

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

SERVICE RÉGIONAL
DE L'AMÉNAGEMENT
DES EAUX DE LORRAINE

DIRECTION DÉPARTEMENTALE
DE L'AGRICULTURE DE LA MEUSE

ÉTUDE DU BASSIN HYDROGÉOLOGIQUE

DE VAUCOULEURS

(Meuse)

RÉSULTATS DE LA PREMIÈRE PHASE
DES TRAVAUX DE RECONNAISSANCE

par

M. GUILLAUME, J.L. LACHAIZE,

avec la collaboration de G. BRESSON

et la participation de

J. de MAUTORT, C. MAIAUX et C. MAROTEL



BUREAU DE RECHERCHES
GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

74, rue de la Fédération
PARIS (15^{me})

Service Géologique Régional Nord-Est

11, Rempart Saint-Thiébault
57-METZ — Tél. 68.79.29

69 SGL 159^A NES

Metz, le 25 Mai 1969

MINISTERE DE L'AGRICULTURE

SERVICE REGIONAL
DE L'AMENAGEMENT
DES EAUX DE LORRAINE

DIRECTION DEPARTEMENTALE
DE L'AGRICULTURE DE LA MEUSE

ETUDE DU BASSIN HYDROGEOLOGIQUE
DE VAUCOULEURS (Meuse)

RESULTATS DE LA PREMIERE PHASE DES TRAVAUX
DE RECONNAISSANCE DU BASSIN HYDROGEOLOGIQUE DE LA MEUSE

Par

M. GUILLAUME, J.L. LACHAIZE
avec la collaboration de G. BRESSON
et la participation de
J. DE MAUTORT, C. MAIAUX et C. MAROTEL

BUREAU DE RECHERCHES
GEOLOGIQUES ET MINIERES
74, rue de la Fédération
75 - PARIS (15ème)

Service Géologique Régional Nord-Est
11, rempart St-Thiébault
57-METZ - Tél. 68.79.29

Rapport 69 SGL 159 NES

Etude du bassin hydrogéologique de VAUCOULEURS
(Meuse)

Résultats de la première phase des
travaux de reconnaissance

ERRATUM

lire p. 20 ... comme le montre le polygone des fréquences
(Fig. 15a)

lire p. 23 :

formule de Turc :

$$Er = \frac{P}{0,9 \frac{P^2}{L^2}}$$

avec $L = 300 + 25t + 0,05t^3$

- lire p. 24 et 25 formule de COUTAGNE

S O M M A I R E

	Pages
1 - INTRODUCTION - But de l'étude	1
2 - GENERALITES	3
2.1 - Situation générale du bassin	3
2.2 - Chronologie de l'étude	4
3 - MOYENS MIS EN OEUVRE ET RESULTATS	4
3.1 - Inventaire	4
3.2 - Etude géologique du Bassin	5
3.3 - Etude géophysique	8
3.4 - Forage de reconnaissance	9
4 - ESSAIS DE BILAN	17
4.1 - Principe du bilan	17
4.2 - Planimétrie	18
4.3 - Equipement	18
4.4 - Bilan	19
5 - SYNTHESE DES RESULTATS	29
5.1 - Structure générale du Bassin	29
5.2 - Caractéristiques lithologiques du Bassin	30
5.3 - Définition du réservoir	31
6 - DEFINITION DES ZONES A ETUDIER PLUS EN DETAIL	33
Programme de la 2ème phase	
6.1 - Zones à étudier plus en détail	33
6.2 - Programme de reconnaissance par sismique réfraction	33
6.3 - Programme de reconnaissance par sondages mécaniques	34
6.4 - Programme d'étude géologique et synthèse des résultats de la 2ème phase	35
6.5 - Programme d'étude hydrologique	36
6.6 - Dépense à prévoir	37
7 - CONCLUSIONS GENERALES	38

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1 - Plan d'implantation de sondages
- " 2 - Carte géologique sommaire au 1/50 000
- " 3 - Coupe géologique type
- " 4 - Profil Nord-Sud
- " 5 - Profil Est-Ouest
- " 6 - Coupe carrière Vaucouleurs
- " 7 - Coupe forage Ourches
- " 8 - Coupe forage Epiez
- " 9 - Coupe forage Burey en Vaux.
- " 10 - Coupe forage Rigny la Salle
- " 11 - Coupe forage Maxey sur Vaise
- " 12 - Essais de débit 1, 2 et 3 - Forage Burey en Vaux
- " 13 - Analyse physico chimique sur le forage de Burey en Vaux
- " 14 - Carte des stations pluviométriques et de jaugeages au 1/25 000
- " 15 - Pluviométrie : (histogrammes)

RESUME

Une campagne de reconnaissance géophysique par prospection électrique complétée par trois forages de reconnaissance et des levés géologiques de surface ont montré l'existence d'un bassin hydrogéologique fermé dans la vallée la Meuse, au Nord et au Sud de Vaucouleurs.

Ce rapport donne les principaux résultats de cette première phase des travaux de reconnaissance de ce bassin dont les possibilités de réalimentation seraient de l'ordre de 100 000 à 175 000 m³/j.

1 - INTRODUCTION

Cette étude entre dans le cadre des recherches hydrogéologiques entreprises dans le département de la Meuse, par le Service de l'Aménagement des eaux de Lorraine en liaison avec la Direction Départementale de l'Agriculture de la Meuse. La réalisation de cette étude devrait permettre au département de la Meuse de disposer d'une possibilité d'alimentation en eau potable très importante. Elle peut être un facteur du développement économique de la région de Vaucouleurs. D'autre part, les besoins locaux étant satisfaits, ces réserves en eau potable pourraient intéresser la Meurthe-et-Moselle toute proche.

Elle s'inscrit dans le cadre de la participation du B.R.G.M. aux études d'inventaires des ressources en eau réalisées dans ce département depuis 1961, et, en particulier, dans la vallée de la Meuse au Nord de Verdun (zone de Bras-sur-Meuse à Champneuville) pour la Société d'Etudes pour l'Alimentation en eau de l'Est de la France. Ces études ont montré l'existence d'un bassin hydrogéologique d'une capacité aquifère de 80 000 m³/j.

Or, la région de Vaucouleurs présente une structure identique à celle du bassin de Verdun. D'autre part, le forage exécuté pour l'A.E.P. de la commune d'Ourches, par la Direction Départementale de l'Agriculture, a donné de très bons résultats. Présentant 60 m de Calcaires rauraciens sous 7,5 m d'alluvions de la Meuse, ce forage a permis l'obtention d'un débit de 126 m³/h pour un rabattement de 4,63 m. Le débit maximum de l'ouvrage serait d'environ 300 m³/h soit un débit journalier de 7200 m³. Or, cet ouvrage ne se trouve pas dans les conditions idéales de fissuration et d'alimentation telles qu'une étude approfondie de la région pourrait le montrer.

Il était donc nécessaire d'envisager une étude en plusieurs phases. La résolution favorable de chacune d'elles permettant d'envisager la suivante.

Dans ce rapport sont décrits les résultats obtenus lors de la première phase de cette étude qui avait pour objet de définir l'extension géographique superficielle et l'étendue souterraine du bassin hydrogéologique et de dégager l'intérêt qu'il peut représenter sur le plan des réserves en eaux souterraines tant pour ses ressources propres que pour ses possibilités éventuelles de recharge superficielle.

Cette étude a permis de fixer à l'intérieur du bassin les zones justifiables d'études ultérieures approfondies et de présenter un programme d'études complémentaires. Cette étude comportait :

- 1) une cartographie géologique du bassin dans l'optique de l'établissement d'une carte hydrogéologique au 1/50 000.
- 2) L'analyse et la corrélation des résultats obtenus par prospection électrique (rapport Compagnie de Prospection Géophysique Française...) avec les données géologiques de surface.
- 3) L'implantation, l'interprétation de sondages d'échantonnage carottés, faisant suite à la campagne de géophysique ainsi que l'interprétation des tests aquifères réalisés sur ces sondages (Burey en Vaux, Rigny la Salle, Maxey sur Vaise).
- 4) Le rassemblement, l'analyse, l'interprétation des données hydrologiques superficielles (pluviométrie, jaugeage de la Meuse et de ses affluents), en vue de l'approche d'un premier bilan hydrogéologique.

Au terme de ce rapport, nous présentons une définition des zones à étudier plus en détail et établissons les programmes d'études de la 2ème phase (géophysique sismique, forages d'essais et piézomètres de contrôle) ainsi que le détail estimatif des travaux complémentaires pour ces zones retenues.

2 - GENERALITES

2.1 - Situation générale du bassin

Le bassin hydrogéologique de Vaucouleurs (situation annexe 1) est en relation étroite avec la pente générale des assises géologiques vers le centre du bassin de Paris (voir annexe 2). Dans cette zone, le bassin hydrographique de la Meuse coïncide sensiblement avec les affleurements de calcaires perméables rauraciens qui présentent une subsidence (identique à celle observable du Nord de Verdun) qui s'étend de Ville-Issey au Nord, à Pagny la Blanche-Côte, au Sud. Cette subsidence détermine un bassin hydrogéologique "fermé" (voir annexe 4) par suite de la remontée au Nord et au Sud des couches imperméables de l'oxfordien qui affleurent vers l'Est (plaine de la Woëvre et du Toulinois) en contrebas des Hauts de Meuse.

D'autre part, l'eau ne peut "fuir" vers l'ouest par suite d'une couverture en terrains imperméables du Séquanien et du manque d'exutoire des calcaires argovo-rauraciens dans cette direction.

La seule possibilité éventuelle d'exutoire, autre que la Meuse, existerait au seuil de Ville-Issey.

Un premier bilan approximatif pourrait être donné. En se basant sur une superficie d'affleurement des calcaires, à l'intérieur du bassin de 178 km² en rive droite et de 75 km² en rive gauche, soit un total de 253 km²,

- une épaisseur de calcaires de 100 m. maximum en dessous de la vallée,

- une pluviométrie moyenne de 840 mm et une infiltration moyenne égale au tiers des précipitations, on peut

admettre une réalimentation annuelle de 60.720.000 m³/an soit 166.000 m³/j.

Ce bilan permettant de fixer un ordre de grandeur grossier des ressources, très approximatif, a été précisé dans ce présent rapport.

2.2 - Chronologie de l'étude (1ère phase)

1) Les études d'inventaire entreprises par l'Université de Nancy et le B.R.G.M. sur les feuilles de St-Mihiel et Commercy en 1968 vont être poursuivies sur Gondrecourt-le-Château en 1969.

2) Etude géologique de surface avec cartographie détaillée des limites (Séquanien-Rauracien, Oxfordien-Rauracien) et des différents faciès calcaires du réservoir.

3) Prospection géophysique par sondages électriques permettant de connaître l'épaisseur du calcaire noyé, reposant sur les argiles de l'oxfordien ainsi que les variations de résistivité au sein des calcaires pouvant indiquer, dans le cas d'un abaissement, une fissuration importante propice aux circulations d'eau.

4) Trois sondages mécaniques avec carottage continu (\varnothing 133 mm) furent réalisés à Burey-en-Vaux, Rigny-la-Salle, Maxey-sur-Vaise donnant un étalonnage précis aux méthodes géophysiques et permettant des essais de pompage dont l'interprétation conduira à définir les paramètres de l'horizon aquifère.

3 - MOYENS MIS EN OEUVRE ET RESULTATS

3.1 - Inventaire systématique des points d'eau existants :

Des quatre cartes au 1/50 000 couvrant la zone étudiée (Commercy - Toul - Gondrecourt - Vézelize) seule la feuille de Commercy est terminée et doit paraître prochainement au

B.R.G.M., tandis que celle de Gondrecourt est en cours d'étude.

La documentation déjà rassemblée est très inégale. La plupart des forages s'arrêtent dans les alluvions ou bien pénètrent que faiblement dans les calcaires rauraciens.

Les forages ayant traversé l'Argovo Rauracien sont les suivants :

- Forage communal de Badonvillers :

Profondeur : 243,0 m. Il débute à la base du Kimméridgien, traverse en entier le Séquanien et l'Argovo Rauracien pour atteindre les argiles à Chailles de l'Oxfordien supérieur vers 190 m de profondeur.

- Forage communal d'Ourches : (annexe 7)

Profondeur : 82,23 m. Après avoir traversé 7,50 m d'alluvions de la Meuse, il atteint les argiles à Chailles à 76,50 m de profondeur ce qui représente 69 m de calcaires Argovo rauraciens reconnus, soit environ 57% de l'épaisseur totale. Les essais de débit ont montré un débit de 126 m³/h pour 4,63 m de rabattement.

- Forage de reconnaissance d'Epiez sur Meuse : (annexe 8)

Profondeur : 101,30 m. Il a permis de reconnaître 92 m de Calcaires argovo-rauraciens, soit 76% de l'épaisseur totale de cet horizon, atteignant les argiles à Chailles à 91,95 m de profondeur.

Les autres forages utilisés pour l'alimentation en eau potable ont capté essentiellement la nappe alluviale de la Meuse. (Voir tableau ci-après).

3.2 - Etude géologique du Bassin :

Le bassin hydrogéologique de Vaucouleurs est couvert par quatre cartes au 1/50 000 : Commercy - Toul - Gondrecourt

COMMERCY 1/50 000

Forages alluvions exploités
dans la vallée de la Meuse

Commune	Désignation	Prof. m	Ep. Alluv. m	Débit actuel m3/h	Possibilité m3/h
Sorcy St Martin	A.E.P. Syndicat de Sorcy Puits 1	16	15	100	250
	Puits 2	15	15	100	300
"	Maissonnette de l'Ecluse	18	17,45	12	?
"	Ecluse n° 4	27,20	22	11	?
"	Fromagerie Roustang	18,00	17,60	40	175
"	EDF s/s station électrique de VOID	32	8,60	10	?
"	Sondage n° 3	13,70	10,30	?	?
"	Sondage n° 3 bis	19,50	19,50	?	?
Pagny sur Meuse	Les Marais n° 1	18,40	17,40	50	
	Les Marais n° 3	21	17,60		
Troussey	Les Patureaux	6,20	5,50	10	50
	Distillerie du Moulin de Troussey	25	10,50	?	?
	200m SSW des carrières	39		2	
St Germain/Meuse	"Devant Ugny"	6,50	?	20	90
Rigny la Salle	Lieu dit "à Han"	13,00	13,00	51	
Ourches/Meuse	"Le Poirier chien"	4,95	4,95	5-6	20

.../...

Vignot	A.E.P. forage Commu-	9,80	12,10	263
	nal au lieu-dit "la	!approfon		
	Haute Fournière"	!di à		
		13,80		
Commercy	A.E.P. station pom-	6,50	6,50	Pompage!
	page			!journalier!
				!moyen!
				!3 600!

GONDRECOURT 1/50 000

Forages alluvions exploités dans la Vallée de la Meuse

Commune	Désignation	Prof. m	Ep. Alluv. m	Débit actuel m3/h	Possibilité m3/h
Vaucouleurs	Station de pompage F1 1964	12,00			-
	F2 1933	10,90	8,00	80	
Chalaines	Station de pompage	8,00	inconnue	110	-
Burey-en-Vaux	F1 lieu dit "Grawière"	7,75	7,20	-	-
	F2 lieu dit "Grand Pré"	9,25	8,90	-	-
	forage "Grand Pré"	8,85	8,85	85	-
Sepvigny	Station de pompage	15,00	environ 5m	?	-
Pagny-la-Blanche Côte	Forage A.E.P.	7,75	7,50	195	-
Goussaincourt	Forage A.E.P. eau ferrugineuse exploi- tation abandonnée	6,00	5,00	27	

et Vézelize. Seule la carte de Gondrecourt n'est pas encore publiée.*

STRATIGRAPHIE et LITHOLOGIE

Du point de vue structural le Bassin argovo rauracien de Vaucouleurs se présente sous la forme d'une structure monoclinale à pendage ouest (13 - 14 ‰) offrant vers l'Est un relief de côte dominant le Toullois.

D'autre part entre Ville Issey au Nord et Pagny la Blanche-Côte au Sud, les couches géologiques sont affectées d'un large mouvement synclinal dont l'axe Est-Ouest passe par Ourches.

L'étude des différentes carrières (VOID, PAGNY sur MEUSE, VAUCOULEURS (annexe 6) et ST GERMAIN), l'examen des coupes carottées des forages d'OURCHES et d'ÉPIEZ ont permis de définir les grandes lignes de la stratigraphie et de la lithologie du Bassin : (annexes 2 et 3).

Le SEQUANIEN :

Dans sa partie inférieure il apparaît comme une alternance de bancs argileux et de niveaux calcaires, parfois très coquilliers. Cet ensemble repose sur une dalle taraudée au toit du Rauracien. La prédominance de niveaux argileux constitue pour la nappe de l'Argovo Rauracien un écran relativement imperméable vers l'Ouest du Bassin de Paris.

L'ARGOVO-RAURACIEN :

D'une puissance totale de 120 m cet étage comprend un ensemble de faciès calcaires qui passent souvent latéralement de l'un à l'autre mais dont la stratigraphie générale est la suivante, de haut en bas :

- 10 m de calcaire lithographique gris surmonté par

* Elle est actuellement en cours de lever par M. P.L. MAUBEUGE

une dalle taraudée avec dépôts d'oxyde de fer. Dans le détail, cet horizon est composée d'une série dont les séquences sont du type marno calcaire fin - calcaire fin - calcaire lithographique - surface taraudée et ainsi de suite. On en compte ainsi environ 4 ou 5 suivant les zones.

- 50 m de calcaires plus ou moins crayeux, sublithographiques et même graveleux, se délitant en plaquettes et ne comportant pas de niveaux à polypiers.

- 30 m de calcaire récifal à polypiers différenciés, massifs ou rameux dans une gangue de calcaire graveleux, parfois crayeux, présentant des zones plus construites qui alternent avec des passages bioclastiques.

- 10 à 15 m de calcaire graveleux à oolithes plus ou moins ferrugineuses, à ciment gris souvent recristallisé.

- 10 à 15 m de calcaire à polypiers constructeurs en lentilles calciteuses intercalées d'argile grise.

Cet ensemble est assez massif et ne présente que peu d'altération en profondeur.

L'OXFORDIEN SUPERIEUR :

Il est constitué par une alternance de bancs de calcaire gréseux en nodules : les chailles, et de niveaux marneux à tendance de gaize tendre vers le Sud. Cet ensemble d'une puissance de 40 m environ débute immédiatement sous les polypiers par l'intermédiaire d'un niveau à grosses coquilles. On notera l'absence de l'oolithe ferrugineuse (minerai de Neuvizy).

3.3 - Etude géophysique

Il a été réalisé, dans la vallée de la Meuse entre Ville Issey et Pagny le Blanche-Côte, une reconnaissance par sondages électriques. (Annexe 1).

Cette campagne a été exécutée par la Compagnie de Prospection Géophysique Française du 23 Octobre au 20 Novembre 1968.

Son but était de déterminer la profondeur du toit des argiles à chailles sous recouvrement calcaire de l'Argovo Rauracien.

100 sondages électriques, espacés de 300 à 500 m, ont été réalisés dans les vallées de la Meuse et de l'Aroffe.

Ils ont permis de donner les valeurs suivantes de résistivité aux différents terrains :

- Limons de surface : 15 à 25 ohms.m
- Sables et graviers des alluvions : 200 - 400 ohms.m
- Calcaires non altérés : 1500 - 2000 ohms.m
- Argiles à chailles : 30 ohms.m.

La finesse de l'interprétation de chaque sondage électrique a fait apparaître pour certains d'entre eux un abaissement très net de la résistivité des calcaires pouvant être l'indication d'une fissuration importante.

3.4 - Etude des sondages exécutés par la Société Nouvelle de Sondages Bonne Espérance

3.4.1 - Sondage n° 1

Commune de Burey-en-Vaux

Coordonnées Lambert X = 846,14

lieu dit "Gravière" Y = 100,86

Z = +254 m

réalisé du 13 Janvier au 27 Janvier 1969.

- Forage : (voir coupe technique en annexe 9)

- forage à la tarière - diamètre 160 mm -
de 0 à 2,00 m,

- fonçage à la soupape avec tubage de protection provisoire - diamètre 375 mm - de 2 à 9,20 m,
- forage au RB - diamètre 250 mm - de 9,20 à 11,80 m,
- forage au carottier double pivotant - diamètre 133 mm - de 11,80 à 72,40 m.
- Tubage :
 - de +1,00 à -11,80 m - tubage acier plein diamètre 200 x 208 mm pour isoler les alluvions.
- Cimentation :
 - cimentation de l'annulaire de 8,80 à 11,80 m pour isoler la nappe alluviale de la nappe calcaire.
- Coupe géologique : (voir coupe géologique détaillée en annexe 9)
 - 0,00 à 2,00 m limons argileux,
 - 2,00 à 8,10 m alluvions calcaires,
 - 8,10 à 25,80 m calcaire blanc à beige détritique, fissuré en tête de 8,10 à 22,80 m,
 - 25,80 à 30,05 m calcaire beige, détritique, avec quelques polypiers,
 - 30,05 à 40,90 m calcaire gris-bleuté, oolithique, à débris avec quelques fissures oxydées,
 - 40,90 à 43,20 m calcaire récifal gris-bleuté à polypiers,
 - 43,20 à 52,30 m calcaire détritique gris-bleuté avec quelques fissures oxydées
 - 52,30 à 54,30 m calcaire récifal gris-bleuté à polypiers,
 - 54,30 à 58,20 m calcaire gris-bleuté à débris, massif,
 - 58,20 à 70,00 m calcaire récifal gris à polypiers construits en lentilles calciteuses,

70,00 à 71,80 m alternance de bancs calcaires gréseux et de marne grise (argiles à chailles de l'ex-Oxfordien supérieur

Remarque : L'ensemble des calcaires rencontrés appartient à l'ex-Argovo-Rauracien des auteurs.

- Observations hydrogéologiques :

- l'étude des carottes a montré l'existence d'une importante zone fracturée de 8,10 à 22,80 m, avec nombreuses fissures oxydées (dépôt de $F_2 O_3$).
- en dessous, on note des fissures isolées à 36,60 m, 39,10 m, 44,20 m et 46,75 m.
- à partir de 14,80 m, il a été observé une perte totale d'injection durant le forage à l'eau claire soit environ 6 m³/h.
- niveau de l'eau au repos le 27 Janvier 1969 : 0,75 m/sol.

Essai de débit

- 1) Moto pompe de surface Richier 7 m³/h
crépine à -4,00 m/sol
- 2) Electro pompe KSB 60 - 100 m³/h
crépine d'aspiration à -10,00 m/sol.

Résultats globaux (voir résultats en annexe 12)

Essai de débit n° 1 le 27 Janvier 1969, de 15h45 à 17h45, soit durant 2h.

<u>Durée</u>	<u>Débit</u>	<u>Rabattement</u>	<u>Débit spécifique</u>
2h	6,44 m ³ /h	0,33 m	19,5 m ³ /h/m

Essai de pompage n° 2 dit de nettoyage, du 1er Avril 1969 à 21h au 2 Avril 1969 à 8h, soit une durée de 11 h (voir résultats en annexe 12).

<u>Durée</u>	<u>Débit</u>	<u>Rabattement</u>	<u>Débit spécifique</u>
11h	84,3 m ³ /h	5,51 m	15,3 m ³ /h/m

Essai de pompage n° 3 du 2 Avril 1969 à 8h15 au 3 Avril 1969 à 15 h, soit d'une durée de 28h45.

<u>Durée</u>	<u>Débit</u>	<u>Rabattement</u>	<u>Débit spécifique</u>
28h45	102,1 m ³ /h	6,68 m	15,3 m ³ /h/m

Analyse physicochimique (en annexe 13)

- Eau d'excellente qualité chimique, comparable à l'eau d'Evian.

3.4.2 - Sondage n° 2

Commune de Rigny-la-Salle

Coordonnées Lambert X = 848,47
lieu dit "le Gué au Pont" Y = 107,23
Z = +249 m

réalisé du 29 Janvier au 6 Février 1969.

- Forage : (voir coupe technique en annexe 10)
 - forage à la tarière - diamètre 160 mm - de 0 à 0,80 m,
 - fonçage à la soupape avec tubage de protection provisoire - diamètre 375 mm - de 0 à 8,50 m,
 - forage au RB - diamètre 250 mm - de 8,50 à 10,20 m et alesage au RB - diamètre 300 mm,
 - forage au carottier double pivotant - diamètre 133 mm - de 10,20 à 34,40 m.

- Tubage

- de +1,00 à -10,20 m - tubage acier plein - diamètre 279 x 297 mm pour isoler les alluvions,
- de +1,00 à -34,40 m - tubage Divnyle - diamètre 117 x 125 mm crépine à fentes de 2 x 100 mm en quinconce sur 6 génératrices tous les 0,10 m.

- Cimentation

- cimentation de l'annulaire de 8,00 à 10,20 m pour isoler la nappe alluviale de la nappe calcaire.

- Coupe géologique : (voir coupe géologique détaillée en annexe 10)

0,00 à 0,80 m terre végétale et limons

0,80 à 8,50 m alluvions calcaires

8,50 à 17,50 m calcaire oolithique beige assez fracturé jusqu'à 12,70 m avec des zones bleutées vers la base

17,50 à 31,10 m calcaire récifal gris à poly-piers construits en lentilles ensemble assez massif, peu fracturé

31,10 à 34,40 m alternance de calcaire gris, gréseux, et de marnes grises sableuses (argiles à chailles de l'ex-Oxfordien supérieur).

Remarque : L'ensemble des calcaires rencontrés appartient à la base de l'ex-Argovo-Rauracien des auteurs.

- Observations hydrogéologiques :

- l'étude des carottes a montré une faible épaisseur de terrain fracturé, de 8,50 à 12,70 m avec, en-dessous, quelques fissu-

- Tubage :

- de +1,00 à -6,60 m tubage acier plein - diamètre 200 x 208 mm,
- de +1,00 à -3,00 m tubage DIVNYLE plein - diamètre 119 x 125 mm,
- de -3,00 à -46,50 m tubage DIVNYLE - diamètre 119 x 125 mm crépines à fentes de 2 x 100 mm sur 6 génératrices en quinconce tous les 0,10 m,
- de -46,50 à -50,50 m tubage DIVNYLE plein - diamètre 119 x 125 mm.

- Cimentation :

- cimentation de l'annulaire de 0 à 6,60 m.

- Coupe géologique : (voir coupe géologique détaillée en annexe 11)

- 0,00 à 2,80 m terre végétale et limon avec cailloutis
- 2,80 à 10,30 m calcaire blanc à débris de coquilles très fracturé
- 10,30 à 17,15 m calcaire beige devenant récifal à polypiers, avec passage bleuté vers la base
- 17,15 à 30,80 m calcaire gris bleuté massif à coquilles et oolithes rougeâtres, avec passages beiges
- 30,80 à 45,10 m calcaire récifal gris bleuté à polypiers en lentilles calciteuses
- 45,10 à 50,50 m alternance de bancs de calcaire gréseux gris et de marne grise sableuse (argiles à chailles).

Remarque : Les calcaires appartiennent à la base de l'ex-Argovoraucien.

- Observations hydrogéologiques :

- l'étude des carottes a montré l'existence d'une zone très fracturée de 2,80 à 10,30 m mais qui se trouve aquifère qu'à partir de 6,70 m.

En dessous, l'on note un certain nombre de fissures oxydées, en particulier de 21,10 à 22,65 m et de 39,90 à 40,50 m,

- niveau de l'eau au repos le 18 Mars 1969 :
6,71 m/sol,

- les pertes d'injection d'eau claire lors du forage ont été faibles, de l'ordre de 500 l/jour,

- aucun essai de débit n'a été réalisé.

4 - ESSAI DE BILAN

4.1 - Principe du bilan

Précipitations (P) = Ecoulement (Q) + Déficit d'écoulement (D) (Evapotranspiration) + Variations des réserves (Ar) infiltration efficace en particulier.

Par cette étude, nous cherchons à établir un bilan donnant une idée de l'importance de l'infiltration pour trois années : une année humide, une année "moyenne", une année sèche, permettant ainsi de donner une "fourchette" des possibilités de réserve en eaux souterraines découlant directement de l'infiltration, soit :

$$I = P - (Q + D)$$

Malheureusement, si les données climatiques (pluviométrie, températures) sont nombreuses, les mesures de débit sont rares. En effet, dans le cas du bassin de Vaucouleurs nous aurions souhaité opérer par jaugeage différentiel. La différence observée entre les mesures de débit à l'exutoire et celles de l'entrée donnant la valeur Q : quantité d'eau qui a ruisselé sur l'ensemble du bassin. Or, les 2 stations qui auraient servi à l'établissement de cette différence donnent des mesures exploitables scientifiquement que depuis 1966.

Un bilan moyen sur plusieurs années est donc proposé qui donne, malgré tout, une idée valable de la quantité d'eau qui s'infiltré et des possibilités hydrauliques du bassin en une année que l'on peut considérer comme moyenne mais à tendance humide. Des essais de bilan pour une année sèche et une année humide ont été effectués en complément.

Le dépouillement des données pluviométriques est réalisé de même que le calcul du déficit d'écoulement.

4.2 - Planimétrie

Nous avons adopté, comme limites stratigraphiques du bassin d'alimentation :

- à la base du système aquifère : le toit des argiles à chailles de l'Oxfordien,
- au sommet du système aquifère : la base des argiles du Séquanien reposant sur une surface d'émersion taraudée et oxydée des calcaires rauraciens. Celles-ci maintiennent captive vers l'ouest la nappe du Rauracien.

Nous avons exclu du bilan, la nappe suspendue du Séquanien calcaire, car l'apport résultant des sources de versants de cette nappe n'est pas chiffrable.

Ainsi, les surfaces d'alimentation ont été limitées aux seuls affleurements du calcaire rauracien. Nous avons distingué les bassins d'alimentation de la rive droite et de la rive gauche de la Meuse, étant donné leur dissymétrie résultant du pendage des couches vers l'ouest et qui réduit le bassin d'alimentation de la rive gauche.

La superficie minimum du bassin d'alimentation, limité aux seuls affleurements des calcaires rauraciens, est de 253 km² comprenant les 45 km² de la plaine alluviale de la Meuse.

4.3 - Equipement (plan en annexe 14)

4.3.1 - Pluviométrie - Température

L'Office National de la Météorologie possède 3 stations sur le bassin de Vaucouleurs.

Au nord : Commercy + 283 m,
au centre : Vaucouleurs + 252 m,
au sud:Maxey sur Vaise + 250 m.

dont nous avons relevé les données pluviométriques depuis l'année de leur création. De même, les données des stations environnantes de :

Neufchâteau au sud + 290 m,
Gondrecourt à l'ouest + 300 m,
Bulligny à l'est + 295 m ont été consultées.

Ces stations sont équipées de pluviomètres du type Association ainsi que de thermomètres à maxima et minima.

4.3.2 - Stations de jaugeage (plan en annexe 14)

Pour connaître la valeur de la quantité d'eau qui ruisselle à l'intérieur du bassin, des mesures de jaugeage différentiel à l'entrée et à l'exutoire sont nécessaires. L'équipement actuel de la Meuse est assez réduit. Seule la station de Commercy au nord fonctionne, mais seulement en période de crue. Il nous a donc été difficile d'apprécier avec précision la quantité d'eau qui ruisselle et s'écoule par la Meuse.

4.4 - Bilan

4.4.1 - Pluviométrie

Modules pluviométriques annuels moyens en mm.

	! Période !	! Période !	! Période !	! Période !
	! 1891-1930 !	! 1921-1950 !	! 1950-1968 !	! 1891-1968 !
GONDRECOURT	! - !	! - !	! 958 !	! - !
COMMERCY (+ 283)	! 829 !	! 872 !	! 819 !	! 840 !
VAUCOULEURS (+ 252)	! 762* !	! 863 !	! 872 !	! 832 !
MAXEY/S/VAISE (+ 250)	! 827 !	! 874 !	! 897 !	! 866 !
NEUFCHATEAU (+ 290)	! 864 !	! 858 !	! 911 !	! 877 !
BULLIGNY	! - !	! - !	! 901 !	! - !

* La station se trouvait auparavant à CHALAINES à 3 km à l'est de Vaucouleurs (altitude + 250).

Ainsi, sur la période 1891-1968, le module pluviométrique augmente du nord au sud en remontant la vallée de la Meuse vers les Vosges. De même Gondrecourt à l'ouest et Buligny à l'est, de la vallée de la Meuse, semblent plus arrosées.

Ainsi, pour le calcul du bilan, nous avons choisi un module moyen de $\frac{840 + 832 + 866}{3} = 846 \neq 850$ mm.

qui reflète la pluviométrie moyenne tombant sur le bassin.

Valeurs extrêmes

L'année la plus humide pour les 3 stations se situant sur le bassin est 1966, la plus sèche 1953, qui sont les deux extrêmes de cette période.

	<u>Commercy</u>	<u>Vaucouleurs</u>	<u>Maxey/s/Vaise</u>
Rap. <u>année la plus humide</u>	!	!	!
<u>année la plus sèche</u>	2,1	2,0	2,1
Année la plus sèche (1953)	!	!	!
Année la plus humide (1966)	491	583	552
	!	!	!
	1 069	1 186	1 183
	!	!	!

La loi de répartition des fréquences est du type de la loi de Gauss comme le montre le polygone des fréquences (Fig. Le maximum est situé dans l'intervalle 800-850 mm.

En conclusion : Les pluies sont assez bien réparties sur toute l'année. Le module pluviométrique moyen peut être fixé à 850 mm chiffre que nous prendrons comme valeur pluviométrique moyenne en sachant qu'il peut être divisé par 2 (année sèche) ou multiplié par 1,5 (année humide) (histogramme en annexe 15).

HAUTEURS ANNUELLES DES PRECIPITATIONS (en mm)

ANNEE	BULLIGNY	COMMERCY	GONDRECOURT LE CHATEAU	MAXEY SUR VAISE	NEUFCHATEAU	VAUCOULEURS
1950	(927)	921	1008	945	985	-
51	922	826	943	847	956	-
52	1029	913	1144	1107	1112	1002
minima 53	<u>574</u>	<u>491</u>	<u>573</u>	<u>552</u>	<u>617</u>	<u>583</u>
54	838	687	819	726	789	740
55	884	825	817	830	856	737
56	834	753	815	700	<u>805</u>	769
57	794	715	967	872	758	696
58	1114	1078	1198	1110	1075	850
59	719	(689)	945	761	733	636
1960	1040	(941)	1224	1045	1066	(994)
61	945	733	1021	937	(933)	912
62	805	755	881	862	788	863
63	816	(828)	913	<u>781</u>	835	838
64	662	(604)	691	683	662	<u>630</u>
maximum 65	<u>1142</u>	<u>1077</u>	<u>1225</u>	1139	<u>1249</u>	1173
66	<u>1048</u>	(1079)	<u>1198</u>	<u>1183</u>	<u>1046</u>	<u>1201</u>
67	959	854	867	958	1079	(1076)
68	1068	(802)	951	1011	968	1133
!module pluvio-! !métrique moyen!	901	840	958	866	877	832

REPARTITION MENSUELLE

MODULES PLUVIOMETRIQUES MENSUELS

Période 1891-1930 (mm)

Période 1921-1950 (mm)

	Commercy	Chalaines Vaucouleurs	Maxey sur Vaise	Commercy	Vaucouleurs	Maxey sur Vaise
J	61	58	65	75	73	82
F	52	49	55	60	57	60
M	61	54	63	53	73	58
A	57	53	56	72	62	68
M	63	59	64	78	70	69
J	79	78	74	68	72	72
J ^t	76	72	78	83	67	79
A	75	65	69	72	67	70
S	65	63	67	65	66	73
O	88	80	85	77	82	80
N	76	65	74	88	88	86
D	78	66	77	81	86	77
Module annuel	829	762	827	872	863	874

4.4.2 - Déficit d'écoulement

Nous avons essayé d'obtenir la plus grande précision possible en utilisant la formule de Turc et les abaques s'y rapportant (1) permettant de déterminer à l'aide de la pluviométrie et de la température, l'évapotranspiration réelle, à moins de 5 mm pris par rapport au calcul numérique.

Rappel : La formule de Turc :

$$E_r = \frac{P}{0,9 + \frac{P^2}{2}} \quad \text{avec } L = 300 + 25t + 0,03 + 3$$

P = précipitations en mm
t = t° en degrés C

1) Valeur des précipitations : voir paragraphe précédent.

2) Températures : Nous avons supposé que la hauteur de 846 mm prise comme moyenne correspondant à la pluviométrie de l'année 1962, année pour laquelle nous disposons des t° moyennes maxima mensuelles.

t°	J	F	M	A	M	J	J ^t	A
	+5,1	+4,8	+6,8	+14,9	+16,8	+24,8	+24,0	+25,4
max.	S	O	N	D				
	+20,0	+14,5	+4,9	+1,0				

Moyenne des mesures de l'année +13,7°.

Cette température, moyenne des maxima annuels, est semblable à celle observée à Nancy Tomblaine dont nous utiliserons les températures pour la suite de ce travail (la station de Vaucouleurs n'enregistre les températures que depuis 1962).

3) Valeur du déficit d'écoulement : En prenant une valeur pluviométrique de 846 mm et une t° moyenne annuelle de +7,8°, D représentant l'évapotranspiration réelle = 446 mm

*(1) voir rapport B.R.G.M. 68 SGL 067 HYD

pour une année moyenne,

pour une année humide ex : 1966

P (moyenne de 3 stations de Commercy, Vaucouleurs, Maxey-sur-Vaise) = 1 146mm

t° = + 10° C

soit D (d'après la formule de Turc et les abaques) = 537 mm

pour une année sèche ex : 1953

P (moyenne) = 542 mm

t° = + 10° C

soit D = 414 mm

TABLEAU RECAPITULATIF

	P (mm)	t°	Etr.
Année humide	1 146	10,0° C	537 mm
Année moyenne	846	7,8° C	446 mm
Année sèche	542	10,0° C	414 mm

Nous avons essayé de préciser ces valeurs en utilisant :

1) la formule de Contagne $D = 210 + 30 T$ pour $P = 800$ mm plus ou moins 20%, soit $640 < P < 960$ mm

année moyenne : $D = 210 + (30 \times 7,8) = 444$ mm (au lieu de 446 mm par la formule de Turc),

2) une autre formule donne D (en m), en fonction de la température et des précipitations

$$D = P - \lambda P^2 \quad \lambda = \frac{1}{0,8 + 0,14 T}$$

$$\text{si } P = 0,846 \text{ m et } T = 7,80 \quad \lambda = \frac{1}{1,9} = 0,52$$

$$\begin{aligned} D &= 0,846 - (0,52 \times (0,846)^2) \\ &= 0,846 - 0,372 = 0,474 \text{ m} = 474 \text{ mm.} \end{aligned}$$

Les chiffres donnés par l'abaque résultant de la formule de Turc par la formule de Contagne ou par la dernière sont donc très voisins, une valeur moyenne du déficit d'écoulement de 450 mm semble donc raisonnable pour une année moyenne.

4.4.3 - Evaluation du ruissellement

Nous aurions souhaité préciser ce facteur par jaugeage différentiel, c'est-à-dire en faisant la différence entre les mesures de débits réalisées à Commercy-Vignot (exutoire) et à Maxey-sur-Meuse (entrée). Le chiffre obtenu divisé par la superficie du Bassin versant de la Meuse entre ces deux stations soit 795 km², aurait permis de calculer la lame d'eau qui ruisselle.

Malheureusement, si des relevés continus existent à la station de Commercy-Vignot depuis 1959, il n'en est pas de même à celle de Maxey-sur-Meuse où l'échelle existe depuis mars 1966. De plus, cette dernière n'a jamais été tarée ; tout au plus existe-t-il un tarage pour la période des crues. D'autre part, la courbe de tarage de Commercy-Vignot date de 1880 et semble assez peu valable.

Nous avons pris alors la valeur du ruissellement telle qu'elle ressort de l'étude faite en 1964 par la Météorologie Nationale(1). Pour la période de 1921 à 1950, la valeur globale annuelle du ruissellement serait de 137 mm pour une hauteur de précipitation moyenne de 697 mm.

(1) - Monographie de la Météorologie Nationale n° 49 - Bilans hydrogéologiques pour 27 Bassins français par P. CASPAR et J. DUCLAY - Novembre 1964

$$I = 1\ 046 - (537 + 167) = 342 \text{ mm}$$
$$\text{d'où réalimentation } 250.10^6 \times 342.10^{-3} =$$
$$85.500.000 \text{ m}^3/\text{an, soit } \underline{294.250 \text{ m}^3/\text{jour}}.$$

Ces quelques résultats montrent donc que l'on peut espérer, en moyenne, une réalimentation d'environ 160 000 m³/j. Même en gardant une très forte marge de sécurité pour les années très sèches, où il faudrait alors exploiter les réserves de la nappe, on peut espérer un débit potentiel journalier de 100 000 m³, chiffre minimum pouvant aller jusqu'à 175 000 m³/j dans le cas d'année très pluvieuse.

TABLEAU RECAPITULATIF

	Précipitations (mm)	T°	Evapotranspiration réelle (mm)	Ruissellement évalué (mm)	Infiltration (mm)	Réalimentation annuelle 10 ⁶ m ³ /an
Année sèche (1953 p. ex)	542	10°0	414	87	41	10,25
Année moyenne	846	7°8	446	140	260	65
Année humide	1146	10°0	537	167	342	85,5

5 - SYNTHESE DES RESULTATS

5.1 - Structure générale du Bassin

Grâce aux données des sondages électriques et des trois sondages mécaniques, l'épaisseur des calcaires de l'Argovo Rauracien sous la vallée de la Meuse a pu être précisée. (Voir profils en annexes 4 et 5).

Le tableau ci-dessous en donne les valeurs, du Nord au Sud, y compris la puissance du recouvrement alluvionnaire :

<u>Communes</u>	<u>Epaisseur calcaire</u> <u>+ alluvions</u>	<u>Cote du toit</u> <u>des Chailles</u>
Ville Issey	22 m (S.E.)	+210
Sorcy St Martin	65 m (S.E.)	+265
Void	95 m (S.E.)	+240
Pagny sur Meuse	60 m (S.E.)	+180
Ourches	72 m (Forage)	+167
St Germain sur Meuse	80 m (S.E.)	+165
Ugny sur Meuse	65 m (S.E.)	+180
Rigny la Salle	60 m (S.E.)	+185
Vaucouleurs-Chalaines	50 m (S.E.)	+175
Neuville les Vaucouleurs	75 m (S.E.)	+175
Burey en Vaux	70 m (Forage)	+182
Maxey sur Vaise	45 m (Forage)	+119
Champougny	40 m (S.E.)	+215
Montbras	(25 m)(S.E.)	+230
Pagny-la-Blanche Cote	8-10 m (Alluvions sur l'Oxfordien)	+270

Les sondages électriques montrent bien l'allure synclinale du bassin de Vaucouleurs mais avec deux anomalies :

- Au Nord d'Ourches-sur-Meuse, il semble y avoir un synclinal secondaire axé sur le bois de Trousssey d'où peut être

l'explication de l'ancien méandre de la Meuse-Moselle. Un sondage de reconnaissance permettra de vérifier l'existence ou non de cette structure secondaire.

- Au Sud, dans la région de Maxey sur Vaise, on observe une brusque remontée de l'Oxfordien à Chailles qui pourrait être due à une faille orientée E - W (à l'origine peut être de la source de Maxey). L'étude géologique détaillée en surface devra conduire à infirmer ou confirmer cette hypothèse.

5.2 - Caractéristiques lithologiques du Bassin

Les sondages de Burey en Vaux, Rigny la Salle et Maxey sur Vaise ont permis non seulement d'étalonner les sondages électriques mais aussi de préciser la lithologie profonde du bassin.

Le tableau ci-dessous donne les épaisseurs des différents faciès lithologiques de l'Argovien et du Rauracien qui ont été carottés dans les sondages mécaniques.

Forages communes	Alluvions ou Eboulis	Calcaires crayeux	Calcaire récifal supérieur	Calcaire à oolithes brunes	Calcaire récifal inférieur	Argiles à Chailles
Ourches	7,80 m	-	37,50 m	15,45 m	16,25 m	5,45 m
Rigny la Salle	8,50 m	-	-	9,00 m	13,60 m	3,30 m
Burey en Vaux	9,20 m	16,60 m	17,40 m	9,10 m	17,70 m	1,80 m
Epiez	2,10 m	55,40 m	7,50 m	8,90 m	18,00 m	9,30 m
Maxey s/Vaise	6,50 m	-	10,65 m	11,15 m	16,80 m	5,40 m

Il est intéressant de constater la présence constante du niveau à oolithes brunes à la base du Rauracien et du calcaire récifal inférieur à polypiers constructeurs qui peut être assimilé au faciès Glypticien du Nord de la Meuse et rattaché à l'Argovien.

Ce dernier niveau est assez massif en profondeur et au voisinage de l'affleurement. En effet, les lentilles calciteuses des polypiers sont jointoyées avec de l'argile noirâtre ne permettant la circulation de l'eau.

5.3 - Définition du réservoir

L'ensemble des observations géologiques et hydrogéologiques ont permis de définir le réservoir aquifère à l'intérieur de l'Argovo-Rauracien.

Les différents faciès lithologiques ne permettent pas des possibilités aquifères dues à leur porosité, mais à une perméabilité de fissures créée par l'altération mécanique ou chimique, ou bien par dissolution karstique.

Il semble que, seuls les calcaires crayeux et les calcaires récifaux supérieurs soient des réservoirs possibles.

En effet, leur faible résistance mécanique a permis une altération assez profonde sous la vallée de la Meuse. Les forages implantés dans ces niveaux ont donné d'excellents résultats :

<u>Forage</u>	<u>Épaisseur de calcaire altéré sous les alluvions</u>
Forage d'Ourches	: 15 m
Forage de Burey en Vaux	: 13,50 m

Le calcaire à oolithes brunes semble être moins favorable par suite de sa tendance à la recristallisation.

A Rigny la Salle, par exemple, ce niveau est altéré sur moins de 4 m alors qu'il se trouve largement ouvert sous la vallée de l'Aroffe.

Dans les autres sondages, l'oolithe brune offre une structure massive recristallisée impropre à toute circulation d'eau souterraine.

Quant au calcaire récifal inférieur, il peut être considéré comme imperméable étant donné sa structure massive, véritable niveau de calcite pure constitué par les polypiers constructeurs. (Voir § 5.2)

Il s'agira donc d'orienter les recherches vers les zones où les calcaires crayeux et le calcaire récifal supérieur sont noyés sous la vallée de la Meuse, c'est à dire dans les zones où la profondeur des Chailles de l'Oxfordien est supérieure à 30-35 m/sol.

Les meilleurs débits seront obtenus là où l'altération sera la plus importante. Il est donc nécessaire de localiser la frange d'altération des calcaires par des méthodes géophysiques, sismique réfraction en particulier. Il est à noter toutefois que la campagne de sondages électriques a montré dans certaines zones un abaissement de la résistivité des calcaires qui peut être due à une fissuration importante d'où l'orientation du programme de recherche ci-après. (§ 6)

6 - DEFINITION DES ZONES A ETUDIER PLUS EN DETAIL - PROGRAMME DE LA 2ème PHASE

6.1 - Zones à étudier plus en détail (voir plan au 1/20 000 en annexe 1)

En se basant sur les deux considérations :

- épaisseur importante des calcaires sous la vallée de la Meuse (supérieure à 30 m),

- épaisseur maximum de la zone plus conductrice dans les calcaires pouvant correspondre à une altération importante,

il a été retenu quatre zones méritant une étude plus approfondie par sismique réfraction. (Voir plan d'implantation au 1/20 000 annexe 1) :

Zone 1 : Portion de la vallée de la Meuse comprise entre SORCY ST MARTIN et le sondage électrique n° 18 à l'Est de VOID.

Zone 2 : Portion de la vallée de la Meuse entre ST GERMAIN-UGNY et PAGNY SUR MEUSE.

Zone 3 : Région de VAUCOULEURS à BUREY EN VAUX.

Zone 4 : Région de MAXEY SUR VAISE.

6.2 - Programme de reconnaissance par sismique réfraction : (voir plan d'implantation au 1/20 000 annexe 1)

Zone 1 : 6 dispositifs de 240 m en 3 profils de 2 dispositifs.

Zone 2 : 10 dispositifs de 240 m en

- 1 profil de 3 dispositifs
- 2 profils de 2 dispositifs
- 2 dispositifs uniques.

Zone 3 : 16 dispositifs de 240 m en

- 1 profil de 6 dispositifs
- 2 profils de 4 dispositifs
- 1 profil de 2 dispositifs.

Zone 4 : 1 dispositif unique de 240 m.

Pour permettre une comparaison avec les zones conductrices des calcaires, il a été implanté 7 dispositifs de 240 m dans des zones "résistantes" des calcaires.

Ils ont été répartis de la manière suivante :

- 1 profil de 2 dispositifs dans l'ancien méandre de la Meuse à l'Est du Bois de TROUSSEY,
- 2 profils de 3 dispositifs de part et d'autre du ruisseau de Marbre au Nord de RIGNY LA SALLE,
- 1 dispositif au Nord de Vaucouleurs dans le vallon des Hautes Rives.

C'est donc un total de 40 dispositifs sismiques de 240 m qu'il faudra réaliser pour connaître les zones où un abaissement de la vitesse de propagation des ondes sismiques dans les calcaires sera l'indice d'une altération favorable aux circulations d'eau souterraine.

6.3 - Programme de reconnaissance par sondages mécaniques : (voir plan au 1/20 000 en annexe 1)

Pour permettre de tester les zones favorables, 4 sondages de reconnaissance seront réalisés et alésés dans les calcaires fissurés pour des essais de débit.

Ces sondages auront une profondeur suffisante pour atteindre les argiles à chailles.

L'emplacement définitif de chaque sondage sera fonction des résultats de la campagne de sismique réfraction.

Néanmoins, il semble que les emplacements suivants pourront être retenus : (voir plan d'implantation au 1/20 000 annexe)

Zone 1 : au lieu dit "les Deux Ponts" à proximité du sondage électrique n° 18, à l'Est de VOID.

Zone 2 : au lieu dit "Woivron" à proximité du sondage électrique n° 43, à l'Est d'OURCHES sur Meuse.

Zone 3 : au lieu dit "Les Carmes" non loin du sondage électrique n° 57, au Nord Est de VAUCOULEURS.

D'autre part, pour lever l'hypothèse d'une anomalie de structure mise en évidence par les sondages électriques au Nord d'OURCHES et pour tester les calcaires "résistants", il est prévu un sondage mécanique dans l'ancien méandre de la Meuse à l'Est du Bois de TROUSSEY, au lieu dit "Les Journaux".

6.4 - Programme d'étude géologique et synthèse des résultats de la 2ème phase

L'étude géologique de surface sur l'ensemble du bassin de Vaucouleurs devra être poursuivie et approfondie pour permettre de dresser une carte lithologique et surtout structurale, en liaison avec la géologie profonde.

Un repérage précis des contacts Rauracien-Séquanien et Argovien-Oxfordien devra être réalisé à l'échelle du 1/20 000 ; ils seront en outre rattachés au nivellement général de la France, dans la mesure du possible.

Dans les zones où la végétation et la couverture superficielle ne permettent pas l'observation directe de ces contacts,

il devra être procédé à des fouilles au moyen d'une pelle mécanique.

Les résultats de la campagne sismique seront analysés avec ceux des sondages électriques pour permettre une implantation judicieuse des sondages mécaniques.

Les données géologiques et hydrogéologiques des sondages de reconnaissance conduiront à définir les zones aquifères susceptibles de faire l'objet d'une étude très détaillée pour l'implantation d'une station d'essai à gros débit (3ème phase).

Ce programme d'étude nécessitera l'intervention du B.R.G.M. pour un montant équivalent à 75 journées d'Ingénieur Géologue.

6.5 - Programme d'étude hydrologique

L'essai de bilan qui a été réalisé dans ce rapport montre l'inexistence de données valables relatives à l'écoulement de la Meuse avant et après son passage dans le bassin de VAUCOULEURS Cette importante lacune devrait être comblée pour permettre la connaissance réelle de la réalimentation apportée à la Meuse par les calcaires argovo-rauraciens.

Nous proposons les stations suivantes :

Au Nord : COMMERCY-VIGNOT (il conviendrait d'effectuer de nouveaux tarages sur cette ancienne station).

Au Sud : SAUVIGNY (pont S.N.C.F. près du hameau de TRAVERON) en remplacement de l'ancienne station de Maxey sur Meuse qui ne présente que peu d'intérêt, compte tenu du ruissellement sur l'oxfordien dans cette région. Pour que le bilan soit correct, il faudrait déduire le ruisseau de Vacon (la Méholle) grâce à une station de jaugeage à VOID.

D'autre part, il serait intéressant de connaître le bilan de la vallée de l'Aroffe au moyen d'un jaugeage différentiel entre Vannes le Chatel et Rigny St Martin.

Enfin, un jaugeage en continu de la source de la Vaise à Maxey permettrait d'étudier le régime de cette source ainsi que ses relations avec les précipitations.

6.6 - Dépense à prévoir :

1) Etude géophysique par sismique réfraction :

- 40 dispositifs de 240 m, amenée du matériel,
rapport en 8 exemplaires 46.000 F

2) Sondages mécaniques :

- 4 sondages, soit 250 m de carottage, 40 m
d'alésage et 100 h d'essais de pompage
74.000 F

3) Etude géologique et synthèse des résultats :

- 75 journées d'Ingénieur Géologue
du B.R.G.M. 30.000 F

Total à prévoir 150.000 F

4) Stations de jaugeage : pour mémoire

Le montant de ces travaux sera chiffré par le
S.R.A.E.L.

7 - CONCLUSIONS GENERALES

Cette première phase d'étude du Bassin Hydrogéologique de Vaucouleurs a permis de mettre en évidence la structure générale de la région et de préciser la lithologie du réservoir.

En outre, le forage de reconnaissance implanté à Burey en Vaux a montré un débit ponctuel possible de l'ordre de 5 000 m³/jour d'une eau de très bonne qualité physico chimique voisine de l'eau d'Evian d'après l'analyse.

Il est bien certain qu'un ouvrage en gros diamètre, développé par acidification, permettrait dans cette zone d'obtention d'un débit ponctuel deux à trois fois supérieur.

Le débit obtenu à Burey en Vaux est à rapprocher de celui enregistré à Ourches dans le forage communal, soit une possibilité de l'ordre de 8 500 m³/jour.

C'est donc au total un volume journalier de 13 500 m³ qu'il est possible dès maintenant d'exploiter dans la nappe aquifère sous alluviale de la Meuse, dans des zones où les conditions de fissuration des calcaires ne sont peut être pas idéales.

Il est donc nécessaire de poursuivre les recherches, dont les premiers résultats sont encourageants, vers des zones où la nappe aquifère de l'Argovo-Rauracien pourra être exploitée avec des débits ponctuels élevés, de l'ordre de 20 000 à 25 000 m³/jour par ouvrage.



69 SGL 159^A NES

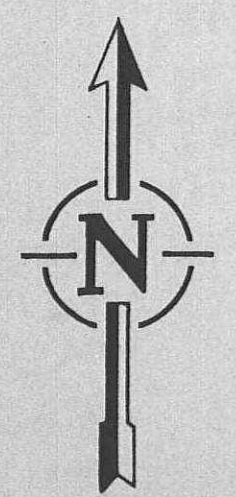
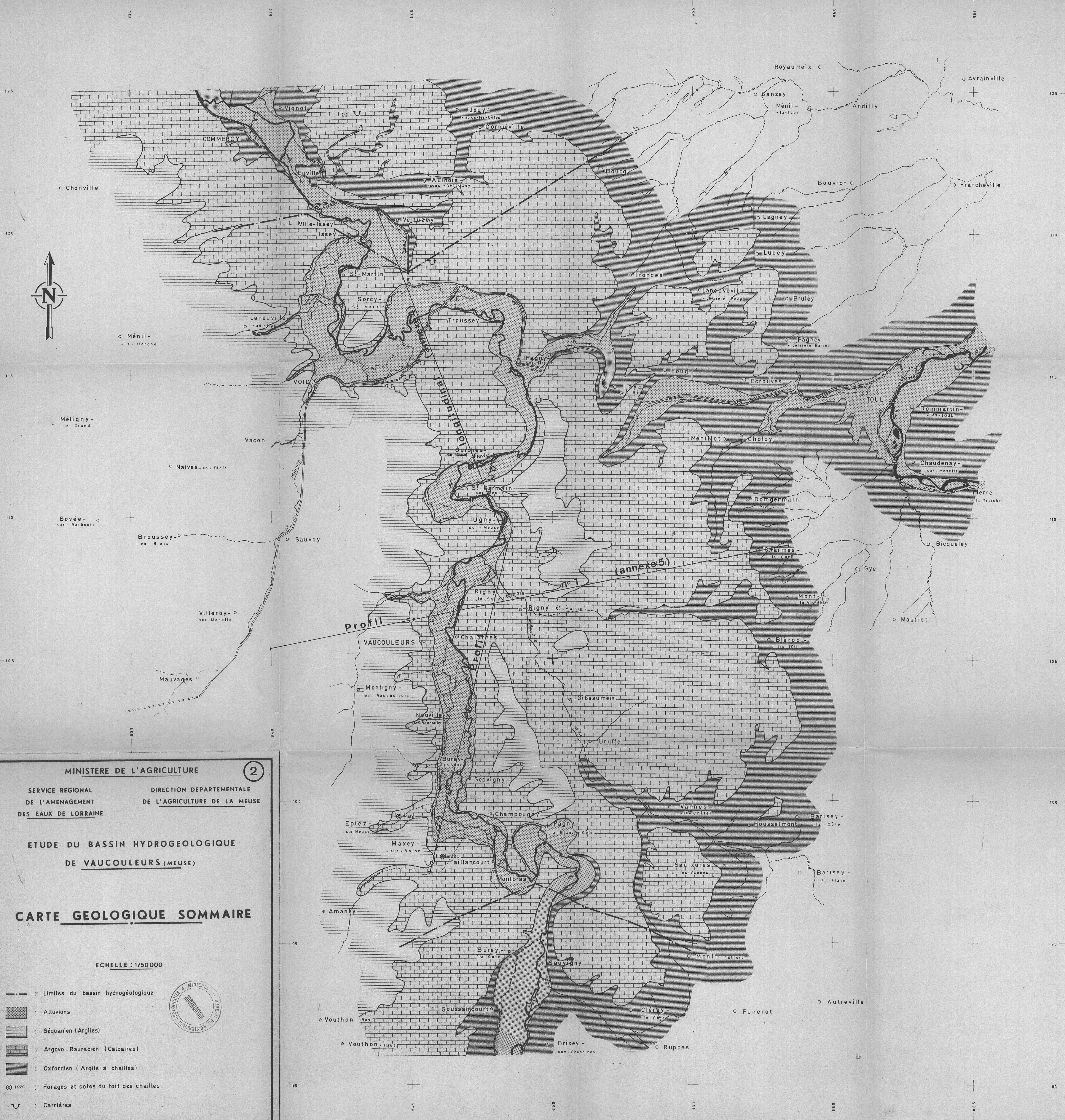
PLAN D'IMPLANTATION DES SONDAGES



ECHELLE : 1/20000

- +A : Sondages de reconnaissance à prévoir
- : Forages électriques et n° d'ordre
- 190 : Courbes de niveau de la base des calcaires (Toit des chaillies)
- ▨ : Zones conductrices dans les calcaires
- ⊙ : Forages rebouchés avec indice de classement B.R.G.M.
- ⊗ : Forages existants (piézomètres ou puits d'exploitation)
- : Sondages par dispositif sismique de 20m. et n° d'ordre
- ⊕ : Sources importantes





MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE 2
 SERVICE REGIONAL DE L'AMENAGEMENT DES EAUX DE LORRAINE
 DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE DE LA MEUSE

ETUDE DU BASSIN HYDROGEOLOGIQUE DE VAUCOULEURS (MEUSE)

CARTE GEOLOGIQUE SOMMAIRE

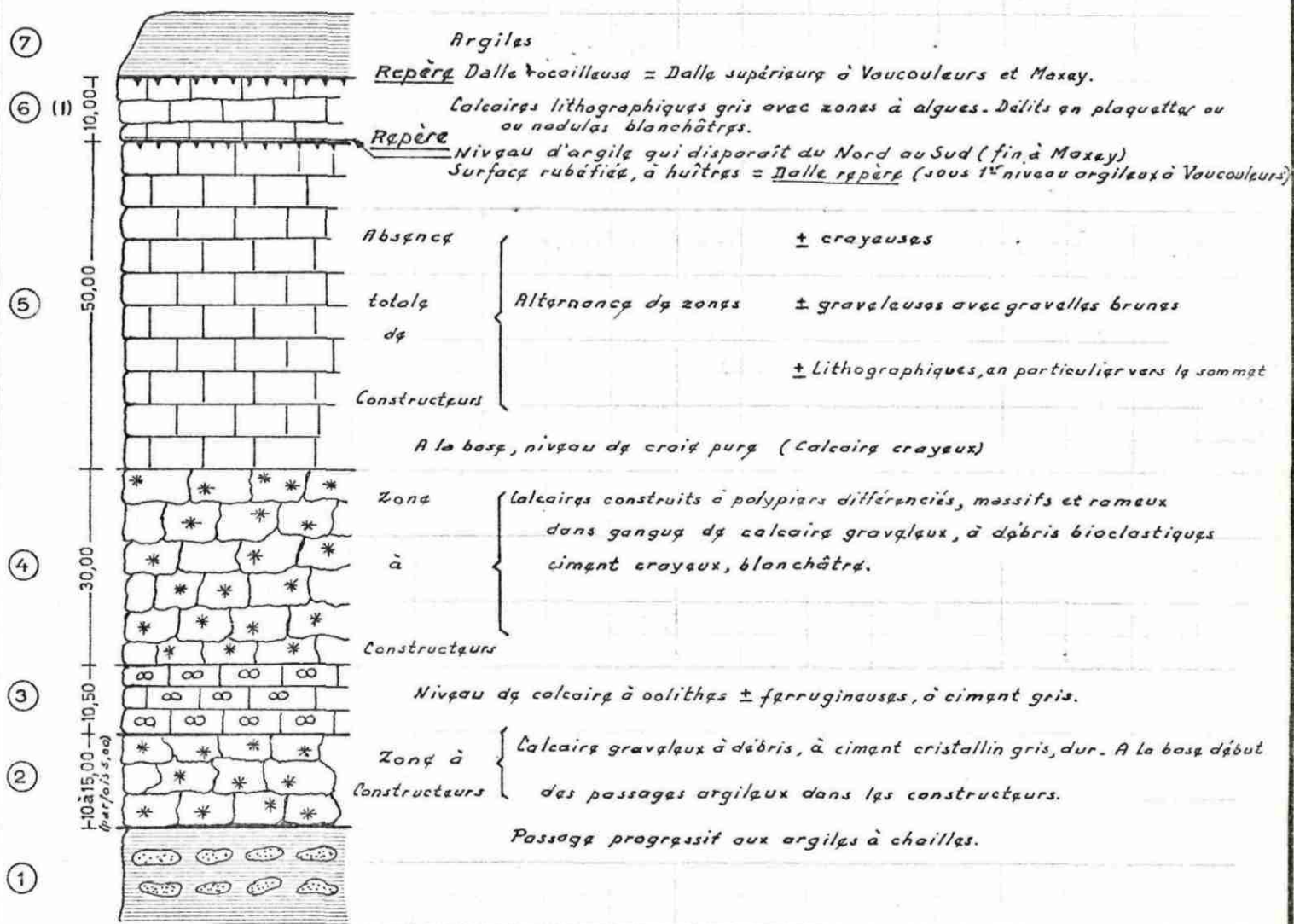
ECHELLE : 1/50000

- : Limites du bassin hydrogéologique
- : Alluvions
- : Séquanien (Argiles)
- : Argovo-Rauracien (Calcaires)
- : Oxfordien (Argile à chailles)
- : Forages et cotes du toit des chailles
- : Carrières



COUPE GEOLOGIQUE TYPE DE L'ARGOVO - RAURACIEN dans la région de VAUCOULEURS

3



(ii) l'espacement des 2 dalles se réduit vers le Nord (4,00 m. à Pagny-sur-Meuse.)


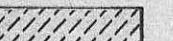
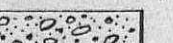


d'après M. HUMBERT



ETUDE DU BASSIN HYDROGEOLOGIQUE DE VAUCOULEURS (MEUSE)

PROFIL LONGITUDINAL NORD - SUD

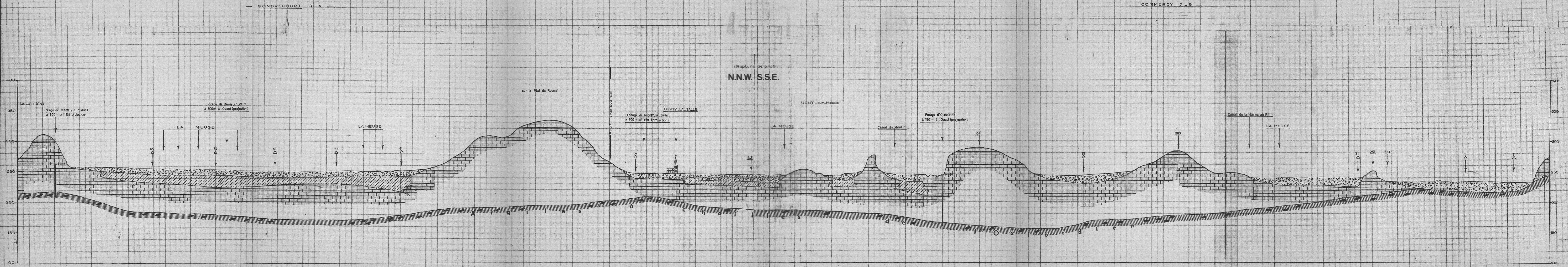
LEGENDE

-  : Calcaires de l'Argovo-Rauracien
-  : Zones plus conductrices dans les calcaires
-  : Alluvions
-  : Argiles à chailles de l'Oxfordien
-  : Sondages électriques

ECHELLES : Long.: 1/20 000
haut.: 1/2 000

S.S.W.



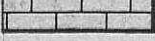



N.N.W.



ETUDE DU BASSIN HYDROGEOLOGIQUE DE VAUCOULEURS (MEUSE)

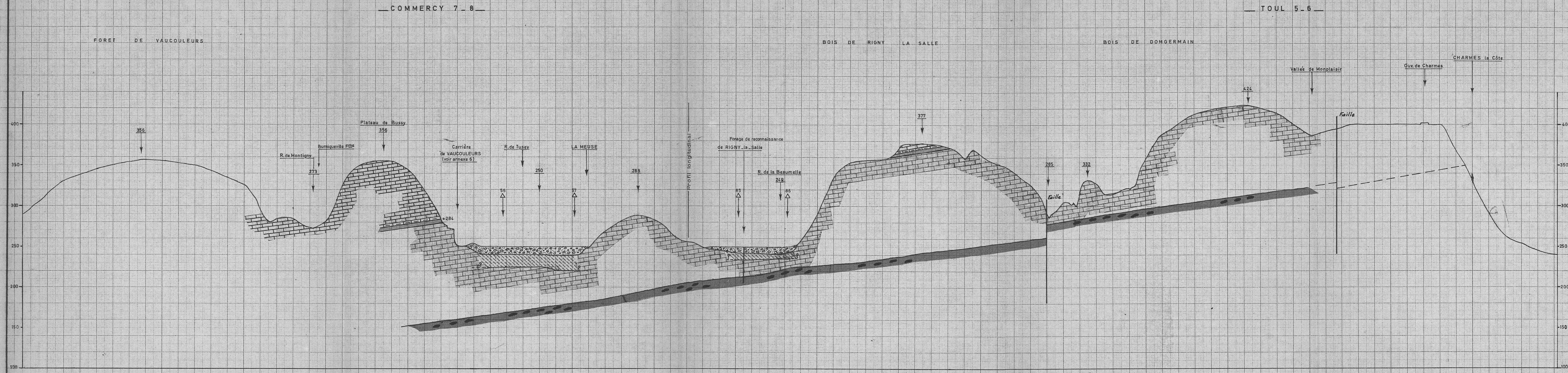
PROFIL GEOLOGIQUE N°1

LEGENDE

-  : Séquanien
-  : Calcaires de l'Argovo-Rauracien
-  : Alluvions
-  : Argiles à chailles de l'Oxfordien
-  : Zones plus conductrices dans les calcaires
-  : Sondages électriques

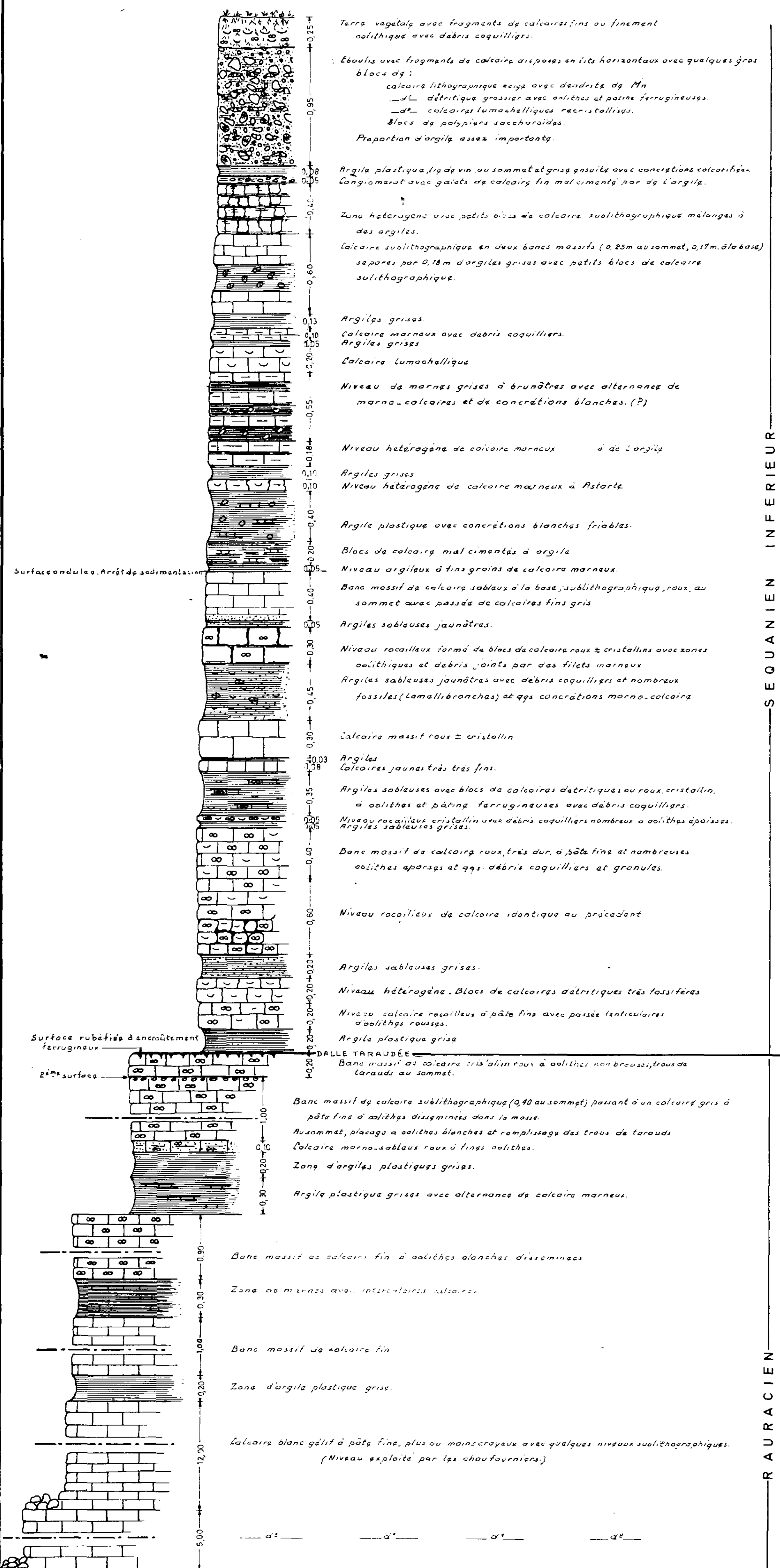


Echelles : long. 1/20 000
haut. 1/2 000



COUPE GEOLOGIQUE

de la carrière de VAUCOULEURS



INFERIEUR
 SEQUANIEN
 RAURACIEN

Echelle : 1/25

Selon C. MAÏAUX et J.C. LACHAIZE

DIRECTION DÉPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE

SERVICE DU GÉNIE RURAL DES EAUX ET DES FORÊTS

COMMUNE D'OURCHES COUPE GÉOLOGIQUE ET TECHNIQUE FORAGE A.E.P.

COORDONNÉES LAMBERT X: 847.22

NORD 1

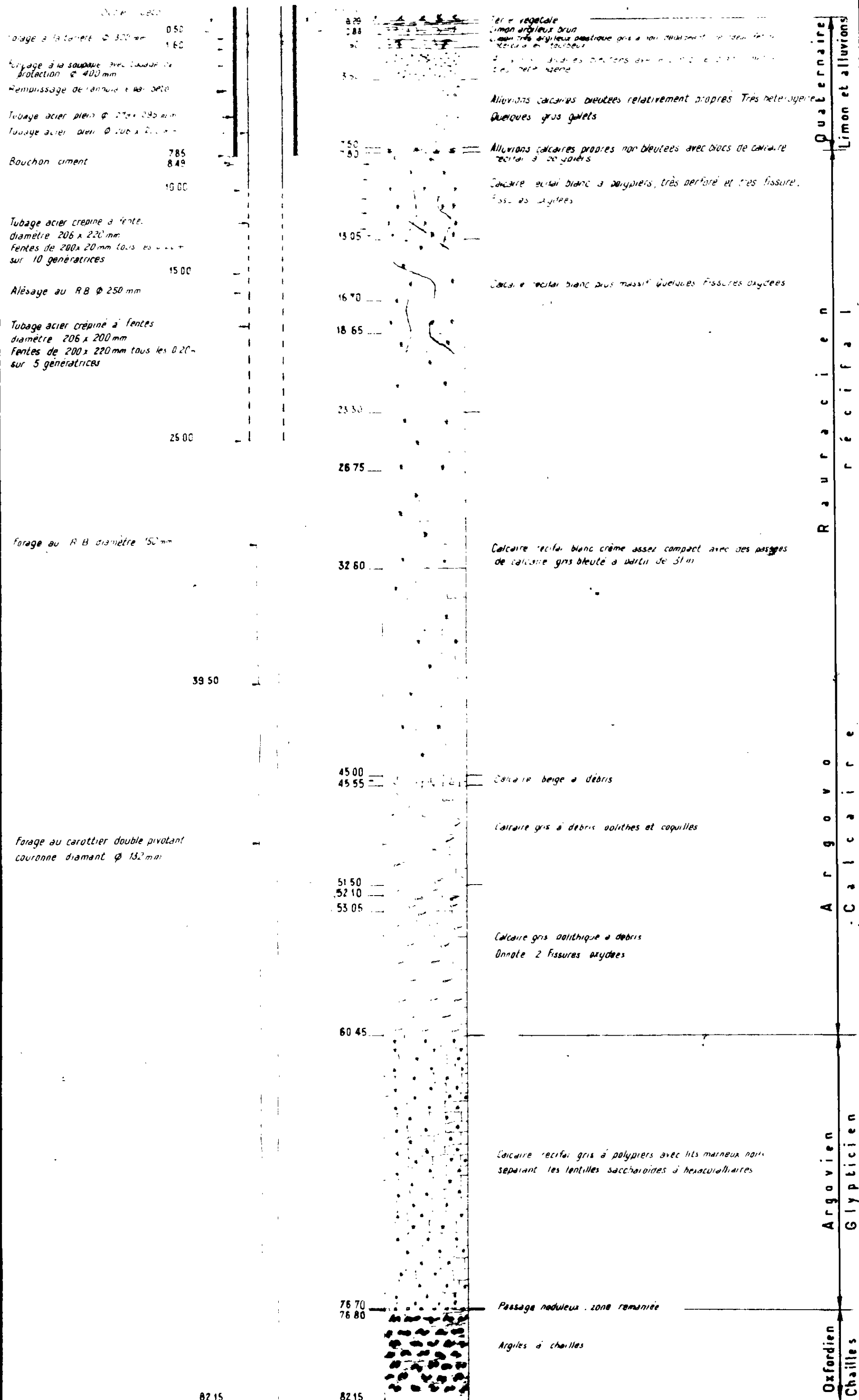
Y: 111.91

Z: + 244 (E.P.D.)

ÉCHELLE: 1/200

69 SGL 159NES

METZ 25 Mai 1969



DIRECTION DÉPARTEMENTALE
DE L'AGRICULTURE

SERVICE DU GÉNIE RURAL
DES EAUX ET DES FORÊTS

COMMUNE D'ÉPIEZ-SUR-MEUSE
COUPE GÉOLOGIQUE ET TECHNIQUE
SONDAGE DE RECONNAISSANCE



COORDONNÉES LAMBERT X: 844.58

ÉCHELLE: 1/100

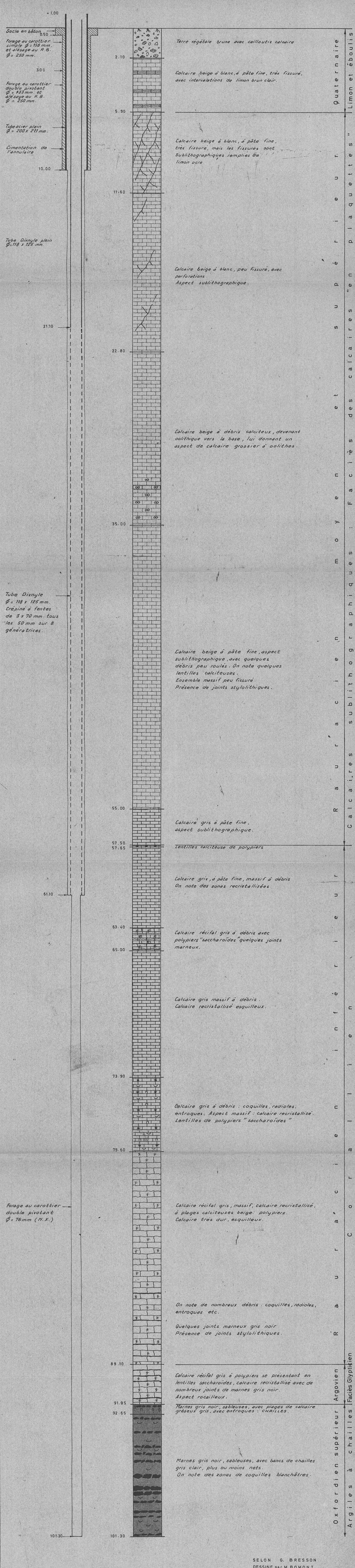
NORD 1

Y: 99.40

Z: +281.00

69 SGL 159 NES

METZ 25 Mai 1969



SELON G. BRESSON
DESSINE par M. BOMONT

ETUDE DU BASSIN HYDROGEOLOGIQUE
DE VAUCOULEURS (MEUSE)

Commune de BUREY-en-VAUX

COUPE GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE

FORAGE N° 1

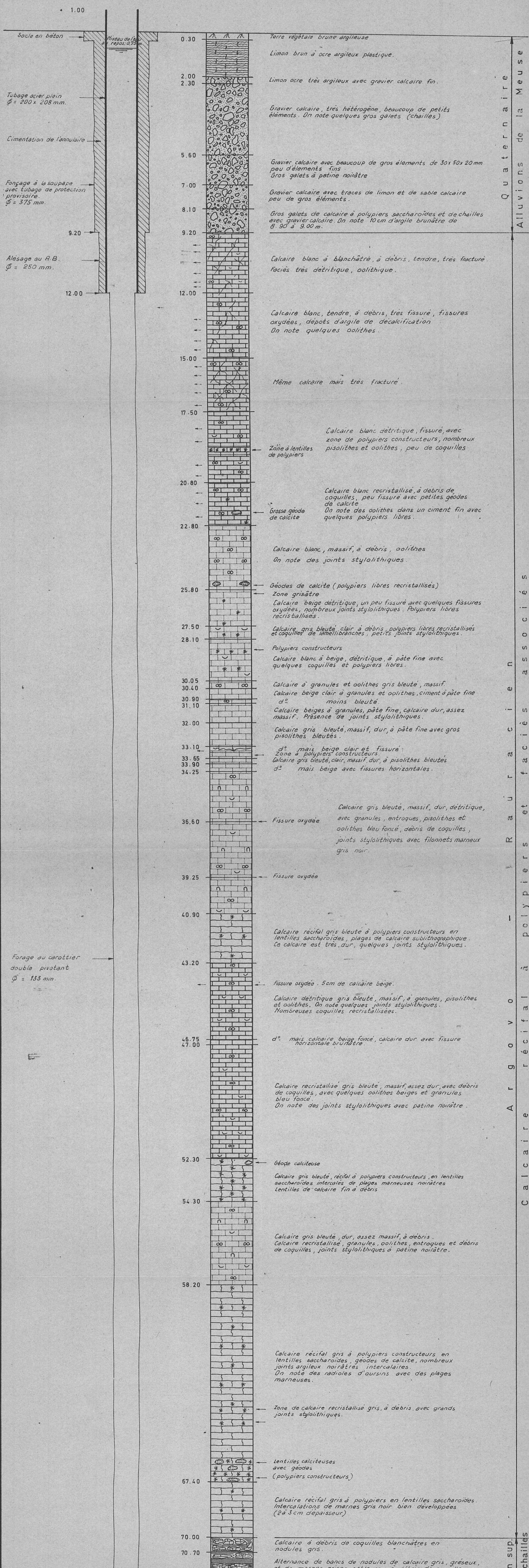


Echelle : 1/100

Coordonnées Lambert X : 846.14
Zone Nord I Y : 100.86
Z : + 254 m.

69 SGL 159 NES

METZ 25 Mai 1969



ETUDE DU BASSIN HYDROGEOLOGIQUE
DE VAUCOULEURS (MEUSE)

Commune de RIGNY - LA - SALLE

COUPE GEOLOGIQUE ET TECHNIQUE

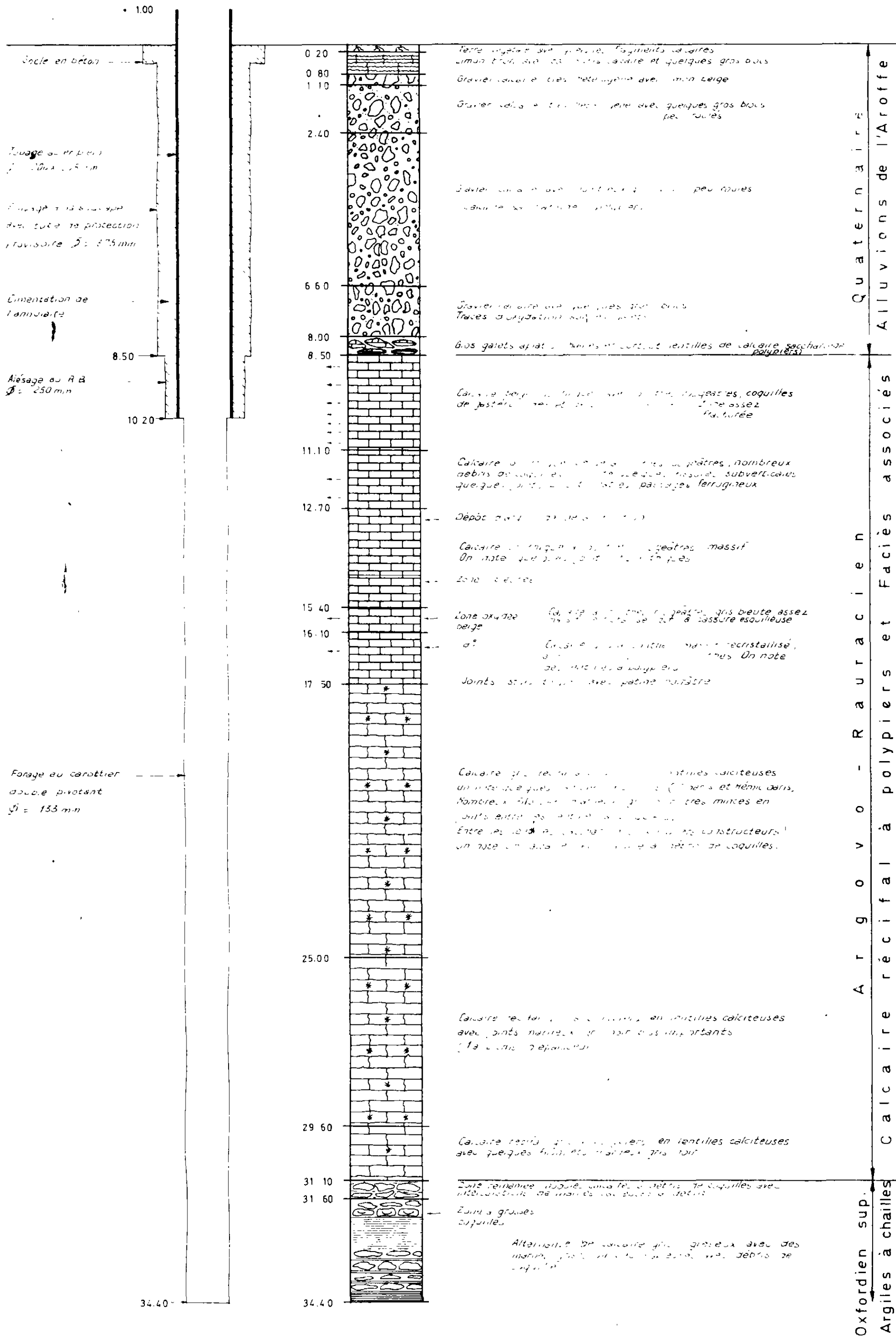
FORAGE N° 2

Echelle 1:100

Coordonnées X 848.47
Y 107.23
Z + 249 m.

69 SGL 159 NES

METZ 25 Mai 1969



DIRECTION DEPARTEMENTALE DE L'AGRICULTURE DE LA MEUSE

SERVICE REGIONAL
DE L'AMENAGEMENT
DES EAUX DE LORRAINE

SERVICE DE GENIE RURAL
DE EAUX ET DES FORETS

ETUDE DU BASSIN HYDROGEOLOGIQUE

DE VAUCOULEURS (MEUSE)

Commune de BUREY-en-VAUX

ESSAIS DE DEBIT sur le

FORAGE N 1

ETUDE DU BASSIN HYDROGEOLOGIQUE DE VAUCOULEURS

COMMUNE DE BUREY-EN-VAUX

Résultats de l'essai de pompage n° 1 sur le forage n° 1

Date	Heure	Temps cumulé en mn	Niveau par rapport au sol (socle béton)	Rabattement en m	Débit en m ³ /h	Observations
27.1.69	15h 45	0'	0,75	0,00	6,42	Début pompage
		0'30	1,19	0,44		
		1'	1,19	0,44		
		2'	1,20	0,45		
		3'	1,23	0,48		
		4'	1,24	0,49		
		5'	1,21	0,46		
	16h 00	7'	1,19	0,44	6,44	
		10'	1,21	0,46		
		15'	1,24	0,49		
		20'	1,23	0,48		
		30'	1,08	0,33		
	16h 45	45'	1,08	0,33	6,44	
		60'	1,06	0,31		
	17h 00	75'	1,07	0,32	6,44	
	17h 15	90'	1,08	0,33		
	17h 30	105'	1,05	0,30		
	17h 45	120'	1,05	0,30		
	17h 45	0'	1,05		6,44	arrêt pompage
		0'30	0,77			
		1'	0,73			
2'		0,73				
3'		0,73				
4'		0,72				
5'		0,72				
7'		0,72				
18h 00	10'	0,72		6,44	remontée	
	15'	0,72				

ETUDE DU BASSIN HYDROGEOLOGIQUE DE VAUCOULEURS
COMMUNE DE BUREY-EN-VAUX

12.2

Résultats de l'essai de pompage n° 2 (nettoyage)
sur le forage n° 1

Date	Heure	Temps cumulé en mn	Niveau par rapport au sol (socle béton)	Rabatement en m	Débit en m ³ /h	Observations	
1.4.69	21h 00	0'	0,51	0,00		Début pompage de nettoyage	
		0'30	6,35	5,84			
		1'	6,94	6,43			
		2'	7,29	6,78			
		3'	7,24	6,73			
		4'	6,80	6,29			
		5'	6,76	6,25			
		7'	6,92	6,41			
		10'	6,80	6,29			
		15'	6,75	6,24			
		30'	6,77	6,26			
		45'	6,76	6,25			
		22h 00	60'	6,70	6,19		
		22h 30	90'	6,60	6,09		
		23h 00	120'	6,51	6,00		
	0h 00	180'	6,54	6,03			
	1h 00	240'	6,55	6,04	87,0		
	2h 00	300'	6,50	6,09			
	3h 00	360'	6,55	6,04			
	4h 00	420'	6,55	6,04			
5h 00	480'	6,00	5,49	84,3			
6h 00	540'	6,01	5,50				
7h 00	600'	5,97	5,46				
8h 00	660'	6,02	5,51	84,3			
	8h 00	0'	6,02			eau trouble arrêt pompage remontée	
		0'30	0,48				
		1'	0,48				
		2'	0,48				

ETUDE DU BASSIN HYDROGEOLOGIQUE DE VAUCOULEURS
COMMUNE DE BUREY-EN-VAUX

Résultats de l'essai de pompage n° 3
sur le forage n° 1

Date	Heure	Temps cumulé en mn	Niveau par rapport au sol (socle béton)	Rabattement en m	Débit en m ³ /h	Observations	
2.4.69	8h 15	0'	0,48	0,00			
		30"	7,35	6,87			
		1'	7,95	7,47			
		2'	8,51	7,83			
		3'	8,27	7,79			
		4'	7,85	7,37			
		5'	7,78	7,30			
		7'	7,95	7,47			
		10'	7,82	7,34			
		15'	7,77	7,29			
		20'	7,79	7,31			
		30'	7,79	7,31			
		45'	7,71	7,23			
		9h 15	60'	7,56	7,08		eau sale
		9h 30	75'	7,55	7,07		
		9h 45	90'	7,51	7,03		
		10h 00	105'	7,42	6,94		
		10h 15	120'	7,31	6,93		
		10h 30	135'	7,32	6,84		
		10h 45	150'	7,31	6,83	93,0	
		11h 00	165'	7,26	6,78		
		11h 15	180'	7,31	6,83		eau trouble
		11h 30	195'	7,28	6,80		
		11h 45	210'	7,26	6,78	95,0	
		12h 00	225'	7,25	6,77		
		12h 15	240'	7,28	6,80		
		12h 30	255'	7,28	6,80		eau claire
		12h 45	270'	7,26	6,78	94,4	
		13h 00	285'	7,25	6,77		
		13h 15	300'	7,28	6,80		
13h 30	315'	7,25	6,77				
13h 45	330'	7,20	6,72	95,0			
14h 00	345'	7,19	6,71				
14h 15	360'	7,23	6,75				
14h 30	375'	7,20	6,72				
14h 45	390'	7,19	6,71	94,4			
15h 00	405'	7,21	6,73				
15h 15	420'	7,23	6,75				
15h 30	435'	7,25	6,77				
15h 45	450'	7,25	6,77	94,4			

2.4.69	16h 00	465'	7,22	6,74	
	16h 15	480'	7,23	6,75	
	16h 30	495'	7,20	6,72	
	16h 45	510'	7,26	6,78	95,0
	17h 00	525'	7,28	6,80	
	17h 15	540'	7,20	6,72	
	17h 30	555'	7,25	6,77	
	17h 45	570'	7,27	6,79	94,4
	18h 00	585'	7,30	6,82	
	18h 15	600'	7,26	6,78	
	18h 30	615'	7,25	6,77	
	18h 45	630'	7,26	6,78	94,4
	19h 00	645'	7,26	6,78	
	19h 15	660'	7,30	6,82	
	19h 30	675'	7,27	6,79	
	19h 45	690'	7,29	6,81	94,4
	20h 00	705'	7,24	6,76	
	20h 15	720'	7,25	6,77	
	20h 30	735'	7,28	6,80	
	20h 45	750'	7,27	6,79	94,4
	21h 00	765'	7,27	6,79	
	21h 15	780'	7,26	6,78	
	21h 30	795'	7,26	6,78	
	21h 45	810'	7,25	6,77	94,4
	22h 00	825'	7,25	6,77	
	22h 15	840'	7,26	6,78	
	22h 30	855'	7,26	6,78	
	22h 45	870'	7,26	6,78	95,0
	23h 00	885'	7,25	6,77	
	23h 15	900'	7,25	6,77	
	23h 30	915'	7,26	6,78	
	23h 45	930'	7,26	6,78	95,0
	24h 00	945'	7,27	6,79	
	24h 15	960'	7,27	6,79	
	24h 30	975'	7,27	6,79	
	24h 45	990'	7,28	6,80	94,4
3.4.69	1h 00	1005'	7,28	6,80	
	1h 15	1020'	7,29	6,81	
	1h 30	1035'	7,34	6,86	
	1h 45	1050'	7,38	6,90	96,4
	2h 00	1065'	7,40	6,92	
	2h 15	1080'	7,41	6,93	
	2h 30	1095'	7,41	6,93	
	2h 45	1110'	7,40	6,92	96,4
	3h 00	1125'	7,40	6,92	
	3h 15	1140'	7,40	6,92	
	3h 30	1155'	7,38	6,90	
	3h 45	1170'	7,38	6,90	96,4
	4h 00	1185'	7,40	6,92	

3.4.69	4h 15	1200'	7,40	6,92	
	4h 30	1215'	7,39	6,91	97,0
	4h 45	1230'	7,39	6,91	
	5h 00	1245'	7,38	6,90	
	5h 15	1260'	7,38	6,90	
	5h 30	1275'	7,38	6,90	
	5h 45	1290'	7,37	6,89	97,0
	6h 00	1305'	7,37	6,89	
	6h 15	1320'	7,38	6,90	
	6h 30	1335'	7,38	6,90	
	6h 45	1350'	7,44	6,96	97,8
	7h 00	1365'	7,43	6,95	
	7h 15	1380'	7,42	6,94	
	7h 30	1395'	7,42	6,94	
	7h 45	1410'	7,44	6,96	97,8
	8h 00	1425'	7,46	6,98	97,8
	8h 15	1440'	7,45	6,97	
	8h 30	1455'	7,45	6,97	
	8h 45	1470'	7,50	7,02	
	9h 00	1485'	7,46	6,98	98,5
	9h 15	1500'	7,43	6,95	
	9h 30	1515'	7,45	6,97	
	9h 45	1530'	7,44	6,96	
	10h 00	1545'	7,51	7,03	98,5
	10h 15	1560'	7,51	7,03	
	10h 30	1575'	7,49	7,01	
	10h 45	1590'	7,48	7,00	
	11h 00	1605'	7,48	7,00	97,8
	11h 15	1620'	7,49	7,01	
	11h 30	1635'	7,50	7,02	
	11h 45	1650'	7,38	6,90	
	12h 00	1665'	7,35	6,87	99,8
	12h 15	1680'	7,18	6,70	
	12h 30	1695'	7,11	6,63	
	12h 45	1710'	7,00	6,52	
	13h 00	1725'	7,05	6,57	102,1
	13h 15	1740'	7,13	6,65	
	13h 30	1755'	7,11	6,63	
	13h 45	1770'	7,09	6,61	
	14h 00	1785'	7,16	6,68	103,0
	14h 15	1800'	7,14	6,66	
	14h 30	1815'	7,13	6,65	
	14h 45	1830'	7,16	6,68	102,1
	15h 00	1845'	7,21	6,73	
	15h 00	0'	7,21		
		30"	0,55		
		1'	0,53		
		2'	0,52		
		3'	0,52		

arrêt page
remonté



INSTITUT DE RECHERCHES HYDROLOGIQUES

NANCY (M. & M.)
10. RUE ERNEST-BICHAT Le 14 Avril 1969
TÉLÉPHONE : 53-26-55

COMMUNE de BUREY-en-VAUX

ANALYSE D'EAU

Provenance: Etude du Bassin hydrogéologique de VAUCOULEURS.
Forage profondeur 70 m - Sortie exhaure.
Prélèvement effectué le 3/4/69 à 14h50 par M. G. BRESSON

ÉTUDE PHYSIQUE

CARACTÈRES ORGANOLEPTIQUES

Température : 9°8 Odeur, saveur : _____
Aspect : limpide
Turbidité : faible : 13 gouttes de mastic

MATIÈRES EN SUSPENSION; examen

Dépôt d'un léger voile calcaire dû à la proximité des travaux.

CARACTÈRES PHYSIQUES

	Eau brute	Essai au marbre	
pH	<u>7,15</u>		
Résistivité à 20° C.	<u>2330</u>	<u>2320</u>	ohms/cm
Résidu sec à 105-110° C.	<u>281</u>		mg/l
Dureté totale (T.H.)	<u>25°8</u>	<u>25°8</u>	D° français
permanente			

Bilan du CO² :

CO ² des carbonates :	<u>0</u>	} CO ² total 220 mg/l
CO ² des bicarbonates :	<u>198</u>	
CO ² équilibrant :	<u>22</u>	
CO ² agressif :	<u>0</u>	

Oxygène dissous : _____

APPRÉCIATION DE L'AGRESSIVITÉ :

Eau à pH neutre ; à l'équilibre par rapport au gaz carbonique et aux bicarbonates.
Sans action sur les matériaux.

ÉTUDE CHIMIQUE**ANIONS**

	mg/litre	mil-eq.litre
Alcalinité bicarbonique (HCO ³) -	305	5,00
Alcalinité vraie (OH) -	0	-
Carbonates (CO ³) -	0	-
Sulfates (SO ⁴) -	17	0,35
Chlorures (Cl) -	3	0,08
Nitrates (NO ³) -	5	0,08
Phosphates (PO ⁴ H) -	-	-
Silice (SiO ²) -	4,2	-

CATIONS

Calcium (Ca) ++	94	4,70
Magnésium (Mg) ++	5	0,42
Sodium (Na) +	2	0,09
Potassium (K) +	2	0,05
Fer (Fe) ++	0,14	-
Manganèse (Mn) ++	-	-

INDICES DE POLLUTION


Azote ammoniacal (NH ⁴) +	0
Azote nitreux (NO ²) -	-
Sulfures (H ² S)	-
Matières organiques (en mg d'oxygène/litre) (milieu alcalin)	0,32

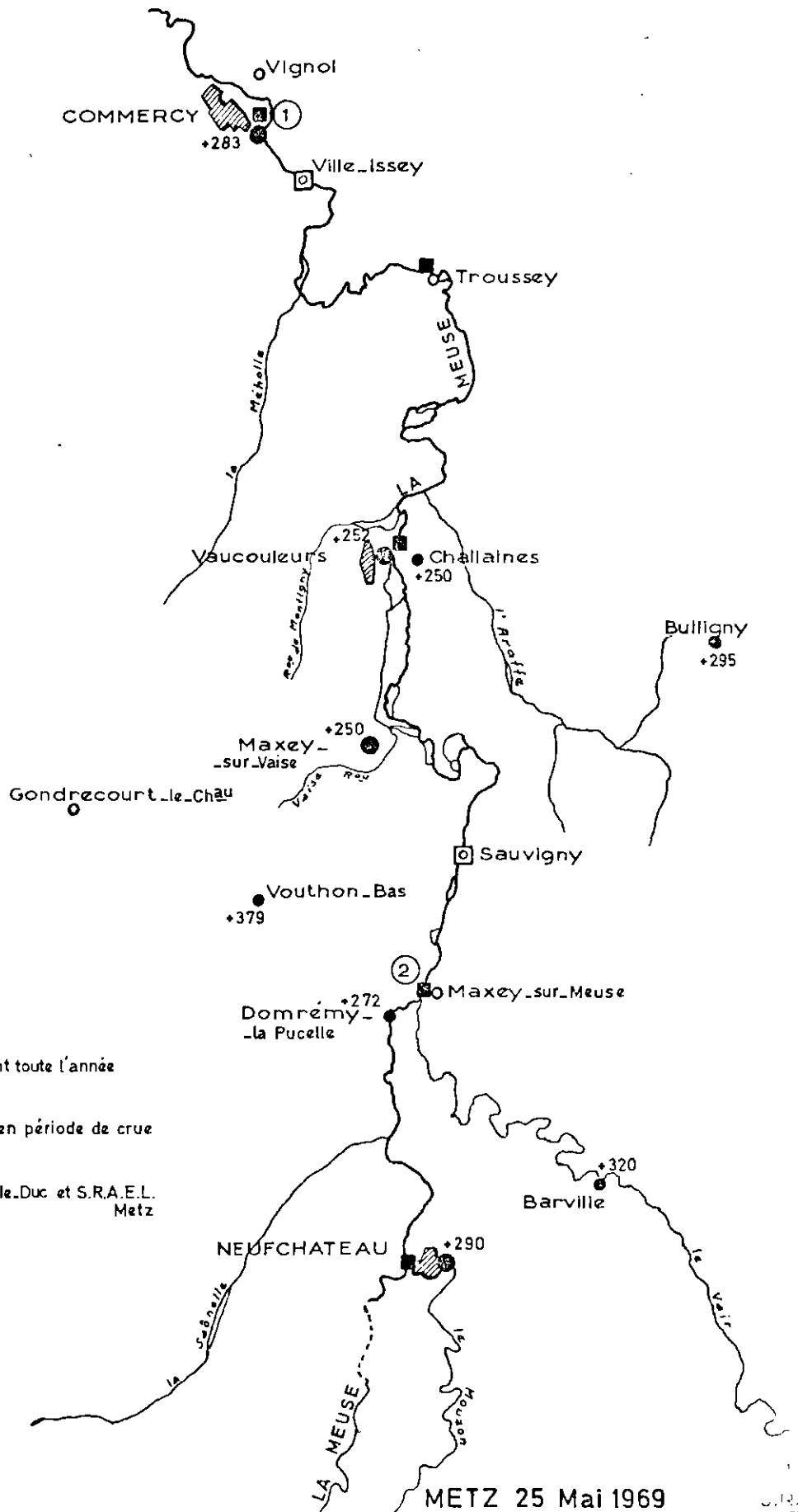
RECHERCHES SPÉCIALES**CONCLUSIONS**

Eau de dureté nette, mais acceptable ; de minéralisation légère essentiellement bicarbonatée calcique. Absence d'électrolytes forts.

Teneur en fer dissous et matières organiques faible et normale.

Eau d'excellente qualité chimique, comparable à l'Eau d'Evian.

Le Directeur




LEGENDE

- ★ : Station pluviométrique O.N.M. en activité
- : — d° — — d° — abandonnée
- : — d° — — d° — — d° — — d° — en période de crue
- ① : Station de jaugeage P.C. à enrégistrement toute l'année
- ◻ : — d° — — d° — prévue par G.R. Bar-le-Duc et S.R.A.E.L. Metz

ECHELLE : 1/250 000

SERVICE REGIONAL
DE L'AMENAGEMENT
DES EAUX DE LORRAINE

DIRECTION DEPARTEMENTALE
DE L'AGRICULTURE DE LA MEUSE

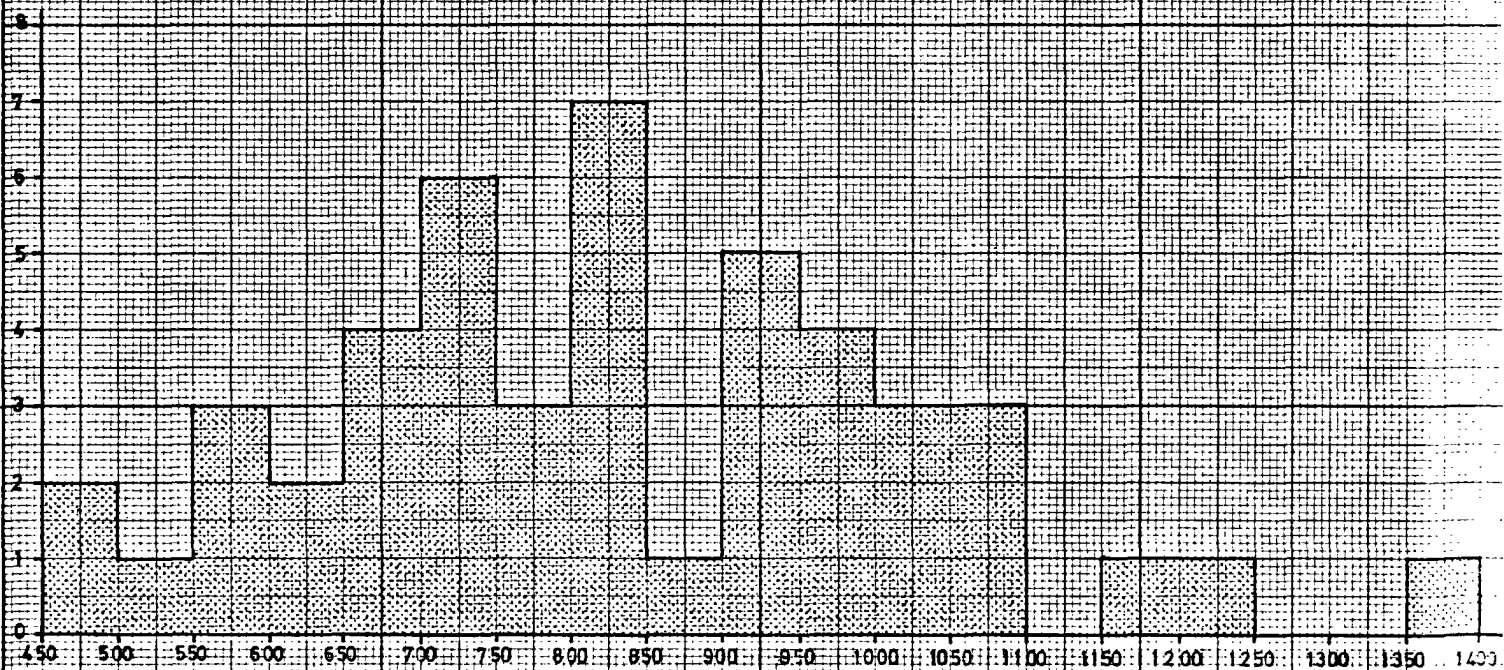
ETUDE DU BASSIN HYDROGEOLOGIQUE
DE VAUCOULEURS (MEUSE)

PLUVIOMETRIE

STATION DE COMMERCY

Polygone des fréquences observées des 46 modules
pluviométriques de la période 1921-1968

Intervalles de 50 mm. de 450-500
à 1350-1400



ANNEE SECHE

15b

200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0

J F M A M J J A S O N D

COMMERCY 1953
(491)

200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0

J F M A M J J A S O N D

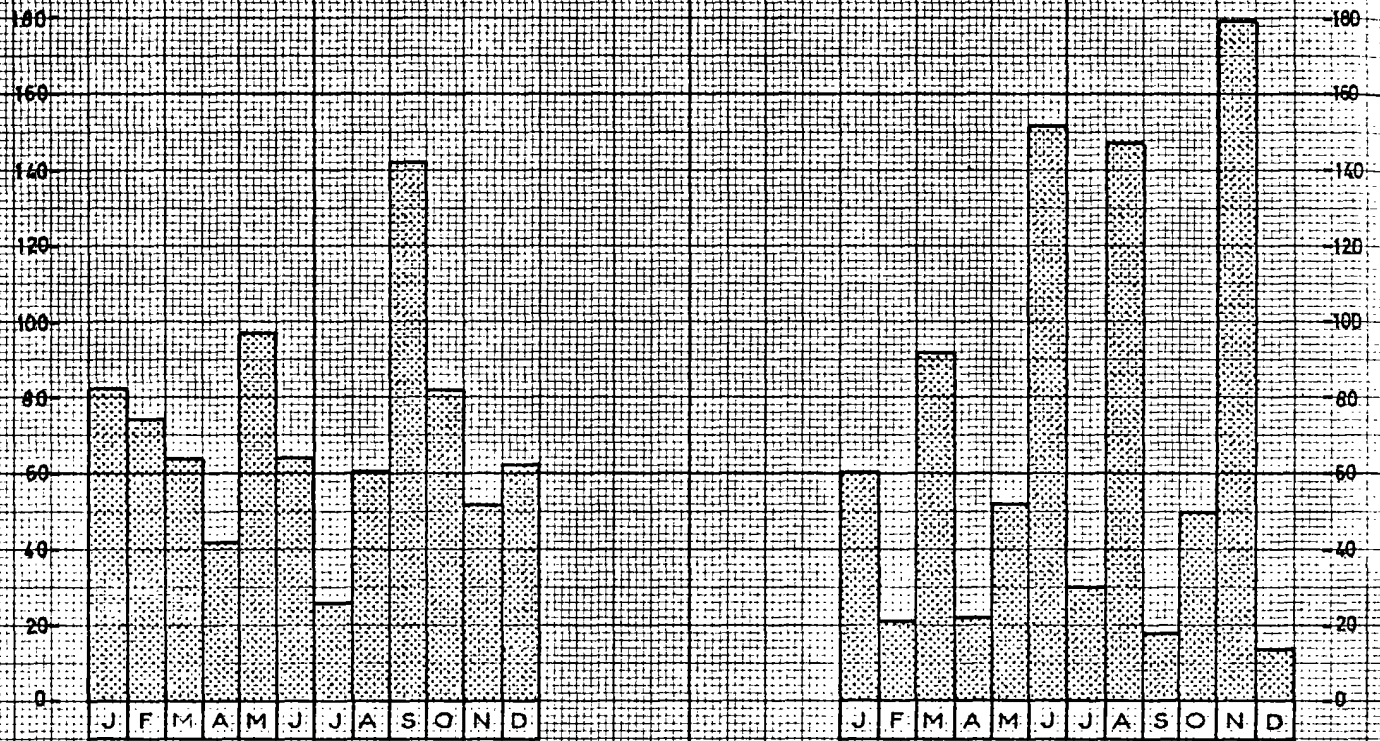
VAUCOULEURS 1953
(583)

180
160
140
120
100
80
60
40
20
0

J F M A M J J A S O N D

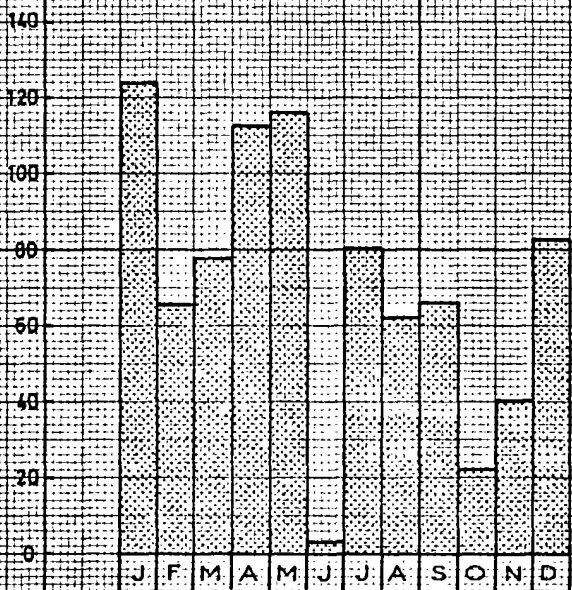
MAXEY-sur-Vaise 1953
(552)

ANNEE MOYENNE



COMMERCY: 1967 (828)

VAUCOULEURS: 1963 (838)



MAXEY-sur-Vaise: 1962 (862)

ANNEE HUMIDE

240
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0

J F M A M J J A S O N D

COMMERCY 1966
(1069 mm.)

240
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0

J F M A M J J A S O N D

VAUCOULEURS 1966
(1186 mm.)

240
220
200
180
160
140
120
100
80
60
40
20
0

J F M A M J J A S O N D

MAXEY sur Vaise 1967
(1183 mm.)