance	40 km

Date d'émission: 85-03-12

Service Prévisions et Systèmes hydriques

TABLEAU 4.3 Caractéristiques d'exploitation au réservoir Paugan (niveaux/débits).

Niveaux		(mètres)
Bief d'amont:	niveau maximal critique	141,55
	niveau maximal d'exploitation	141,43
	niveau minimal d'exploitation	137,77
	niveau minimal critique	137,22
Niveau maximal de flottage du 06/01 au 10/31		-
Niveau minimal de flottage du 06/01 au 10/31		140,51
Niveau maximal d'environnement du 04/15 au 06/15		140,81 ¹
Niveau minimal d'environnement du 04/15 au 06/15		139,60 ¹
Bief d'aval:	niveau maximal critique	104,85
	niveau maximal d'exploitation	101,22
	niveau minimal d'exploitation	97,53
	niveau minimal critique	96,92
Débits		(m ³ /s)
Turbinage:	en pointe	740
	optimal	485
	exigé	-
Débitance maximale:	crête déversante	-
	évacuateur ou régulateur	4 390
	pas à billes	2
Débit total:	d'équipement	5 130
	sécuritaire maximal	
	sécuritaire minimal	
Débit de nettoyage pour flottage		-
Débit maximal pour flottage du 06/01 au 10/31		566
Débit minimal pour flottage du 06/10 au 10/31		283 ²

¹ Le niveau doit être maintenu entre ces cotes du 15 avril au 15 juin ou lorsque la température de l'eau atteint 18°C. Le niveau doit être maintenu entre 141,27 et 140,97 m lors de la période estivale, soit du 15 juin au 15 septembre. Cette contrainte fait présentement l'objet de validation.

² Le débit doit se situer à un minimum de 283 m³/s. Il peut être diminué à 170 m³/s du samedi 12 h au lundi 07 h. Ces contraintes sont sujettes à des modifications sur une base annuelle.

CHAPITRE 5

IDENTIFICATION DES IMPACTS DE GESTION

5. IDENTIFICATION DES IMPACTS DE GESTION

L'analyse des impacts de la gestion du réservoir Paugan est basée sur les principaux facteurs suivants: la présence physique de l'ouvrage de retenue, le maintien d'un débit minimum, le marnage de la réserve utile, la morphométrie de la cuvette, la régularisation pratiquée à l'amont, la constitution des berges et enfin, la présence d'usages connexes.

La présence physique de l'ouvrage de retenue représente un obstacle important (40 m de dénivelée) vis-à-vis de la circulation de bateaux et la migration de la faune aquatique. Dans l'optique d'un aménagement polyvalent du réservoir et dans la mesure où la ressource faunique le justifierait, une passe à poisson serait une option à envisager pour corriger partiellement ces impacts. Parmi les impacts possibles mais non vérifiés du turbinage à la centrale ou de l'évacuation des crues, mentionnons l'éventualité d'une sursaturation en oxygène des eaux de l'aval de l'ouvrage, phénomène susceptible d'affecter la mortalité des poissons sur plusieurs centaines de mètres. De même, le taux de survie des poissons après un passage dans une turbine ne dépasserait pas 5%.

En considérant, le réservoir lui-même, on remarque d'abord la similitude avec un comportement lacustre naturel caractéristique d'un milieu peu profond. Le maintien d'un débit minimum de 250-300 m³/s (DEC) assure au réservoir une alimentation et un renouvellement continu. Le faible marnage (1 m) favorise les processus biologiques riverains de même que la stabilité des berges. Celles-ci d'ailleurs sont stables par nature étant constituées à 68% de roches en place. La faible profondeur du réservoir en général ne devrait pas permettre la formation d'une thermocline stable. Il en résulte que l'ensemble du volume devrait être bien oxygéné, relativement tempéré et favorable à la production primaire (phytoplancton) et secondaire (zooplancton). Ce comportement serait dû à une disponibilité accrue de substances nutritives obtenues par l'interaction avec les sédiments de même qu'à l'action concentrée du soleil sur une faible colonne d'eau. Quoique le milieu soit favorable à la production biologique, il ne semble pas que le

niveau d'enrichissement des eaux par les activités humaines à l'amont dépasse les limites normales. Il en résulte que le milieu devrait s'avérer salubre en général à la faune aquatique. De même, la qualité de l'eau dans le réservoir Paugan semble également favorable à la pratique de la plupart des activités récréatives. Toutefois des vérifications devraient être faites quant à la qualité bactériologique de l'eau.

Il s'agit donc d'un milieu qui serait propice en général à un accroissement de la polyvalence des activités qui y sont pratiquées. Toutefois, la pratique du flottage du bois sur la Gatineau pourrait représenter une contrainte au développement des autres vocations du milieu. Des meilleures pratiques de gestion intégrée seraient alors à envisager à ce niveau.

Enfin, on peut compléter cet examen sommaire en considérant les effets de la régularisation des débits pratiquée aux réservoirs de tête du bassin soit, Cabonga et Dozois. En ce qui concerne les étiages, nous l'avons vu précédemment, le maintien d'un débit minimum est salubre à la qualité de l'eau en général (oxygénation, dilution des eaux usées, etc.). De même, la régularisation des débits de crues joue un rôle favorable dans la protection contre les inondations et les phénomènes d'érosion.

Dans le réservoir Paugan, le peu d'informations disponibles rendent nécessaires des relevés bathymétriques, sédimentologiques, thermiques, physico-chimiques et bactériologiques.

CONCLUSION

CONCLUSION

La consommation journalière d'énergie électrique, des abonnés industriels et domestiques alimentés par un réseau interconnecté varie suivant les mois de l'année et, la puissance électrique exigée par les consommateurs varie aussi en fonction de moments spécifiques dans la journée. Le régime des cours d'eau n'étant pas synchronisé naturellement aux demandes en énergie, la nécessité de stocker et d'évacuer des quantités d'eau devient évidente. Le réservoir Paugan ne constitue pas un réservoir de stockage puisque ce rôle est assumé par les réservoir Cabonga et Baskatong. Ainsi, le rôle de cet aménagement vise davantage une meilleure régularisation de tout le réseau et à fournir de l'électricité aux usines de pâtes et papier situées à l'aval. La hauteur de chute de la centrale au fil de l'eau Paugan est d'ailleurs considérable.

Enfin, si besoin est de classer le réservoir Paugan selon une catégorie spécifique, il serait possible de dire qu'il s'agit d'un réservoir journalier ou hebdomadaire, dont le volume est de l'ordre de grandeur des apports moyens de périodes correspondantes.

BIBLIOGRAPHIE

BIBLIOGRAPHIE

- ARBOUR, D. et ASSOCIÉS INC. (1979). Centrale à accumulation par pompage lac Proulx, avant-projet définitif. Rapport d'impact sur l'environnement, Direction environnement, Hydro-Québec, Montréal.
- HYDRO-QUÉBEC (1985). Inventaire et cartographie des rives du réservoir Pagan (1:50 000). Direction environnement, Montréal.
- HYDRO-QUÉBEC (1980). Hydrologie 1979-1980. Régularisation des ressources, Service charges et ressources, Direction mouvement d'énergie, Montréal.
- HYDRO-QUÉBEC (1978). Proulx centrale à accumulation par pompage, conditions actuelles et futures des glaces dans le bassin Pagan et rivière Gatineau et les effets sur l'environnement. Direction environnement, Montréal.
- HYDRO-QUÉBEC (1976). Impact de la dérivation Cabonga-Dozois. Étude écologique du milieu, Direction environnement, Montréal.
- HYDRO-QUÉBEC (1976). Étude du régime thermique moyen, réservoirs Baskatong et Pagan et centrale à réserve pompée Proulx-Pagan. Direction projet de centrale, Génie, Montréal.
- MAUFFETTE, P. (1950). Rapport préliminaire sur la région de Denholm-Hincks, comté de Gatineau. Rapport No 235, ministère des Mines, Québec.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU CANADA (1980). Références sur la qualité des eaux. Guide des paramètres de la qualité des eaux, Direction générale des eaux intérieures, Direction de la qualité des eaux, Ottawa.
- MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC (1973). Étude de la qualité des eaux de la rivière Gatineau. MENVIQ, Québec.

TESSIER, J.C. (1980). Modèle probabiliste dans un système hydrologique complexe. Thèse présentée à l'École des gradués de l'Université Laval.

DÉFINITIONS

DÉFINITIONS

Cette liste de définitions, afin de bien saisir le sens des mots utilisés, est issue du document "Caractéristiques d'exploitation" publié par la Direction de la planification des mouvements d'énergie d'Hydro-Québec en date du 12 mars 1985.

Caractéristiques d'exploitation

Définitions

Afin de clarifier les valeurs inscrites aux tableaux, nous donnons ci-dessous la définition de chacune des expressions présentées dans les tableaux selon l'ordre de leur apparition.

TABLEAU 1

Section niveau

Niveau:

Elévation de la surface d'un plan d'eau par rapport à un point de repère. Le niveau moyen de la mer est le repère utilisé dans ce volume.

Unité de mesure : mètre (m).

Bief d'amont

Niveau maximal critique:

Niveau le plus haut pour lequel le barrage est calculé. Il tient compte de la surélévation de niveau admise, en temps de crue au-dessus de la cote normale de retenue. Ce niveau ne doit entraîner aucun dommage ou inondation sur le bief d'amont.

Niveau maximal d'exploitation:

Niveau auquel le plan d'eau peut être haussé en exploitation normale sans tenir compte de la surélévation occasionnée par une crue.

Niveau minimal d'exploitation:

Niveau le plus bas d'abaissement du plan d'eau en exploitation normale. C'est aussi la limite inférieure de la tranche utile.

Niveau minimal critique:

Pour une centrale, niveau le plus bas pour lequel les turbines ont été calculées, en bas de quoi un entraînement d'air pourrait forcer l'arrêt temporaire de la centrale. Pour un réservoir sans centrale, le niveau minimal critique est généralement confondu avec le niveau minimal d'exploitation.

Niveau maximal et minimal de flottage du bois:

Niveau délimitant la bande d'exploitation durant la période de flottage mentionnée. Un dépassement de cette contrainte cause des problèmes à l'acheminement ou au passage du bois à l'ouvrage.

Bief d'aval

En général, les contraintes de niveau affectent seulement le bief d'aval des centrales.

Niveau maximal critique:

Niveau le plus haut où des dommages potentiels débuteraient à l'aménagement ou aux rives adjacentes. S'il n'y a aucune contrainte, ce niveau est donné à titre de référence en fonction du débit d'équipement de l'aménagement.

Niveau maximal d'exploitation:

Niveau correspondant au turbinage en pointe

Niveau minimal d'exploitation:

Niveau correspondant au turbinage d'un groupe ou au turbinage exigé.

Niveau minimal critique:

Niveau correspondant à un débit nul ou à une contrainte de débit total sécuritaire minimal (par exemple, pour éviter la cavitation des groupes).

Section débit

Débit:

Volume d'eau s'écoulant par un ouvrage ou en rivière par unité de temps.

Unité de mesure: mètre cube par seconde (m^3/s).

Turbinage

Turbinage en pointe:

Débit total des groupes d'une centrale à puissance maximale et la hauteur de chute nominale.

Turbinage optimal:

Débit total des groupes d'une centrale à rendement maximal et à la hauteur de chute nominale.

Turbinage exigé:

Débit minimal turbiné à cause d'une contrainte imposée à la centrale (par exemple, pour éviter la cavitation des groupes).

En dessous de ce débit minimum, l'arrêt de la centrale est exigé.

Débitance maximale

Crête déversante:

Ouvrage à crête libre ne comportant aucun moyen de contrôle de l'écoulement. Cet ouvrage dont la cote de la crête correspond la plupart du temps au niveau maximal d'exploitation a pour fonction de soutirer l'apport excédentaire de l'aménagement. S'il y a lieu, la débitance au niveau maximal critique est indiquée en note au bas du tableau.

Evacuateur ou régulateur:

Ouvrage permettant d'évacuer le surplus d'eau lors de crue (fonction évacuateur). L'ouvrage peut aussi permettre de régulariser le débit d'un bassin à un autre (fonction ouvrage régulateur). Lorsque l'ouvrage est conçu pour ces deux fonctions, il est souvent appelé barrage. S'il est réservé uniquement pour l'une des deux fonctions, il est appelé soit évacuateur, soit ouvrage régulateur. Le débit exprimé est fonction du niveau maximal d'exploitation et comprend l'ouvrage d'évacuation et de régularisation.

Passe à billes:

Ouvrage permettant le passage des billes de l'amont à l'aval d'un aménagement.

Débit total

Débit total d'équipement:

Débit maximal que l'ensemble des ouvrages reliés à un réservoir peut déverser et turbiner lorsque le bief d'amont est au niveau maximal d'exploitation. C'est donc la somme du turbinage en pointe et de la débitance maximale par la crête déversante, l'évacuateur et/ou l'ouvrage régulateur et la passe à billes.

Débit total sécuritaire maximal:

Débit total pouvant être soutiré avant que des dommages ne soient encourus en aval.

Débit total sécuritaire minimal:

Débit minimal devant être soutiré afin de répondre aux besoins des riverains.

Flottage du bois

Débit de nettoyage pour flottage:

Débit requis pour une courte période de temps (généralement de 24 à 48 heures) et demandé par la compagnie de flottage afin de procéder au nettoyage des berges.

Débit maximal pour flottage:

Débit maximal pouvant être lâché de l'aménagement durant la période de flottage précisée sans occasionner de problème à la compagnie de flottage.

Débit minimal pour flottage:

Débit minimal devant être maintenu durant la période de flottage précisée afin de permettre à la compagnie de flottage la poursuite de ses activités.

TABLEAU 2

Section renseignements

Sous-bassin

Superficie:

Superficie du territoire dont les eaux de ruissellement sont drainées dans le cours d'eau ou dans le réservoir situé entre deux aménagements.

Unité de mesure: kilomètre carré (km^2)

Débit spécifique:

Débit moyen interannuel par unité de superficie du sous-bassin versant.

Unité de mesure: litre par seconde par kilomètre carré
($(\text{l/s})/\text{km}^2$)

Module intermédiaire:

Débit moyen interannuel des eaux de ruissellement qui proviennent du sous-bassin versant.

Unité de mesure: mètre cube par seconde (m^3/s)

Module cumulatif:

Somme de l'apport intermédiaire moyen provenant du/des sous-bassin(s) situé(s) en amont du site concerné incluant le module intermédiaire de ce dernier.

Unité de mesure: mètre cube par seconde (m^3/s)

Réservoir

Réserve utile:

Volume d'eau d'un réservoir compris entre les niveaux maximal et minimal d'exploitation

Unité de mesure: hectomètre cube (hm^3 ou 10^6m^3)

Facteur de prélèvement:

Débit qui, prélevé durant une journée aura pour effet de diminuer d'un centimètre le niveau d'eau du réservoir.

Le facteur de prélèvement est considéré ici comme la moyenne des facteurs de prélèvement aux niveaux maximal et minimal d'exploitation.

Unité de mesure: mètre cube par seconde par jour par centimètre ($\text{m}^3/\text{s.D/cm}$)

Aménagement

Année de mise en exploitation de l'aménagement:

a) pour une centrale : année de mise en service du premier groupe

b) pour un barrage : année de fin de construction de l'aménagement

Puissance installée:

Somme des puissances nominales des groupes déterminés par le fabriquant à la hauteur de chute nominale.

Unité de mesure: mégawatt (MW)

Nombre de groupes:

Nombre de groupes installés à l'aménagement.

Production

Hauteur de chute nominale:

Hauteur de chute sur laquelle est basée le calcul de la puissance nominale indiquée sur la plaque signalétique des groupes à pleine ouverture.

Unité de mesure: mètre (m)

Facteur de production de pointe:

Puissance maximale développée par unité de débit turbiné en fonction de la hauteur de chute nominale.

Unité de mesure: kilowatt par mètre cube par seconde
(kW/(m³/s))

Facteur de production optimale:

Puissance développée par unité de débit turbiné à rendement maximal en fonction de la hauteur de chute nominale.

Unité de mesure: kilowatt par mètre cube par seconde
(kW/(m³/s))

Puissance maximale en pointe:

Puissance maximale pouvant être développée par une centrale pendant une durée minimale de deux (2) heures, en tenant compte des contraintes hydrauliques et/ou électriques existantes.

Unité de mesure: mégawatt (MW)

Puissance optimale:

Puissance maximale développée à rendement maximal en fonction de la hauteur de chute nominale.

Unité de mesure: mégawatt (MW)

Acheminement

Décalage à débit moyen:

Période de temps nécessaire pour que l'eau soutiré d'un aménagement en amont parvienne laminée à l'aménagement en aval.

Unité de mesure: heure (h)

Distance:

Distance en rivière qui sépare un aménagement d'un autre en aval.

Unité de mesure: kilomètre (km)

Lorsqu'un aménagement est le dernier site de la rivière, la distance, si exprimée, est fonction de l'embouchure.

Si le site se trouve sur un tributaire, la distance est calculée à partir du site jusqu'au point de confluence.

Réseau géodésique de référence

Sauf pour le système hydrique du St-Laurent, tous les niveaux et les cotes qui sont citées dans ce volume sont exprimées selon le datum G.S.C.D. (Geological Survey Canada Datum).

Pour le système hydrique du St-Laurent, les niveaux et les cotes sont exprimées selon le datum I.G.L.D. (International Great Lakes Datum). Les valeurs obtenues du réseau I.G.L.D. peuvent être converties au réseau G.S.C.D. en additionnant 8 cm.

ANNEXE 1

ANNEXE 1.1

COURBES DE NIVEAUX CLASSÉS SUR UNE BASE MENSUELLE ET SAISONNIÈRE
(GRAPHIQUES 1.1.1 À 1.1.16)

NIVEAU INSTANTANNE - PAUGAN (JANV. 1929-1984)

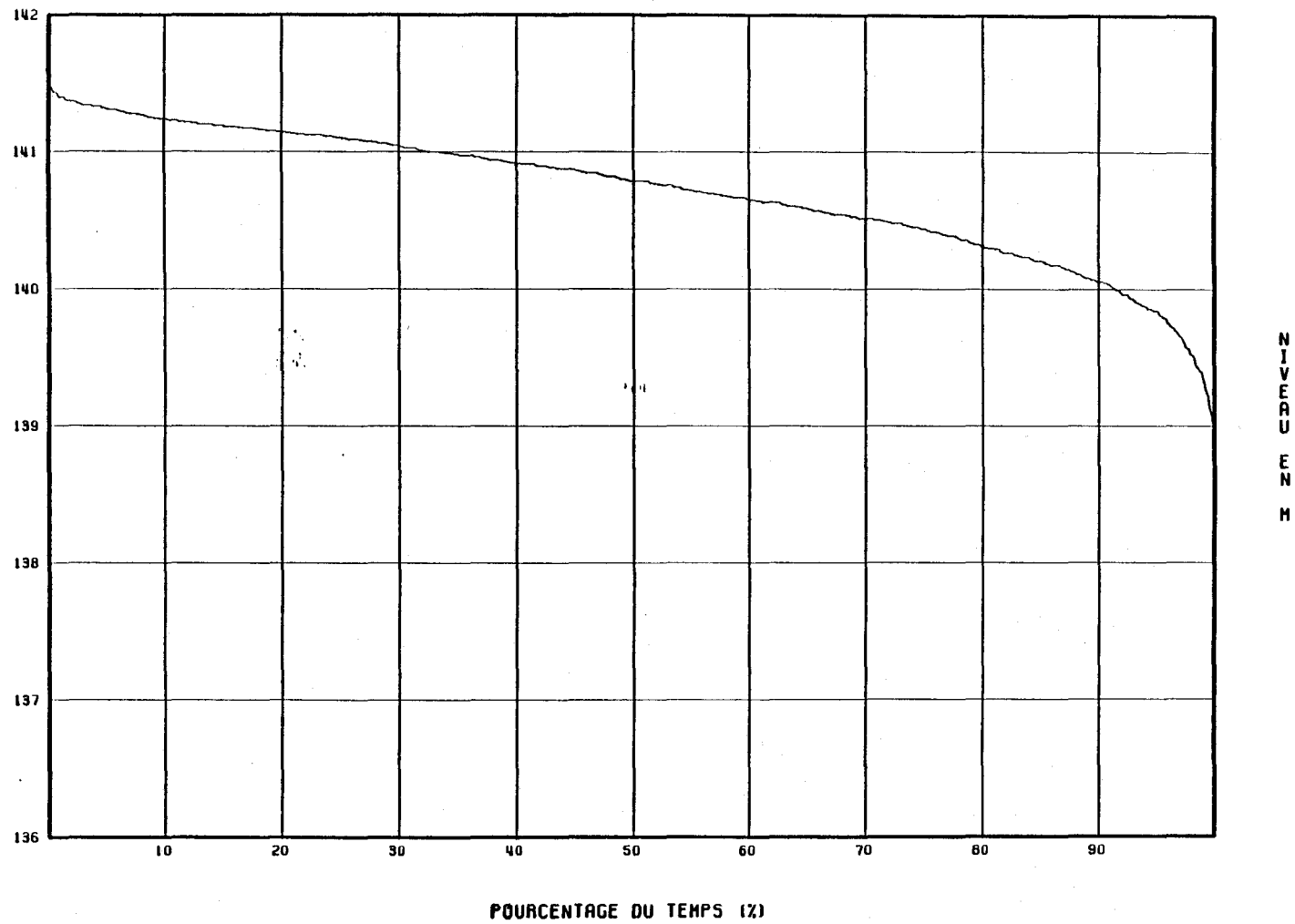


FIGURE 1.1.1 Courbe de niveaux classés.

NIVEAU INSTANTANNE - PAUGAN (FEV. 1929-1984)

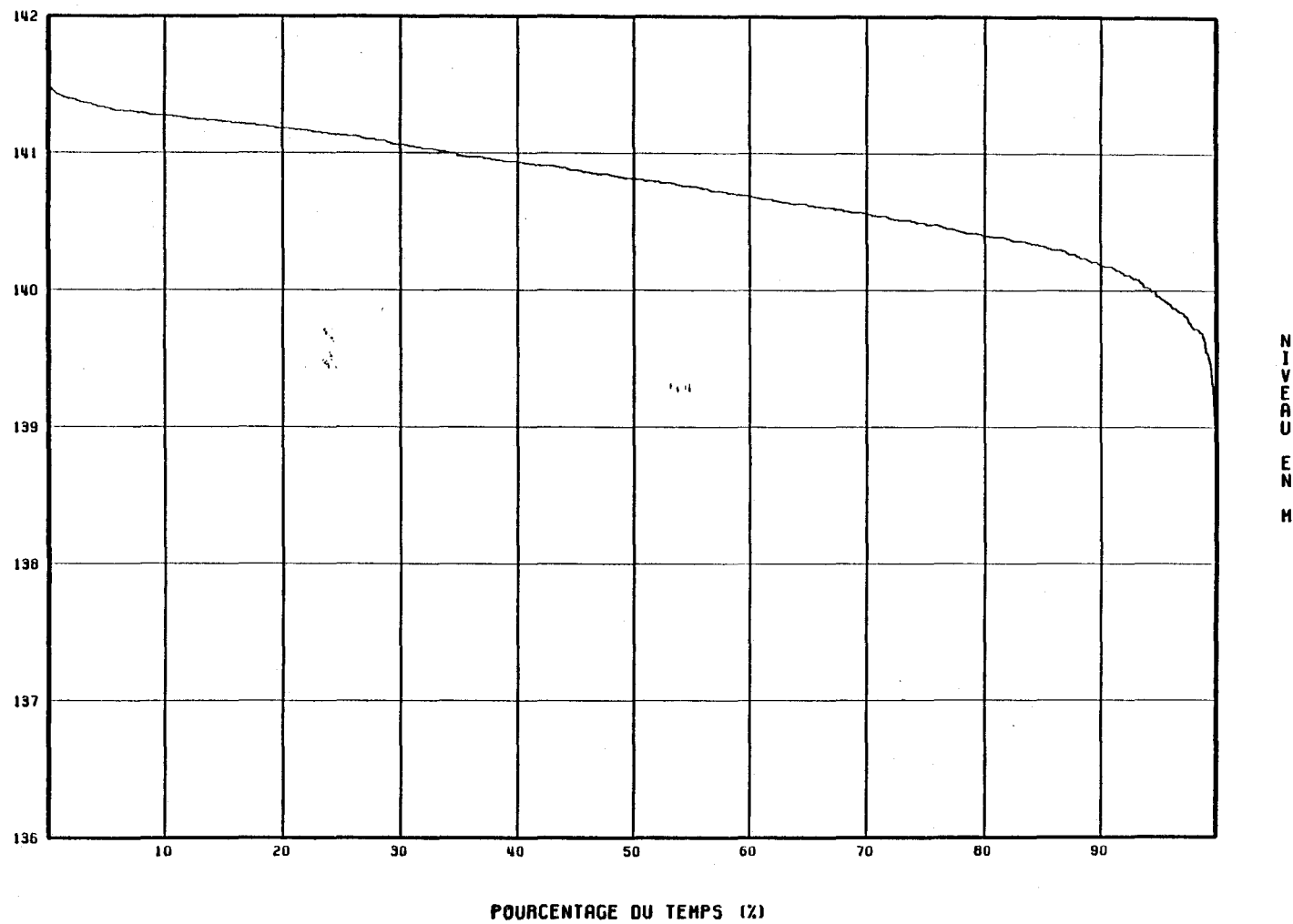


FIGURE 1.1.2 Courbe de niveaux classés.

NIVEAU INSTANTANNE - PAUGAN (MARS 1929-1984)

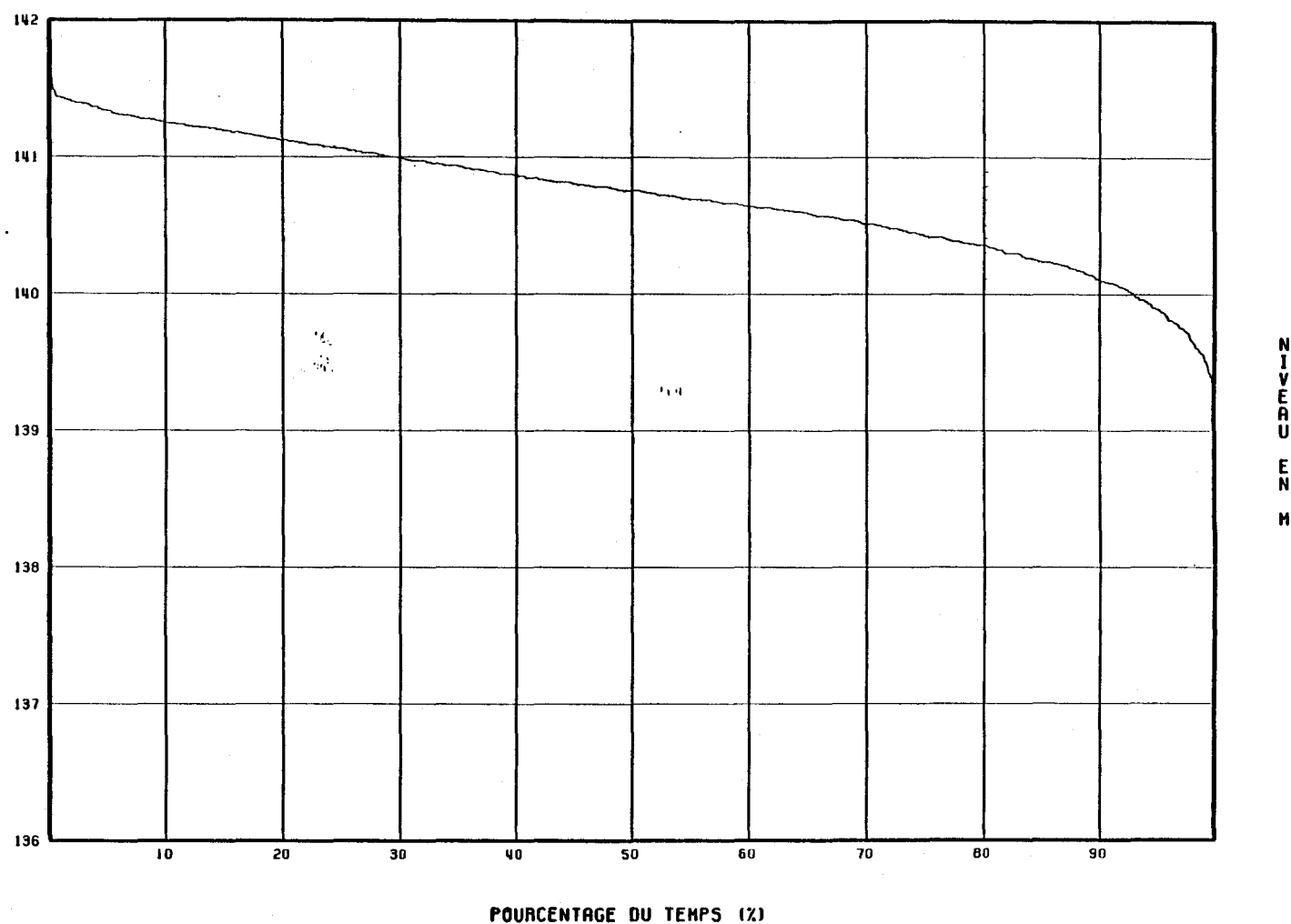


FIGURE 1.1.3 Courbe de niveaux classés.

NIVEAU INSTANTANNE - PAUGAN (AVRIL 1929-1984)

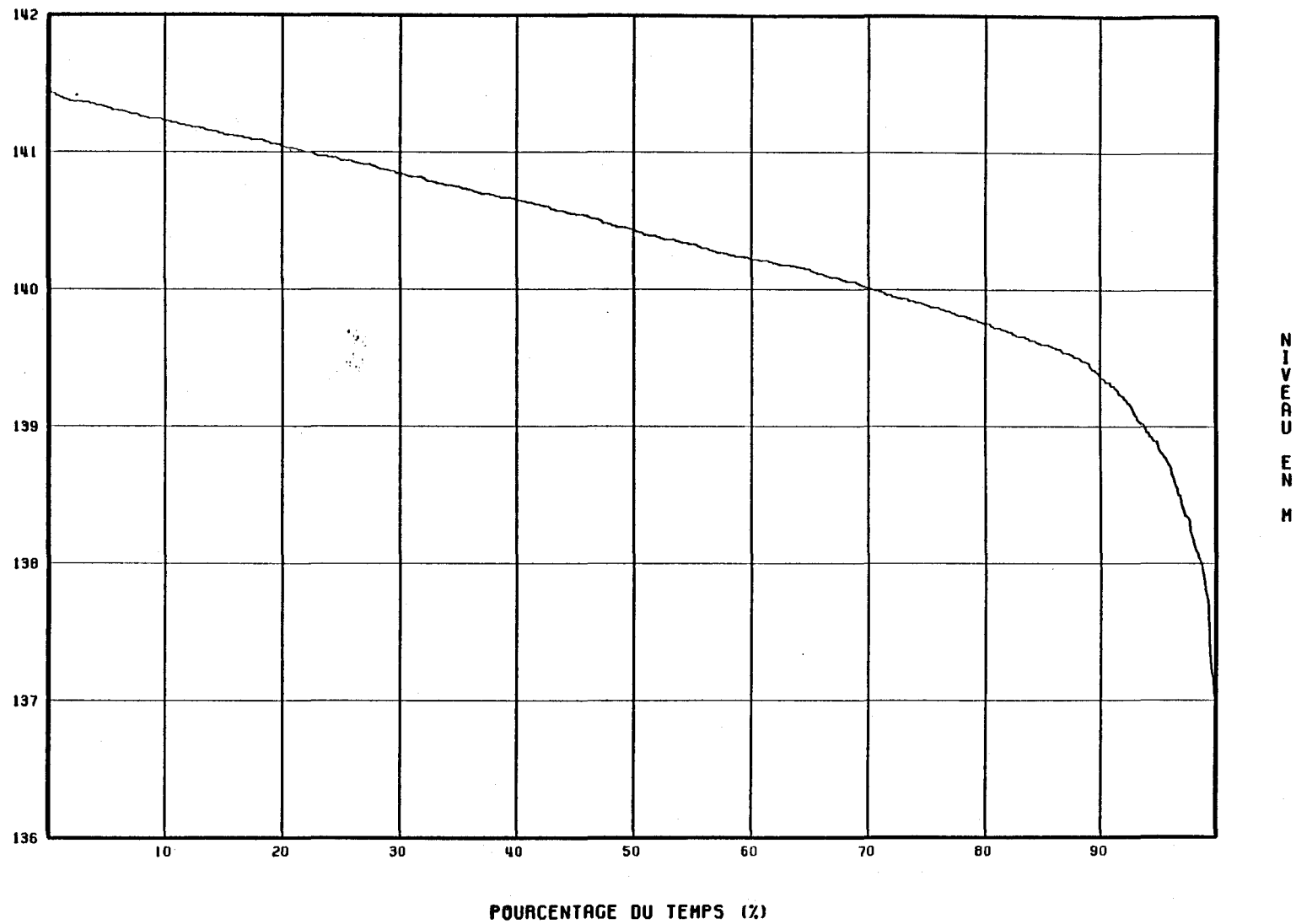


FIGURE 1.1.4 Courbe de niveaux classés.

NIVEAU INSTANTANNE - PAUGAN (MAI 1929-1984)

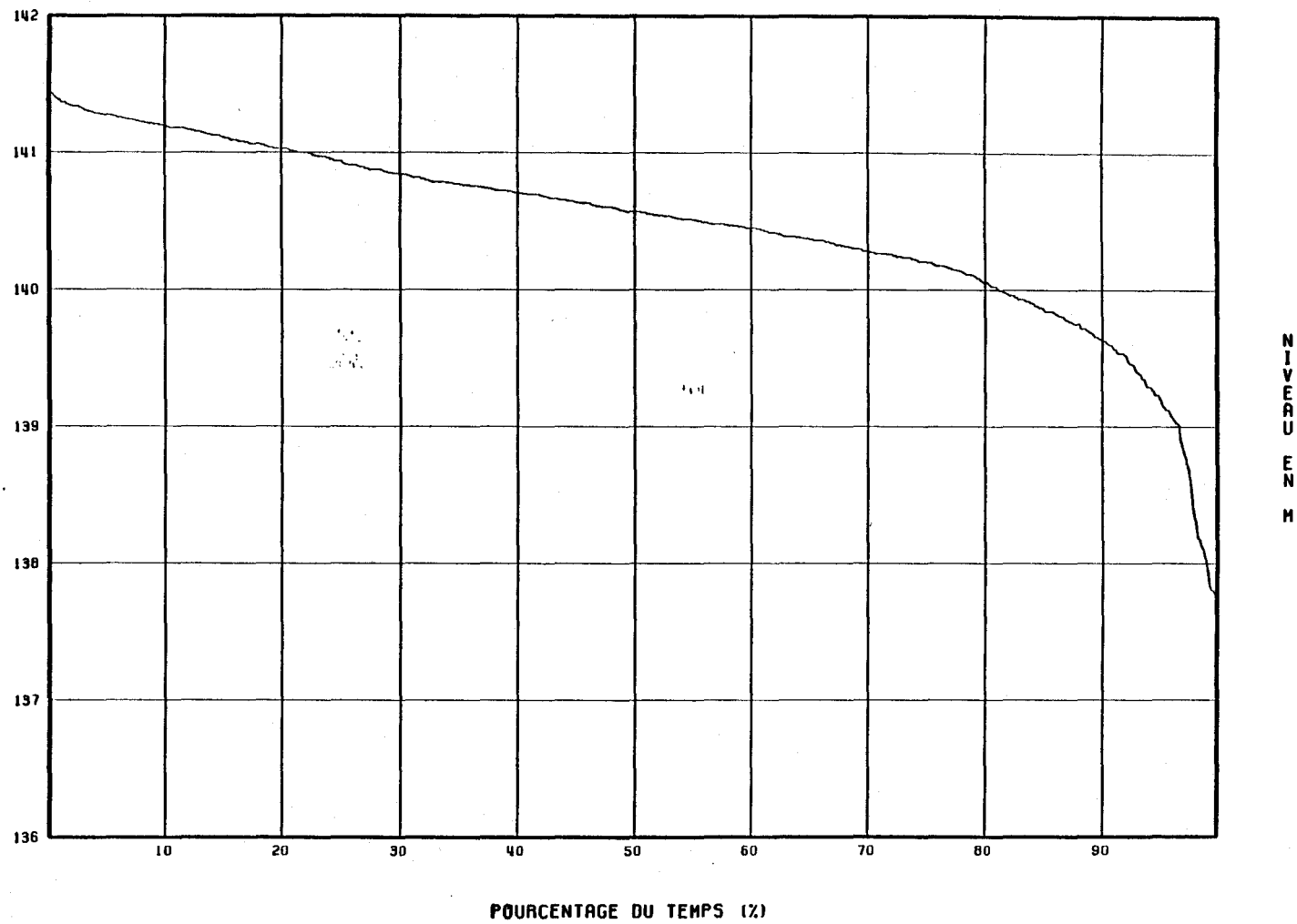


FIGURE 1.1.5 Courbe de niveaux classés.

NIVEAU INSTANTANNE - PAUGAN (JUN 1929-1984)

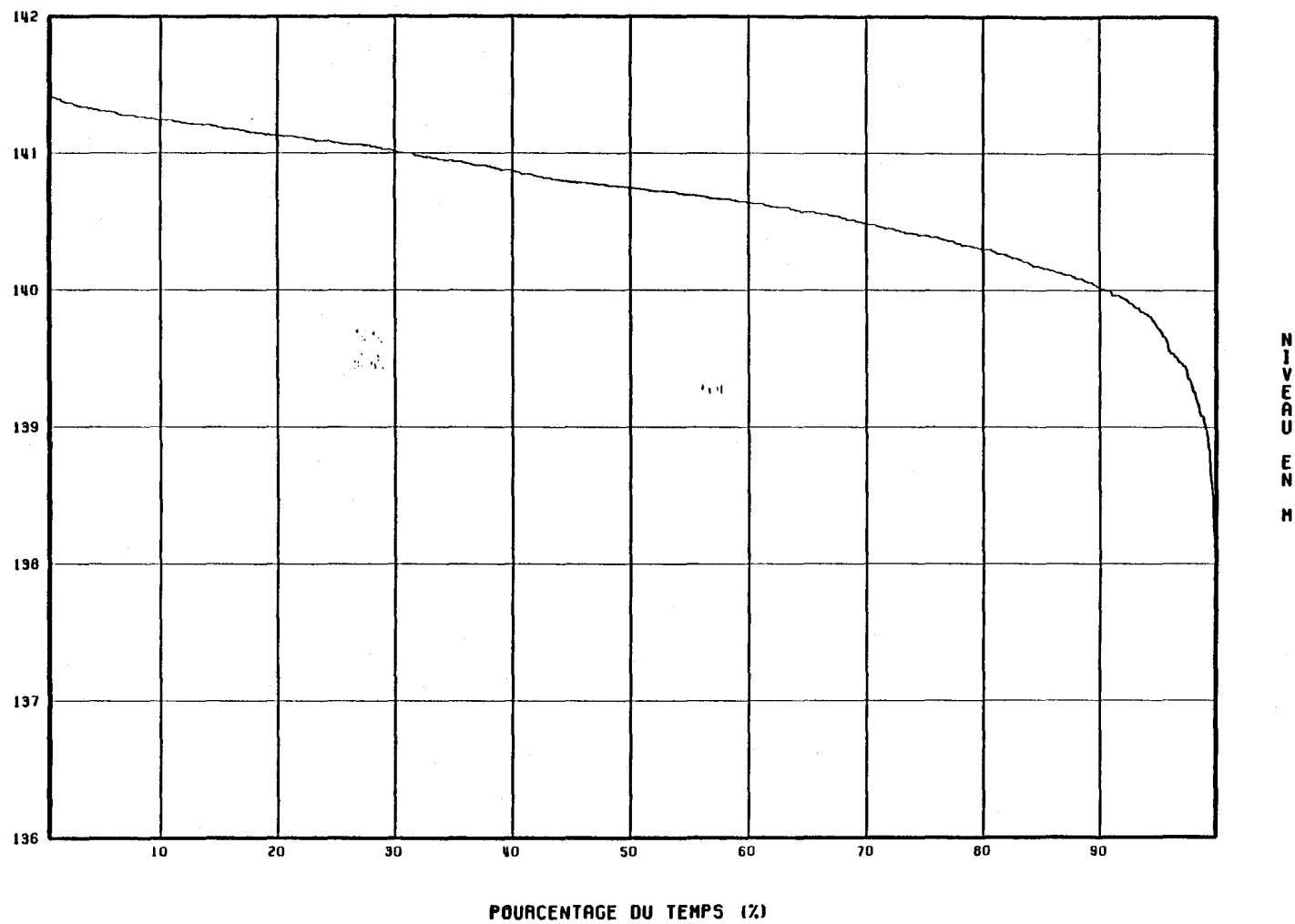


FIGURE 1.1.6 Courbe de niveaux classés.

NIVEAU INSTANTANNE - PAUGAN (JUIL. 1929-1984)

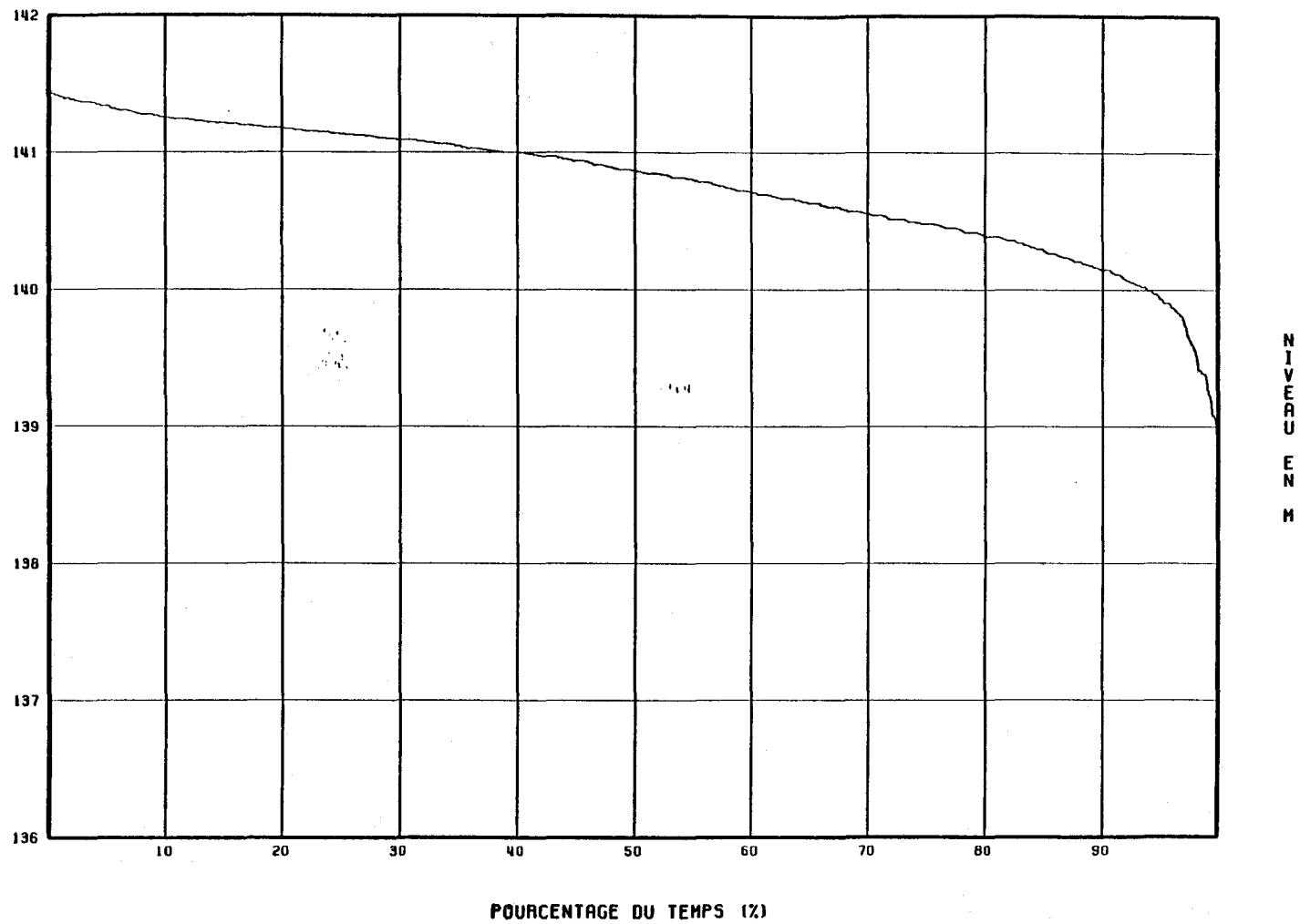


FIGURE 1.1.7 Courbe de niveaux classés.

NIVEAU INSTANTANNE - PAUGAN (AOUT 1929-1984)

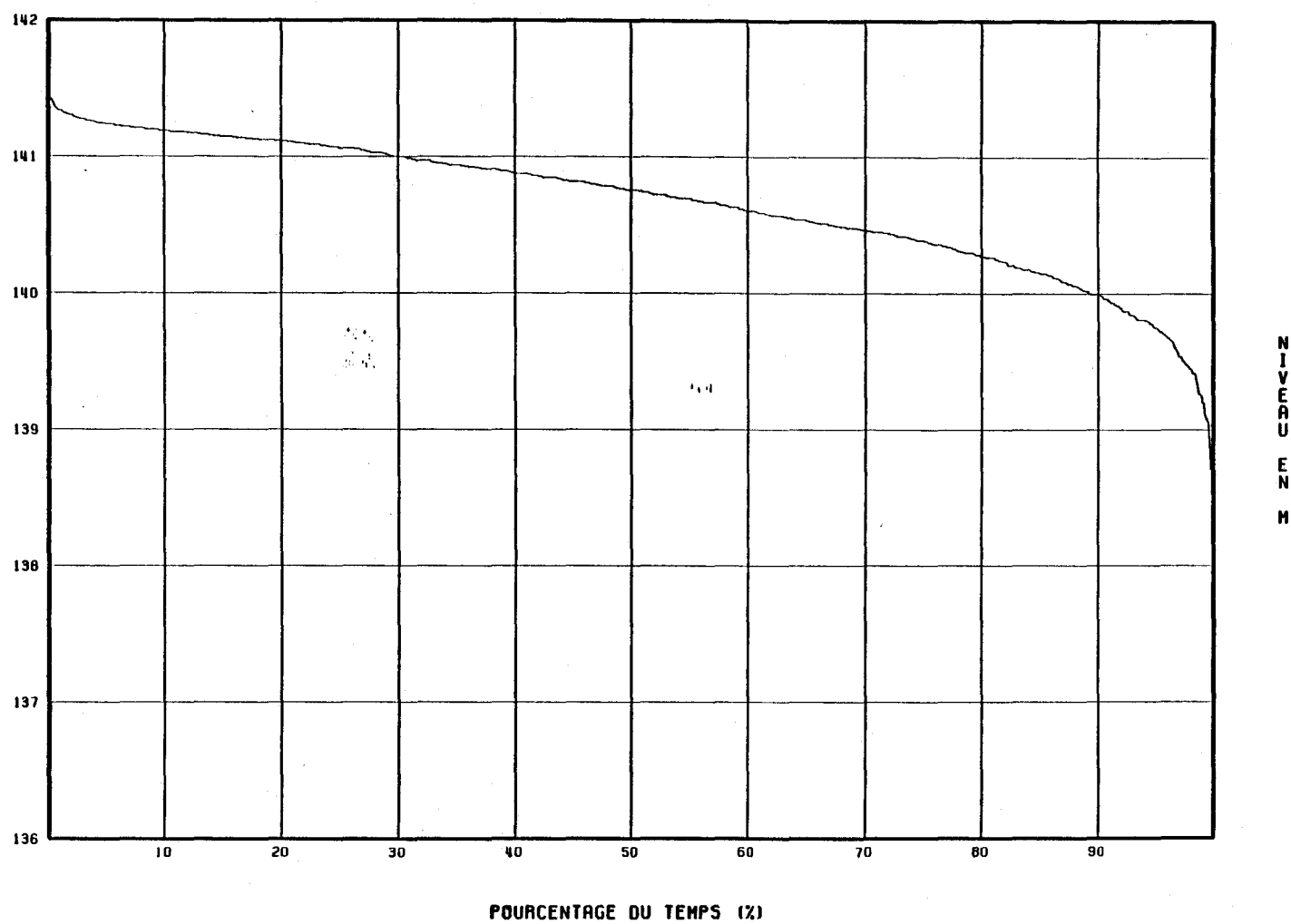


FIGURE 1.1.8 Courbe de niveaux classés.

NIVEAU INSTANTANNE - PAUGAN (SEPT. 1929-1984)

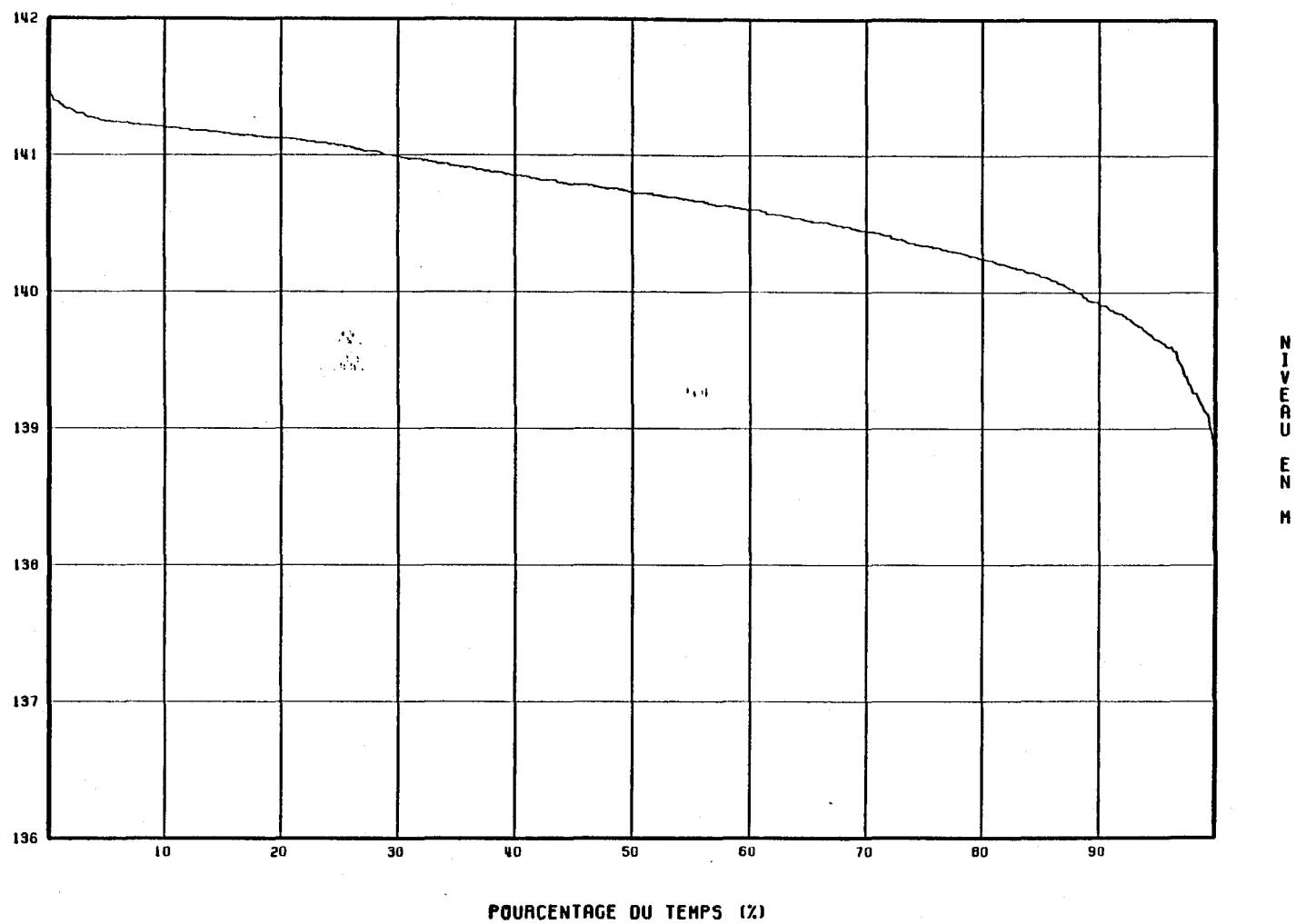


FIGURE 1.1.9 Courbe de niveaux classés.

NIVEAU INSTANTANNE - PAUCAN (OCT. 1929-1984)

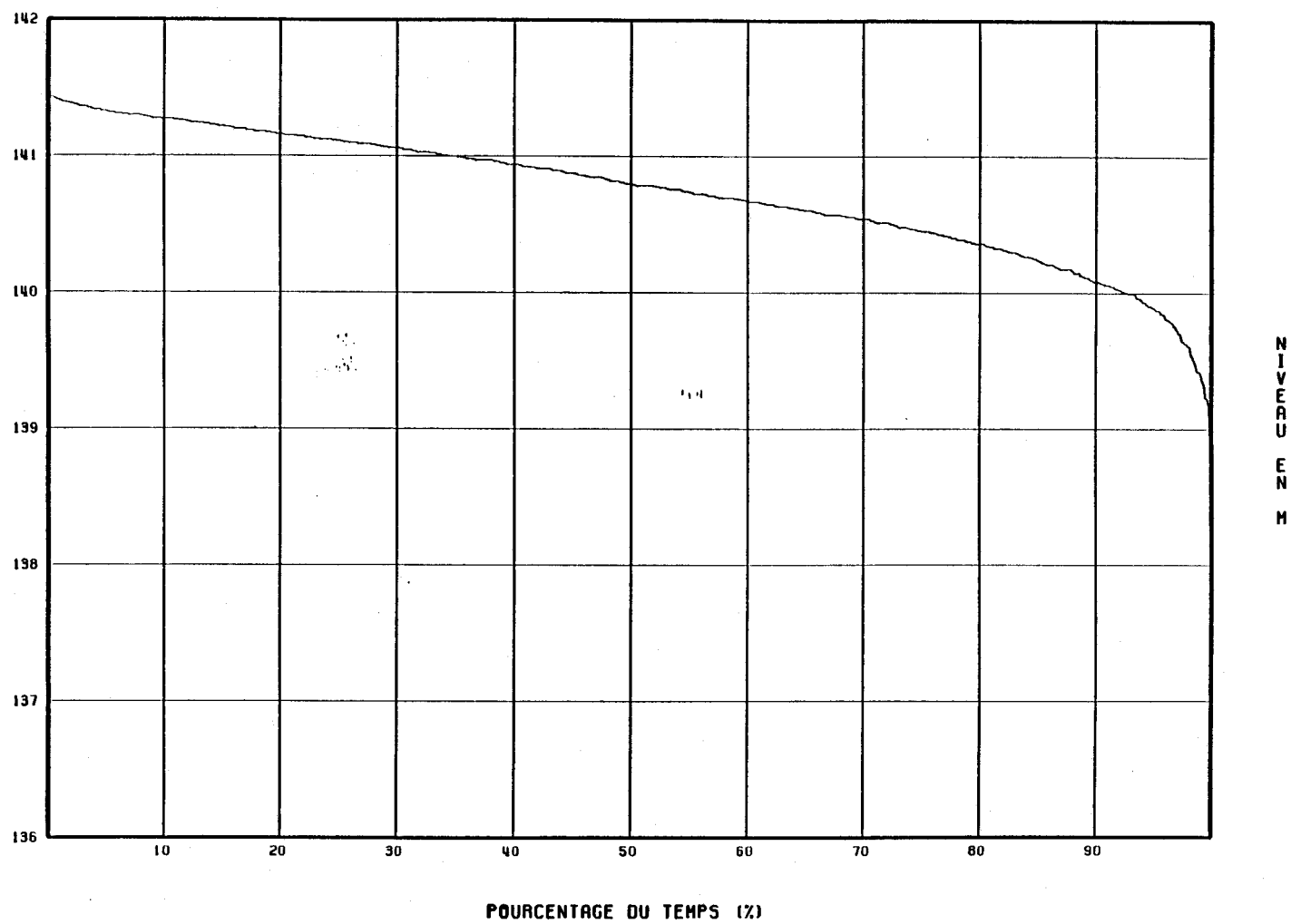


FIGURE 1.1.10 Courbe de niveaux classés.

NIVEAU INSTANTANNE - PAUGAN (NOV. 1929-1984)

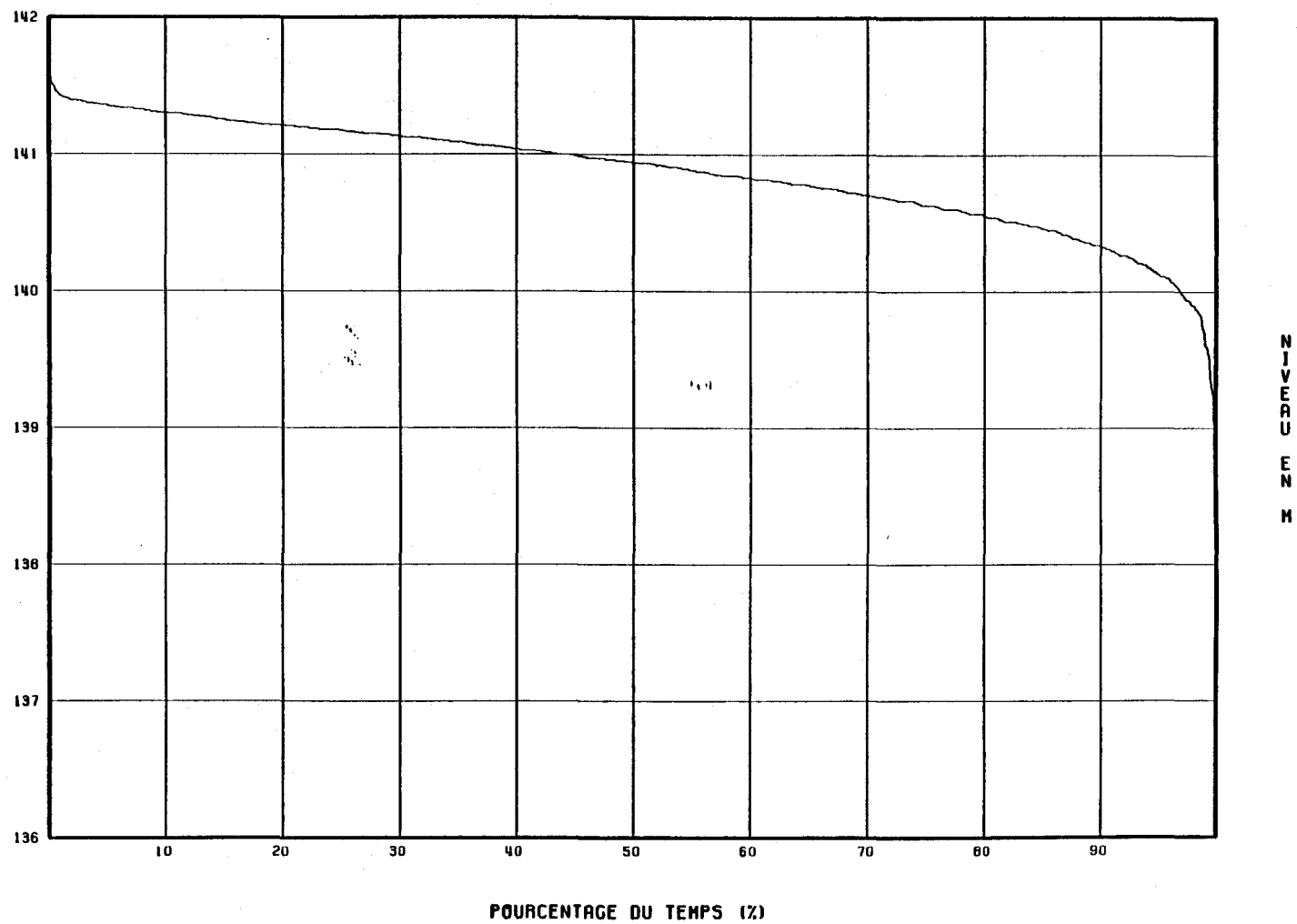


FIGURE 1.1.11 Courbe de niveaux classés.

NIVEAU INSTANTANNE - PAUGAN (DEC. 1929-1984)

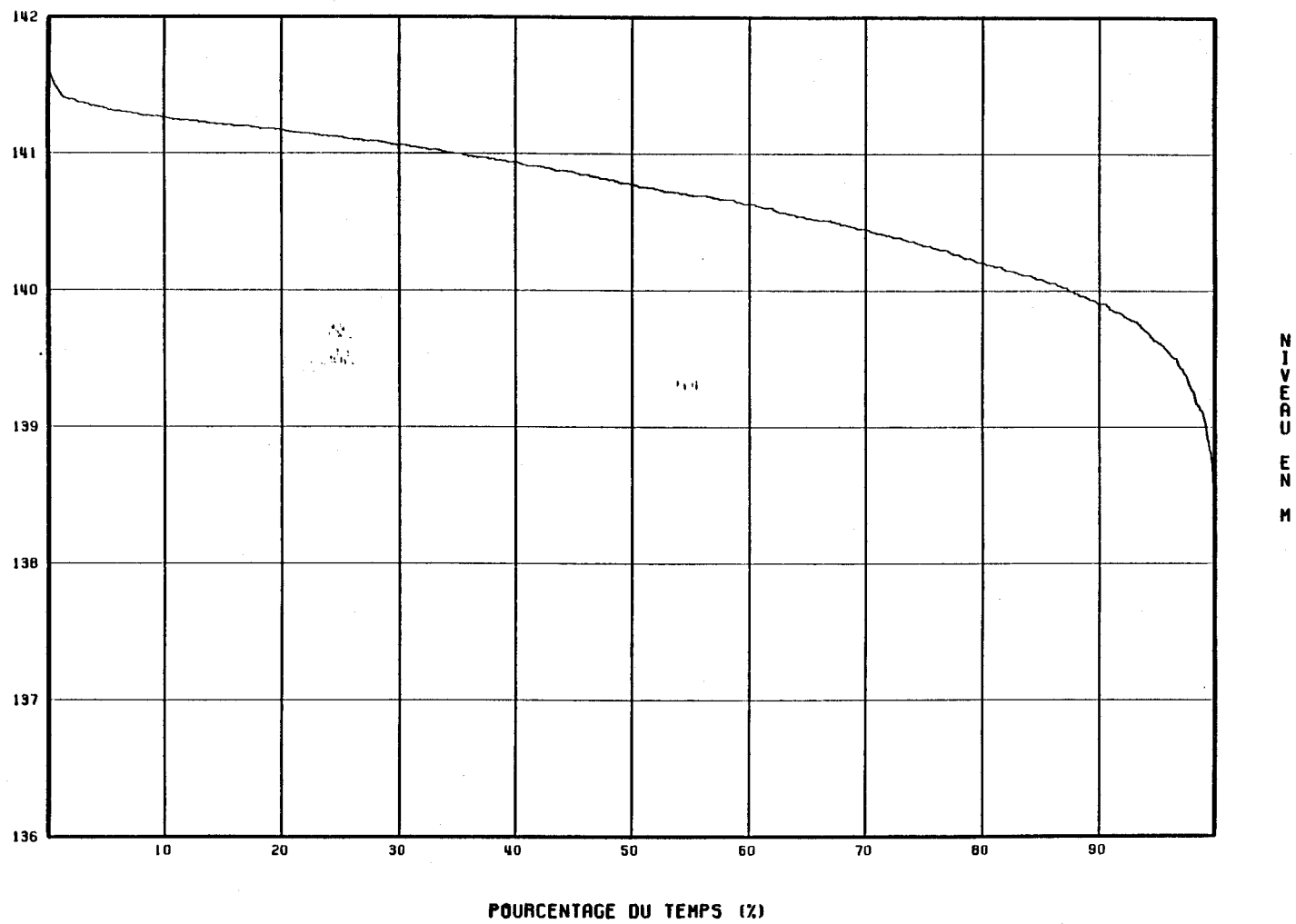


FIGURE 1.1.12 Courbe de niveaux classés.

NIVEAU INSTANTANNE - PAUGAN (PRINT. 1929-1984)

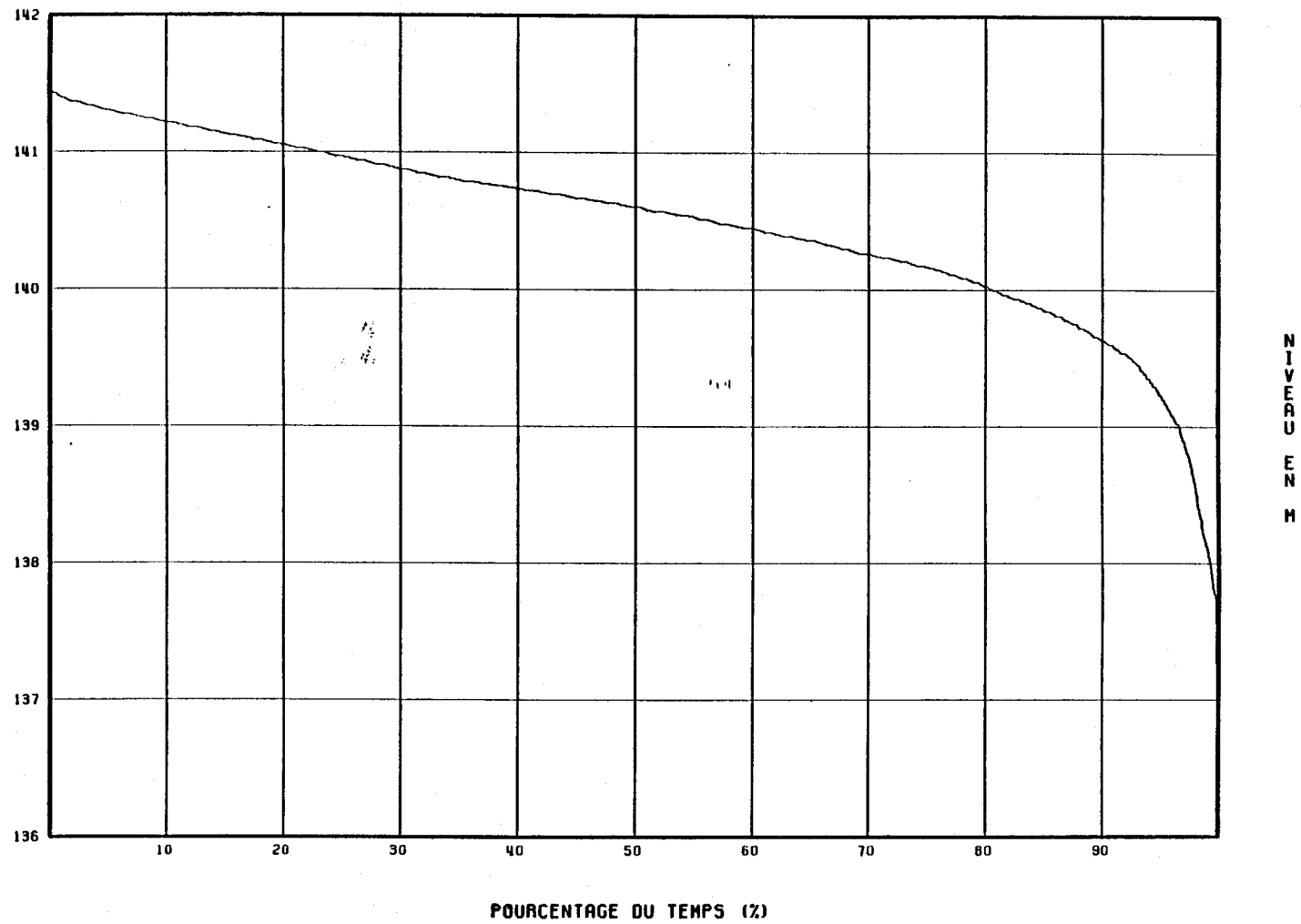


FIGURE 1.1.13 Courbe de niveaux classés.

NIVEAU INSTANTANNE - PAUGAN (ETE 1929-1984)

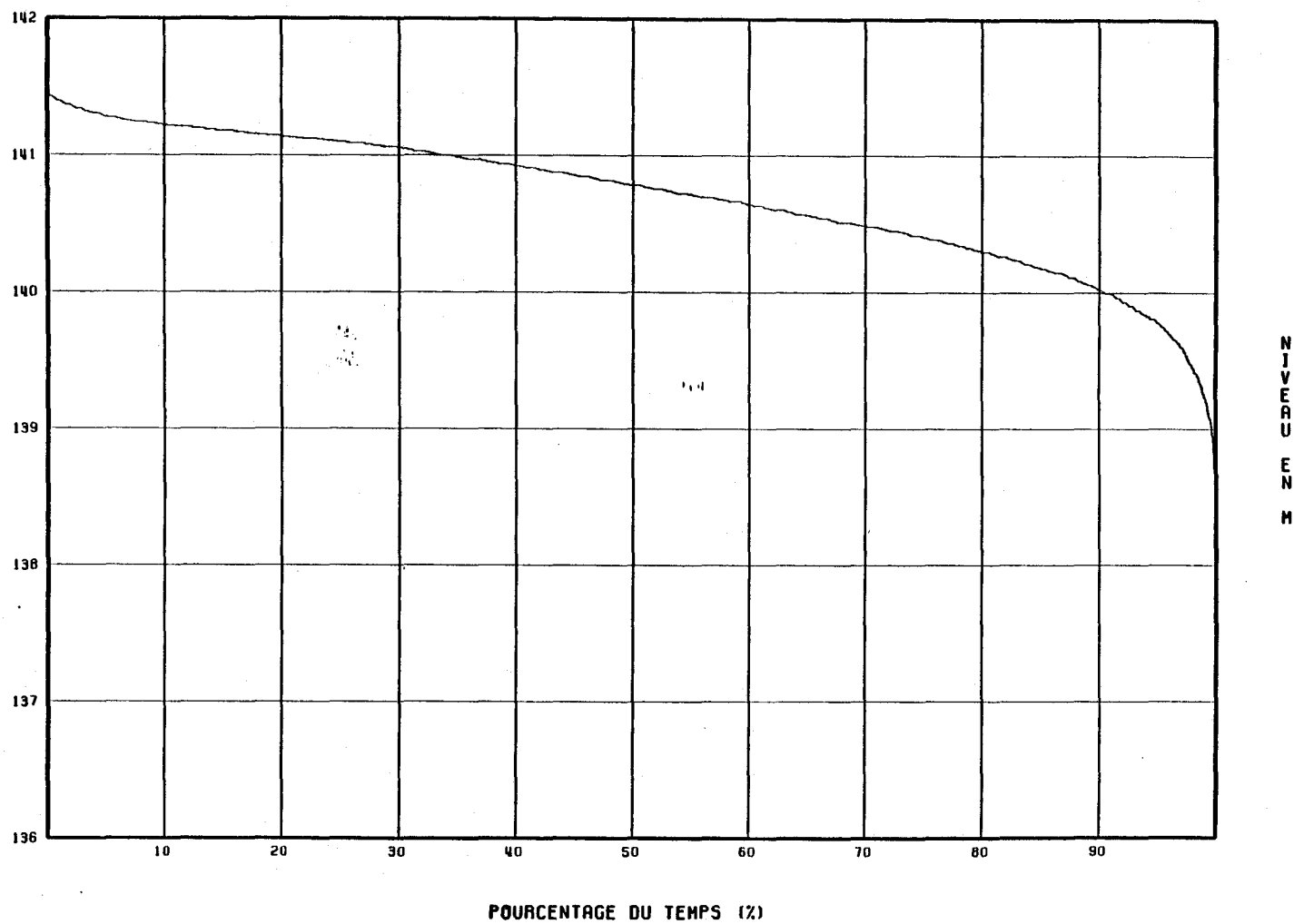


FIGURE 1.1.14 Courbe de niveaux classés.

NIVEAU INSTANTANNE - PAUGAN (AUT. 1929-1984)

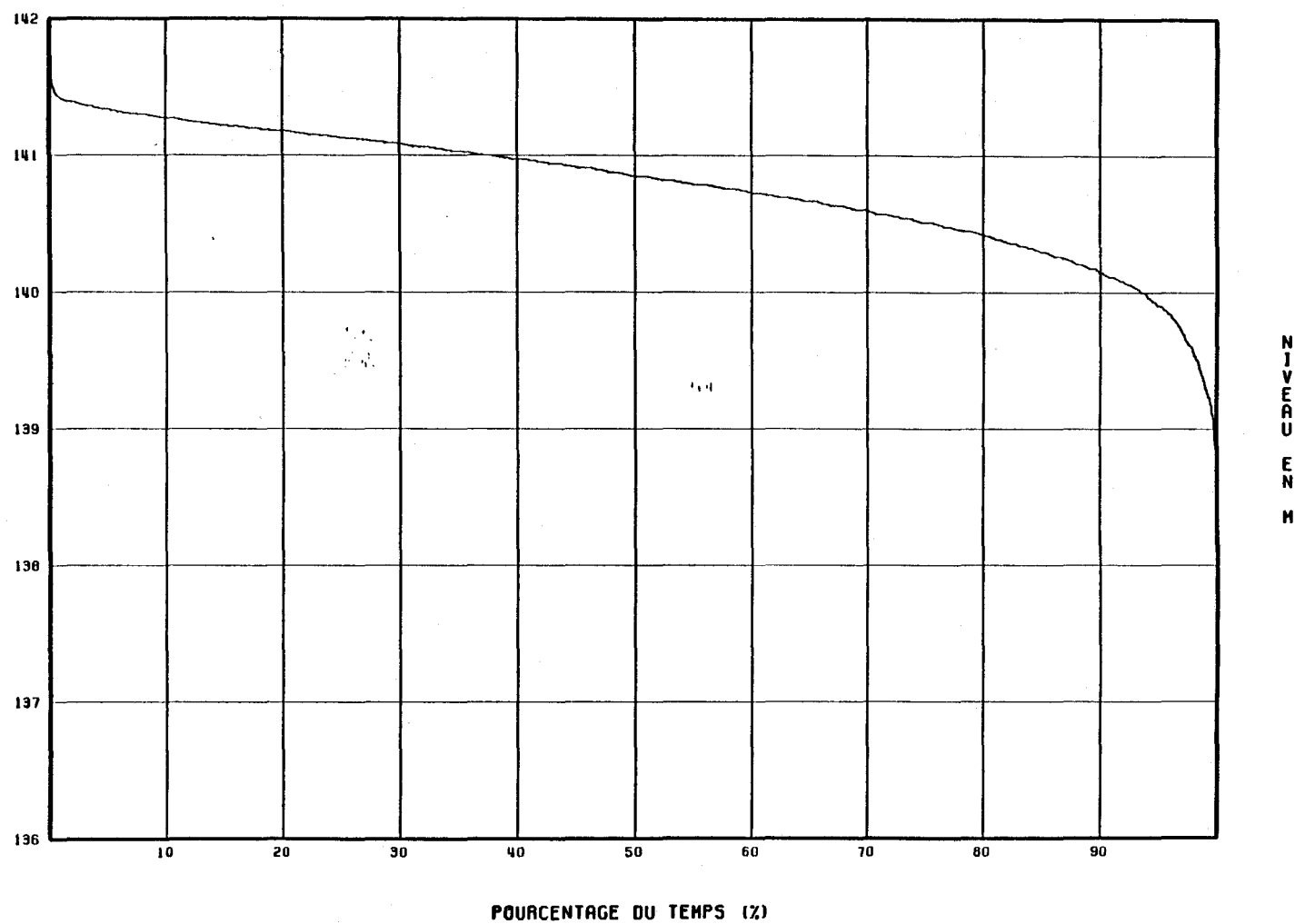


FIGURE 1.1.15 Courbe de niveaux classés.

NIVEAU INSTANTANNE - PAUGAN (HIVER 1929-1984)

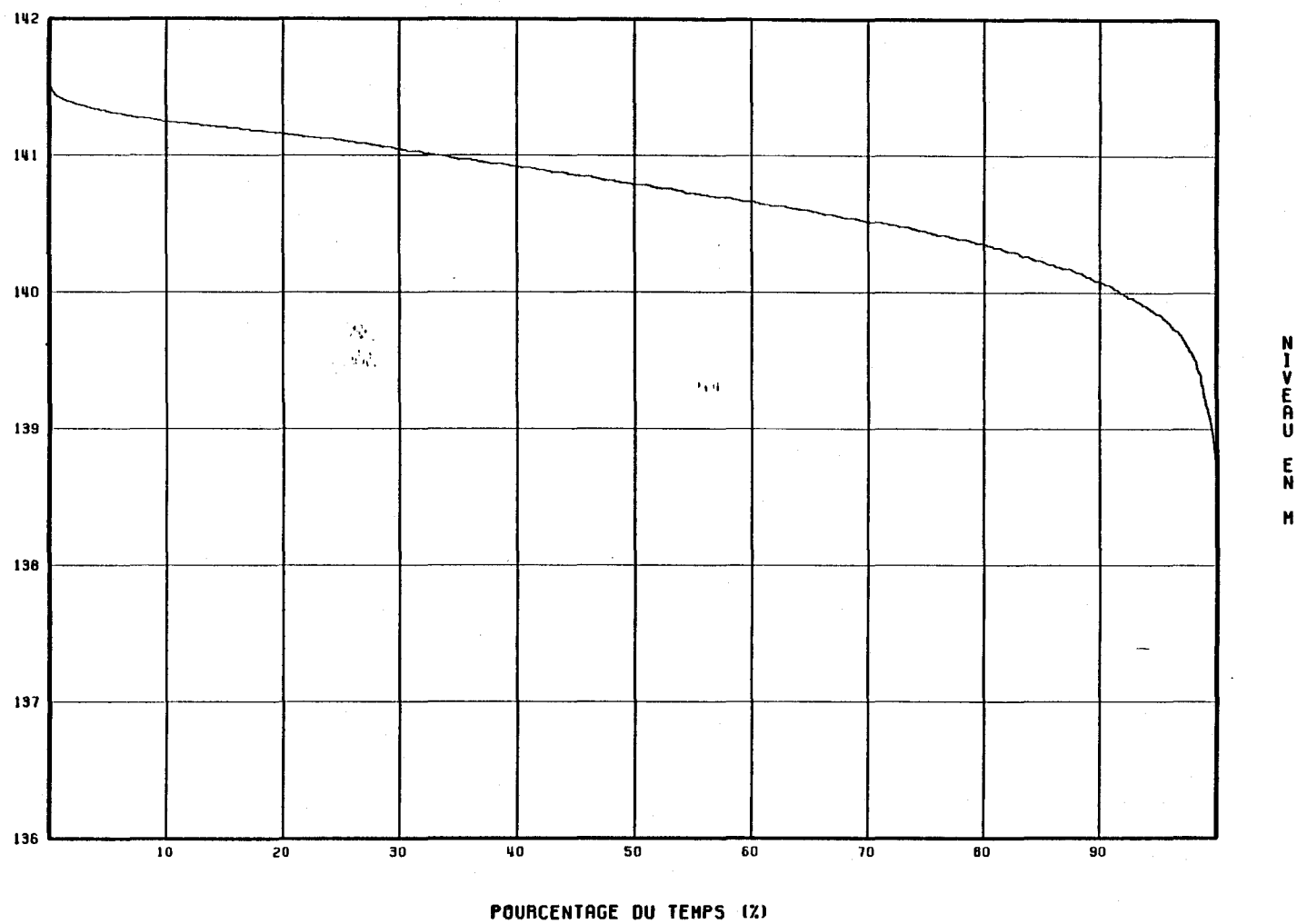


FIGURE 1.1.16 Courbe de niveaux classés.

ANNEXE 1.2

TABLEAU DES VALEURS MINIMALES, MOYENNES ET MAXIMALES DES
NIVEAUX JOURNALIERS AU RÉSERVOIR PAUGAN

TABLEAU 1.2 Tableau des valeurs minimales, moyennes et maximales des niveaux journaliers au réservoir Paugan.

YMIN_MIN= 1.36641E+02 YMAX_MAX= 1.41677E+02;

MINIMUM	64	139.86	57	139.85	57	139.44	57	139.13	57	139.35	61	139.40	56	139.43	59	139.26	59	139.26	56	139.40
57	139.47	57	139.35	71	139.70	57	139.41	57	139.16	57	139.02	57	139.02	57	139.07	57	139.21	61	139.23	
38	139.10	38	139.45	31	139.75	61	139.92	61	139.52	61	139.23	61	138.99	39	139.65	31	139.60	31	139.32	
31	139.32	62	139.54	62	138.93	62	139.42	31	139.51	31	139.20	31	139.05	31	139.02	62	139.29	62	139.32	
56	139.48	67	139.69	58	139.72	58	139.81	67	139.75	67	139.81	67	139.69	67	139.72	67	139.74	64	139.90	
64	139.86	64	139.78	52	139.72	52	139.95	56	139.72	60	139.89	60	139.74	52	140.12	52	139.81	52	139.52	
52	139.78	50	139.42	50	139.96	54	139.96	54	139.81	36	139.96	54	139.98	39	139.60	39	139.68	71	139.49	
71	139.15	71	139.44	57	139.75	57	139.74	39	139.57	39	139.57	39	139.49	32	139.57	32	139.57	73	139.55	
73	139.40	39	139.21	73	139.39	73	139.51	73	139.59	73	139.67	83	139.64	83	139.46	83	139.62	49	139.23	
49	138.64	49	138.35	78	139.23	78	138.90	62	138.44	62	138.10	71	137.47	71	137.04	71	136.64	71	136.89	
71	137.92	78	138.21	71	138.34	71	138.14	71	137.68	71	137.16	71	137.07	72	137.82	72	137.36	72	137.21	
72	137.25	72	137.30	72	137.76	71	138.02	72	138.65	72	138.43	72	137.98	72	138.17	72	138.05	72	138.23	
59	138.17	59	138.53	57	138.41	61	139.54	29	139.23	29	138.99	73	138.71	73	138.52	73	138.63	73	138.70	
63	138.62	36	138.32	36	138.18	36	138.26	36	138.06	74	137.78	74	137.81	36	137.81	36	137.89	36	137.79	
74	137.96	74	137.74	74	137.78	74	137.80	74	137.77	74	137.78	74	137.83	74	138.04	74	138.11	47	138.14	
47	138.17	47	138.19	47	138.22	47	138.26	47	138.15	47	138.59	47	139.17	63	139.07	31	139.02	31	138.84	
31	139.02	31	139.26	32	139.26	32	139.29	32	139.11	32	138.96	32	139.02	32	139.26	60	139.32	60	139.56	
58	139.31	68	139.08	68	138.93	68	138.84	31	139.48	31	139.66	59	139.72	63	139.47	63	139.48	50	139.23	
50	139.03	50	139.95	74	140.16	31	140.03	31	139.90	57	139.40	57	138.88	57	139.23	57	139.00	57	138.92	
57	139.08	35	139.07	35	139.07	57	139.24	29	138.23	57	139.51	57	139.39	57	139.38	57	139.35	57	139.11	
57	139.20	62	139.78	39	139.97	60	139.83	75	139.86	75	139.93	61	139.86	61	139.69	61	139.65	60	139.63	
60	139.38	60	139.93	35	139.80	35	139.51	62	139.65	50	139.35	50	139.48	65	139.10	65	138.83	65	139.26	
65	139.08	65	139.13	65	139.05	31	138.68	31	138.04	31	138.01	31	138.74	31	139.57	40	139.85	60	139.74	
60	138.92	60	138.38	60	139.06	35	140.06	33	139.81	33	139.42	33	139.20	33	139.20	60	139.32	31	139.42	
47	139.41	35	139.44	61	139.02	61	138.59	56	138.68	31	139.26	31	139.17	31	139.54	29	139.35	34	139.60	
29	139.60	49	139.26	49	139.65	57	139.71	35	139.48	39	139.18	39	138.99	39	139.02	56	139.34	60	139.32	
56	139.46	56	139.26	56	139.12	74	139.08	56	139.17	74	139.10	31	139.11	31	138.99	63	139.26	63	138.93	
63	139.29	61	139.57	29	139.63	74	139.61	74	139.50	74	139.33	74	139.29	74	139.18	74	139.47	74	139.41	
74	139.40	74	139.22	74	139.42	41	139.35	51	139.64	39	139.73	53	139.42	53	139.19	53	139.03	53	139.35	
57	139.64	57	139.87	56	139.84	31	139.66	31	139.23	31	139.23	58	139.42	58	138.89	56	139.52	39	139.54	
55	139.60	68	139.33	68	138.84	68	138.87	68	139.23	34	139.96	34	139.91	55	139.60	55	139.37	37	139.83	
55	139.97	58	139.53	55	140.03	56	139.86	56	139.57	56	139.87	56	139.60	56	139.23	58	138.87	56	139.23	
56	139.49	58	139.86	66	139.84	77	139.90	66	139.74	66	139.72	66	139.98	61	140.13	55	139.87	59	140.08	
58	139.82	58	138.84	58	138.62	58	139.34	58	139.51	56	139.52	58	139.61	31	139.26	35	139.26	35	138.82	
35	138.92	56	139.51	31	139.23	31	139.11	59	139.37	58	139.31	58	138.30	34	138.95	58	139.08	61	138.90	
58	139.20	58	139.29	73	139.29	73	139.58	45	139.60	55	139.14	55	138.75	59	138.90	60	139.63	50	139.78	
50	139.04	50	138.62	50	138.24	50	138.74	43	139.10											
MAXIMUM	83	141.43	38	141.42	37	141.41	76	141.31	29	141.43	29	141.40	46	141.43	50	141.43	83	141.46	83	141.47
83	141.46	83	141.37	83	141.40	45	141.38	50	141.47	83	141.34	83	141.31	83	141.24	29	141.37	29	141.34	
45	141.52	45	141.38	29	141.37	60	141.36	77	141.38	77	141.38	46	141.37	45	141.48	50	141.44	38	141.34	
37	141.38	29	141.34	29	141.40	79	141.40	45	141.44	39	141.38	49	141.41	54	141.37	48	141.44	48	141.46	
48	141.39	45	141.52	29	141.37	37	141.41	37	141.42	48	141.43	37	141.43	77	141.45	37	141.43	37	141.41	
77	141.47	37	141.39	48	141.62	48	141.47	79	141.40	45	141.48	45	141.36	38	141.38	54	141.42	59	141.40	
58	141.43	46	141.44	45	141.55	45	141.49	45	141.43	77	141.38	48	141.43	29	141.37	46	141.50	45	141.59	
45	141.46	38	141.44	37	141.31	37	141.40	47	141.49	37	141.42	45	141.63	37	141.44	38	141.38	37	141.42	
48	141.59	37	141.43	37	141.43	37	141.41	37	141.42	38	141.31	37	141.42	37	141.44	47	141.61	37	141.40	
37	141.44	37	141.34	37	141.38	54	141.47	37	141.40	47	141.52	29	141.43	29	141.37	37	141.39	37	141.36	
29	141.37	37	141.42	29	141.43	32	141.40	38	141.39	34	141.37	49	141.38	29	141.34	41	141.41	41	141.38	
37	141.35	39	141.37	32	141.43	41	141.38	32	141.37	42	141.38	39	141.41	39	141.41	45	141.55	50	141.31	
37	141.31	36	141.40	40	141.34	30	141.40	36	141.38	34	141.41	40	141.35	45	141.40	39	141.35	42	141.35	
30	141.34	30	141.34	30	141.31	34	141.29	39	141.27	54	141.37	54	141.37	55	141.29	58	141.47	42	141.43	
42	141.37	55	141.43	37	141.34	37	141.38	30	141.34	46	141.44	51	141.44	37	141.43	49	141.47	43	141.41	
53	141.33	37	141.39	30	141.37	39	141.39	50	141.43	55	141.43	42	141.36	60	141.38	30	141.40	33	141.37	
37	141.36	37	141.38	55	141.40	54	141.40	34	141.40	34	141.43	30	141.43	62	141.43	30	141.37	30	141.37	
30	141.43	38	141.43	48	141.35	52	141.40	29	141.43	34	141.41	38	141.38	38	141.41	48	141.35	38	141.38	

TABLEAU 1.2 Tableau des valeurs minimales, moyennes et maximales des niveaux journaliers au réservoir Paugan.

35	141.38	46	141.52	51	141.43	49	141.43	38	141.42	48	141.40	34	141.37	36	141.31	29	141.37	34	141.40
39	141.37	34	141.41	47	141.42	47	141.50	36	141.41	36	141.43	39	141.41	39	141.44	36	141.42	34	141.38
34	141.42	30	141.37	34	141.43	29	141.34	38	141.38	38	141.38	29	141.40	30	141.37	30	141.40	71	141.40
39	141.41	33	141.40	30	141.46	47	141.42	29	141.34	29	141.43	29	141.34	76	141.28	39	141.35	32	141.43
32	141.37	30	141.46	30	141.31	30	141.37	80	141.28	80	141.24	38	141.31	48	141.26	30	141.43	29	141.27
29	141.24	83	141.26	55	141.27	65	141.31	38	141.25	30	141.34	46	141.34	76	141.26	76	141.24	72	141.32
82	141.26	48	141.43	84	141.29	30	141.40	30	141.40	45	141.47	50	141.49	38	141.38	54	141.39	53	141.31
36	141.43	30	141.40	30	141.31	29	141.27	29	141.31	59	141.34	29	141.49	30	141.34	51	141.35	30	141.34
36	141.33	36	141.31	36	141.28	36	141.43	36	141.34	51	141.40	30	141.31	30	141.46	30	141.31	71	141.37
82	141.25	84	141.27	30	141.43	84	141.39	44	141.42	84	141.31	53	141.38	84	141.32	84	141.34	45	141.39
45	141.39	84	141.39	38	141.42	38	141.41	48	141.43	46	141.40	46	141.58	36	141.38	38	141.42	68	141.43
38	141.40	36	141.43	38	141.41	38	141.38	38	141.41	76	141.39	82	141.39	82	141.44	36	141.49	82	141.44
72	141.31	82	141.36	71	141.39	38	141.27	51	141.34	83	141.32	83	141.36	83	141.39	39	141.44	44	141.62
44	141.50	31	141.37	83	141.42	83	141.39	41	141.40	48	141.43	82	141.41	51	141.41	37	141.42	83	141.41
46	141.54	62	141.46	50	141.52	44	141.50	31	141.58	31	141.49	44	141.46	44	141.41	44	141.45	44	141.50
44	141.68	37	141.42	41	141.41	41	141.38	63	141.40	82	141.35	50	141.40	49	141.47	37	141.40	82	141.40
47	141.48	57	141.51	47	141.45	46	141.58	46	141.62	46	141.48	46	141.54	46	141.60	46	141.58	82	141.40
71	141.37	44	141.62	37	141.40	82	141.40	82	141.42	57	141.50	82	141.37	84	141.37	82	141.49	82	141.46
49	141.40	49	141.49	82	141.36	84	141.39	84	141.42										

MOYENNE	140.78	140.81	140.73	140.69	140.68	140.69	140.72	140.73	140.69	140.68
140.72	140.68	140.71	140.73	140.75	140.74	140.70	140.65	140.64	140.65	
140.69	140.72	140.73	140.74	140.74	140.74	140.76	140.80	140.81	140.80	
140.78	140.75	140.69	140.69	140.70	140.70	140.70	140.71	140.71	140.70	
140.70	140.73	140.77	140.80	140.79	140.80	140.78	140.74	140.77	140.80	
140.82	140.78	140.81	140.82	140.83	140.84	140.86	140.87	140.85	140.82	
140.80	140.79	140.81	140.82	140.79	140.77	140.76	140.73	140.73	140.75	
140.76	140.79	140.78	140.77	140.75	140.76	140.75	140.74	140.70	140.66	
140.63	140.61	140.61	140.62	140.63	140.63	140.61	140.61	140.61	140.62	
140.56	140.51	140.50	140.43	140.36	140.32	140.34	140.24	140.19	140.17	
140.21	140.25	140.26	140.28	140.26	140.26	140.23	140.27	140.31	140.31	
140.30	140.32	140.36	140.37	140.41	140.38	140.38	140.40	140.39	140.40	
140.42	140.46	140.47	140.50	140.46	140.44	140.42	140.41	140.36	140.33	
140.34	140.38	140.42	140.42	140.41	140.40	140.45	140.47	140.52	140.54	
140.53	140.53	140.49	140.48	140.46	140.47	140.53	140.57	140.58	140.65	
140.66	140.66	140.65	140.68	140.66	140.64	140.63	140.59	140.52	140.53	
140.60	140.61	140.59	140.62	140.66	140.68	140.68	140.72	140.75	140.74	
140.74	140.70	140.68	140.69	140.72	140.75	140.78	140.79	140.75	140.69	
140.68	140.89	140.96	140.89	140.85	140.77	140.67	140.65	140.63	140.67	
140.71	140.73	140.74	140.71	140.66	140.71	140.75	140.77	140.78	140.79	
140.78	140.73	140.76	140.81	140.83	140.84	140.81	140.79	140.79	140.80	
140.80	140.79	140.81	140.78	140.74	140.69	140.66	140.64	140.60	140.57	
140.55	140.53	140.51	140.52	140.53	140.56	140.61	140.65	140.70	140.70	
140.72	140.75	140.76	140.78	140.76	140.73	140.71	140.69	140.69	140.67	
140.64	140.58	140.55	140.56	140.60	140.67	140.69	140.72	140.71	140.70	
140.68	140.65	140.65	140.64	140.60	140.57	140.58	140.58	140.58	140.62	
140.64	140.63	140.61	140.63	140.63	140.62	140.65	140.67	140.69	140.70	
140.72	140.74	140.78	140.78	140.75	140.74	140.73	140.75	140.74	140.71	
140.73	140.72	140.70	140.68	140.71	140.72	140.72	140.75	140.75	140.76	
140.79	140.85	140.83	140.79	140.77	140.74	140.71	140.70	140.74	140.70	
140.67	140.70	140.72	140.70	140.74	140.80	140.83	140.84	140.83	140.83	
140.81	140.83	140.87	140.88	140.91	140.93	140.92	140.88	140.82	140.81	
140.84	140.89	140.95	140.97	140.94	140.92	140.96	140.94	140.91	140.90	
140.86	140.83	140.81	140.82	140.80	140.75	140.73	140.70	140.70	140.74	
140.79	140.84	140.82	140.80	140.77	140.74	140.69	140.69	140.66	140.65	
140.66	140.68	140.69	140.65	140.59	140.49	140.41	140.46	140.77	140.88	
140.77	140.61	140.43	140.32	140.34	0.00					

ANNEXE 1.3

COURBES DE DÉBITS CLASSÉS SUR UNE BASE MENSUELLE ET SAISONNIÈRE
(GRAPHIQUES 1.3.1 À 1.3.16)

DEBIT TOTAL - PAUGAN (JANV. 1928-1984)

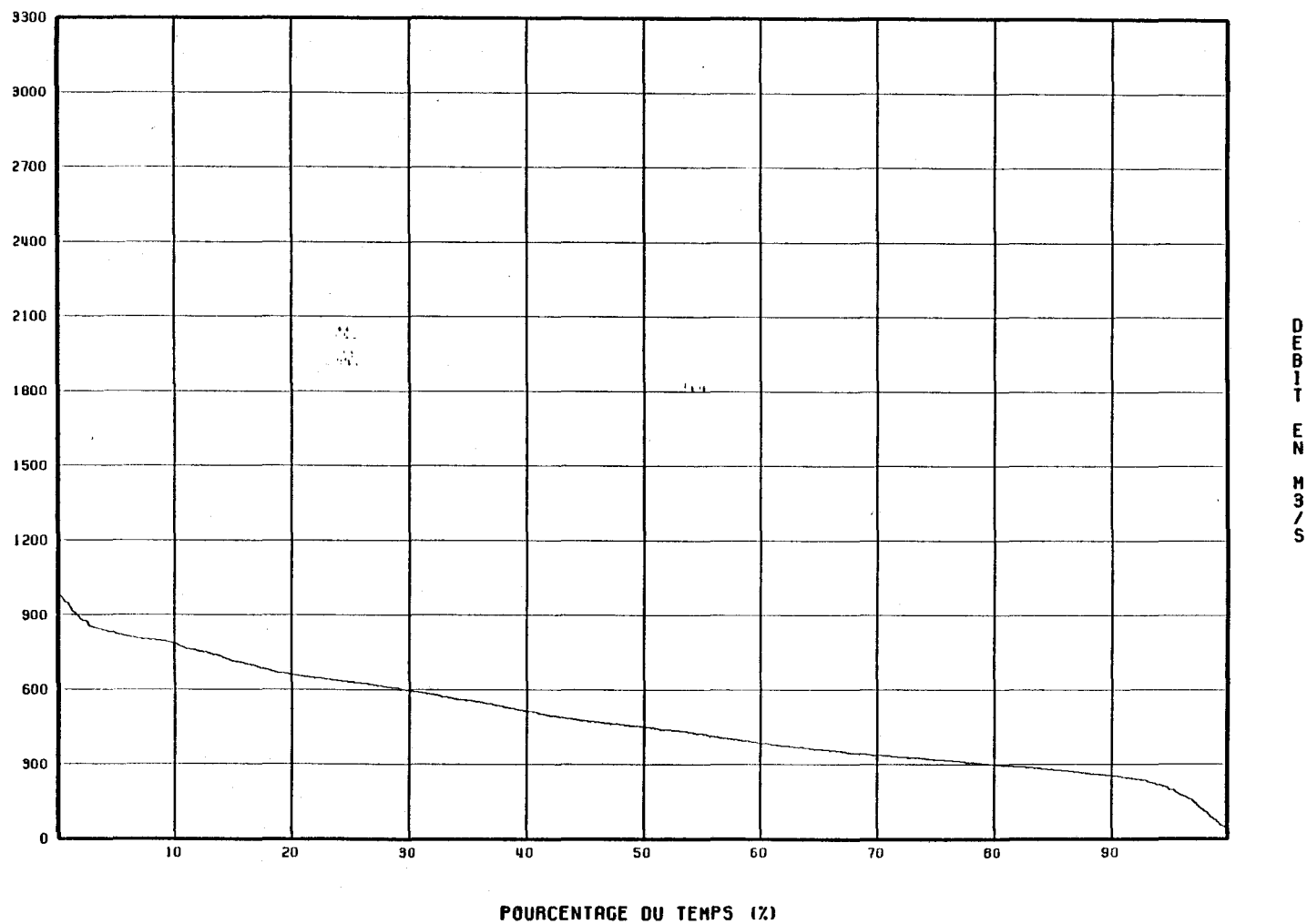


FIGURE 1.3.1 Courbe de débits classés.

DEBIT TOTAL - PAUGAN (FEV. 1928-1984)

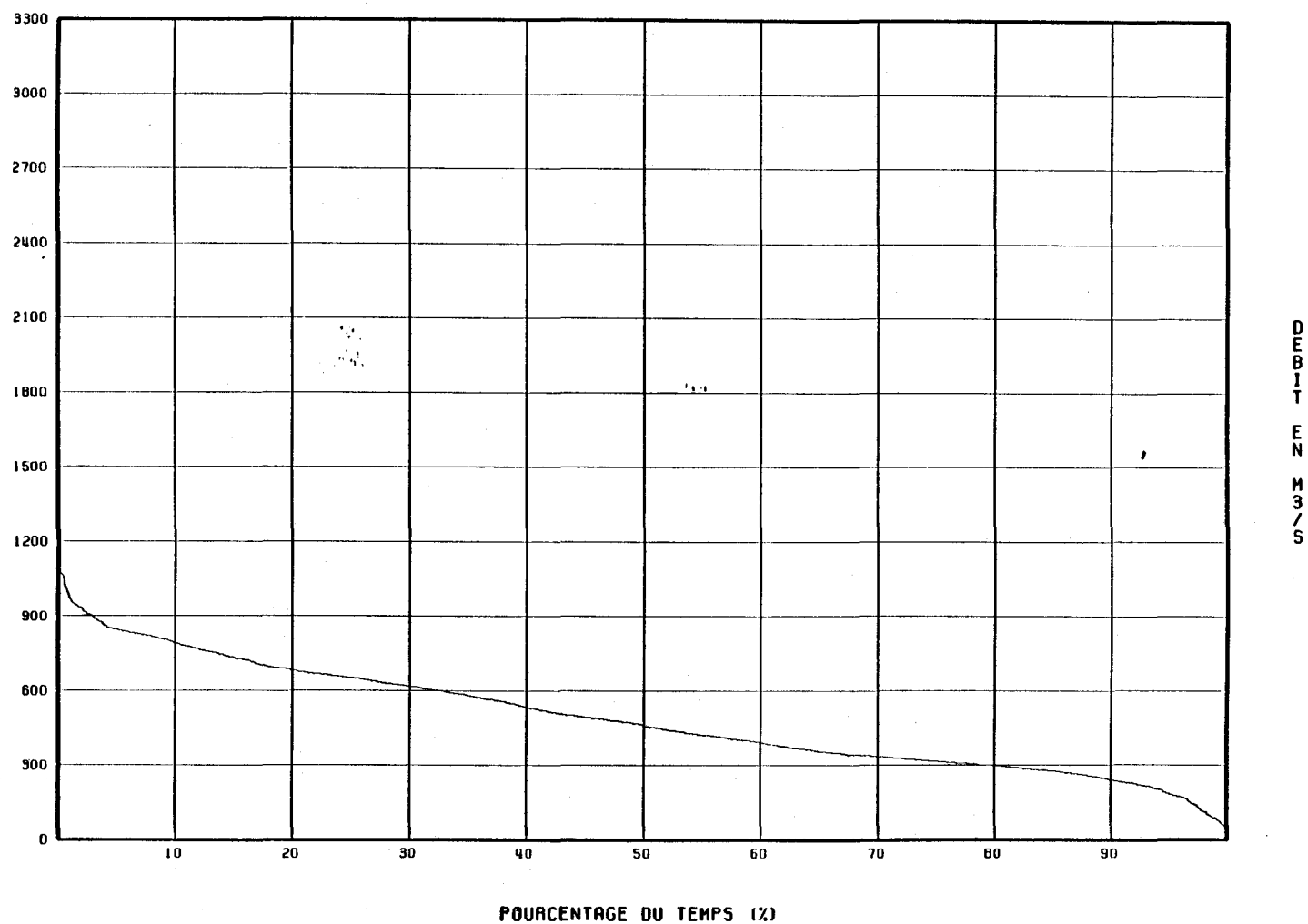


FIGURE 1.3.2 Courbe de débits classés.

DEBIT TOTAL - PAUGAN (MARS 1928-1984)

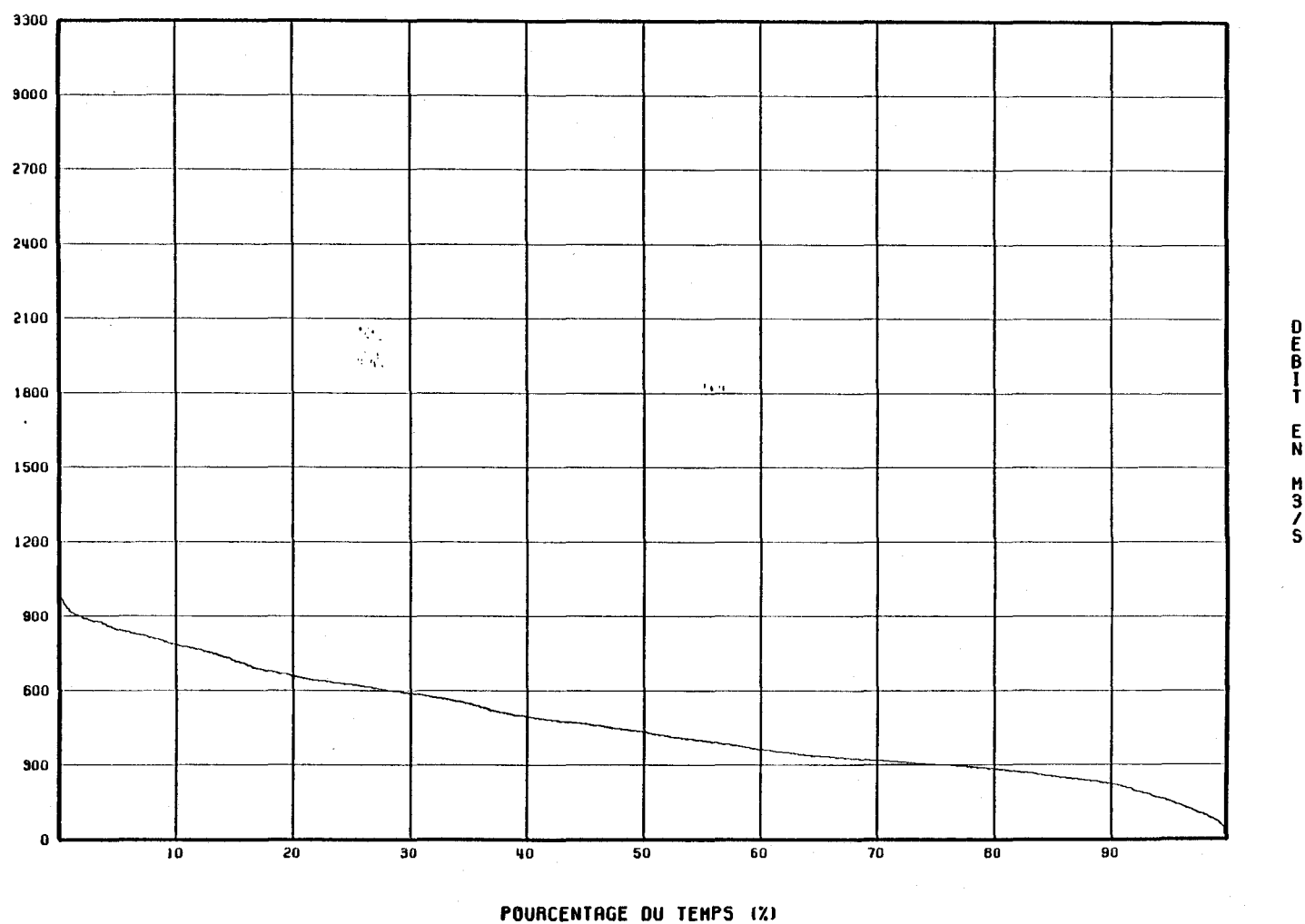


FIGURE 1.3.3 Courbe de débits classés.

DEBIT TOTAL - PAUCAN (AVRIL 1928-1984)

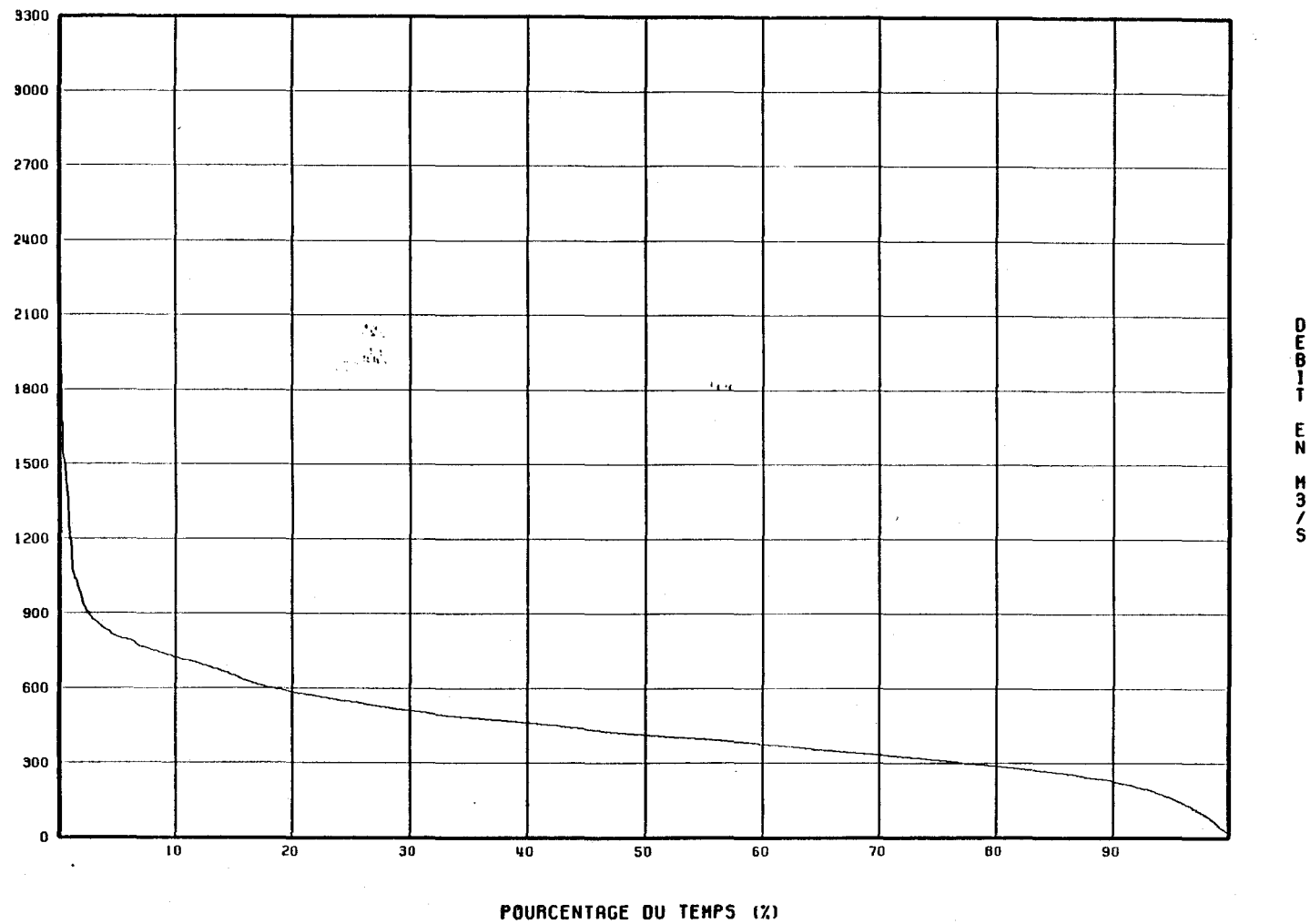


FIGURE 1.3.4 Courbe de débits classés.

DEBIT TOTAL - PAUGAN (MAI 1928-1984)

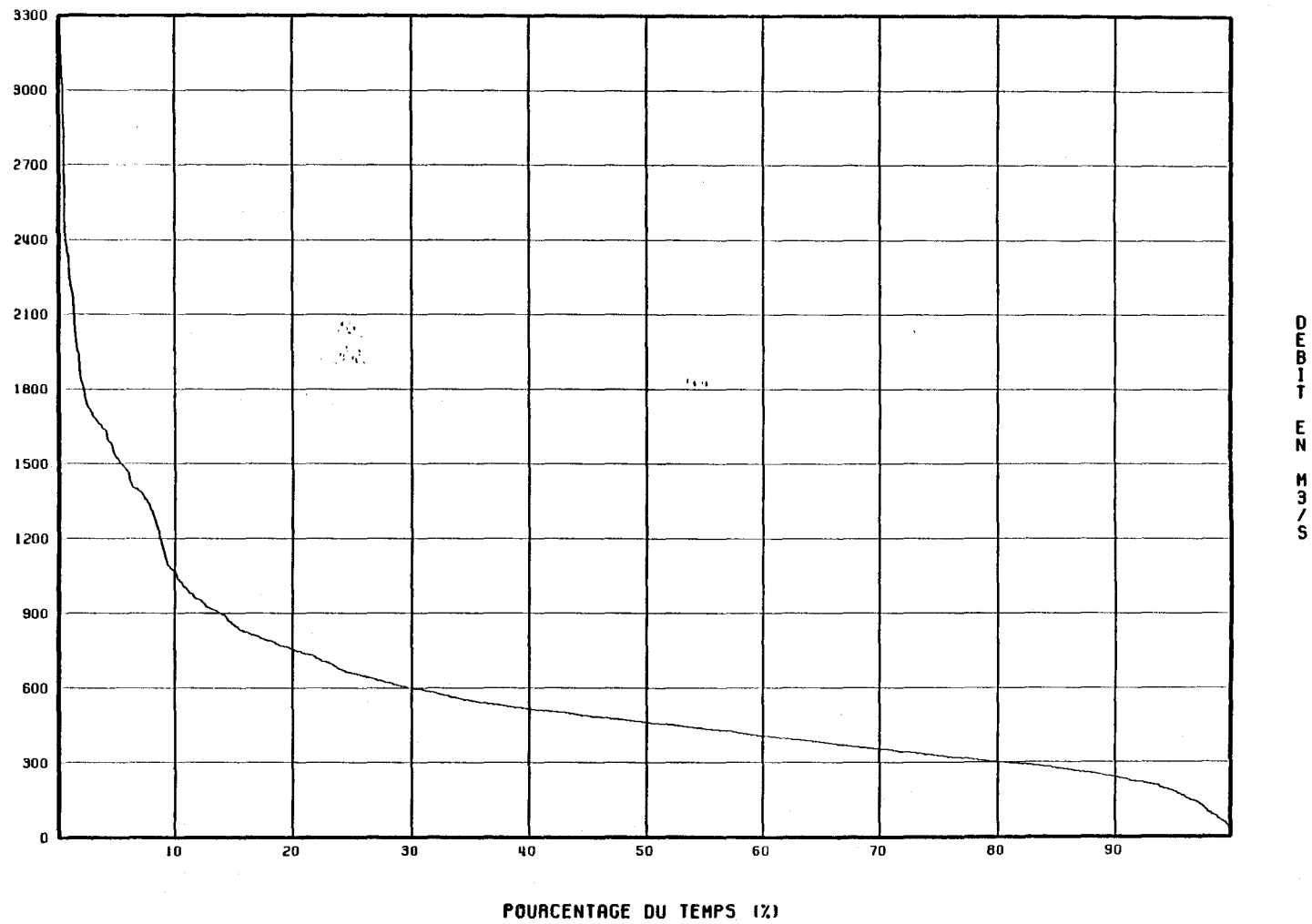


FIGURE 1.3.5 Courbe de débits classés.

DEBIT TOTAL - PAUGAN (JUN 1928-1984)

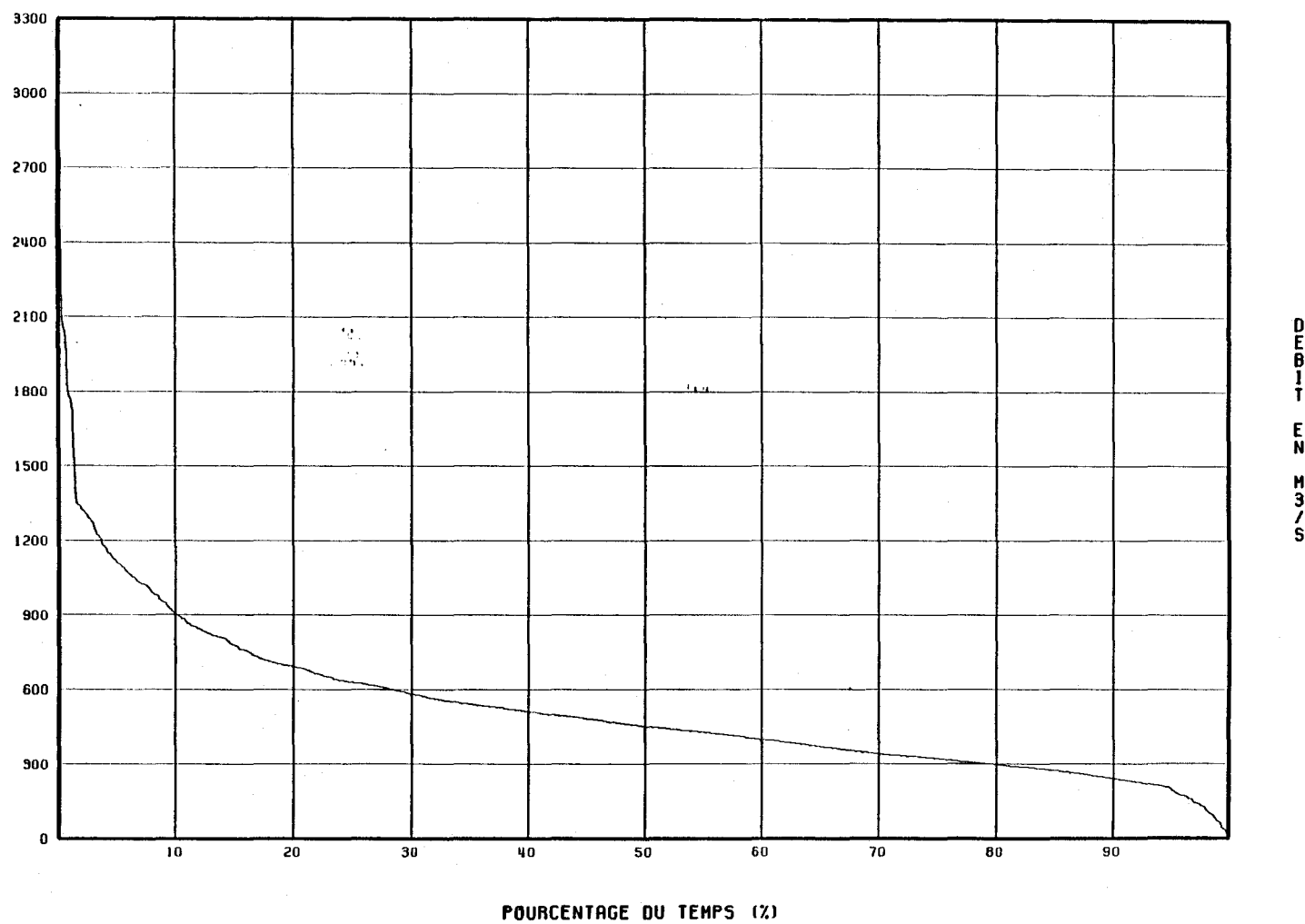


FIGURE 1.3.6 Courbe de débits classés.

DEBIT TOTAL - PAUGAN (JUIL. 1928-1984)

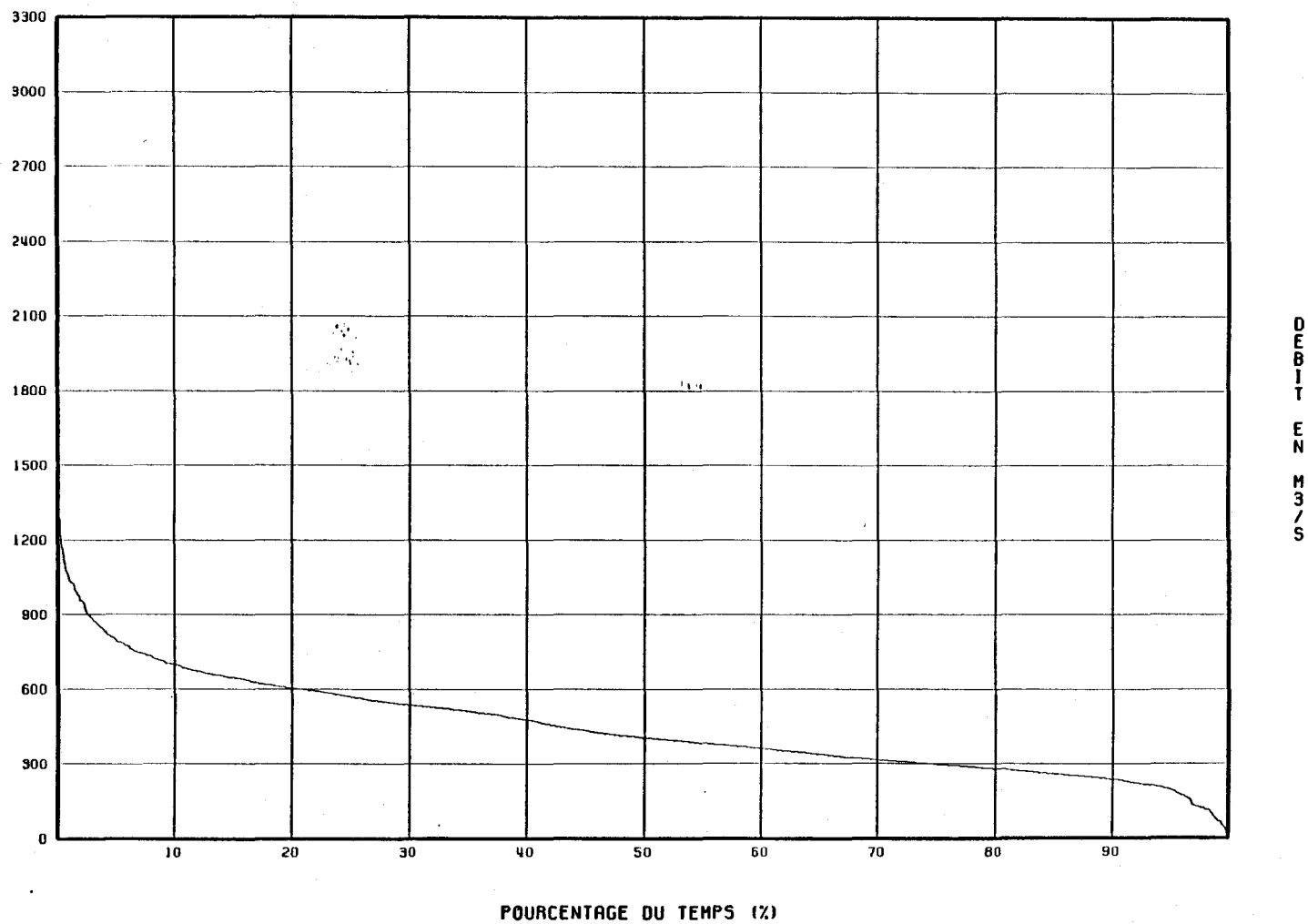


FIGURE 1.3.7 Courbe de débits classés.

DEBIT TOTAL - PAUGAN (AOUT 1928-1984)

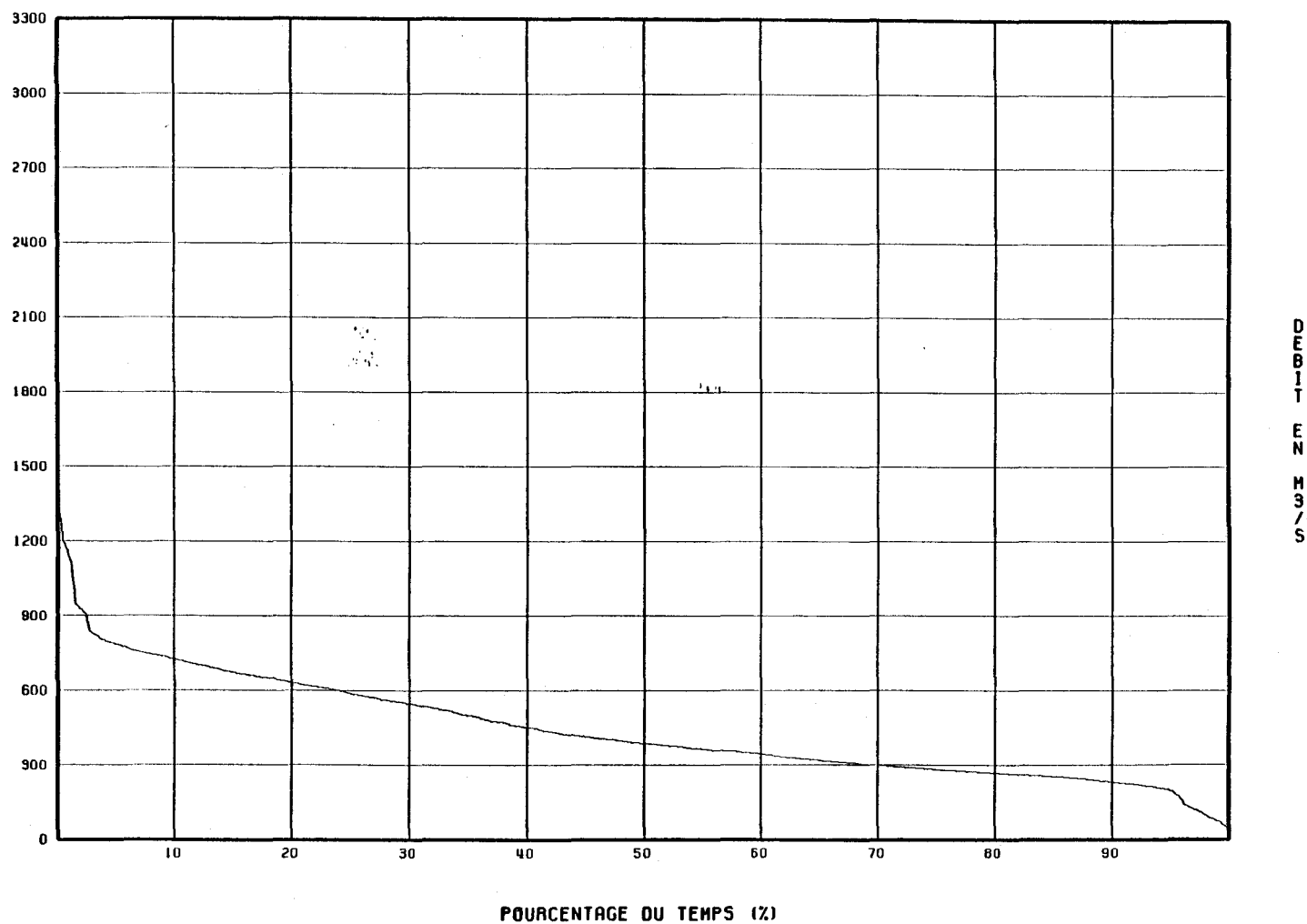


FIGURE 1.3.8 Courbe de débits classés.

DEBIT TOTAL - PAUGAN (SEPT. 1928-1984)

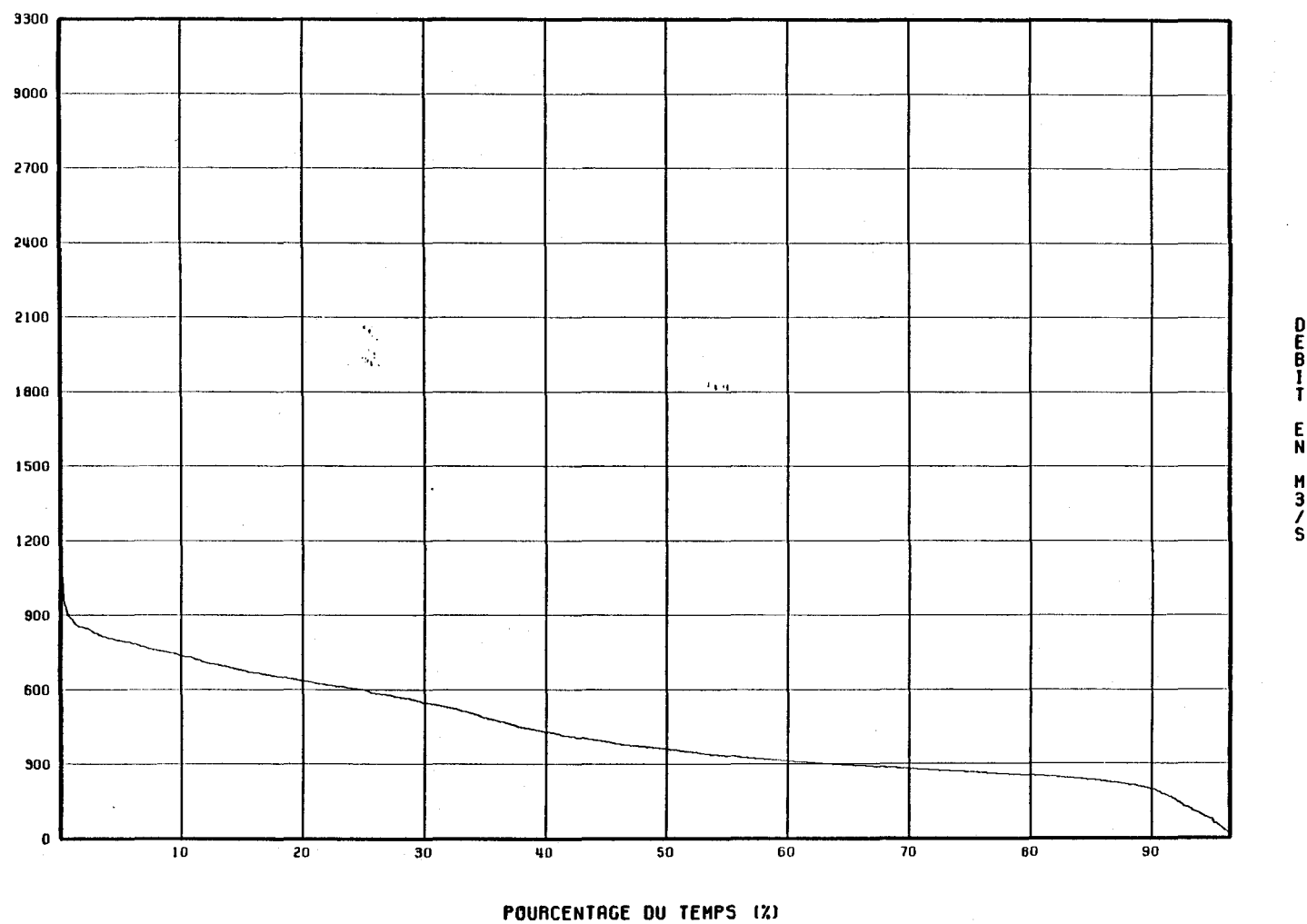


FIGURE 1.3.9 Courbe de débits classés.

DEBIT TOTAL - PAUGAN (OCT. 1928-1984)

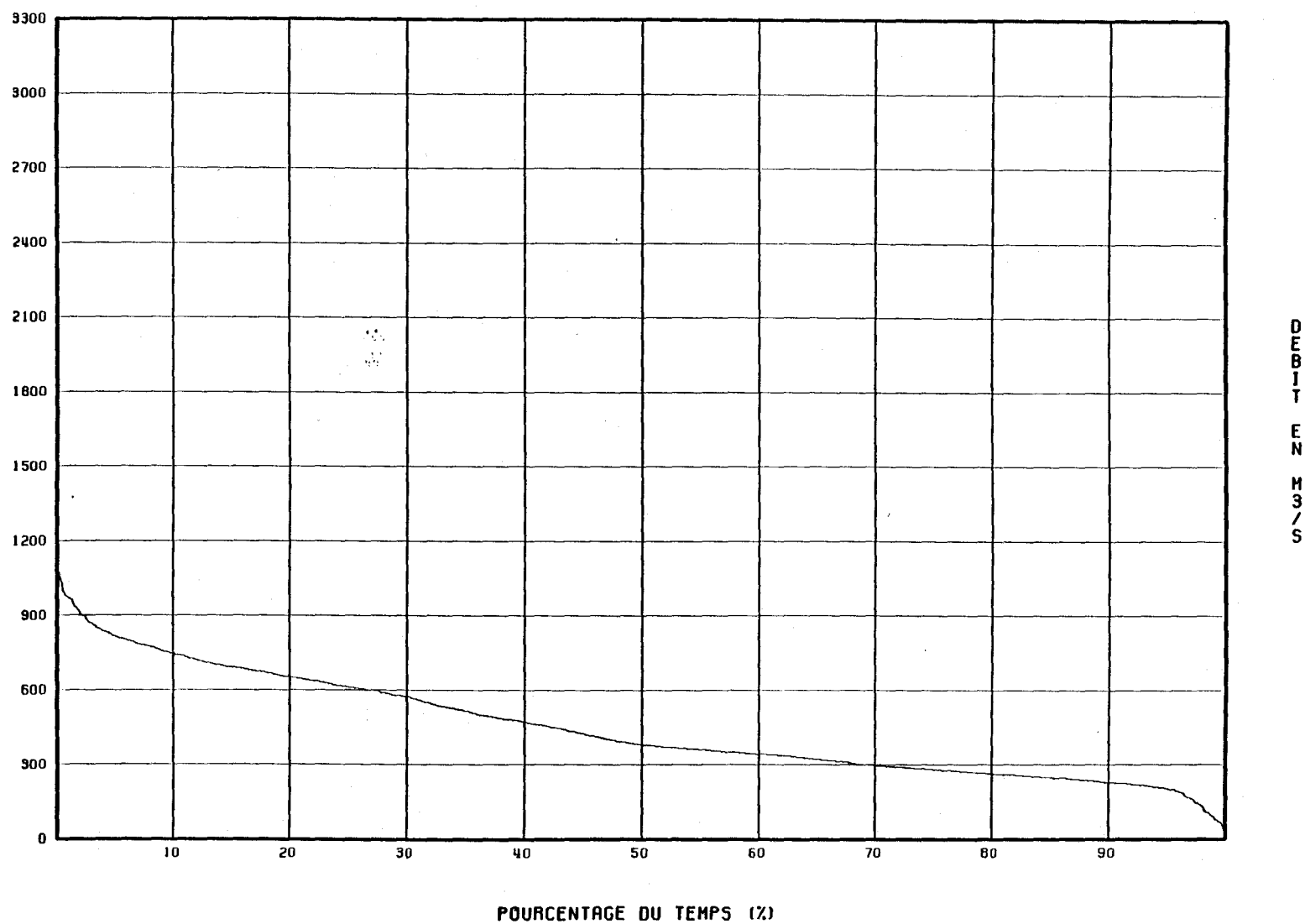


FIGURE 1.3.10 Courbe de débits classés.

DEBIT TOTAL - PAUGAN (NOV. 1928-1984)

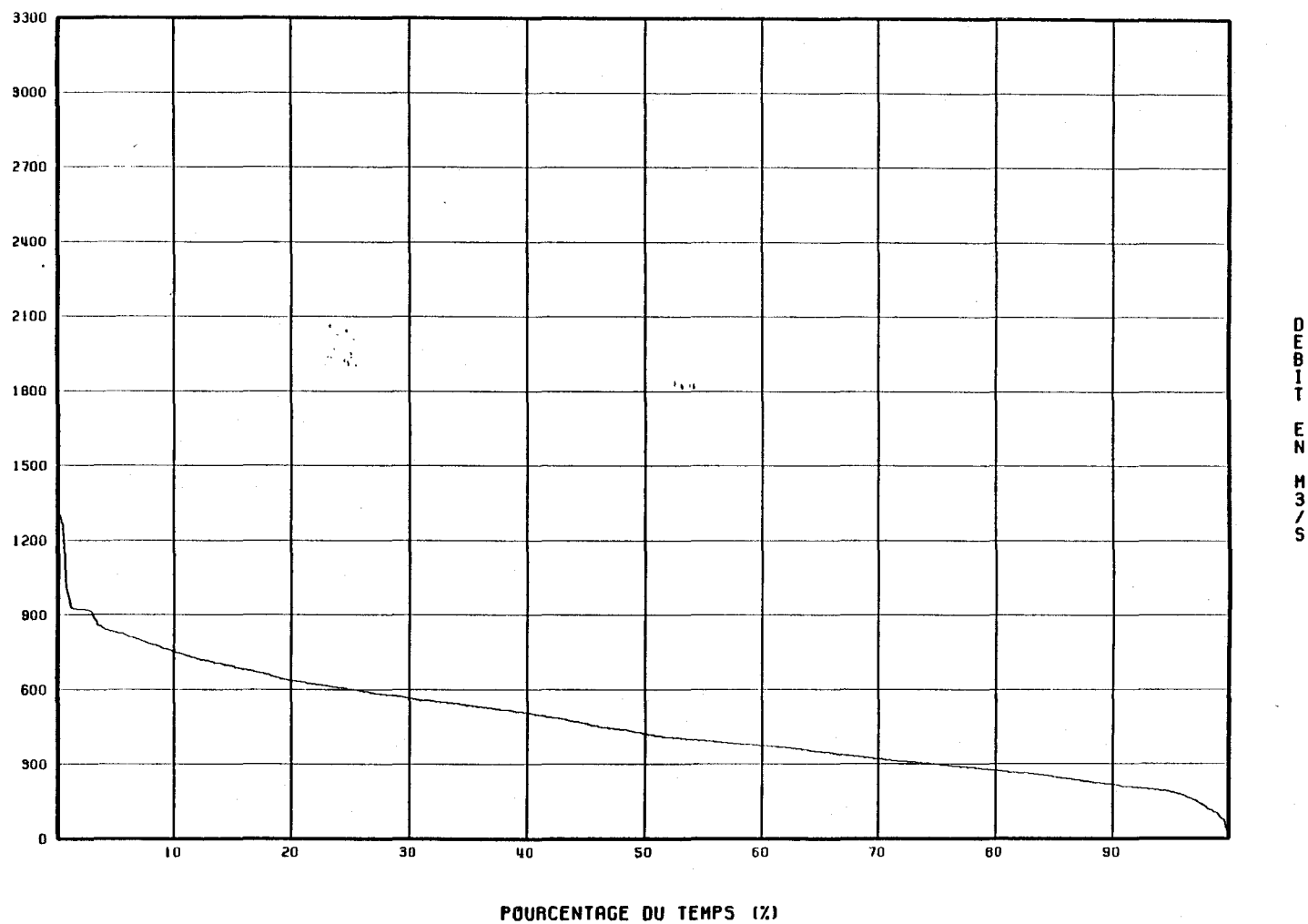


FIGURE 1.3.11 Courbe de débits classés.

DEBIT TOTAL - PAUGAN (DEC. 1928-1984)

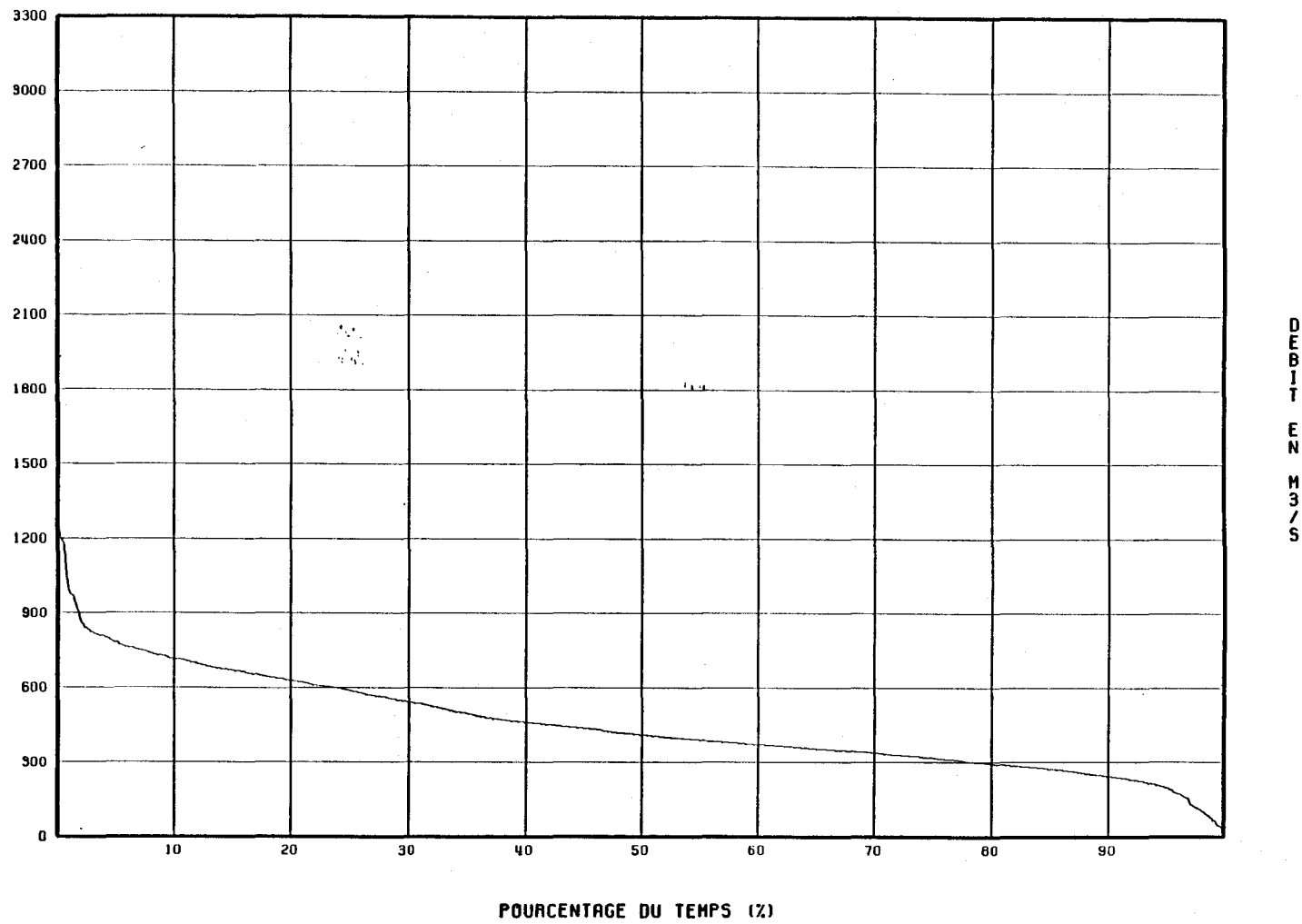


FIGURE 1.3.12 Courbe de débits classés.

DEBIT TOTAL - PAUGAN (PRINT. 1928-1984)

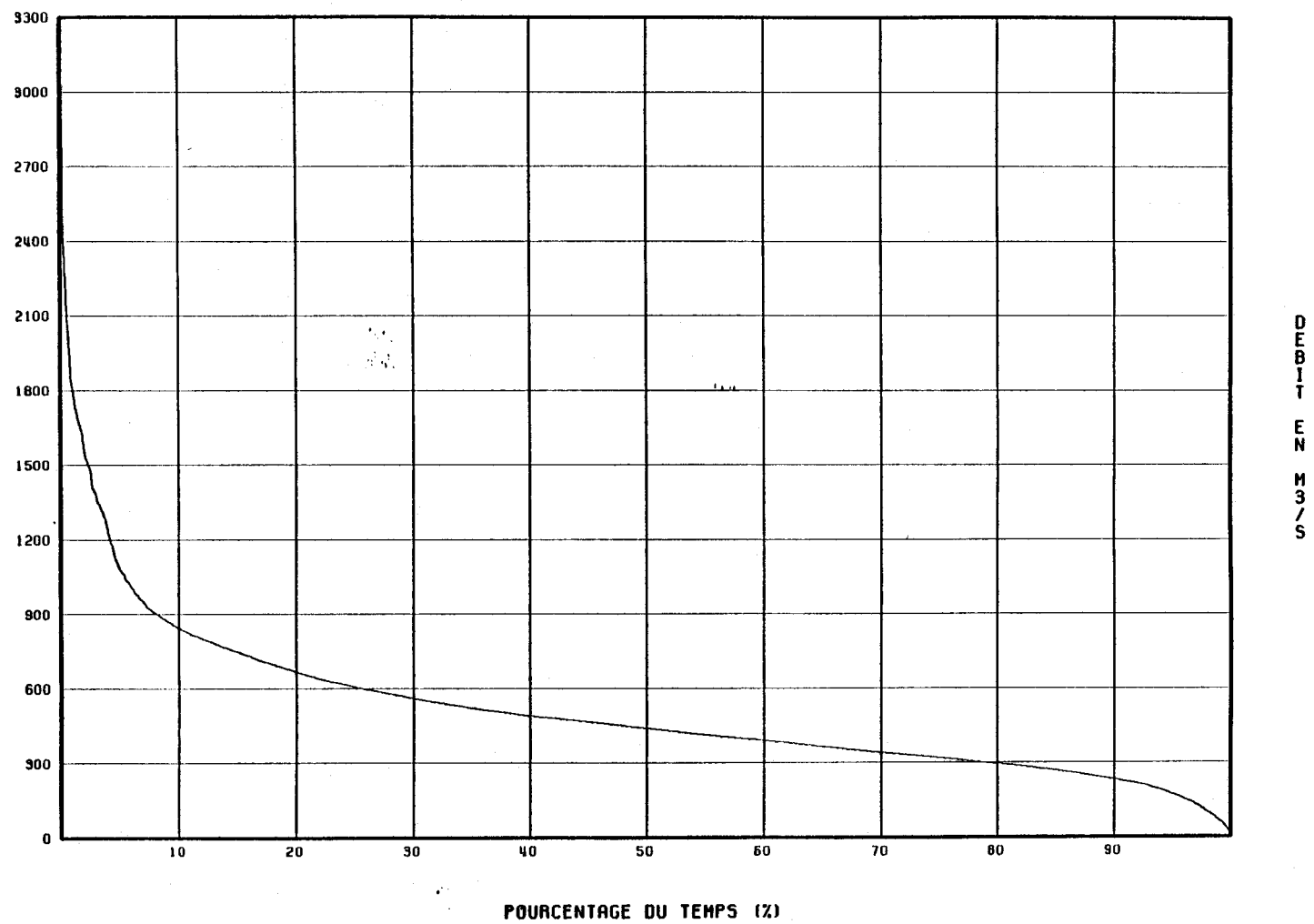


FIGURE 1.3.13 Courbe de débits classés.

DEBIT TOTAL - PAUGAN (ETE 1928-1984)

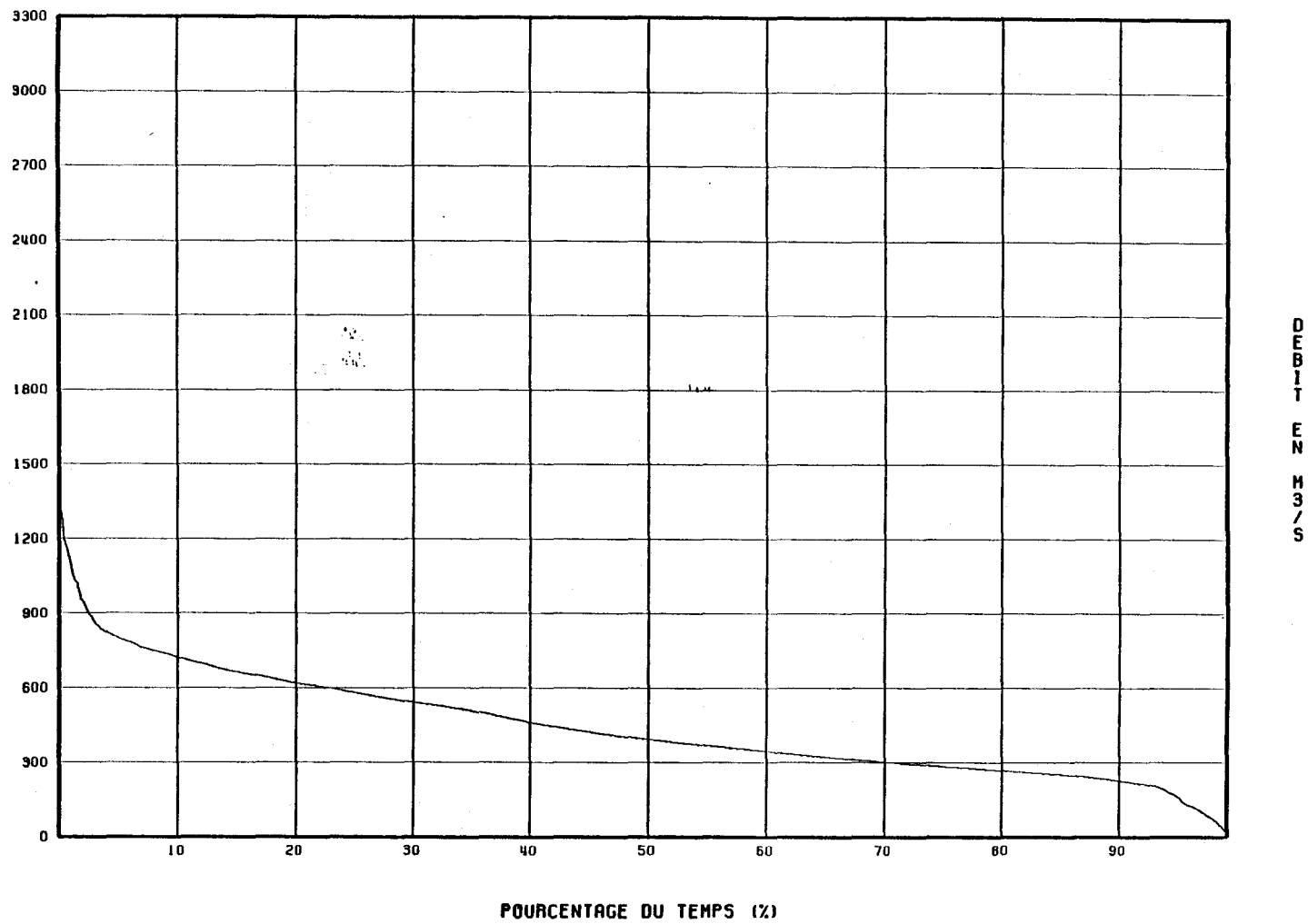


FIGURE 1.3.14 Courbe de débits classés.

DEBIT TOTAL - PAUGAN (AUT. 1928-1984)

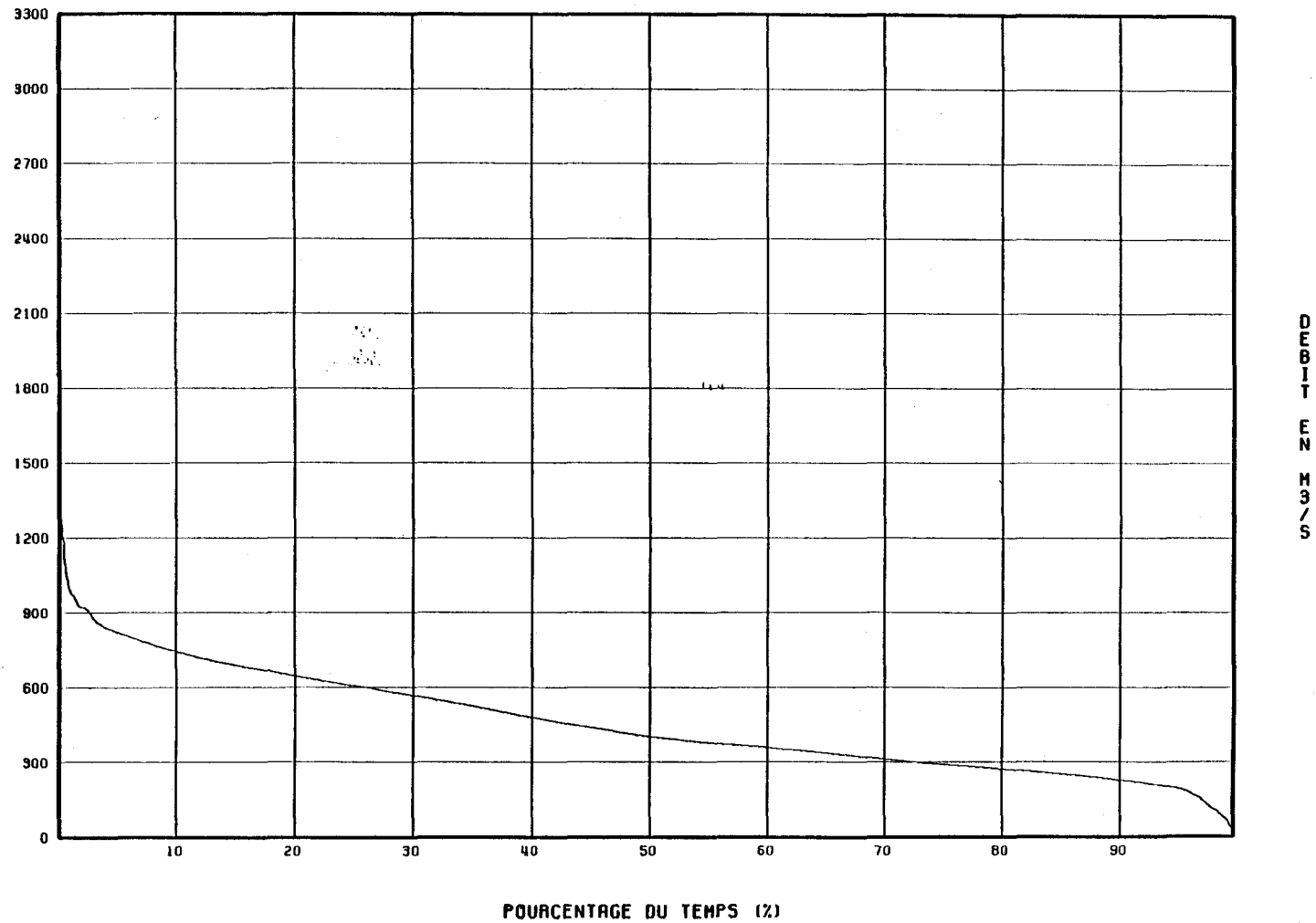


FIGURE 1.3.15 Courbe de débits classés.

DEBIT TOTAL - PAUGAN (HIVER 1928-1984)

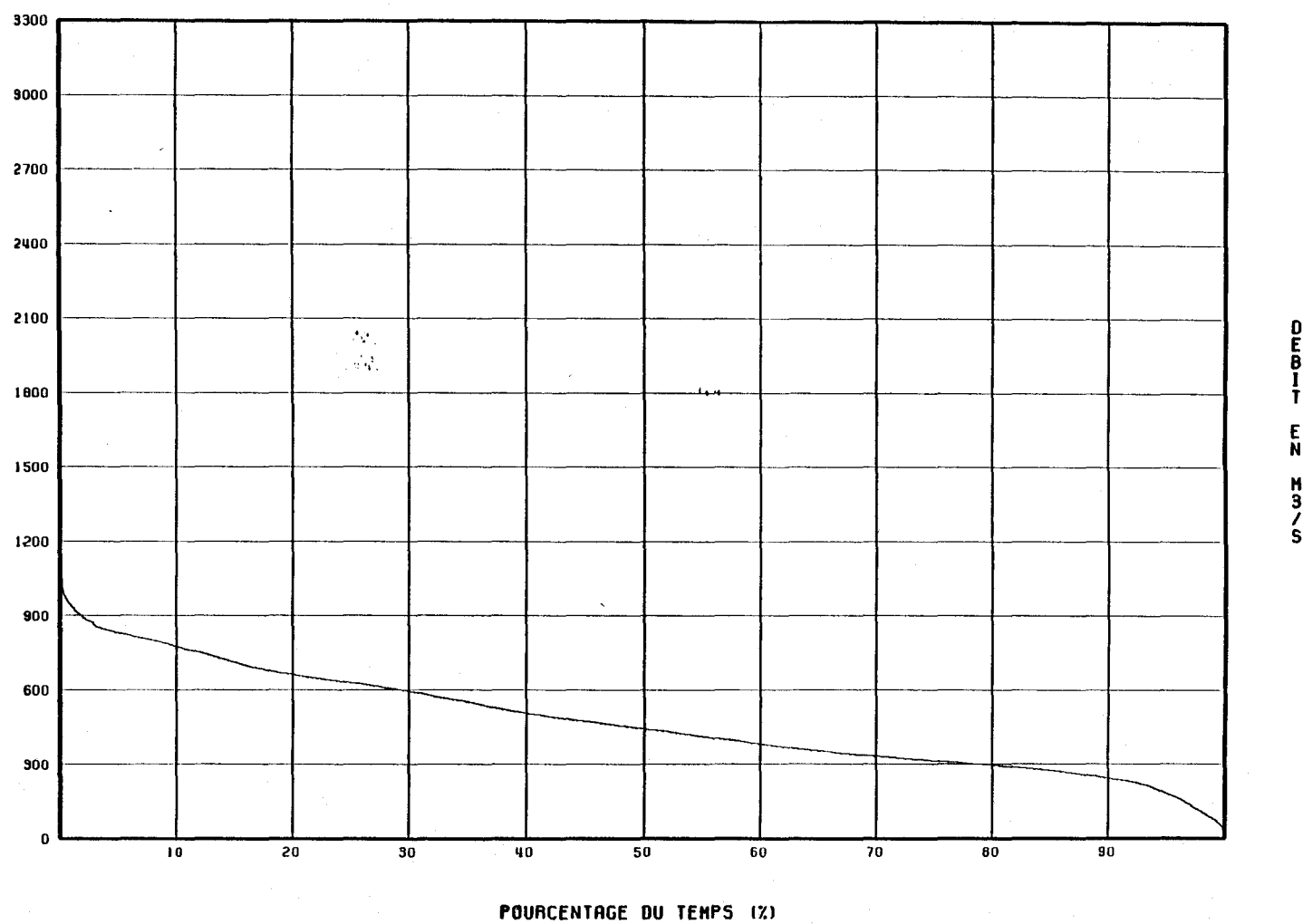


FIGURE 1.3.16 Courbe de débits classés.

ANNEXE 1.4

TABLEAU DES VALEURS MINIMALES, MOYENNES ET MAXIMALES DES
DÉBITS JOURNALIERS AU RÉSERVOIR PAUGAN

TABLEAU 1.4 Tableau des valeurs minimales, moyennes et maximales des niveaux journaliers au réservoir Paugan.

YMIN_MIN= 0.00000E+00 YMAX_MAX= 3.26159E+03;

MINIMUM 36	45.59	32	82.12	32	79.00	31	71.92	36	51.82	35	48.99	34	79.85	33	199.63	32	154.61	32	39.93
31	46.16	30	110.15	35	51.82	34	49.84	33	191.14	32	120.06	32	55.78	31	43.04	64	87.22	35	86.08
34	66.54	67	137.05	32	129.41	32	98.83	31	78.15	36	84.95	35	54.65	34	59.47	72	161.41	32	159.99
32	77.87	31	99.11	64	91.18	35	74.47	34	78.44	72	181.51	32	141.30	32	64.00	31	63.71	30	52.67
35	103.36	34	89.76	33	112.98	32	116.95	32	93.45	31	88.91	30	44.74	35	73.62	34	59.47	32	168.49
32	129.69	32	101.37	31	55.50	30	33.70	35	65.98	34	85.80	72	143.28	32	125.16	32	78.44	31	84.38
30	86.93	63	82.40	34	51.54	72	109.02	72	110.72	32	57.48	31	82.40	30	63.71	35	62.86	34	73.06
72	128.56	72	126.29	32	76.46	31	101.37	30	42.19	63	71.64	34	71.08	76	165.37	72	133.09	32	84.38
31	105.62	30	50.69	35	50.69	62	54.37	32	52.95	49	98.07	32	96.28	31	82.69	30	73.91	35	28.88
63	4.25	72	144.70	72	42.19	32	48.70	31	37.38	36	79.29	35	45.87	34	23.50	72	99.96	66	95.99
71	23.79	31	67.11	36	19.26	63	30.58	45	87.27	61	90.77	65	191.99	65	27.18	70	72.49	30	21.80
35	29.17	62	56.07	61	65.63	49	104.09	65	53.24	31	36.53	30	58.90	35	73.62	62	68.24	61	58.36
49	144.87	65	62.01	31	83.53	30	41.06	63	45.59	62	97.69	61	54.88	45	146.45	32	73.62	31	65.13
64	48.42	63	32.00	62	69.38	61	119.38	32	146.11	71	82.97	31	86.65	64	60.60	63	9.91	62	63.15
61	89.51	82	89.00	32	99.39	31	71.36	64	72.21	63	16.42	62	80.70	61	108.39	82	143.00	65	133.94
31	61.45	64	48.14	63	19.54	62	37.38	56	109.10	44	144.33	65	70.79	31	34.83	64	91.18	63	44.17
62	37.66	61	146.39	66	166.50	65	99.96	31	73.34	64	63.15	35	62.01	62	23.22	33	190.57	32	159.14
32	101.94	31	38.51	64	66.54	63	31.43	62	16.71	82	68.00	44	114.15	32	81.84	31	41.63	64	96.56
63	10.76	62	16.14	62	23.79	44	122.23	32	80.14	31	21.52	64	127.43	35	86.08	62	124.59	61	115.96
66	162.82	65	73.06	31	49.55	63	107.04	63	22.09	62	75.61	67	116.38	66	116.38	65	98.26	31	53.24
64	42.48	63	65.41	62	76.74	33	134.51	66	116.10	65	115.25	31	55.50	63	92.31	63	46.44	62	48.42
33	66.26	66	69.38	31	127.14	31	80.42	31	77.59	63	61.73	62	47.86	33	160.27	66	133.37	65	112.70
31	86.93	36	101.94	35	101.09	34	77.30	33	97.41	65	133.09	32	106.75	31	86.08	36	85.80	35	67.96
34	71.64	33	139.32	66	129.97	65	98.26	31	50.12	63	58.05	35	47.86	34	39.93	33	32.00	66	127.71
65	86.93	31	51.25	30	58.62	35	30.02	44	0.00	44	0.00	44	0.00	44	0.00	44	0.00	44	0.00
44	0.00	44	0.00	44	0.00	44	0.00	44	0.00	44	0.00	44	0.00	44	0.00	44	0.00	44	0.00
44	0.00	44	0.00	44	0.00	44	0.00	44	0.00	44	0.00	44	0.00	44	0.00	44	0.00	44	0.00
44	0.00	44	0.00	44	0.00	44	0.00	44	0.00	44	0.00	44	0.00	44	0.00	44	0.00	44	0.00
33	71.64	66	137.90	31	139.32	31	36.81	36	35.96	63	67.96	34	92.60	33	88.91	66	94.30	31	197.93
31	80.99	30	67.39	35	78.72	34	73.06	33	108.45	66	184.91	31	177.55	31	101.37	64	61.73	35	43.32
34	94.86	61	113.27	78	188.31	31	202.18	31	104.21	63	77.02	63	104.49	34	89.20	61	117.80	66	174.43
31	167.35	31	114.12	64	163.11	35	44.17	62	77.59	33	64.00	83	173.00	76	143.85	31	105.34	64	134.79
35	22.65	34	28.88	33	83.82	66	157.72	31	130.26	82	186.00	64	139.89	35	38.51	34	36.53	33	73.62
66	163.95	31	107.89	31	79.29	36	88.35	35	42.76	34	31.71	33	44.17	66	199.92	31	172.17	31	116.95
30	65.41	35	45.87	34	15.29	61	82.97	82	225.00	31	128.84	31	63.15	30	39.64	35	31.71	34	50.97
33	96.28	82	177.00	31	128.28	31	82.12	36	64.85	35	135.92	34	90.05	33	64.85	31	41.91	64	80.42
31	92.03	36	85.52	35	47.86	62	160.56	33	59.18										
MAXIMUM 57	627.54	57	847.73	58	919.20	57	909.47	55	840.93	53	851.86	57	895.05	58	950.48	48	977.57	52	932.83
57	976.02	52	960.92	53	842.28	57	972.07	57	956.96	57	934.11	57	910.38	57	904.44	57	877.41	58	981.51
58	976.75	58	970.07	58	965.41	58	951.79	58	953.56	53	849.29	58	986.21	58	904.13	58	940.99	58	931.13
58	901.90	58	902.01	53	860.36	58	1011.12	58	997.91	58	958.84	57	944.95	58	963.31	57	934.97	58	948.22
58	1078.35	58	1068.74	57	1232.38	58	1071.41	58	1015.02	58	978.44	57	891.74	58	1020.16	58	1101.22	58	1056.91
58	1063.42	58	988.88	57	935.36	57	908.79	58	993.43	58	1039.77	58	968.73	58	952.99	57	913.72	52	938.63
55	931.61	55	900.70	58	976.02	58	946.36	57	897.59	58	895.26	58	920.35	54	884.70	58	980.78	58	986.14
58	966.55	58	936.97	37	925.07	58	886.76	60	880.97	37	891.03	58	989.56	58	968.40	58	931.97	58	911.73
58	910.89	60	902.18	58	947.94	58	956.80	58	965.62	37	948.00	51	906.81	53	940.30	37	903.22	37	861.51
37	830.31	37	812.90	53	812.17	39	810.82	55	769.16	37	813.62	81	817.00	81	855.00	81	869.00	81	799.00
37	836.96	37	763.55	51	1036.06	51	1532.29	51	1974.83	51	2058.51	51	1908.47	51	1823.09	51	1786.19	51	1489.11
51	1520.20	51	1254.56	51	1190.07	51	1121.98	51	1038.07	51	1070.33	51	1063.43	51	1045.21	51	1031.67	38	1152.45
38	1571.00	38	1775.37	38	1640.66	38	1716.92	38	1687.34	38	1658.57	29	1659.93	47	1686.97	47	1689.20	29	1762.72
29	1689.10	29	1670.13	29	1521.18	60	1653.82	36	1720.25	47	1824.25	52	2199.82	52	2357.24	52	2382.89	52	2289.33
47	2341.04	47	2545.26	47	2695.05	47	3008.03	47	3037.67	47	3056.46	47	3150.40	47	3215.02	47	3261.59	47	3247.88
47	3233.33	47	3154.82	47	32023.63	47	2855.64	47	2629.73	47	2277.61	47	2085.66	47	2041.32	47	2095.17	47	1943.70
47	2008.48	47	2052.80	47	2067.81	47	1815.46	47	1792.21	47	1772.57	47	1834.42	47	1724.71	47	1742.14	47	1777.75
47	1778.33	47	1721.38	47	1767.15	47	1542.45	47	1410.99	47	1282.47	47	1281.34	47	1210.55	40	1125.36	40	1166.98

TABLEAU 1.4 Tableau des valeurs minimales, moyennes et maximales des niveaux journaliers au réservoir Paugan.

401166.16	401147.97	401159.41	401179.20	401114.18	401099.11	401124.41	401074.69	401020.54	60 976.52
40 990.57	40 960.26	601026.27	60 998.91	601047.03	521038.27	521084.37	521172.35	521257.77	521304.28
521286.99	521374.88	521287.24	521161.61	521025.54	52 800.51	60 809.94	60 897.37	60 893.35	60 870.76
60 788.47	40 789.15	40 776.34	40 740.32	60 849.18	60 906.72	60 828.33	52 950.61	521031.87	52 953.08
521024.60	521163.92	521140.09	521142.90	391206.55	521191.01	391305.91	391380.30	391310.56	391273.50
391323.35	391318.69	391174.60	391122.87	391130.49	391115.52	60 925.86	60 916.84	60 885.03	51 794.90
40 804.57	60 833.15	60 928.12	60 924.89	56 835.71	47 836.31	47 854.53	56 930.66	40 850.90	61 806.37
47 847.39	47 834.39	47 838.96	51 828.87	56 849.78	56 806.77	56 867.11	56 890.56	47 853.54	47 845.39
56 854.59	56 829.02	56 883.59	56 887.96	56 892.72	561063.77	57 958.92	561082.15	561114.02	561043.58
561009.46	56 915.08	56 907.67	57 865.96	56 933.35	56 928.19	541086.87	541038.22	541119.47	541060.45
541047.47	541091.97	56 976.79	56 979.63	561055.55	561030.47	56 952.75	54 975.23	56 987.23	541034.79
56 976.86	56 966.59	56 964.71	56 879.63	51 885.62	56 931.35	56 899.98	56 935.51	56 970.44	56 873.96
54 856.62	51 870.50	51 922.41	51 895.77	30 896.51	30 920.30	30 920.58	30 925.68	30 924.83	30 926.24
30 925.11	30 926.24	30 922.56	30 912.94	30 921.15	30 923.41	30 922.28	30 921.43	30 921.71	511119.11
511187.45	511297.83	511267.71	511311.55	511310.75	511268.53	511303.67	511297.59	511323.56	511194.07
511036.41	57 992.46	571014.71	57 968.45	511030.25	57 987.80	511183.41	511201.51	511250.52	511232.35
511209.10	511251.92	511235.73	511203.15	511186.11	511192.01	511176.88	511103.13	511097.84	511044.20
57 976.10	57 972.17	57 994.30	51 934.35	55 807.48	55 830.30	55 813.44	54 754.92	56 629.18	51 794.96
50 790.53	51 874.80	50 823.79	57 810.21	52 811.40					

MOYENNE	321.98	438.46	487.91	494.50	489.60	484.30	481.21	485.11	502.60	490.48
481.88	494.57	484.55	481.38	480.97	483.58	491.66	495.27	488.88	490.11	
479.45	478.76	479.69	486.00	485.45	486.23	481.30	472.48	483.34	486.06	
487.48	493.77	495.63	489.39	485.55	486.66	495.53	494.90	494.58	496.12	
494.18	480.84	486.15	482.54	493.99	489.55	491.32	500.24	484.80	483.33	
483.30	503.60	482.40	485.50	489.34	481.22	478.39	477.65	483.11	483.06	
486.69	482.21	471.58	476.02	480.20	487.88	477.65	483.29	475.62	468.21	
470.00	464.47	479.65	472.78	470.90	460.03	455.93	459.05	465.76	468.16	
466.39	460.62	451.63	449.15	450.19	451.47	453.56	447.77	437.34	433.81	
433.67	437.17	422.48	426.28	423.18	406.13	402.62	415.34	422.74	421.28	
419.56	421.94	436.81	451.74	470.81	474.18	489.07	468.45	459.12	467.05	
467.44	448.48	448.68	457.69	451.92	469.31	465.56	457.10	471.70	464.94	
473.85	482.50	496.97	502.29	525.10	539.67	542.49	541.58	544.55	548.03	
542.93	544.35	553.44	573.46	591.38	609.02	601.29	601.47	596.41	599.75	
611.44	602.65	616.48	603.61	596.72	587.89	576.73	592.72	597.50	588.62	
584.56	576.14	574.76	554.41	572.05	551.03	543.31	542.21	554.20	532.34	
516.70	530.36	556.80	537.64	519.15	515.41	516.86	506.40	506.89	513.83	
505.48	514.88	512.82	501.95	500.38	486.68	479.10	478.48	477.25	469.22	
452.54	370.72	412.09	453.94	454.07	467.38	479.36	466.52	462.90	442.00	
444.85	449.94	454.64	469.91	464.40	463.98	448.82	455.72	458.82	456.19	
464.44	466.06	446.87	425.35	433.13	437.21	447.37	442.52	434.60	425.95	
418.67	428.44	411.59	420.16	421.85	426.15	422.20	424.84	435.39	439.19	
448.56	455.55	457.46	449.77	450.78	454.96	447.40	455.05	450.29	460.02	
448.20	444.84	457.13	449.76	449.60	450.68	444.95	440.75	431.59	436.37	
433.97	435.42	428.46	408.08	377.40	375.71	390.60	389.94	391.99	406.64	
410.99	427.91	424.53	435.60	443.88	440.53	431.61	434.64	437.77	436.35	
434.66	442.57	443.00	435.81	441.23	452.52	443.19	446.82	442.64	444.12	
436.14	425.08	425.11	422.01	444.18	445.65	446.61	437.18	433.19	440.39	
418.61	423.50	441.46	445.81	442.13	450.54	462.10	460.09	466.79	467.81	
447.94	442.95	448.66	458.99	448.52	447.52	447.17	444.38	435.04	458.23	
469.31	459.94	463.93	478.22	462.19	461.84	456.36	469.38	472.63	468.61	
474.65	464.75	466.30	466.05	452.07	447.41	456.29	467.02	465.09	477.34	
464.88	464.58	457.56	462.28	476.80	464.23	461.89	464.47	461.28	449.95	
457.28	458.02	455.05	461.97	454.95	452.00	459.05	464.36	463.86	465.36	
461.35	457.39	470.11	455.54	459.90	461.17	469.69	467.23	476.01	473.89	
468.69	459.97	461.14	464.82	463.57	464.11	450.15	408.28	312.78	367.24	
436.42	469.87	483.95	475.60	444.02	0.00					

ANNEXE 1.5

TABLEAU DES VALEURS DE RÉCURRENCE POUR LES PÉRIODES
2, 10, 50 ET 100 ANS AU RÉSERVOIR PAUGAN

1.5 Valeurs de récurrence

Les courbes de fréquences donnent la probabilité que, durant une année particulière, l'intensité d'un phénomène sera soit égalée, soit dépassée (ou moindre). Ceci revient à dire que la période de récurrence de l'événement est de $1/p$ années. Par exemple, si une crue, de même grandeur ou plus grande qu'un débit donné, Q , se produit dans un cours d'eau 100 fois au cours de 1 000 années de relevés, on dit que sa période de récurrence moyenne, t_r , (années) est: $1\ 000/100$ ou 10 ans; en d'autres mots, la probabilité, p , d'obtenir un débit, Q , au cours d'une année particulière, est égale à $1/t_r$ ou 0,10.

Ainsi pour le réservoir Paugan les valeurs de récurrence à l'amont et à l'aval des ouvrages ont été établies pour 1, 7, 14, 21 et 28 jours consécutifs et ce pour:

- la crue de printemps (débit maximum) 1/2, 1/10, 1/50, 1/100 ans;
- l'étiage d'été (débit minimum) 1/2, 1/10, 1/50, 1/100 ans;
- l'étiage d'hiver (débit minimum) 1/2, 1/10, 1/50, 1/100 ans.

Il importe de souligner pour ces données que:

- les valeurs d'étiage pour un jour sont approximatives;
- les valeurs à l'amont de Paugan concernent les apports totaux;
- les valeurs à l'aval des ouvrages sont les débits totaux évacués.

Enfin le lecteur et possiblement les utilisations de ce document doivent savoir que l'étude des valeurs de débits contrôlés ne repose pas sur la réalisation d'un phénomène aléatoire et de ce fait, nuit considérablement à toute approche purement statistique. Heureusement, la longueur des séries de données (plus de 50 ans) nous permet une approximation qualifiée de raisonnable.

TABLEAU 1.5 Valeurs de récurrence au réservoir Paugan.

Période	Amont 1 j	Aval 1 j	Amont 7 j	Aval 7 j	Amont 14 j	Aval 14 j	Amont 21 j	Aval 21 j	Amont 28 j	Aval 28 j
Printemps										
1/2	790	735	730	655	670	600	630	570	600	550
1/10	1 730	1 670	1 640	1 560	1 480	1 410	1 355	1 300	1 270	1 220
1/50	2 770	2 670	2 650	2 560	2 430	2 340	2 200	2 115	2 040	1 960
1/100	3 230	3 115	3 100	3 000	2 850	2 760	2 580	2 480	2 390	2 295
Été										
1/2	240	142	290	285	320	310	350	325	360	340
1/10	130	35	170	160	180	170	185	175	190	180
1/50	85	10	110	110	115	110	115	110	115	110
1/100	70	6	90	90	95	90	95	90	95	90
Hiver										
1/2	270	185	320	315	340	330	350	335	360	340
1/10	140	46	180	175	190	190	210	200	215	210
1/50	80	13	110	115	125	130	140	140	150	150
1/100	65	7	95	98	105	110	120	120	130	130

ANNEXE 1.6

TABLEAU DES PARAMÈTRES PHYSICO-CHIMIQUES POUR DEUX STATIONS
EN AMONT ET EN AVAL DU RÉSERVOIR PAUGAN POUR L'ANNÉE 1984

1.6 Informations relatives aux données physico-chimiques

Les deux stations qui ont été retenues pour la compilation des données physico-chimiques sont identifiées à la figure 2.2: l'une est localisée à l'amont du réservoir Paugan et l'autre à l'aval:

- amont: station 04080005 - située sur la rivière Gatineau au pont-route 107 à Maniwaki;
- aval: station 04080003 - située sur la rivière Gatineau en amont du ruisseau Chelsea au nord de Gatineau.

Les dates choisies pour obtenir une vue d'ensemble ont été:

- amont: 84-03-11, 18 h 30;
84-07-02, 18 h 40;
84-08-16, 14 h 20;
84-11-18, 17 h 05.
- aval: 84-03-12, 12 h 00;
84-07-02, 12 h 00;
84-08-21, 07 h 40;
84-11-18, 12 h 00.

Notons enfin que seules les données de 1984 figurent et qu'elles ont été prises par le ministère de l'Environnement du Québec.

TABLEAU 1.6 Paramètres physico-chimiques pour deux stations en 1984.

	84-03-11		84-07-02		84-08-16		84-11-18	
	Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval	Amont	Aval
Température (C)	2	0	22	19	20,5	17,0	5,0	5
pH	6,7	7,0	7,0	6,9	6,7	6,9	6,7	7,1
Conductivité (µs/cm)	34,6	58,0	43,3	43	29,5	46	32,5	45
Turbidité (UTN)	20,0	1,4	2,3	1,5	0,8	1,0	0,9	1,7
Couleur-v (Hazen)	28,0	22,0	20	27	31	25,0	29,0	28,0
Alcalinité totale (mg/L)	6,4	15,8	10,4	10,2	5,5	12,6	6,6	11,7
Al (mg/L)	—	—	—	—	0,06	0,05	—	—
F-SO ₄ (mg/L)	7,0	7,5	9	7	5,5	4,0	5,5	6,0
Cl (mg/L)	0,9	1,5	0,6	0,5	0,7	0,8	0,8	1,4
Na (mg/L)	0,9	1,4	1,2	1	0,8	1,0	0,8	1,1
K (mg/L)	0,6	0,6	0,7	0,6	0,5	0,5	0,5	0,5
Ca (mg/L)	3,7	7,3	5,4	5,1	3,3	5,8	3,8	5,1
Mg (mg/L)	0,8	1,3	1,0	0,9	0,7	1,1	0,8	1,0
Fe (mg/L)	0,74	0,32	0,26	0,19	0,18	0,18	0,21	0,2
Mn (mg/L)	0,04	0,02	0,02	0,02	0,02	0,03	0,01	0,01
F-F (mg/L)	0,07	0,04	0,08	< 0,04	< 0,04	0,06	< 0,04	0,04
C-SiO ₂ (mg/L)	5,6	6,2	4,9	4,3	3,4	4,2	4,1	4,3
F-NO ₂ + F-NO ₃ (mg/L)	0,21	0,2	0,06	0,09	0,07	0,07	0,09	0,1
F-NK ₃ (mg/L)	0,67	0,2	0,16	0,19	0,23	0,32	0,22	0,28
F-NH ₄ (mg/L)	0,02	0,2	0,02	0,03	0,02	0,06	< 0,02	0,03
F-Pt ₄ (mg/L)	0,06	0,02	0,013	0,007	< 0,007	< 0,01	0,01	< 0,01
P-Pt (mg/L)	0,147	0,02	0,009	0,007	0,004	0,004	0,015	0,017
F-P inor. (mg/L)	—	0,014	—	—	< 0,007	< 0,01	—	—
C inor. diss. (mg/L)	1,4	—	1,6	2,6	1,4	3	1,8	2,8
C org. diss. (mg/L)	6,0	5,0	4,8	5,4	6,0	5,2	6,0	5,8
Tan-lig. (mg/L)	1,3	0,8	10	0,9	—	—	1,4	1,3
Cu (µg/L)	< 5,0	< 5,0	6,0	< 5	7,0	< 5,0	< 5	< 5
Zn (µg/L)	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0	< 10,0
Cd (µg/L)	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0
Pb (µg/L)	21,0	35,0	< 15,0	< 15,0	< 15,0	< 15,0	< 15,0	< 15,0
F-Pb (µg/L)	—	—	—	< 15,0	< 15,0	< 15,0	—	—
F-Mn (mg/L)	—	—	—	< 0,01	0,01	0,01	—	—
Cr (µg/L)	—	—	—	5,0	—	—	—	—
F-Ni (µg/L)	—	—	—	< 10	< 10	< 10	—	—
Ni (µg/L)	—	—	—	< 10	—	—	—	—
F-Cu (µg/L)	—	—	—	< 5	7,0	< 5,0	—	—
F-Cr (µg/L)	—	—	—	< 3	< 3,0	< 3,0	—	—
F-Zn (µg/L)	—	—	—	< 10	30,0	< 10	—	—
O-D (mg/L)	—	—	—	—	8,3	9,2	—	—

ANNEXE 1.7

GRAPHIQUES DE L'HISTORIQUE DE L'EXPLOITATION AU RÉSERVOIR PAUGAN
(GRAPHIQUES 1.7.1 À 1.7.18)

FIGURE 1.7.1

HISTORIQUE DE L'EXPLOITATION

PAUGAN 83-84

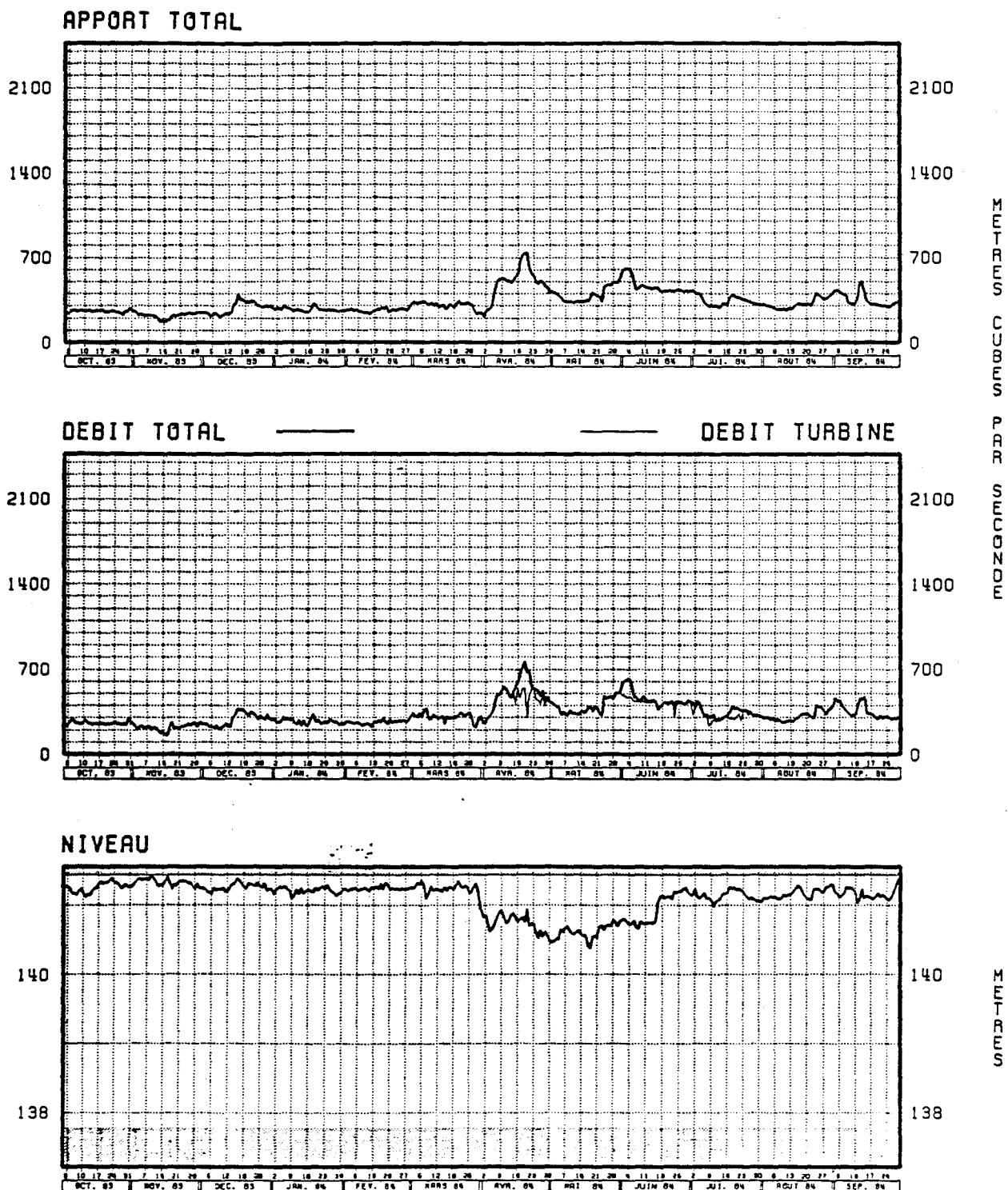


FIGURE 1.7.2 HISTORIQUE DE L'EXPLOITATION
PAUGAN 82-83

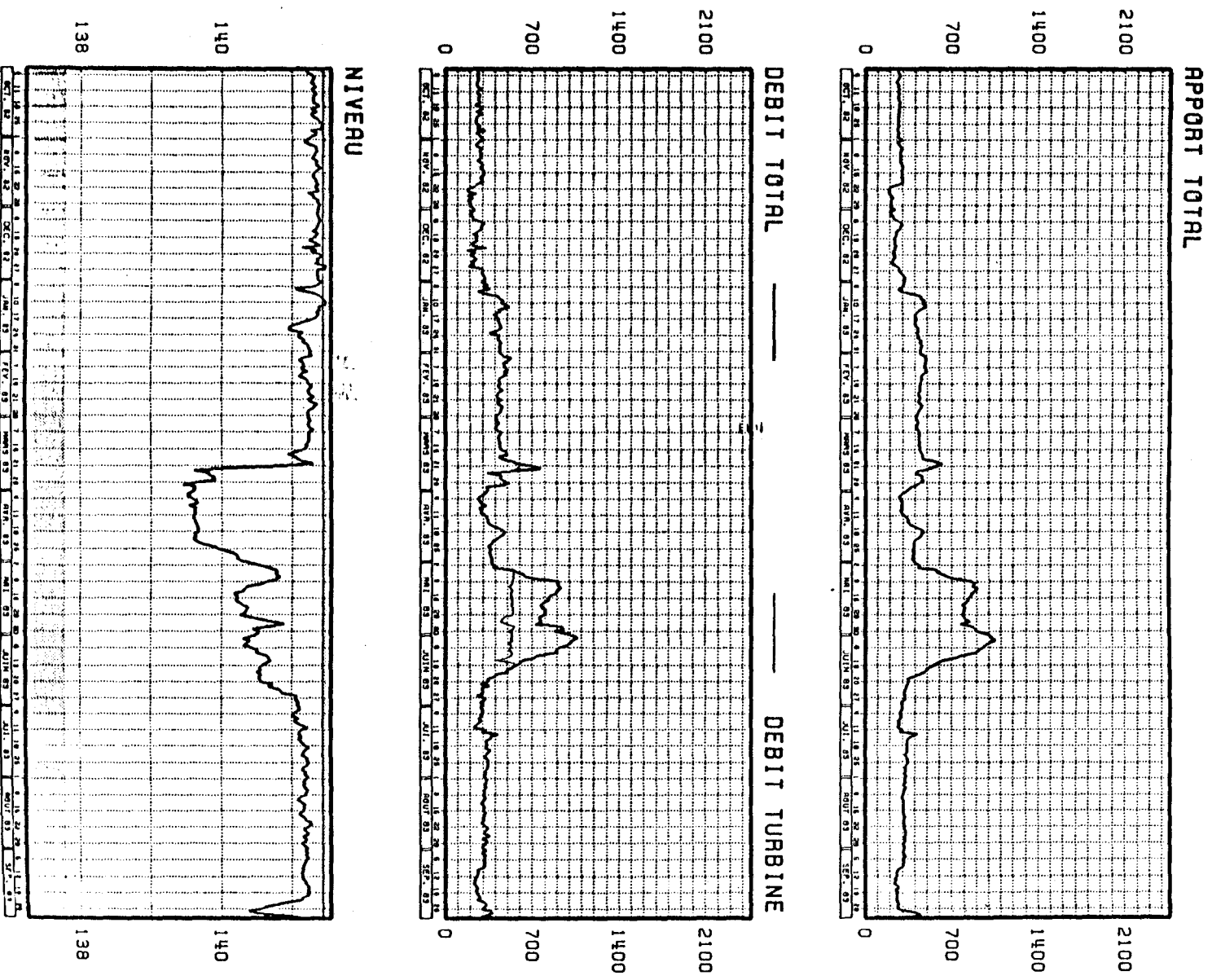


FIGURE 1.7.3 HISTORIQUE DE L'EXPLOITATION
PAUGAN 81-82

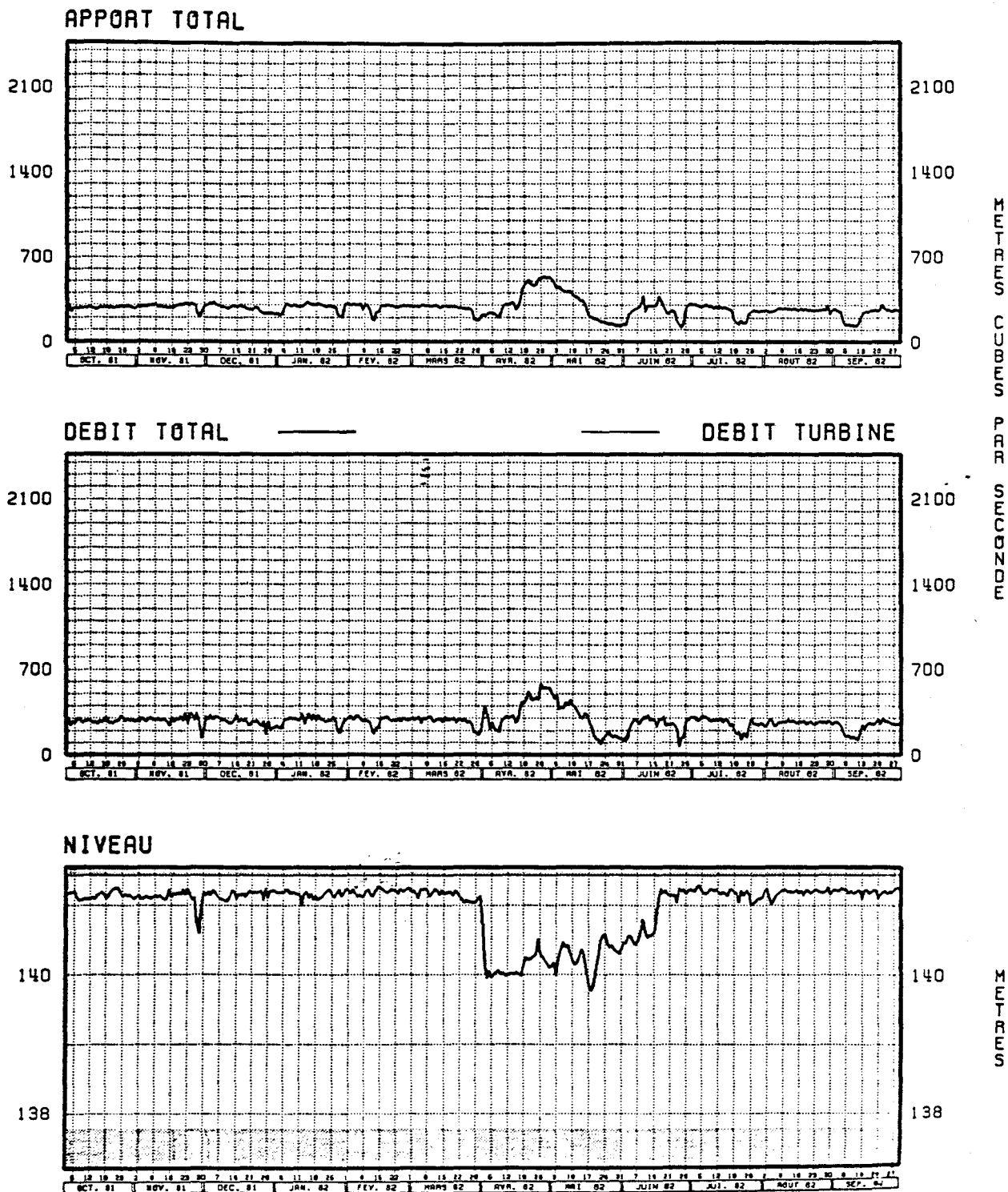


FIGURE 1.7.4

HISTORIQUE DE L'EXPLOITATION PAUGAN 80-81

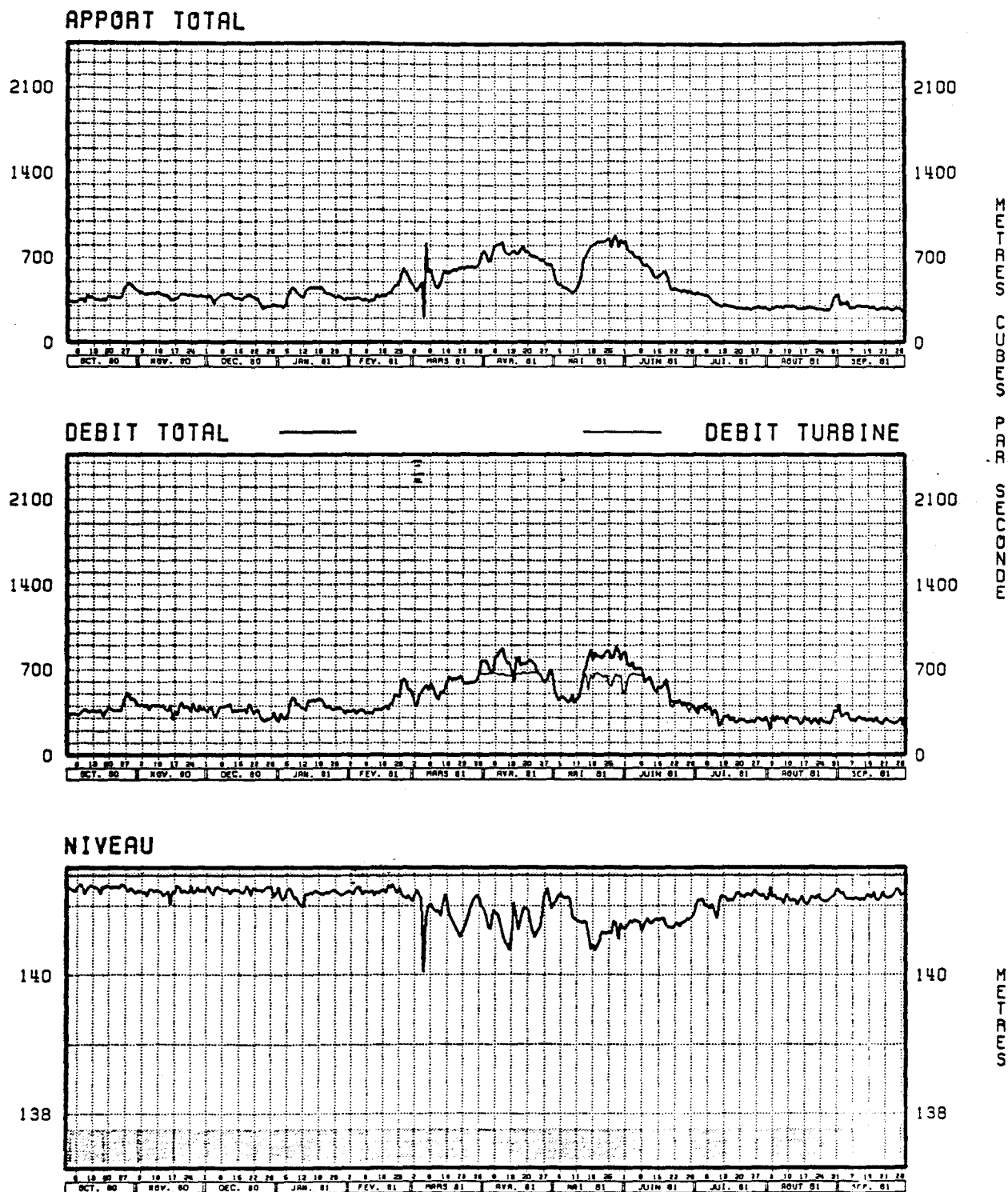


FIGURE 1.7.5

HISTORIQUE DE L'EXPLOITATION

PAUGAN 79-80

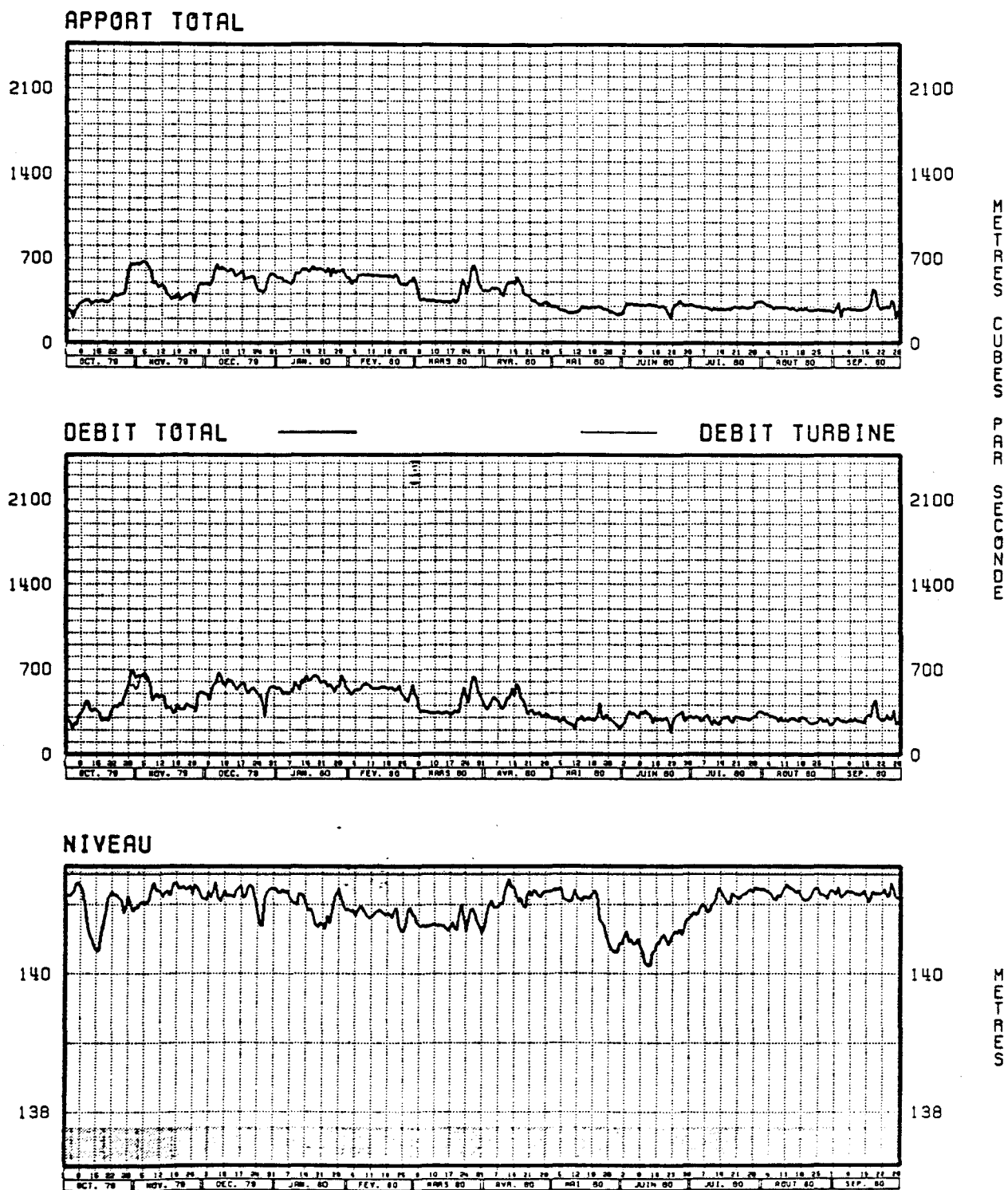


FIGURE 1.7.6 HISTORIQUE DE L'EXPLOITATION
PAUGAN 78-79

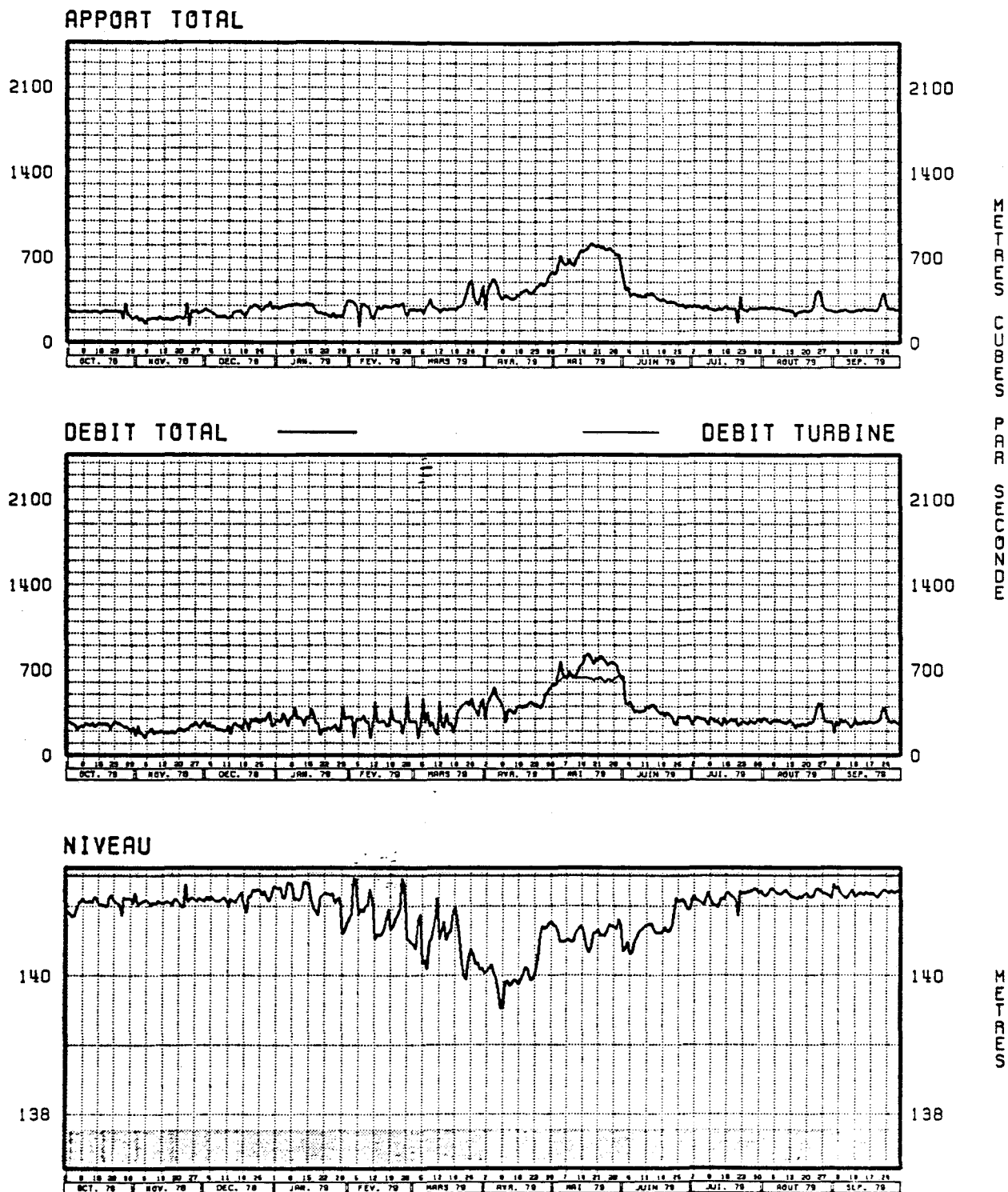
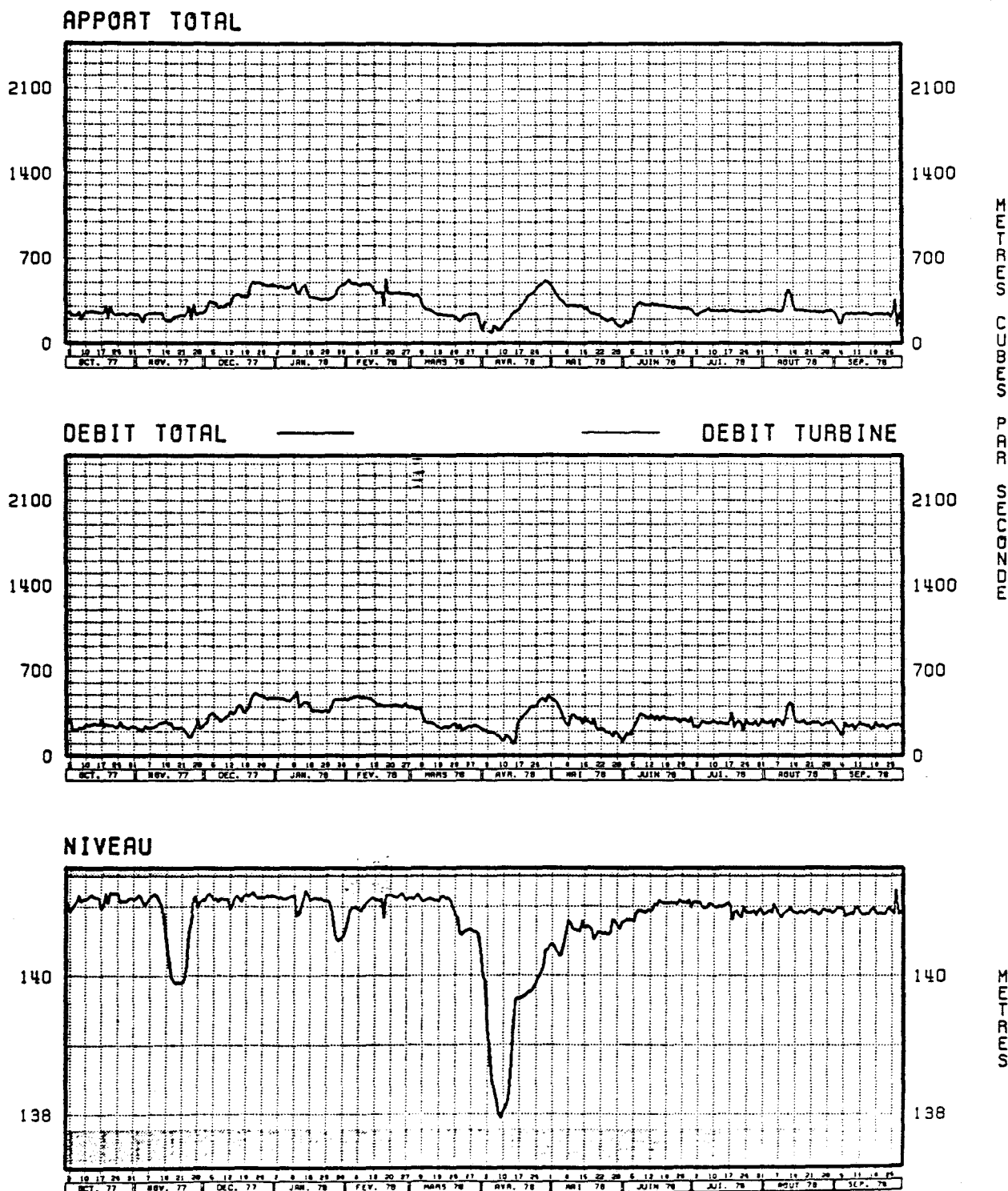


FIGURE 1.7.7

HISTORIQUE DE L'EXPLOITATION PAUGAN 77-78



GESTION DES SYSTÈMES HYDRIQUES
SERVICE PRODUCTION
HYDRO-QUEBEC

FIGURE 1.7.8

HISTORIQUE DE L'EXPLOITATION PAUGAN 76-77

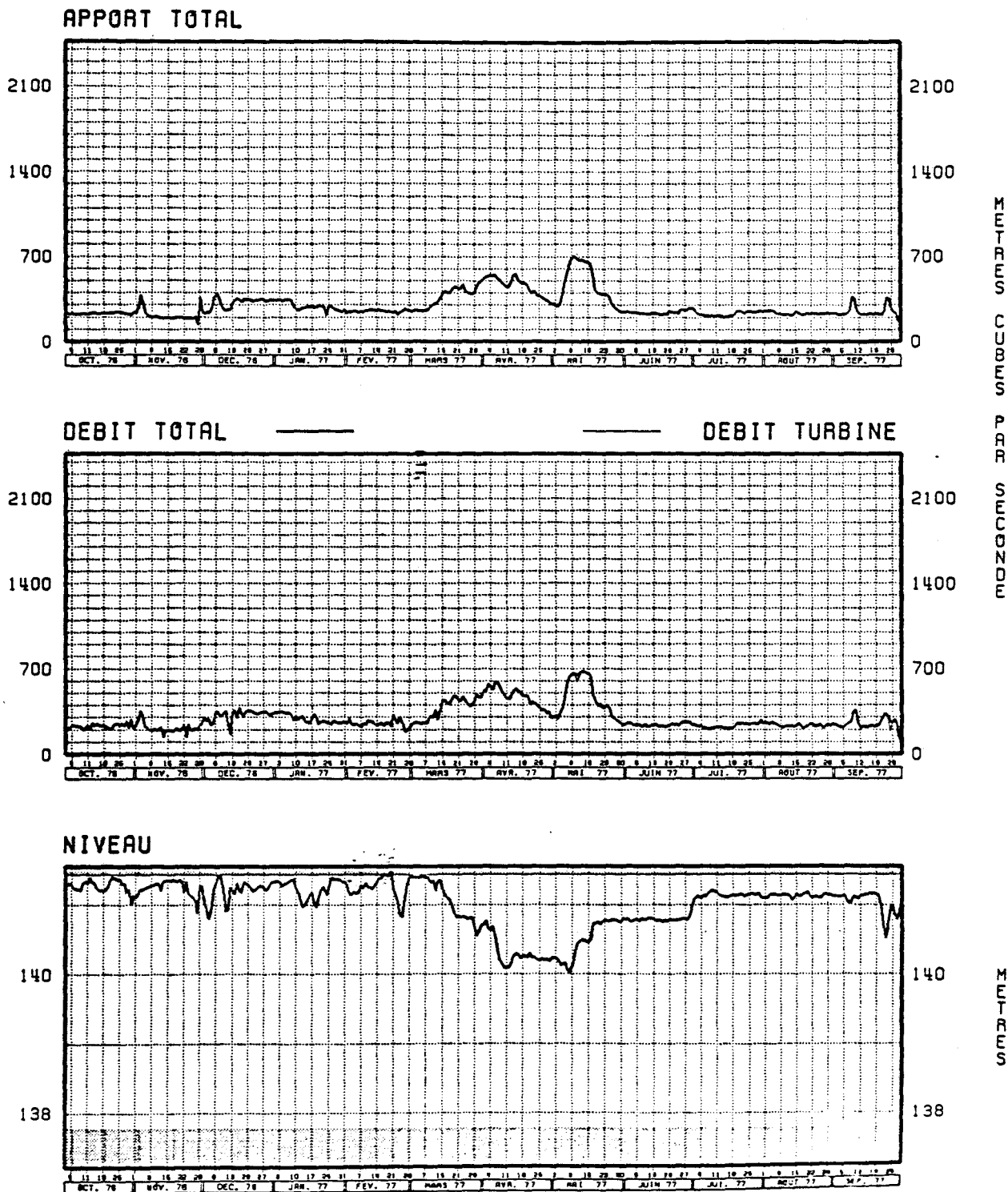


FIGURE 1.7.9

HISTORIQUE DE L'EXPLOITATION PAUGAN 75-76

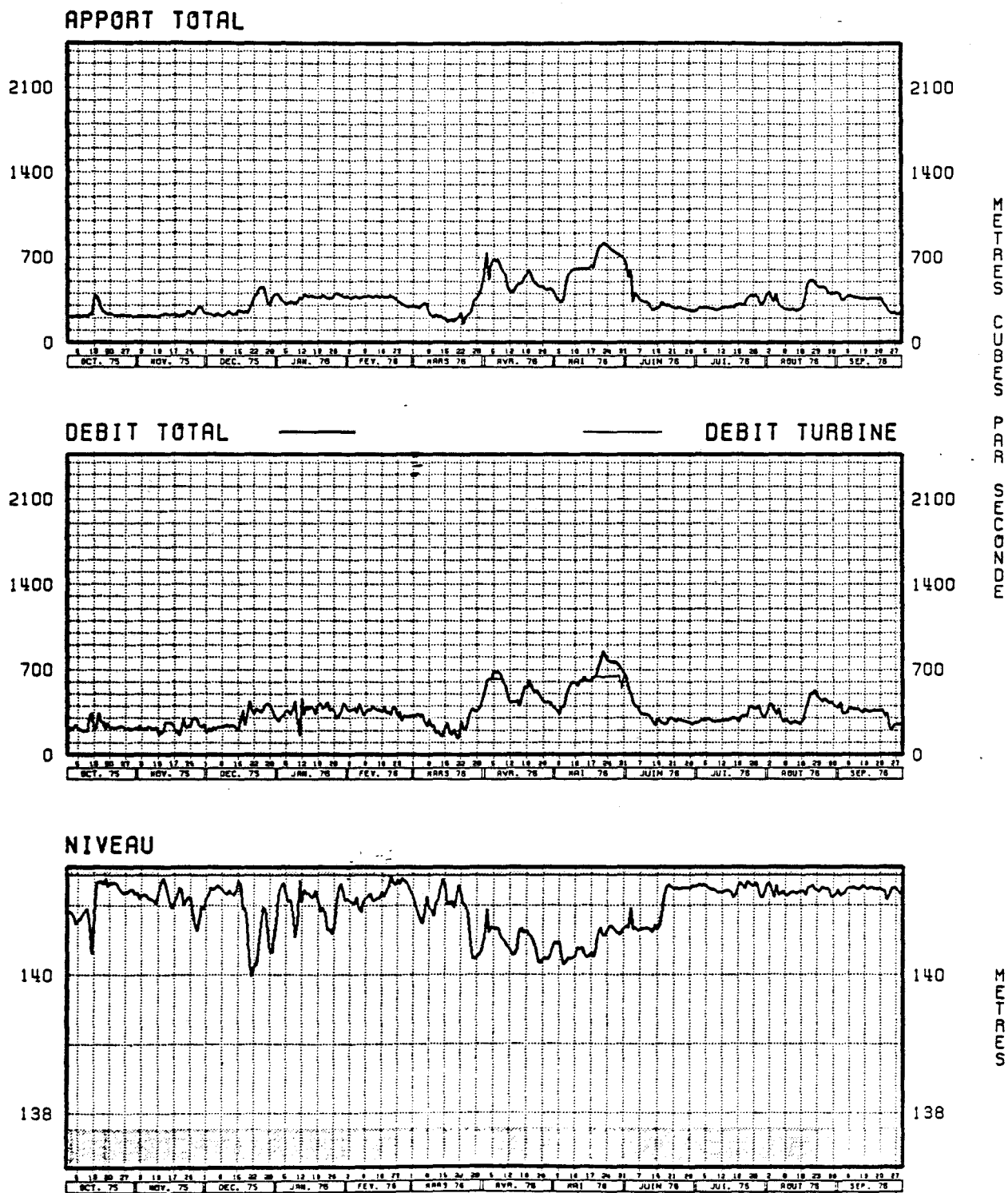


FIGURE 1.7.10

HISTORIQUE DE L'EXPLOITATION PAUGAN 74-75

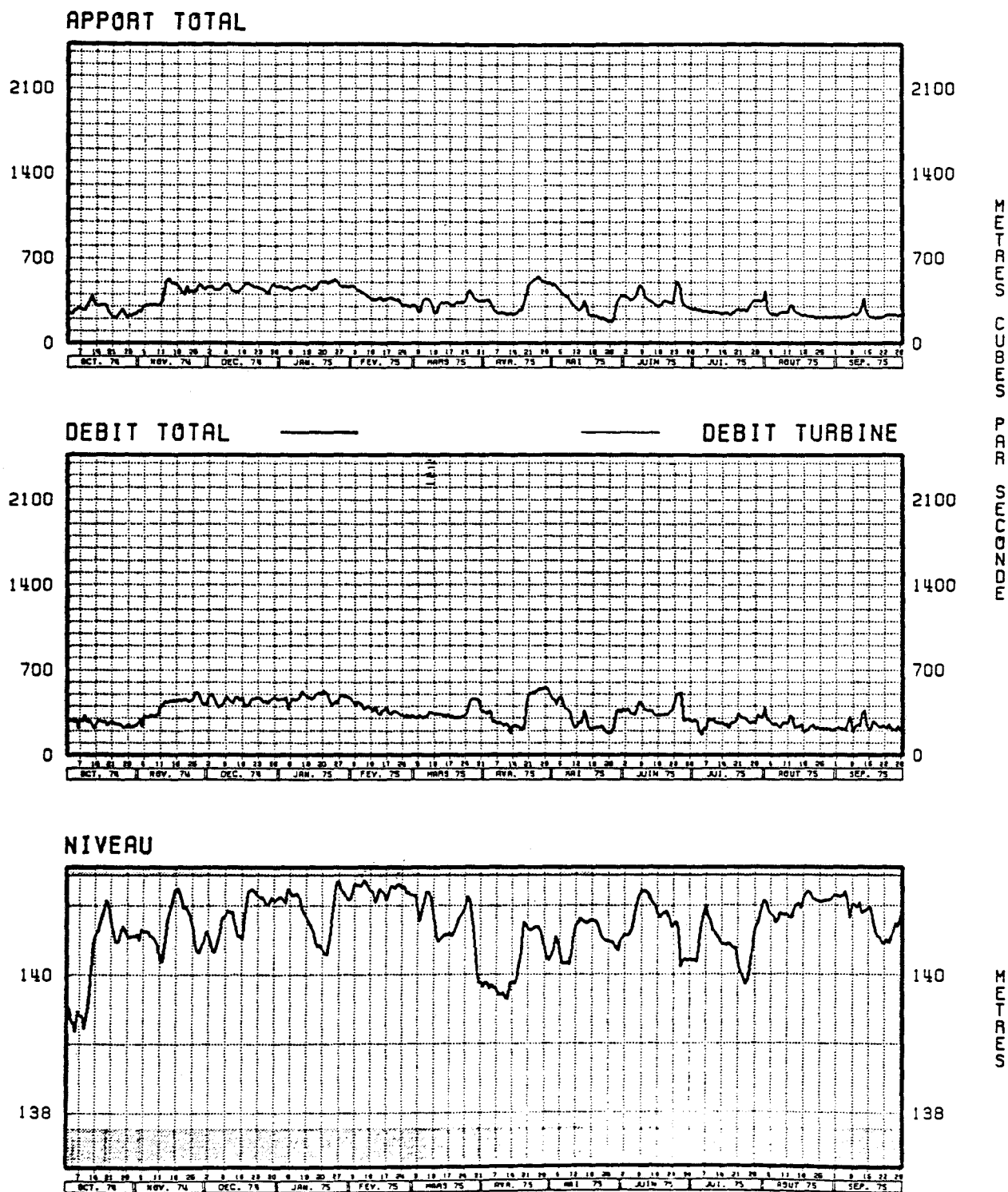


FIGURE 1.7.11 HISTORIQUE DE L'EXPLOITATION
PAUGAN 73-74

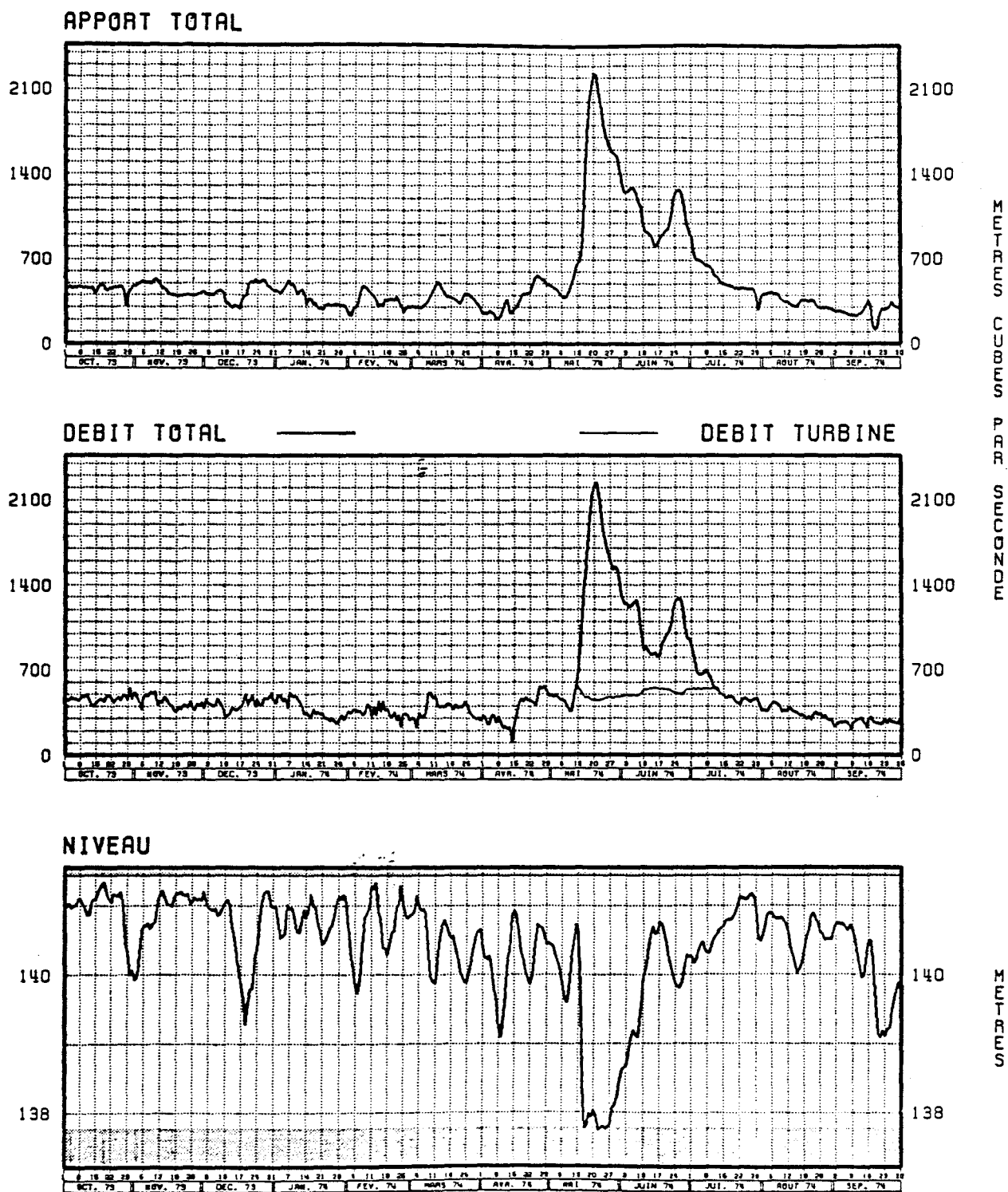


FIGURE 1.7.12 HISTORIQUE DE L'EXPLOITATION
PAUGAN 72-73

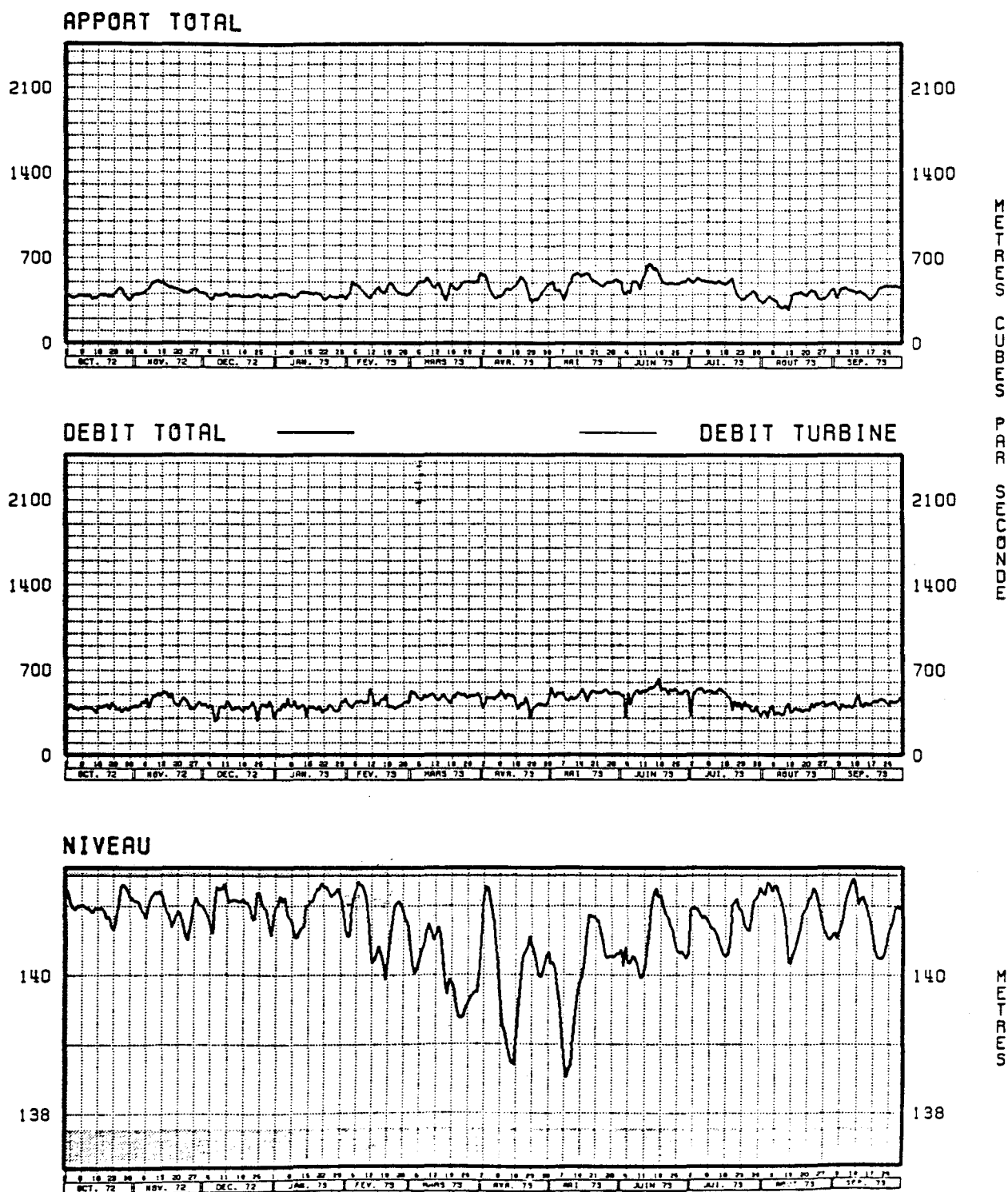


FIGURE 1.7.13

HISTORIQUE DE L'EXPLOITATION PAUGAN 71-72

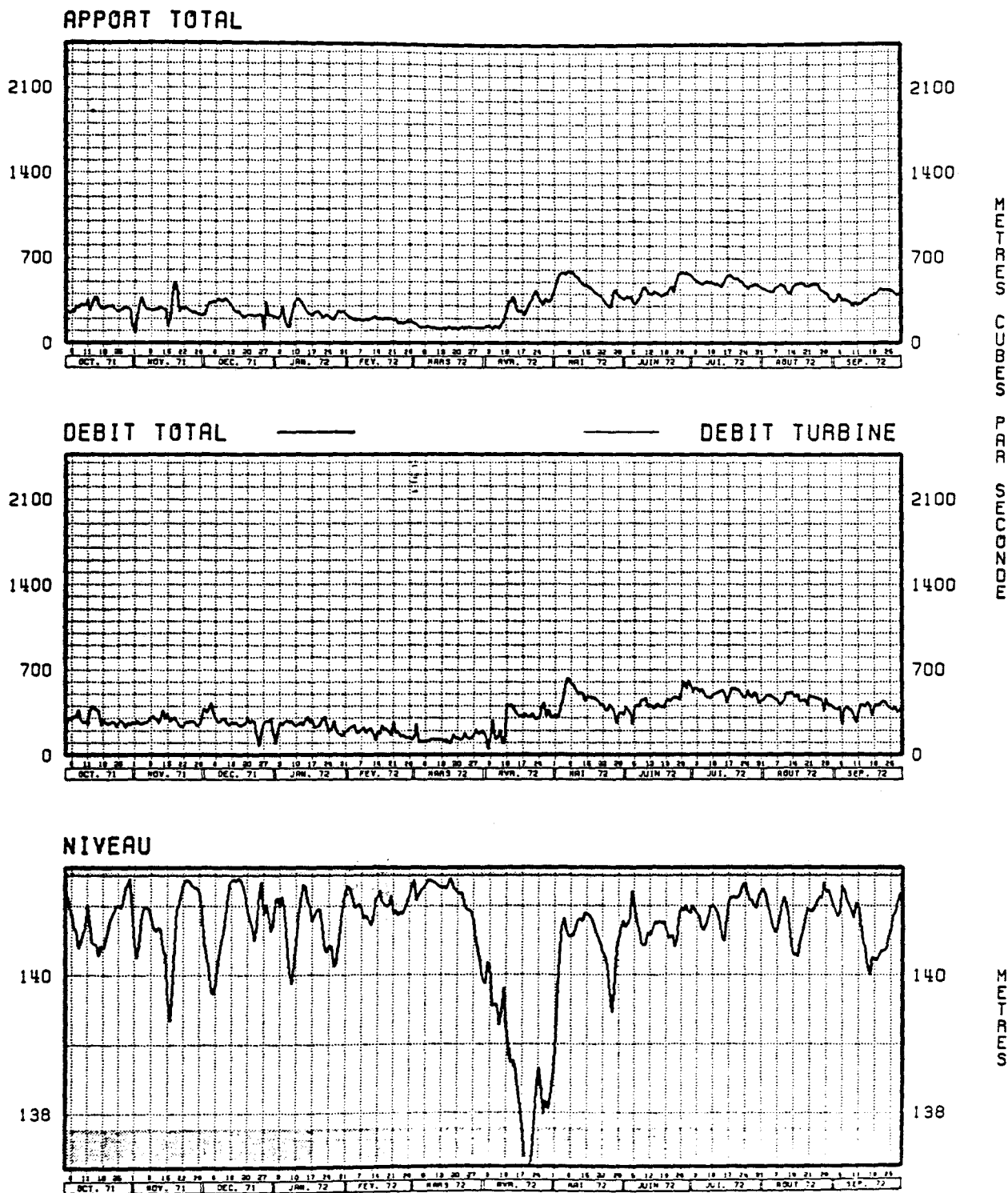


FIGURE 1.7.14

HISTORIQUE DE L'EXPLOITATION PAUGAN 70-71

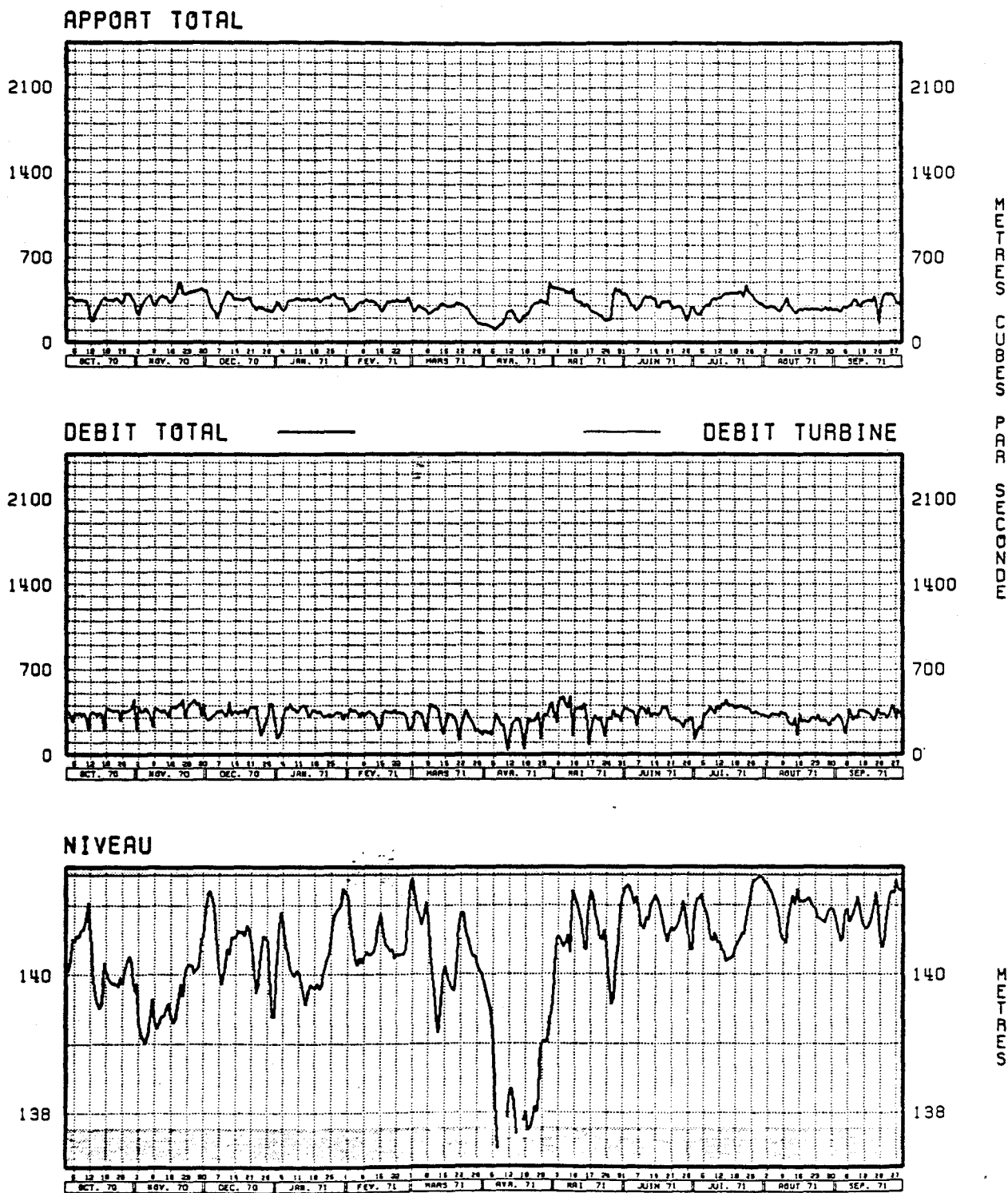


FIGURE 1.7.15 HISTORIQUE DE L'EXPLOITATION
PAUGAN 69-70

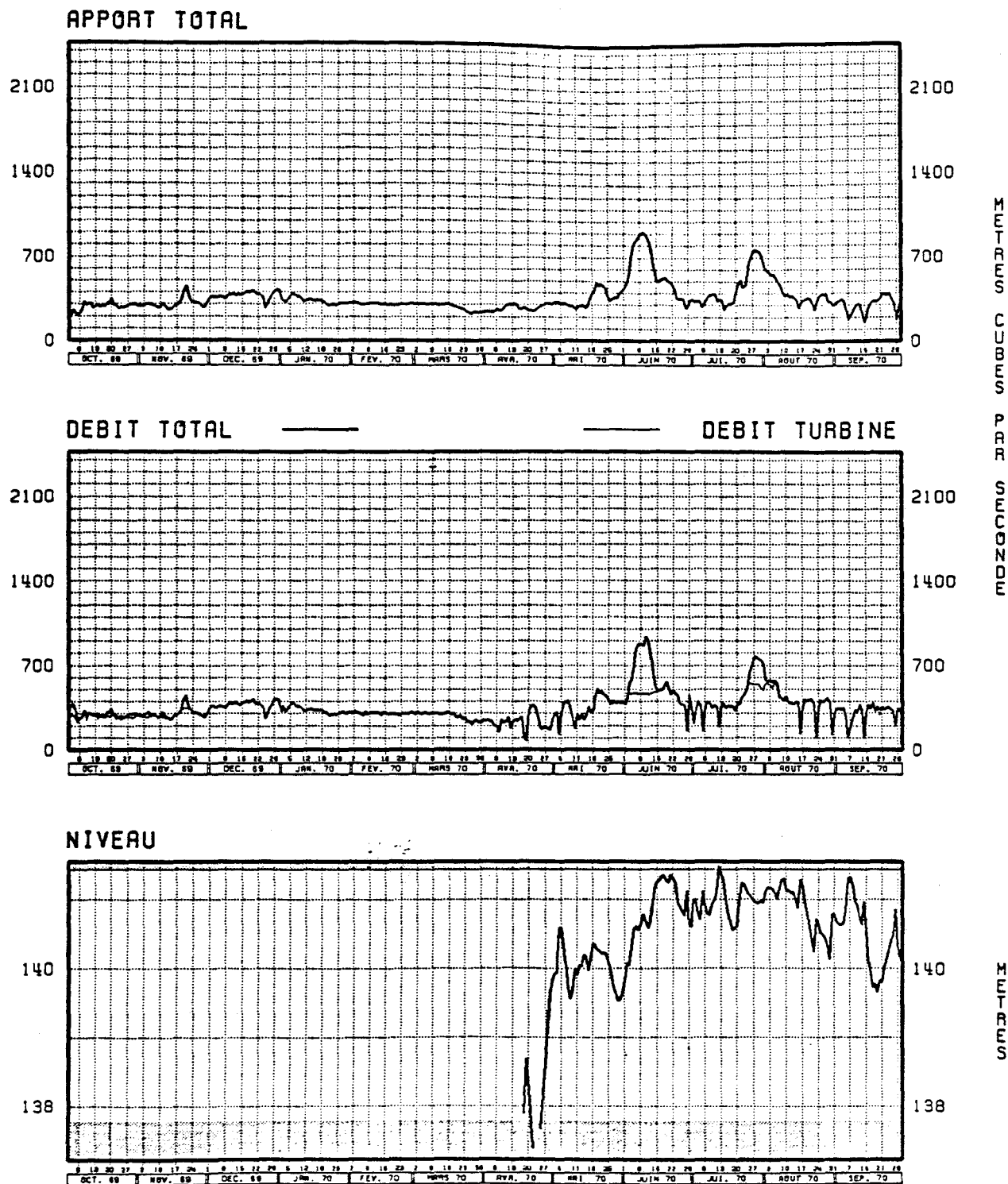


FIGURE 1.7.17 HISTORIQUE DE L'EXPLOITATION
PAUGAN 67-68

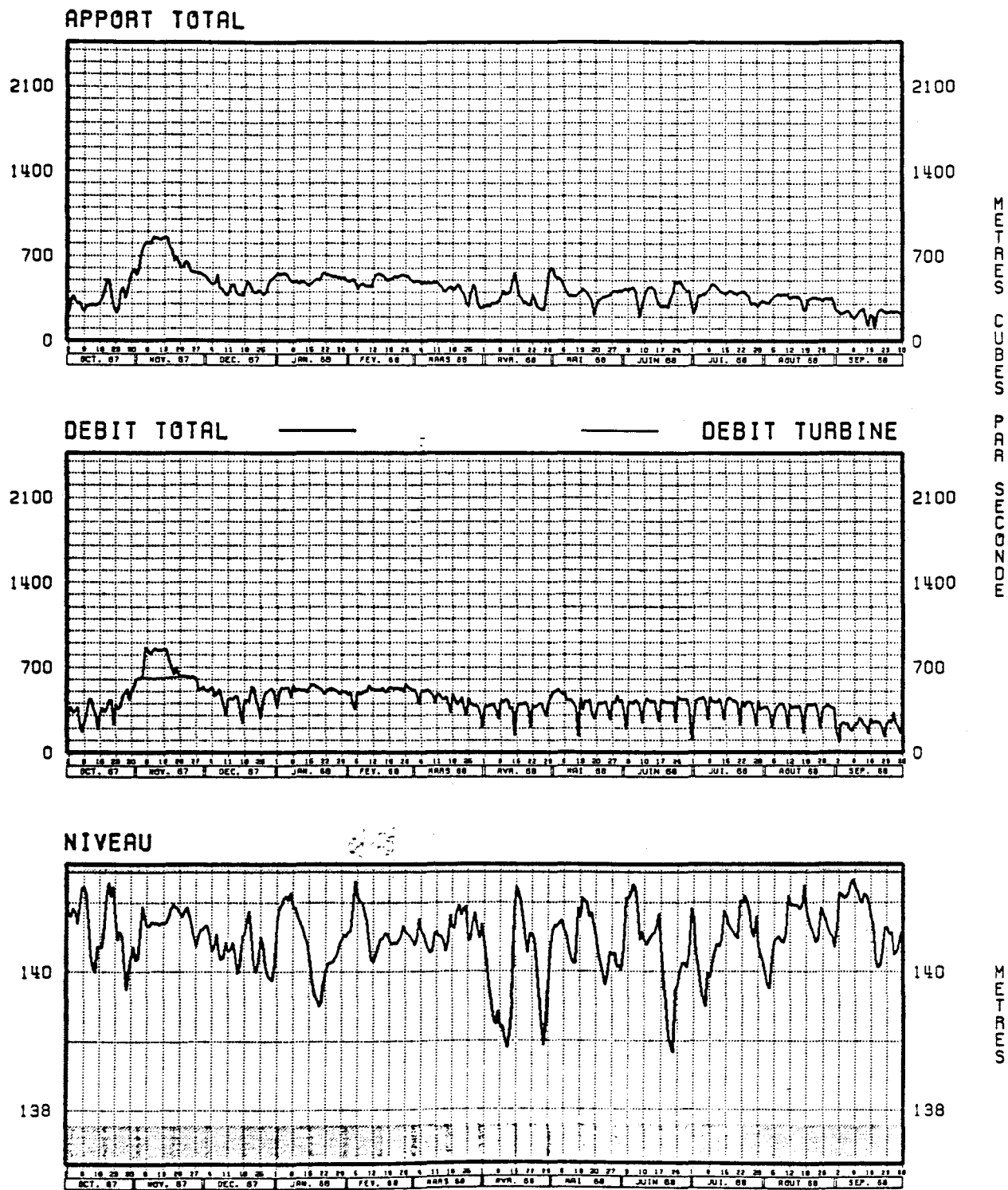


FIGURE 1.7.18 HISTORIQUE DE L'EXPLOITATION
PAUGAN 66-67

