

AGENCE FINANCIERE DE BASSIN

"RHIN - MEUSE"

DOCUMENT



n° 2366

ETUDE HYDROLOGIQUE PRELIMINAIRE
DU SITE DU RUDLIN

Janvier 1974

S O M M A I R E

	<i>Page</i>
1. INTRODUCTION	4
2. DOCUMENTATION UTILISEE	5
3. METHODOLOGIE	5
4. APPORTS ANNUELS ET APPORTS STOCKABLES (saison froide)	6
5. CRUES DE FREQUENCES RARES	10
6. DEBITS MENSUELS ET DEBITS MENSUELS D'ETIAGE DE FREQUENCES RARES	11
7. CONCLUSION	12

A N N E X E S

- Annexe 1 : Plan de situation
- Annexe 2 : Emplacement des stations hydrométriques utilisées
- Annexe 3 : Débits mensuels reconstitués à FRAIZE de 1949 à 1972
(en l/s/km²)
- Annexe 4 : Ajustement des débits moyens maximaux de 24 h à
ST DIE
- Annexe 5 : Débits mensuels reconstitués au Rudlin de 1949 à
1972 (en m³/s)
- Annexe 6 : Ajustement des débits mensuels d'étiage à FRAIZE
Le Rudlin

1. INTRODUCTION

Le site du Rudlin est localisé sur la haute vallée de la Meurthe. Ce projet d'une station de transfert d'énergie par pompage a été présenté par EdF dans une note en décembre 1972 (1).

L'Agence de bassin Rhin-Meuse est intéressée par ce projet dans la mesure où il est possible de suréquiper la retenue inférieure pour permettre le soutien des étiages de la Meurthe. Deux solutions sont envisageables :

1. Rehaussement de la cote de la retenue prévue avec pour conséquence l'augmentation du volume de $2 \cdot 10^6$ m³ sur un total de $21,7 \cdot 10^6$ m³ dont $3 \cdot 10^6$ m³ représentant le culot inutilisable.

2. Déplacement du barrage sur un autre emplacement situé plus à l'aval. Dans ce cas l'augmentation du volume serait de $6,8 \cdot 10^6$ m³ sur un total initial de $30,2 \cdot 10^6$ m³ dont $6,5 \cdot 10^6$ m³ représentant le culot inutilisable.

La présente étude s'intéresse à définir de manière assez précise, les caractéristiques hydrologiques relatives au bassin inférieur qui remplira la dépression de la Meurthe entre les villages du Valtin et du Rudlin : apports annuels, saisonniers et mensuels, crue centennale, débits d'étiage de fréquences rares.

Cette note contribuera à l'établissement d'un avant-projet sommaire et à préciser le coût de la perte de hauteur de chute en fonction du mode d'exploitation du réservoir.

.../

(1) EdF, ERH Nord - Station de transfert d'énergie par pompage du Rudlin. Présentation du site et du projet décembre 1972

2. DOCUMENTATION UTILISEE

2.1. Les observations hydrométriques

Deux stations hydrométriques fonctionnent sur la Meurthe en aval du site du Rudlin :

- ST DIE (374 km²) - station mise en service en septembre 1967 par la Circonscription électrique Est ;
- FRAIZE (69 km²) - station mise en service en juillet 1971 par le même service.

En complément de ces données, il a été fait appel à la série observée à EPINAL sur la Moselle depuis 1952 (cf carte 2).

2.2. Les observations pluviométriques

Les hauteurs pluviométriques tombées sur le bassin versant de la Meurthe proviennent d'une étude exécutée par le Laboratoire national d'hydraulique de MONTPELLIER à la demande de l'Agence financière de bassin Rhin-Meuse (1). Le but de cette étude était de déterminer les hauteurs pluviométriques mensuelles de 1949 à 1970 sur des surfaces unitaires de 10 km de côté pour le bassin de la Moselle. La méthode utilisée pour la détermination des hauteurs pluviométriques moyennes est la méthode des composantes principales.

3. METHODOLOGIE

3.1. Etude des apports au site (27,3 km²) (2)

Les débits spécifiques de la Meurthe à FRAIZE ont été utilisés pour représenter les écoulements au niveau du site du Rudlin. L'allongement de la série des débits de

.../

(1) Etude de la variabilité spatiale des pluies mensuelles sur le bassin de la Moselle en amont de POMPEY
JM BELLOSTAS - JM MASSON - JC MAIHLLOL - LNH/AFBRM mars 1973

(2) Superficie planimétrée au 1/100 000 au droit du site prévu par EdF (solution n° 1)

FRAIZE a été obtenu par corrélation mensuelle avec EPINAL. Il a été ainsi possible de rétablir une longue série de valeurs mensuelles, saisonnières et annuelles au Rudlin de 1949 à 1972.

Des apports annuels et des apports stockables de fréquences rares ont été estimés à partir d'un ajustement d'une loi normale aux séries reconstituées. Il en a été de même pour les débits d'étiage.

3.2. Etude des crues

Cette étude a été menée à partir des débits moyens journaliers de crue et des débits instantanés de crue aux stations d'EPINAL, de ST DIE et de FRAIZE.

Les débits spécifiques des crues de fréquences rares estimés à FRAIZE ont été jugés représentatifs du bassin versant de la Meurthe au site du Rudlin.

Des ajustements représentatifs ont été obtenus pour une loi de Gibrat-Gauss.

4. APPORTS ANNUELS ET APPORTS STOCKABLES (SAISON FROIDE)

On trouvera en annexe 3 le tableau des débits mensuels reconstitués de 1949 à 1972 à FRAIZE en l/s/km² (1) à partir d'une liaison EPINAL - FRAIZE (Surfaces respectives des bassins versants : EPINAL 1215 km², FRAIZE 69 km²).

Les débits moyens annuels et les lames écoulées ont été calculés à partir des valeurs mensuelles reconstituées.

.../

(1) Cette liaison est la suivante (l/s/km²)

$$\lg Q \text{ FRAIZE} = 0.74 \ 557 \lg_{10} \text{ EPINAL} + 0.35 \ 548 + u.0,10 \ 605$$

Le coefficient de corrélation R est de 0,928.

L'étude fréquentielle des séries des lames précipitées (1949 - 1970) et écoulées (1949 - 1972) à FRAIZE a donné les résultats suivants (après ajustement d'une loi normale) :

Précipitations et écoulements sur le bassin de la Meurthe à FRAIZE		Fréquences de récurrence								
		Années sèches				Moyenne	Années humides			
		1/100	1/50	1/30	1/10		1/10	1/30	1/50	1/100
Année hydro- logique	Pmm	899	958	1001	1118	1385	1652	1769	1812	1871
	Lmm	470	517	552	646	862	1077	1171	1207	1254
Hiver	Pmm	311	359	395	491	710	929	1025	1061	1109
	Lmm	236	275	302	377	549	720	796	824	861

Remarque : La série de 21 années de hauteurs pluviométriques précipitées sur le bassin versant de la Meurthe à FRAIZE a été obtenue à partir des lames précipitées sur les surfaces élémentaires fournies par le Laboratoire national d'hydraulique de MONTPELLIER

.../

L'estimation des écoulements au niveau du site du Rudlin a été faite en prenant pour hypothèse l'identité des coefficients d'écoulement entre les deux bassins envisagés de la Meurthe.

Les tableaux ci-après résument les résultats obtenus :

Année hydrologique (novembre-avril)	Fréquences de récurrence									
	Années sèches					Moyenne	Années humides			
	1/100	1/50	1/30	1/10	1/10		1/30	1/50	1/100	
Coefficient d'écoulement du bassin de FRAIZE	0,523	0,540	0,551	0,578	0,622	0,616	0,662	0,666	0,670	
Précipitations site du Rudlin en mm	1016	1082	1132	1265	1568	1871	2004	2054	2120	
Apports au site du Rudlin 27,3 km ²	mm	530	585	620	735	975	1170	1330	1370	1420
	10 ⁶ m ³	14,47	15,97	16,93	20,07	26,62	31,94	36,31	37,40	38,77

.../

Hiver mai-octobre	Fréquences de récurrence									
	Années sèches				Moyenne	Années humides				
	1/100	1/50	1/30	1/10		1/10	1/30	1/50	1/100	
Coefficient d'écoulement du bassin versant de FRAIZE	0,759	0,766	0,765	0,766	0,773	0,775	0,776	0,777	0,777	
Précipitations site du Rudlin en mm	380	435	477	589	843	1097	1209	1251	1306	
Apports au site du Rudlin 27,3 km ²	mm	288	334	366	454	650	850	955	975	1015
	10 ⁶ m ³	7,86	9,12	9,99	12,39	17,75	23,20	26,07	26,62	27,71

En gestion annuelle, le remplissage est acquis dans la première solution et il est de l'ordre de 88 % dans la deuxième solution.

En gestion saisonnière (apports d'hiver) le remplissage est le suivant :

<u>1ère solution</u> :	82 % en année moyenne
	57 % en année décennale sèche
<u>2e solution</u> :	77 % en année décennale humide
	59 % en année moyenne
	41 % en année décennale sèche

.../

5. CRUES DE FREQUENCES RARES

Le graphique de l'annexe 4 présente l'ajustement d'une loi de Gibrat-Gauss à une série de débits moyens maximaux en 24h reconstitués avec variance résiduelle à ST DIE. Cette reconstitution provient d'une corrélation avec EPINAL (1) de 1967 à 1972.

Les crues à FRAIZE ont été estimées à partir de ST DIE en se basant sur les quelques mois de la période commune aux deux stations.

L'évaluation des débits maximaux en 24 h à ST DIE, FRAIZE et au site est la suivante :

Débits maximaux en 24 h	Crue moyenne		Crue décennale		Crue centennale	
	l/s/km2	m3/s	l/s/km2	m3/s	l/s/Km2	m3/s
ST DIE	175,94	65,8	245,72	91,9	334,22	125
FRAIZE	186,85	12,9	295,65	20,4	400,00	27,6
Site du Rudlin	186,85	5,10	295,65	8,07	400,00	10,9

La valeur moyenne des rapports des débits de crues maximaux instantanés et journaliers en 24 h à FRAIZE pour la période d'observation est de 1,44.

.../

$$(1) Q \text{ max. 24h ST DIE} = 0,1977 \times Q \text{ max. 24h EPINAL} + u \times 8 \ 8585 \quad r = 0.8846$$

u est une variable aléatoire de moyenne 0 et d'écart type 1 - corr. établie sur 50 couples de débits observés mensuellement

Dans l'hypothèse où ces rapports restent inchangés au niveau du site, l'estimation des débits instantanés de pointe est la suivante en ce dernier point :

crue moyenne	: 269,06	en l/s/km2	:	7,34	en m3/s
crue décennale	: 425,74	en l/s/km2	:	11,6	en m3/s
crue centennale	: 576,00	en l/s/km2	:	15,7	en m3/s

Une estimation effectuée à partir d'une série de débit maximaux instantanés reconstitués à ST DIE (1) donne les résultats ci-dessous :

crue moyenne	: 269,57	en l/s/km2	:	7,36	en m3/s
crue décennale	: 365,22	en l/s/km2	:	9,97	en m3/s
crue centennale	: 486,96	en l/s/km2	:	13,29	en m3/s

6. DEBITS MENSUELS ET DEBITS MENSUELS D'ETIAGE DE FREQUENCES RARES

La liaison des débits mensuels entre FRAIZE et le site du Rudlin n'est pas connue. La seule hypothèse que nous pouvons faire c'est de considérer à l'échelle mensuelle une identité entre les débits spécifiques des deux bassins versants. Nous sous-estimerons, dans ce cas les débits d'étiage au niveau du site. En effet les caractéristiques physiques des deux bassins sont peu différentes mais les précipitations sont plus abondantes sur le haut bassin de la Meurthe même en été : 730 mm sur le bassin du Rudlin et 680 mm sur celui de FRAIZE en année moyenne soit un écart de 7,3 %.

.../

(1) $Q \text{ max. instan. ST DIE} = 0,1722 \text{ } Q \text{ max. inst. EPINAL} + 4,71 + u \times 10,9951$ $r = 0,8845$
u est une variable aléatoire de moyenne 0 et d'écart type 1 - corr. établie sur 50 couples de débits observés mensuellement

Notons que cet écart se maintient en années sèches. Le tableau de l'annexe 5 présente les débits moyens mensuels de la Meurthe au site du Rudlin. Ces valeurs sont à utiliser avec prudence.

Les débits mensuels d'étiage de fréquences rares au Rudlin sont estimés comme suit :

	l/s/km2	m3/s
débit moyen d'étiage	10,10	0,276
débit décennal	4,66	0,127
débit trentenal	3,45	0,094
débit centenal	2,73	0,075

On trouvera en annexe 6 le graphique d'ajustement d'une loi de Gibrat-Gauss à cette série de valeurs extrêmes (en l/s/km2).

7. CONCLUSION

Le manque d'information hydrologique au niveau du site et l'insuffisance de ces observations à la station de FRAIZE rendent problématique la détermination des débits de crues et des débits d'étiage du bassin versant concerné par l'aménagement. Les valeurs proposées dans cette note devront être précisées. Par ailleurs il n'est pas évident que les débits observés au niveau de FRAIZE soient représentatifs des écoulement du Rudlin en raison des différences des caractéristiques physico-climatiques de ces deux bassins : relief et précipitations notamment.

Dans ces conditions il paraît souhaitable d'envisager la mise en place de postes d'observations sur le bassin étudié :

1. Une station hydrométrique située à l'emplacement du barrage projeté ;

2. Une station pluviographique sur le bassin versant de la Meurthe à l'amont du site. L'emplacement exact de cette station est à déterminer.

Quelques années de mesures en ces points permettront d'estimer l'écart des écoulements entre FRAIZE et le Rudlin et d'affiner les estimations proposées dans cette note.

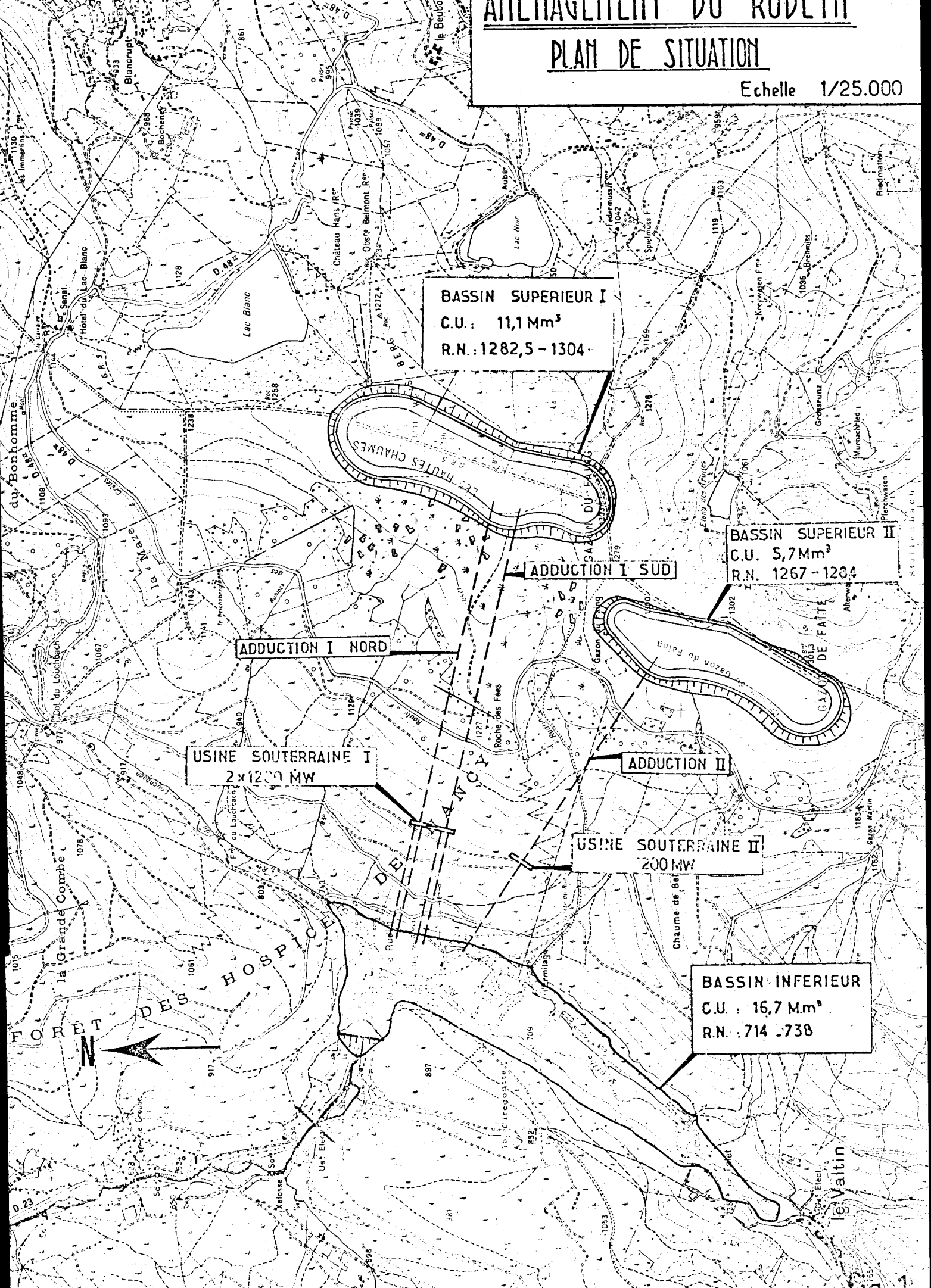
o

o

o

PLAN DE SITUATION

Echelle 1/25.000



BASSIN SUPERIEUR I
C.U. : 11,1 Mm³
R.N. : 1282,5 - 1304

BASSIN SUPERIEUR II
C.U. : 5,7 Mm³
R.N. : 1267 - 1284

ADDITION I NORD

ADDITION I SUD

USINE SOUTERRAINE I
2x1200 MW

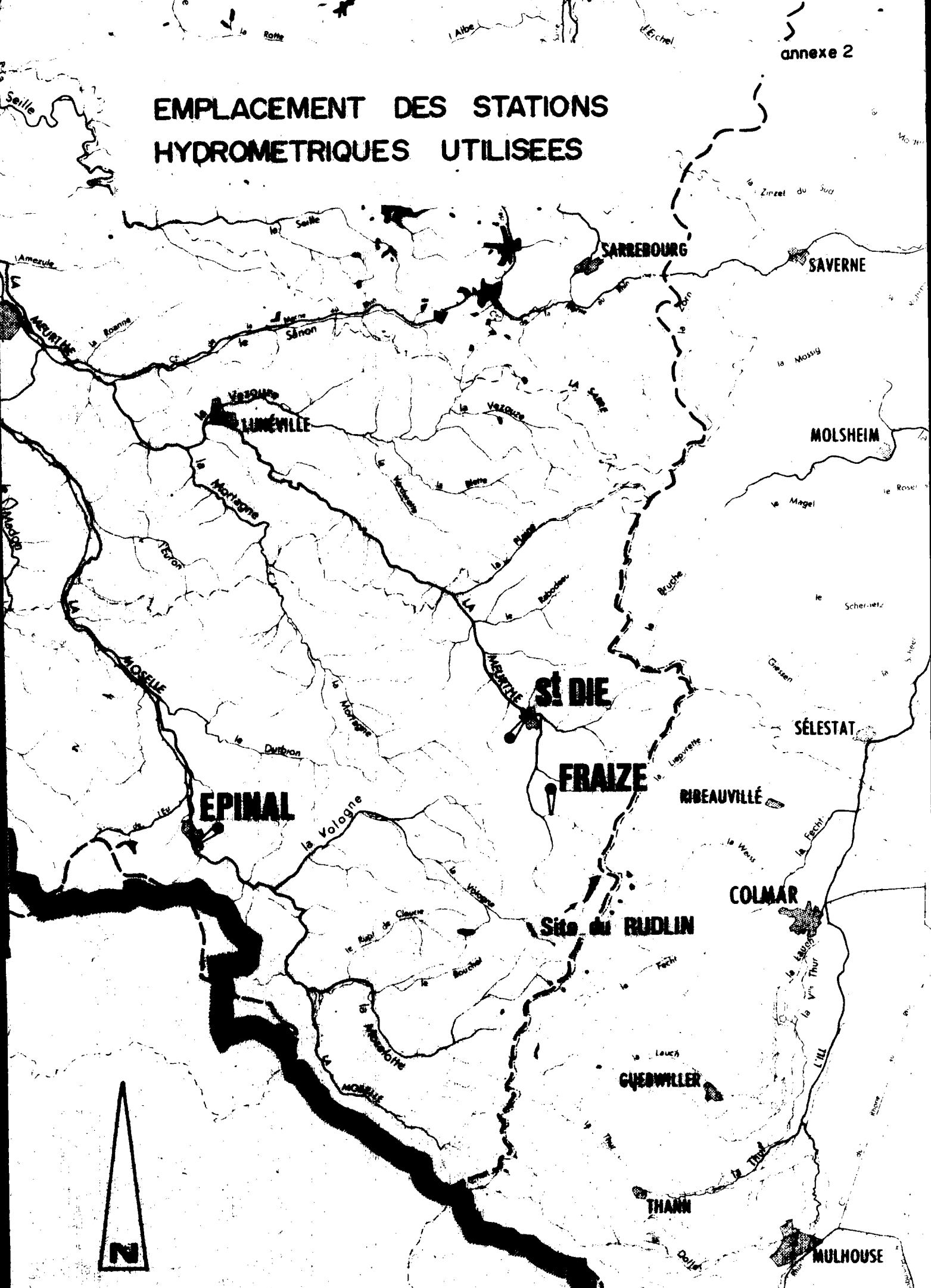
ADDITION II

USINE SOUTERRAINE II
200 MW

BASSIN INFERIEUR
C.U. : 16,7 Mm³
R.N. : 714 - 738



EMPLACEMENT DES STATIONS HYDROMETRIQUES UTILISEES



Débits moyens mensuels

Station: FRAIZE * 1/s/Km2 (1)

ANNEE	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Débits moyens				ANNEE
													AC	AH *	Eté	Hiver	
1941																	
1942																	
1943																	
1944																	
1945																	
1946																	
1947																	
1948																	
1949	23,1	16,6	30,3	28,6	19,2	11,5	20,1	5,5	8,7	12,5	4,0	31,7			12,9		
1950	22,4	43,9	23,6	35,1	32,0	14,4	10,4	13,1	19,5	16,5	65,4	51,1	28,9	22,2	17,6	26,8	
1951	36,5	38,1	46,1	36,9	24,5	34,2	11,7	12,3	12,9	13,3	40,7	40,1	29,0	31,9	18,2	45,6	
1952	49,5	20,6	62,0	38,0	12,8	5,1	2,6	2,2	12,0	54,1	68,3	56,0	32,0	28,3	14,8	41,8	
1953	18,3	19,5	29,2	26,7	8,7	32,6	30,2	13,6	8,5	6,2	7,2	4,0	17,1	26,5	16,6	36,4	
1954	24,8	18,1	26,1	20,5	10,7	8,5	6,6	28,0	30,0	34,1	27,5	58,1	25,2	18,3	19,7	16,8	
1955	72,3	40,3	28,3	19,7	17,9	27,0	16,9	9,9	10,7	10,5	8,0	37,8	25,0	28,3	15,6	41,0	
1956	42,4	21,1	34,7	29,8	20,4	24,2	31,4	29,5	23,9	31,8	30,3	34,7	29,6	27,9	26,8	29,0	
1957	23,3	68,5	33,8	18,7	10,8	21,2	25,9	24,2	29,8	16,1	12,5	21,2	25,5	28,1	21,4	34,8	
1958	37,8	86,9	35,2	27,9	28,7	22,3	19,4	27,7	21,0	27,8	29,1	44,4	34,1	30,7	24,4	37,0	
1959	62,1	22,2	26,7	30,0	23,7	12,3	10,8	8,8	7,2	7,3	8,8	28,2	20,7	23,7	11,6	35,6	
1960	35,3	39,8	36,8	11,4	10,3	18,9	21,9	31,9	25,4	30,2	45,9	35,1	28,6	24,9	23,2	26,6	
1961	38,1	58,2	23,1	22,3	23,5	23,9	21,6	17,5	9,0	22,3	27,6	55,2	28,6	28,4	19,6	37,2	
1962	49,5	40,5	42,2	56,1	29,6	12,3	6,6	6,1	14,1	7,4	8,3	26,4	22,7	28,9	12,6	45,2	
1963	22,7	11,0	36,8	29,0	19,6	28,4	16,0	35,6	20,8	21,4	57,2	18,9	26,5	23,0	23,6	22,4	
1964	9,7	15,3	28,6	22,7	23,9	11,3	5,3	4,8	7,0	20,5	40,5	22,1	17,7	18,8	12,2	25,4	
1965	38,0	28,6	57,0	43,8	43,1	29,4	11,5	14,3	39,5	15,8	32,9	81,0	36,7	32,4	26,4	38,4	
1966	53,0	49,2	31,3	40,2	29,1	15,9	20,1	30,5	19,2	14,0	24,6	79,0	33,9	34,7	21,4	48,0	
1967	50,1	36,3	40,3	29,0	31,6	21,2	11,7	9,7	20,4	21,3	38,2	39,9	29,2	31,3	19,4	43,2	
1968	51,8	48,6	40,3	42,2	33,7	15,3	10,6	23,4	40,8	40,8	20,2	27,9	33,0	35,5	27,4	43,6	
1969	34,3	36,2	49,5	59,5	38,6	40,5	24,2	17,2	15,5	8,7	25,5	23,8	31,2	31,0	24,0	38,0	
1970	43,1	75,8	39,0	59,8	51,0	24,8	26,2	17,7	17,6	28,0	35,3	29,8	37,3	36,0	27,6	44,4	

. L'année hydrologique est comptée de novembre à octobre, l'été de mai à octobre et l'hiver de novembre à mai -

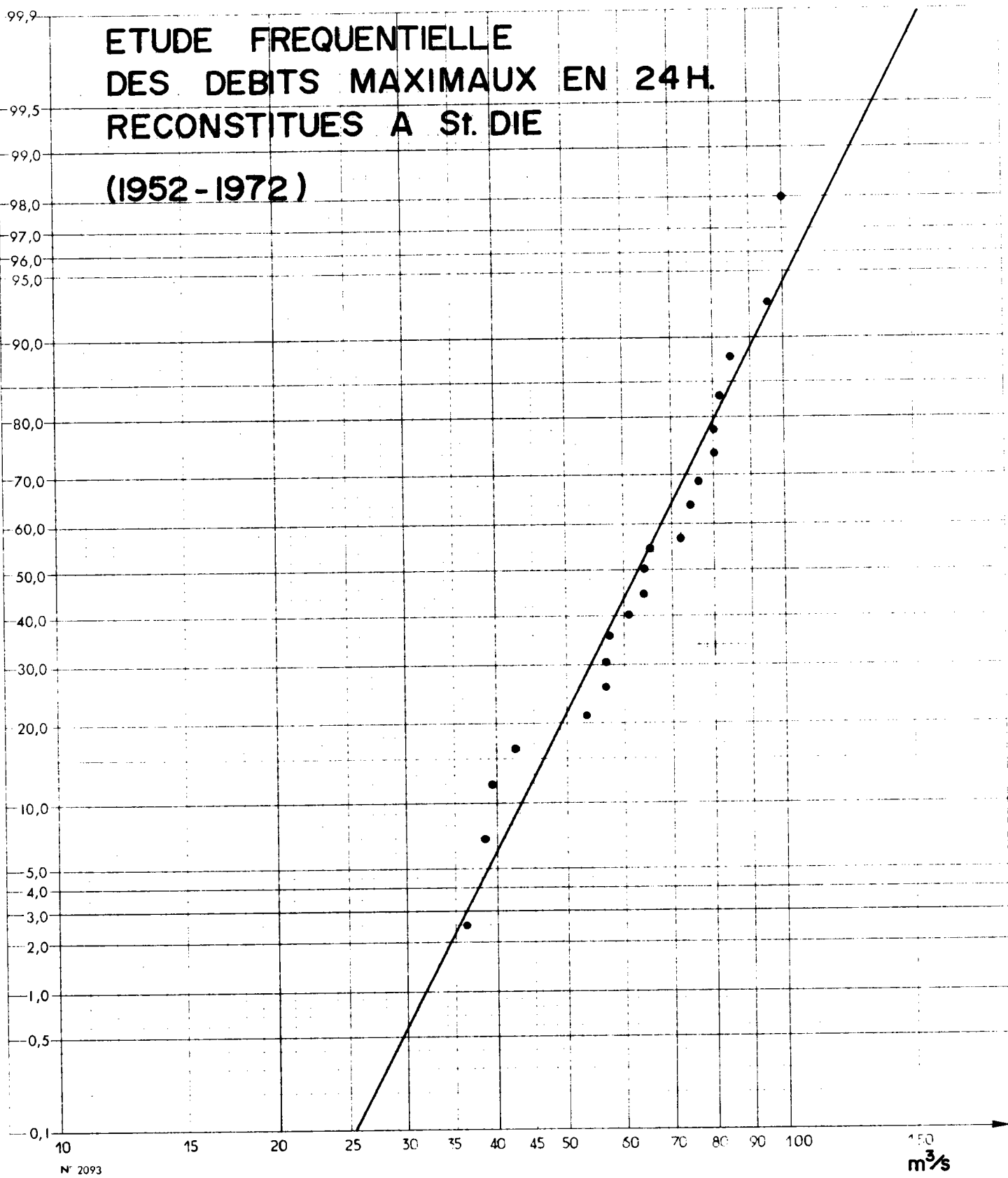
* Débits spécifiques reconstitués à partir d'Epinal suivant la relation

$$\text{Log QF} = 0,74557 \log Q \text{ EPINAL} + 0,35548 + 0,10605 \quad R = 0,9284$$

** Débits à Epinal reconstitués par corrélation mensuelle

Orbey, Chaumousey, Sewen

ETUDE FREQUENTIELLE
DES DEBITS MAXIMAUX EN 24H.
RECONSTITUES A St. DIE
(1952-1972)



AGENCE FINANCIERE DE BASSIN
RHIN-MEUSE

Hydrologie

Débits moyens mensuels

RM-H

Station: V A L T I N m3/s (I)

ANNEE	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Débits moyens				ANNEE
													AC	AH	Eté	Hiver	
1941																	
1942																	
1943																	
1944																	
1945																	
1946																	
1947																	
1948																	
1949	0,630	0,453	0,827	0,781	0,524	0,314	0,549	0,150	0,238	0,341	0,109	0,865					
1950	0,612	1,198	0,644	0,958	0,874	0,393	0,284	0,358	0,532	0,450	1,785	1,395					
1951	0,996	1,040	1,259	1,007	0,669	0,937	0,319	0,336	0,352	0,363	1,111	1,095					
1952	1,351	0,562	1,693	1,037	0,349	0,139	0,071	0,060	0,328	1,477	1,865	1,529					
1953	0,499	0,532	0,797	0,730	0,238	0,890	0,824	0,371	0,232	0,169	0,197	0,109					
1954	0,677	0,494	0,712	0,560	0,292	0,232	0,180	0,764	0,819	0,931	0,751	1,586					
1955	1,973	1,100	0,773	0,538	0,489	0,737	0,461	0,270	0,292	0,287	0,218	1,032					
1956	1,157	0,576	0,947	0,814	0,557	0,661	0,857	0,805	0,652	0,868	0,827	0,947					
1957	0,636	1,870	0,923	0,511	0,295	0,579	0,707	0,661	0,814	0,439	0,341	0,579					
1958	1,031	2,372	0,961	0,762	0,784	0,609	0,530	0,756	0,573	0,759	0,794	1,212					
1959	1,695	0,606	0,730	0,819	0,647	0,336	0,295	0,240	0,197	0,199	0,240	0,770					
1960	0,963	1,087	0,991	0,311	0,281	0,516	0,598	0,871	0,693	0,824	1,253	0,958					
1961	1,040	1,589	0,631	0,609	0,642	0,652	0,590	0,478	0,246	0,609	0,753	1,507					
1962	1,351	1,106	1,152	1,532	0,808	0,336	0,180	0,167	0,385	0,202	0,227	0,721					
1963	0,620	0,300	1,005	0,792	0,535	0,775	0,437	0,972	0,568	0,584	1,562	0,516					
1964	0,265	0,418	0,781	0,620	0,652	0,308	0,145	0,131	0,191	0,560	1,106	0,603					
1965	1,037	0,781	1,556	1,196	1,177	0,802	0,450	0,390	1,078	0,431	0,898	2,211					
1966	1,447	1,343	0,855	1,097	0,794	0,434	0,549	0,833	0,524	0,382	0,671	2,157					
1967	1,368	0,991	1,100	0,791	0,863	0,579	0,319	0,265	0,557	0,581	1,043	1,089					
1968	1,414	1,327	1,100	1,152	0,920	0,418	0,289	0,639	1,114	1,114	0,551	0,762					
1969	0,936	0,988	1,351	1,624	1,054	1,106	0,661	0,470	0,423	0,238	0,696	0,650					
1970	1,177	2,069	1,065	1,633	1,392	0,677	0,715	0,483	0,480	0,764	0,964	0,814					

**ETUDE FREQUENTIELLE
DES DEBITS MENSUELS D'ETIAGE
A FRAIZE LE RUDLIN
en l/s/km²
(1949 - 1972)**

