G. LIMOUX & J. MILLER

Surveillance géologique et hydrologique
du forage A.E.P. de LURE (Haute Saône

29 Mai au 30 Novembre 1[illegible]

B.R.G.G.

BUREAU DE RECHERCHES
GEOLOGIQUES & GEOPHYSIQUES

69, rue de la Victoire

PARIS

(9ème)

PARIS, le 23 Novembre 1952

(Rédaction du 14-7-1956)

LE FORAGE POUR ALIMENTATION EN EAU
de la VILLE de LURE (Haute Saône)

1951 - 1952

Coupe géologique, de 0 à 226 m.

par J. RICOUR

Surveillance hydrogéologique, de 226 à 308m05

par G. MINOUX.

Feuille topographique 1/20.000e : L.R. XXXV - 21 LURE 1-2

Carte géologique 1/80.000e : N° 100 - LURE 1/4 SW.

- S O M M A I R E -

		Pages
I.	INTRODUCTION: principe de la recherche	1
II.	SITUATION ET CONDITIONS D'EXECUTION.....	2
	Emplacement.....	2
	Entreprise de forage.....	2
	Surveillance géologique et hydrologique.....	2
III.	COUPE GEOLOGIQUE.....	3
	Observations sur cette coupe.....	4
IV.	EXECUTION DES TRAVAUX.....	5
	Dispositif de reconnaissance.....	5
	Equipement final.....	5
V.	RESULTATS HYDROGEOLOGIQUES.....	6
	A) Grès du TRIAS inférieur.....	6
	B) Nappe du MUSCHELKALK supérieur.	7
	CONCLUSIONS.....	9

Nota: Six comptes rendus de surveillance hydrogéologique échelonnés entre le 26-6 et le 23-11-1952 ont été remis, lors de l'exécution du captage, à la Direction des Travaux (Génie Rural, Ingénieur-Conseil), ainsi qu'au Géologue officiel (M. GLANGEAUD).
Le présent travail résume l'essentiel des observations présentées dans ces comptes rendus.

G.M.

LE FORAGE A.E.P. de LURE (Haute Saône)

1951 - 1952

I. INTRODUCTION: Principe de la recherche.

Un forage profond destiné à fournir à la Ville de LURE le complément indispensable pour son alimentation en eau, soit 7 litres/seconde en saison d'été, a été entrepris en Août-Septembre 1951, à 1.500 mètres environ au Nord-Est de l'agglomération.

Le principe de cet ouvrage, basé sur la recherche et l'exploitation de la nappe aquifère des grès du TRIAS inférieur, avait été donné, entre autres solutions, dès 1942, par M. le Professeur GLANGEAUD, de la Faculté des Sciences de BESANCON (1); son plan d'exécution sommaire avait été indiqué en 1951, dans un travail complémentaire présenté par M. DREYFUSS, Chef de travaux du Laboratoire de Géologie de la même Faculté (2).

Cette seconde étude précisait que le captage pourrait s'effectuer entre les profondeurs probables de 100 à 150 mètres (toit des grès triasiques) et 250 à 350 mètres (base de la formation sur le PERMIEN). Un tubage étanche de 100 à 150 mètres serait donc à prévoir depuis la surface du sol jusqu'au sommet des grès du TRIAS inférieur.

---

(1) L. GLANGEAUD.- Etude hydrogéologique préliminaire sur l'alimentation en eau potable de LURE.
Lab. de Géologie, BESANCON. 18-10-1943.

(2) M. DREYFUSS .- Note sur un projet de forage pour recherche d'eau à LURE (Hte Saône)
Lab. de Géologie, BESANCON. 9- 6-1951.

Lisière W. du
Bois du Tertre

Le forage de LURE 15-7-1952

II.- SITUATION ET CONDITIONS D'EXECUTION DE L'OUVRAGE.

Le chantier du forage de LURE a été ouvert le 13 Août 1951 sous contrôle du Service du GENIE RURAL (1) et sous la Direction technique du Cabinet MARCHAL & LIMAGNE (2), à 1450 mètres environ au N.E. de l'église de LURE, en bordure N.W. de la route de SAINT-GERMAIN et à la lisière W. du Bois du Tertre.

(Voir Annexe I, extrait du L.R. au 1/20.000e)

Coordonnées Lambert :	Zone N. de Guerre	Zone II centrale
x =	407,75	912,82
y =	100,39	307,94

Cote de l'orifice = + 307 environ (E.L.R.)

Entreprise de forage: BONNE ESPERANCE à PARIS.

Ingénieur chargé de l'exécution : M. BEAULATON

Chefs-sondeurs successifs : MARTINEZ et WEIBEL

Surveillance géologique et hydrologique:

M. le Doyen GLANGEAUD, Professeur à la Faculté des Sciences de BESANCON.

M. J. RICOUR, Ingénieur Géologue au B.R.G.G. a été appelé par celui-ci à examiner au Laboratoire de BESANCON, puis au chantier, les échantillons de trépan et de carottes recueillis jusqu'au 29 Mai 1952. A la suite de cette étude, M. G. MINOUX, Ingénieur au B.R.G.G., a été agréé par la Direction des Travaux pour suivre, en liaison avec le Géologue-Conseil, l'avancement dans la formation aquifère, les essais hydrogéologiques et les travaux d'équipement du forage (3)

Deux ouvrages ont été, en fait, successivement effectués; un 1er forage a été interrompu, par accident de trépan, à 27m20 après mise en place et cimentation du 1er tubage 600 mm. à la profondeur de 19m30 (4)

Début ; 13-10-1951 Arrêt: 10-11-51

Instrumentation sans succès: 10-11 au 15-12-51.

---

(1) MM. CARON & CAUSSIN, Ingénieurs du G.R. et T.R. Cité Administrative VESOUL (Haute Saône).

(2) Directeur des Travaux- 39, Avenue Aristide Briand à VESOUL.

(3) Prise de contact avec le Service du Génie Rural (M. CAUSSIN) 24-6-1952. Profondeur atteinte: 229m20.

(4) Lors des essais du forage définitif, l'intercommunication entre les deux ouvrages a été observée.

le 2ème forage a été mis en route le 23-12-51, après translation de la tour de 2m20 vers la route LURE-St-GERMAIN (soit vers le S.E.) et terminé le 9-9-1952 (Essai de débit final). L'avancement avait été définitivement suspendu le 12-8-1952 à la profondeur de 308m05 dès que le PERMIEN eût été atteint et reconnu avec certitude par le carottage de contrôle final.

III. COUPE GEOLOGIQUE DES TERRAINS TRAVERSES.

Coupe sommaire:

0 - 14 m. Limons, sables, argiles superficielles.

MUSCHELKALK supérieur.

14 - 100 Calcaires dolomitiques gris-jaunâtre

MUSCHELKALK moyen.

100 - 143 "Couches blanches"
"Couches grises"

143 - 157 Marnes bariolées.

MUSCHELKALK inférieur.

157 - 187 "Marnes ± sableuses à Myacites"et entroques (1)

187 - 195 "Grès coquillier".

TRIAS inférieur.

195 - (298) Grès bigarré et (Vosgien ?)

(Limite inférieure imprécise)

PERMIEN.

(298) - 308,05 + Grès rouge plus ou moins argileux et conglomératiques avec inclusions et passages dolomitiques (2)

Coupe semi-détaillée:

de 0 à 226 m. par J. RICOUR
de 226 à 308m05 - G. MINOUX

Voir Annexe II.

Echantillons conservés dans les collections du B.R.G.G.M.

---

(1) Annexes photographiques: Fragment de carotte vers 168,(70) Lima cf. lineata (?) Schloth.
(2) -d°- : Carotte de contrôle 306,05 à 308,05

Observations sur cette coupe:

Le forage ayant été réalisé presque entièrement au trépan à l'injection d'eau lourde (1), l'étude des échantillons s'est révélée extrêmement difficile. Les limites indiquées, entre formations, ne peuvent être données qu'avec une approximation de 2 ou 3 mètres. L'avancement"à sec" n'a été utilisé, à la demande de l'un de nous, qu'à partir de la profondeur 296,70, soit pratiquement à la base du TRIAS inférieur. Toutefois, le passage de 161,65 à 170,90 effectué au carottage 5" avait donné un repérage beaucoup plus précis (J.RICOUR); il a permis d'annoncer l'arrivée prochaine de l'ouvrage dans les grès de base du TRIAS (J. RICOUR 30-5-52).

La puissance observée pour le MUSCHELKALK supérieur dolomitique paraît en accord avec celle qui a été indiquée par le forage ancien dit du "Quartier de Cavalerie" exécuté à LURE en 1894-95 et dont la coupe est rappelée en Annexe III du présent rapport (2).

Le MUSCHELKALK inférieur offre, sur une quarantaine de mètres d'épaisseur environ, des analogies avec la même formation décrite en Moselle par les stratigraphes allemands (3): marnes sableuses et dolomitiques gris clair à gris fumé avec couches à entroques et lamellibranches . Ce faciès apparaît donc très différent et beaucoup plus développé que son équivalent dans les Vosges, sur la retombée Nord des Faucilles, où il ne comprend qu'une quinzaine de mètres de couches argilo-sableuses.

Les formations du TRIAS inférieur apparaissent essentiellement constituées de grès avec intercalations argileuses sur une centaine de mètres d'épaisseur au maximum. Les conglomérats plus ou moins grossiers et friables paraissent y faire totalement défaut. Il y a tout lieu de penser que les conditions aquifères défavorables rencontrées par le forage de LURE dans ces niveaux sont en relation avec la nature pétrographique régionale de cet étage. Bien que le forage ait été conduit à l'injection d'eau lourde pendant leur traversée, il ne semble pas que ce processus puisse être ici incriminé, compte tenu de la position élevée du niveau statique de la nappe profonde.

L'Annexe IV rassemble les éléments géologiques des divers sondages qui ont été entrepris dans la région de LURE, principalement en vue de la recherche du Houiller productif. Ce croquis, présenté à la Direction des Travaux le 2-8-52, met en relief les divergences d'interprétation notables auxquelles ont donné lieu ces recherches en ce qui concerne l'épaisseur réelle des grès du TRIAS inférieur sur le PERMIEN.

---

(1) Argile BW. ft. N° 80 de LONGUEVILLE (S.&M.) pour colmater les pertes d'injection importantes qui se sont manifestées pendant la plus grande partie des travaux.

(2) Archives DEGOUSEE-LAURENT & LIPPMANN- microfilm BRGG (6)-VIII-9 - 3 & 4.

(3) cf. van WERVEKE - Erläuterungen zu Blatt SAARBRUCKEN pp.155 à 162.

IV. EXECUTION DES TRAVAUX (Forage N° 2).

Diamètres de forage et des tubages.

a) Dispositif de reconnaissance (Croquis Annexe V.a)

0 - 19,20	Forage au trépan 890 mm Ø (injection d'eau lourde) Tubage rivé 600 mm Ø int. Gaine ciment 87 sacs.	
19,20 - 99,55	Forage au trépan 590 mm Ø Elargissage 610 mm Ø	à l'injection d'eau lourde.
(16,74)- 99,55	Tubage rivé 500 mm. Ø int. avec manchons (520 mm Ø ext.)	
99,55 - 226,45	Forage au trépan 490 mm Ø	à l'injection d'eau lourde.
(161,65 - 170,90)	Carottage de reconnaissance 5"	
226,45 - 229,20	- - - 485 mm Ø	
229,20 - 233,00	- - - 440 mm Ø	
(+0,40)- 233,00	Tubage étanche, acier étiré, vissé, de 15" X 13½. Réduction à 117 m., mis en place dans un bouchon d'argile de 15 mètres d'épaisseur. (1)	
233,00 - 306,05	Forage au trépan 312 mm Ø ; à l'injection d'eau lourde jusqu'à 296,70;à sec, de 296,70 à 306,05.	
306,05 - 308,05	Carottage de reconnaissance à la couronne diamant 5 pouces.	

b) Dispositif en fin de travaux (Croquis Annexe V.b.)

La reconnaissance hydrologique du TRIAS inférieur s'étant révélée stérile (voir ci-après) la colonne de captage 15" x 13"½ a été retirée du forage sans difficultés (22 au 26-8-1952)

La colonne rivée 500 mm Ø a été perforée avec un outil spécial BONNE ESPERANCE entre 60 et 97 m. de profondeur. La déformation du tube ayant occasionné le blocage du perforateur, celui-ci a dû être abandonné dans l'ouvrage à la cote -91,42.

La partie inférieure du forage, entre 99,55 et (308,05) (490 et 312 mm Ø) n'a pas été rebouchée.

---

(1) L' "argile" utilisée a été extraite des terrassements du terrain de Sports des Gleux près de LURE. Il s'agit d'une marne argileuse du KEUPER inférieur contenant de nombreux débris de calcaires, dolomies et cargneules, de mauvaise qualité pour réaliser une fermeture de ce genre.

V. RESULTATS HYDROGEOLOGIQUES.

A) GRES du TRIAS inférieur, sous protection du 15" x 13"½.

Essai d'épuisement N° 1 (15-7-52 - Forage à 250,50) (1)

50 soupapes de 230 litres après curage préliminaire du fond (10 soupapes)

Les remontées suivies à l'issue de cet essai montrent un afflux d'eau notable à l'extérieur de la colonne étanche et insignifiant à l'intérieur du 15".

Essai d'épuisement N° 2 (26-7-52 - Forage à 278,25) (1)

110 soupapes de 230 litres.

Cet essai a permis de constater la destruction du bouchon d'argile assurant l'étanchéité de la colonne étanche 15" x 13"½. Aucun renseignement utile concernant la nappe profonde n'a, de ce fait, pu être obtenu.

Le rétablissement de la fermeture du dispositif d'essai a, par suite, été demandé (C.R. du 30-7-52) par cimentation de la base de la colonne 13"½, à - 210 mètres, soit à 15 mètres seulement au-dessous du toit des grès du TRIAS inférieur.

Les possibilités budgétaires n'ont pas permis d'effectuer ce travail, l'ouvrage ayant dépassé la profondeur de 275 mètres prévue au projet. Un essai de débit de reconnaissance, après curage complet, a été, en conséquence décidé, le dispositif réalisé jusqu'à cette date étant maintenu sans changement.

Curage - Epuisement prolongé N° 3 (4 et 5-8-1952 - Forage à 296,70) (2)

Retrait de 650 soupapes de 230 litres par tranches de 100 à 170 soupapes.

Niveau rabattu, en fin d'essai, à - 135 mètres à l'intérieur du 15" x 13"½. A l'extérieur, le niveau s'est rétabli à - 6 mètres, après une chute initiale à - 21 m. La fermeture, au pied du 13" s'est donc "recalée" sous l'influence de la pression des eaux extérieures.

La remontée consécutive et rapide, dans l'espace central, est suivie d'un écoulement artésien de 300 litres/heure environ qui a disparu, lors de la reprise du forage, par suite de l'égalisation des pressions.

---

(1) Diagrammes Annexe VI. Extraits du Rapport de Surveillance N° 3 G. MINOUX B.R.G.G. 30-7-1952.

(2) Diagramme Annexe VII. Extrait du C.R. N° 5 du 14-8-52.

Essai de débit de reconnaissance (20/21-8-1952 - Forage à 308m05) (1)

Pompe à piston 7", corps à - 101 m, aspiration à - 293,08.
Durée de l'essai : 24 heures.

Résultats obtenus:

Débit: 2,1 à 2,9 m3/heure. Niveau: - 100 à - 105 mètres.

Nota: Le niveau à l'extérieur de la colonne étanche est resté stable vers - 6m50 pendant toute la durée du pompage.

Niveau statique à + 10 m. au moins au dessus du sol (selon indications données par le pompage).

Caractéristique approximative: Annexe VIII.

Conclusions de l'essai:

Ressources aquifères du TRIAS inférieur insignifiantes pour le découvert compris entre 233 m. et 308m05 malgré un maintien de la nappe sous très forte dépression prolongée et l'existence d'un faible artésianisme.

Après détubage et récupération de la colonne 15" x 13"½, reconnaissance nécessaire des conditions aquifères du MUSCHELKALK supérieur, non fermé par cimentation.

Ainsi qu'il a été indiqué précédemment, ces opérations ont pu être effectuées, en retraite, à partir du 22-8-1952.

B) RECONNAISSANCE HYDROLOGIQUE du MUSCHELKALK Supérieur.

(après retrait de la colonne étanche 15"x 13"1/2)

Essai d'épuisement après perforation du 500 mm. (30-8-52)

70 soupapes de 230 litres retirées à la cadence de 7,8 m3/heure.

Niveau se stabilisant vers -20,70, remontée à - 12,95 après 1 heure.

Conclusions: Indications encourageantes pour la mise en route d'un essai de débit prolongé.

---

(1) Extrait du compte rendu N° 6 du 23-11-52.

Essai de débit N° 1. (30/31-8-1952) (Annexe IX.A.)

Pompe à piston 7", corps à - 83,81, aspiration à - 88,21.

Durée de l'essai: 8 heures environ - Niveau au départ: - 1m53.

Un décolmatage intense du forage a été enregistré après 2h30 de pompage, occasionnant une remontée de l'eau de près de 13 mètres.

Résultat final: 25 m3/h pour dépression de 3 à 4 mètres.

Remontée observée, à l'issue de l'essai, pendant 13 heures.

Une réinfiltration totale des eaux à proximité du forage ayant été constatée, le pompage a dû être interrompu dans le but d'installer un dispositif d'évacuation des eaux pouvant donner toutes garanties sur leur élimination de la zone même du point d'extraction.

A cet effet, le Service d'incendie de la Ville de LURE a installé une conduite permettant de refouler les eaux soit sur la pente des Gleux, à 400 m. environ du forage, soit directement dans un réservoir de la Ville à proximité des travaux.

Qualité des eaux: Analyse du prélèvement du 31-8-52 en fin d'essai. Annexe XI.A.

Essai final N° 2. (2 au 9-9-1952) (Annexe IX.B.)

Pompe à piston 7", même disposition qu'à l'essai précédent du 2 au 6-9, corps à - 64,88, aspiration à - 69,28, du 6 au 9-9-52.

Durée totale approximative: 6 jours.

Résultats obtenus: Débit : 26 à 28 m3/h.
Niveau : - 25,50 à 29 m.

Niveau statique après l'essai: - 8m40

Caractéristique du forage:

Voir Annexe X (= Annexe VI du C.R. N° 6 du 23-11-1952)

Qualité des eaux :

Résidu sec 105/110°	=	966 mg/litre
Dureté totale	=	64,4 degrés fr.
Sulfates en $(SO^4)^=$	=	430 mg/litre
Calcium en $(Ca)^{++}$	=	211 -
Magnésium en $(Mg)^{++}$	=	28 -

Résultats sommaires sur prélèvement du 9-9-1952 en fin d'essai.

(Analyse complète: Annexe XI.B.)

- C O N C L U S I O N S -

Le forage créé pour renforcer l'alimentation en eau de la Ville de LURE (1951-52) a fourni, sur le plan géologique, des renseignements de grand intérêt concernant la série du MUSCHELKALK et du TRIAS inférieur dans cette région:

- existence d'un massif calcaire dolomitique sans repère à entroques dans le MUSCHELKALK supérieur,
- grand développement d'un faciès marneux fossilifère dans le MUSCHELKALK inférieur,
- grès infratriasiques argileux, sans conglomérats, sur une épaisseur totale de 100 m. au maximum.

Au point de vue hydrogéologique, une surveillance géotechnique détaillée, exercée en liaison permanente avec le Géologue-Conseil et la Direction des Travaux a permis d'éviter, de justesse, un échec irrémédiable de cette recherche limitée aux seuls grès du TRIAS inférieur: la très faible quantité d'eau qui a pu être extraite de cette nappe profonde, objectif initial de la reconnaissance, s'est révélée de qualité chimique passable et pratiquement inexploitable.

Les investigations conduites dans la partie supérieure de l'ouvrage, après retrait du dispositif étanche et perforation de la 2ème colonne de soutènement, ont nécessité le dégagement préalable du massif calcaire des boues qui y avaient été accumulées lors de sa traversée. Des pompages prolongés ont permis de mettre en évidence une réserve aquifère relativement abondante, susceptible d'apporter à la Ville de LURE, un appoint de l'ordre de 30 à 50 m3/heure entre 30 et 40 mètres de profondeur. Ces eaux apparaissaient assez fortement minéralisées, notamment par le sulfate de chaux, mais il n'est pas impossible qu'une exploitation prolongée apporte une amélioration notable de leur qualité chimique.

D'autre part, en raison du caractère karstique du massif calcaire du MUSCHELKALK supérieur, des intercommunications plus ou moins lointaines entre cette nappe et les horizons superficiels ne sont pas exclues. Une surveillance bactériologique vigilante et un périmètre de protection assez étendu devront donc être institués pour une exploitation intensive de ce forage.

G. MINOUX - J. RICOUR

Ingénieurs Géologues au B.R.G.G.

LISTE DES ANNEXES

I. Emplacement du forage de LURE (Carte 1/20.000^{e})

II. Coupe géologique semi-détaillée.

III. Coupe de l'ancien forage du Quartier de Cavalerie.

IV. Eléments géologiques des sondages de la région de LURE.

V. Croquis de l'ouvrage:

a) lors de la reconnaissance du TRIAS inférieur.
b) dispositif conservé en fin de travaux.

VI. Diagrammes des essais d'épuisement N° 1 et 2.

VII. Diagramme de l'épuisement-curage des 4 et 5-8-1952.

VIII. Caractéristique observée pour la nappe des grès du TRIAS inférieur (Essai de débit du 20/21-8-1952).

IX. Diagrammes des essais de débit de reconnaissance de la nappe du MUSCHELKALK supérieur.

A) Pompage du 30-31-8-1952.
B) - - 2 au 9-9-1952.

X. Caractéristique du forage terminé.

XI. Analyses chimiques des eaux:

A) Prélèvement du 31-8-1952
B) - - 9-9-1952.

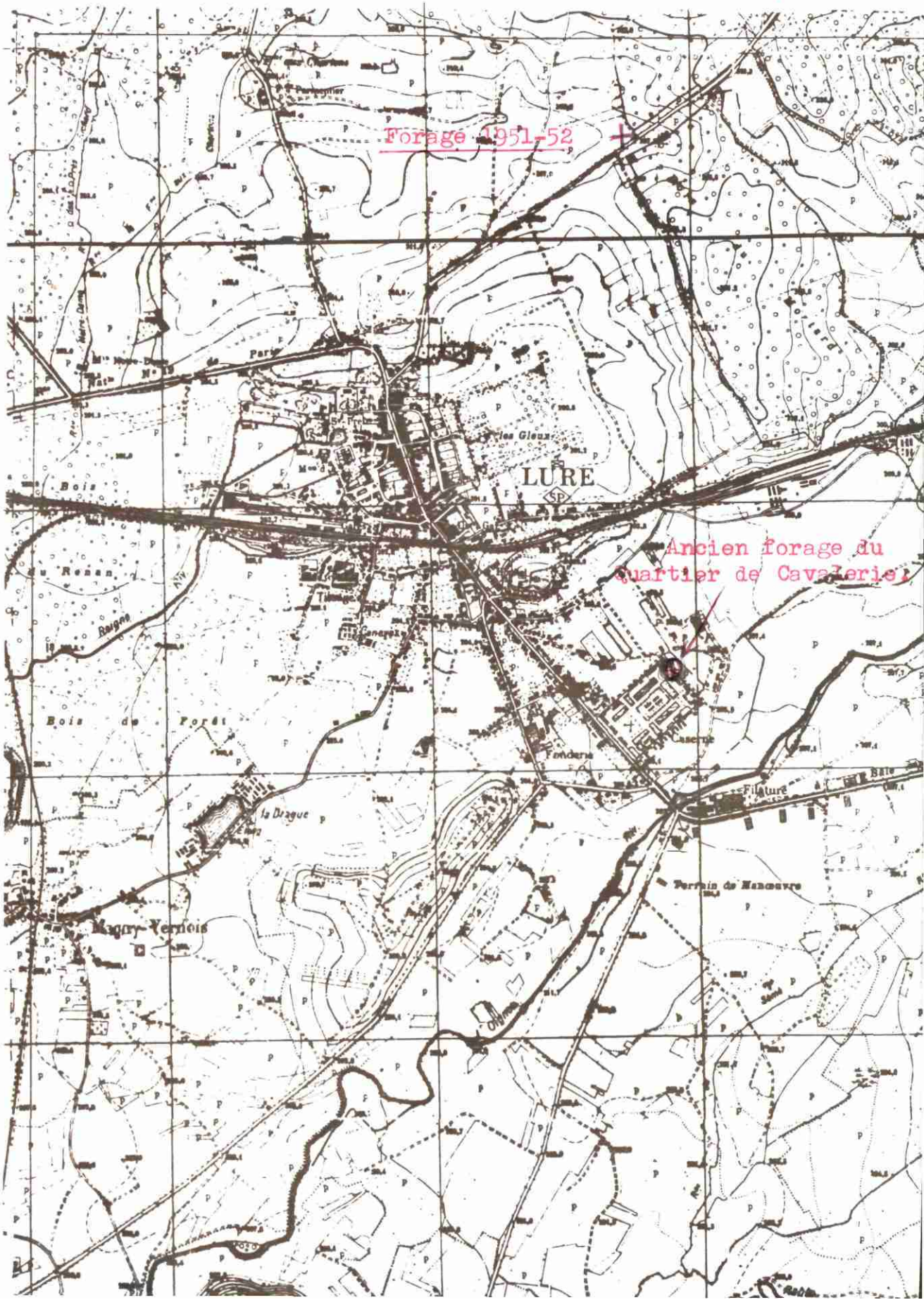
o°o

ANNEXE I

Extrait du Levé régulier XXXV-21

LURE 1-2

Echelle 1/20.000e



ANNEXE II

COUPE DU SONDAGE DE LURE EFFECTUEE LE SAMEDI 21 JUIN 1952

par J. RICOUR.

0,00 - 1,50	Limons
1,50 - 3,50	Limons avec plaques de grès vosgien rouge.
3,50 - 7,50	Sable fin jaune ocre. Alluvions ?
7,50 - 11,50	Sable jaune ocre plus grossier, feldspathique et limoneux. A 11,50 argile chocolat avec fragments de quartz sous forme de grains abondants.
11,50 - 14,00	Sable jaune ocre plus grossier. A 14,00 sable grossier blanc plus chargé de poudre calcaire semblant indiquer l'arrivée dans le toit d'une couche calcaire (Muschelkalk supérieur ?)
14,00 - 109,00	Sable marneux plus ou moins ocre, parfois blanc. Plus argileux à partir de 75 m. A 109,00 apparition de boue beaucoup plus blanche et plus fine (calcaire blanc du sommet du MUSCHELKALK moyen ?)
	Entre 110 et 115 mètres, le tube à sédiments a récolté un morceau de marne et d'anhydrite qui nous laisse supposer qu'à cette profondeur les couches grises étaient déjà atteintes à moins qu'il ne s'agisse d'une retombée du KEUPER inférieur.
	A 131,50 et 134,50 anhydrite et marnes grises.
	139,50 gypse fibreux.
	A 143,50 apparition du premier niveau rouge.
	A 145,00 fin du niveau rouge.
145,00 - 160,00	Marnes grises sableuses.

Une seule passe de carottage de 161,65 à 170,90 dans la partie moyenne du MUSCHELKALK inférieur (marnes à Myacites, avec nombreux fossiles, Lamellibranches, entroques et pistes de vers):

161,65 - 162,70	Marnes grises à lits noduleux, sableux. Fossiles à 162,00. 162,70 Petit banc de calcaire à entroques (éch.)
	Puis mêmes marnes grises mais plus gréseuses, plus résistantes et probablement plus calcaires.
	La même chose jusqu'à 165,40.
165,40 - 165,75	Calcaire gréseux à entroques.
165,75 - 167,70	Marnes grises normales.
167,70 - 170,90	Mêmes marnes plus sableuses.
	On remarque à 168,25 un passage rouge de 10 cm. d'épaisseur.
	A 168,50, une piste de Corophioides

170,00 - 187,00	Marnes grises sableuses.
187,00 - 194,00	Marnes sableuses ocres.
194,00 - 204,00	Alternances de sables rouges et gris. Premiers niveaux rouges à 195 et 196.
204,00 - 226,00	Sable rouge.

SUITE DE LA COUPE PAR G. MINOUX (24-6 au 14-8-1952)

(226) - 277,50	Grès rouge, assez forte proportion d'argile, passages à grains plus gros, allant jusqu'à 1 mm. de Ø.
277,50 - 279,50	Passage très argileux, rouge.
279,50 -(292)	Grès rouge, à grain généralement fin, nettement moins argileux.

(292) - 298,20	Zone de transition au point de vue procédé de forage, qui ne permet pas d'assigner une limite précise entre le TRIAS inférieur et le PERMIEN (Forage à sec à partir de 296,70)
298,20 - 308,05	PERMIEN certain. Grès fins à grossiers, passages conglomératiques, éléments souvent anguleux, passages rouge vif et gris blanchâtre interpénétrés. Forte effervescence à l'acide chloridrique à froid et à chaud (éléments dolomitiques) Carotte de contrôle de 306,05 à 308,05.

CONCLUSIONS DE CETTE ETUDE

On peut déduire la coupe suivante pour autant que l'étude des boues de trépan permet de donner des cotes sérieuses:

0,00 - 14,00 env.	Alluvions et roches altérées.
14,00 - 100,00 env.	MUSCHELKALK supérieur. (Cette épaisseur étant un peu forte, on peut supposer que la partie inférieure du KEUPER inférieur a été recoupée par les premiers mètres du forage. Les marnes qui composent ce niveau seraient passées inaperçues par suite des retombées des sables alluvionnaires.)
100,00 - 109,00	Calcaire blanc. Partie supérieure du MUSCHELKALK moyen.
109,00 - 143,00	Couches grises.
143,00 -(145,00)	" rouges. (143 à 156/157 selon G.M.)
(145,00)- 187,00	Muschelkalk inférieur.
187,00 - 195,00	Grès coquillier.
195,00 - 298 env.	Grès du TRIAS inférieur.
298,20 - 308,05 +	PERMIEN.

SONDAGE

Exécuté au Quartier de Cavalerie (Génie de Vesoul)

à LURE (Haute-Saône)

Recherche d'eau

Avant-puits	3.00	3.00
Sable et gros cailloux roulés	2.00	5.00
Marne rouge	4.40	9.40
Marne grise gypseuse avec plaquettes	57.55	66.95
Calcaire blanchâtre très dur	2.25	69.20
Marne gypseuse grise	1.85	71.25
Calcaire avec silex	6.88	78.13
Marne grise un peu sableuse avec cailloux	1.97	80.10
Calcaire très dur	3.56	83.66
Calcaire blanchâtre	3.30	[illegible]
Calcaire blanchâtre et débris de quartz	3.42	91.07
Calcaire gris très dur	1.44	92.51
Calcaire jaunâtre	1.09	93.60
Calcaire blanchâtre	1.80	95.80
Calcaire jaune	5.90	101.70
Calcaire gris très dur	33.85	135.55
[illegible] gris très dur avec lits de marne	[illegible]	[illegible]
Calcaire gris très dur	50.[illegible]	[illegible]
Calcaire gris avec alternances dures et tendres	[illegible]	[illegible]
Calcaire gris avec un peu de quartz	[illegible]	[illegible]
Marne grise et calcaire	[illegible]	[illegible]
Marne grise sableuse	[illegible]	[illegible]

Légende

Le sondage a été commencé le 21 Juillet 1[illegible] et terminé le 26 Novembre 1[illegible]. L'approfondissement était arrêté ce jour à 26 mètres 1[illegible] faute de produits [illegible].

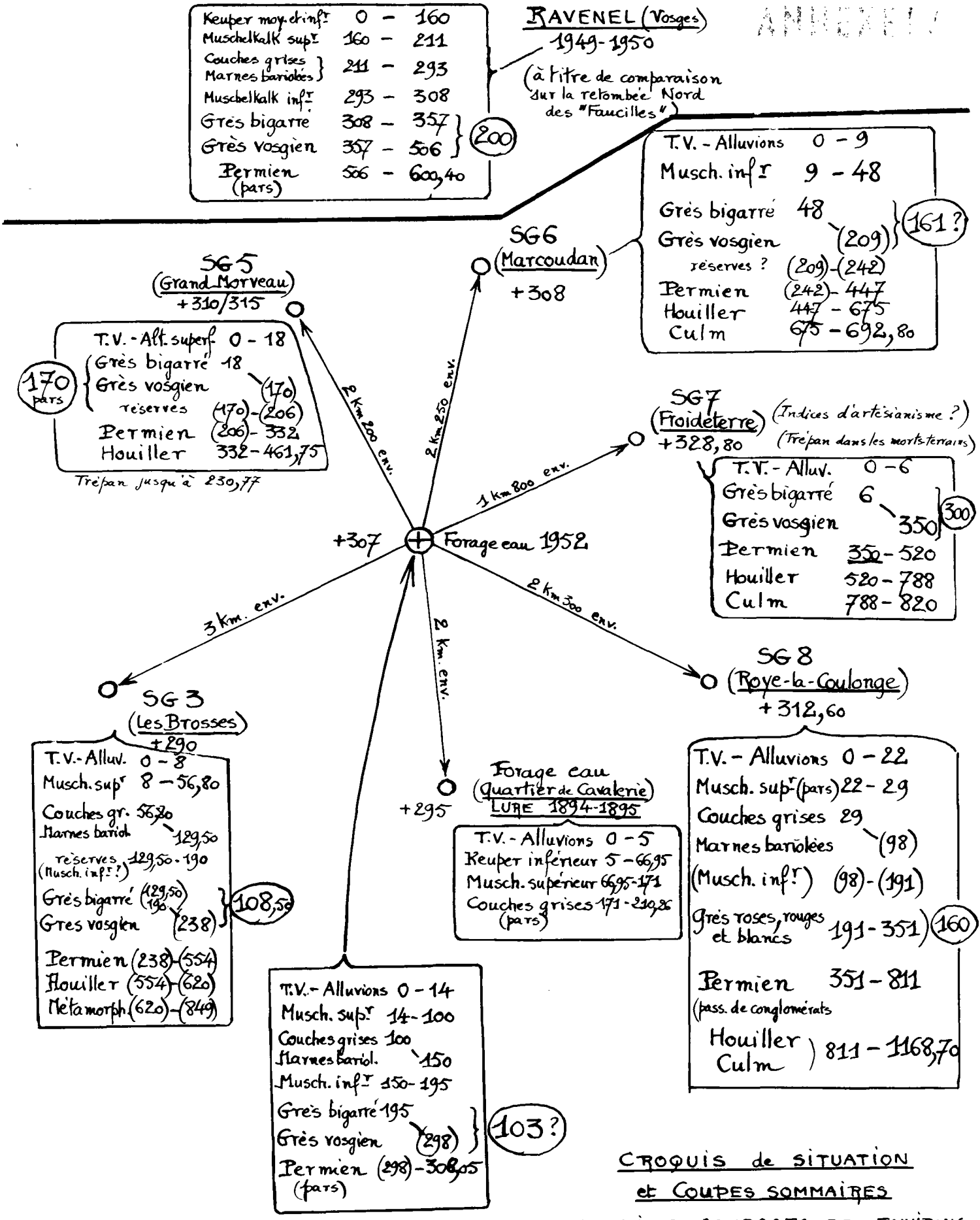
Il a été employé pour le forage ou une colonne-guide de 20 m de diamètre [illegible] 16 m de longueur [illegible] l'eau qui se trouvait au début à 2 m 32 au dessus du sol, remonta [illegible] le cours des travaux, [illegible] les pierres [illegible] moins nombreuses [illegible] cette époque [illegible] était [illegible] du travail à [illegible]

Microfilm B.R.G.G.
(6)-VIII- 9 - 3 & 4

Archives Degousée, Laurent
Lippmann

ANNEXE III

ANNEXE 1



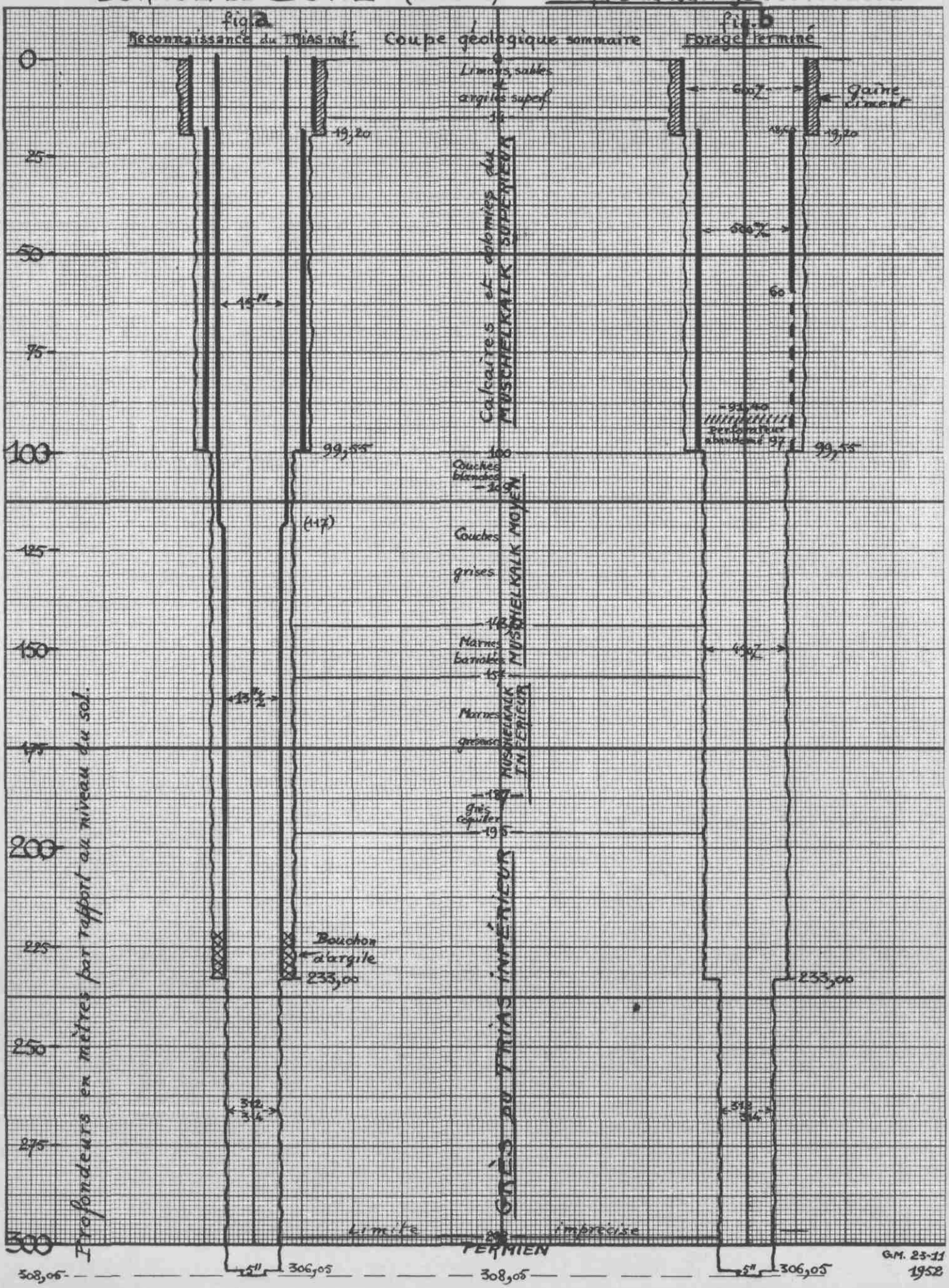
CROQUIS de SITUATION et COUPES SOMMAIRES DES DIVERS SONDAGES DES ENVIRONS DE LURE (HAUTE-SAÔNE)

Document présenté à la réunion du 2-8-52 au chantier

G.M. 1-8-1952

FORAGE DE LURE (Hte Saône) — Croquis de l'ouvrage

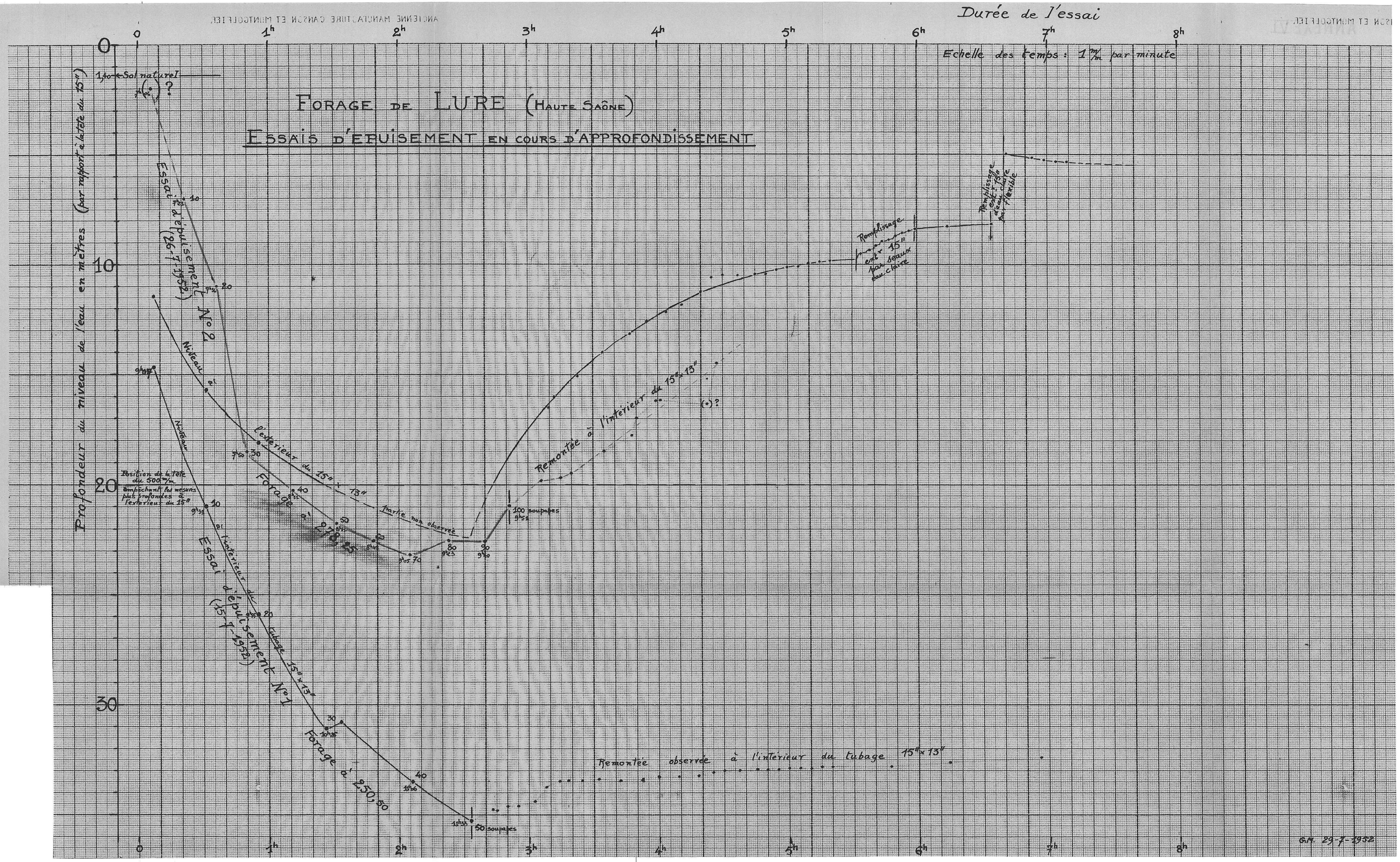
ANNEXE V



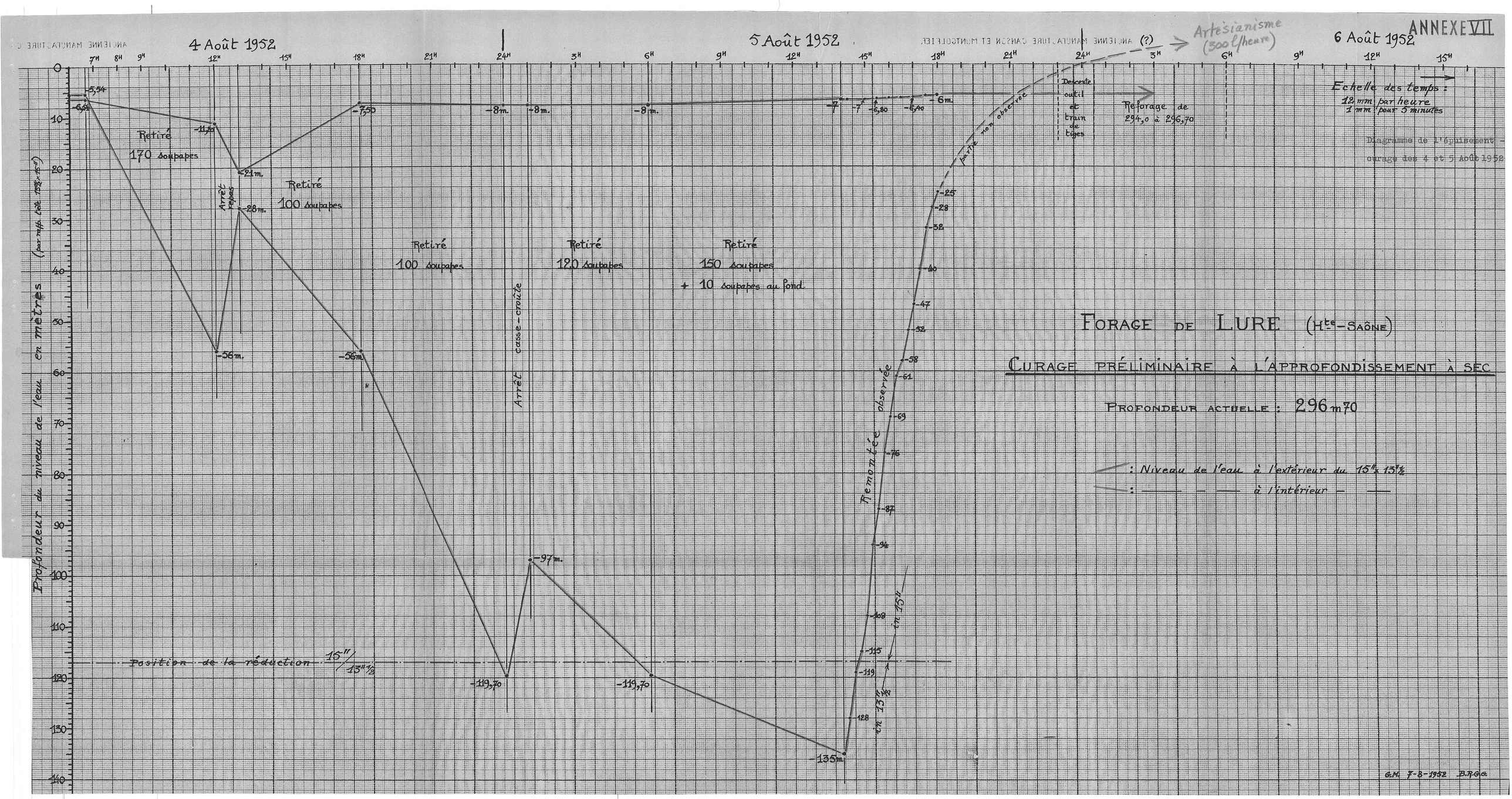
ANCIENNES MANUFACTURES CANSON & MONTGOLFIER

ANNEXE VI

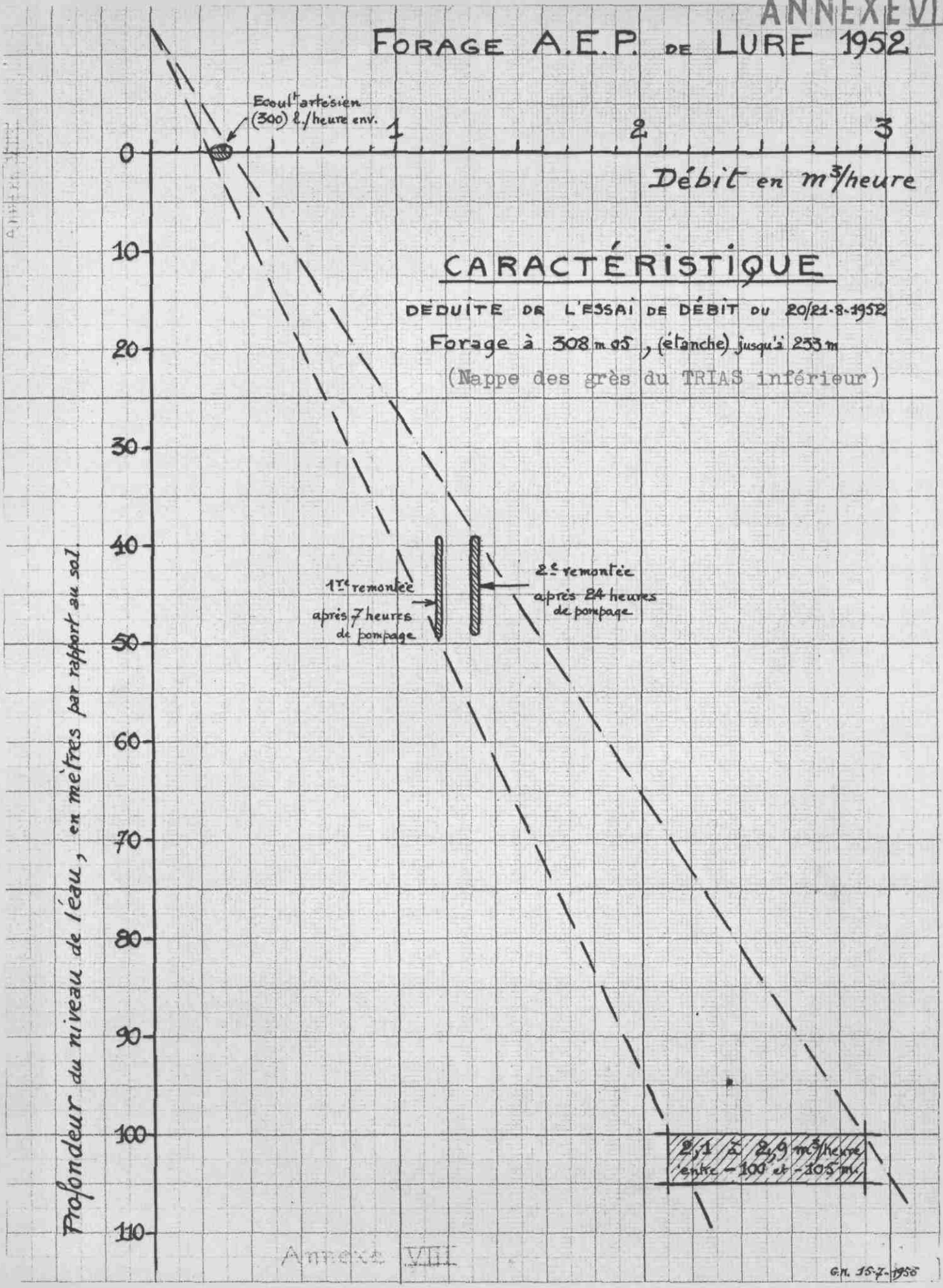
Diagramme des essais
d'épuisement N° 1 et N° 2.


Durée de l'essai
Echelle des temps : 1 m/m par minute
FORAGE DE LURE (HAUTE SAÔNE)
ESSAIS D'EPUISEMENT EN COURS D'APPROFONDISSEMENT
Profondeur du niveau de l'eau en mètres (par rapport à la tête du 15")
Sol naturel
Essai d'épuisement (26-7-1952)
Essai d'épuisement N° 2
Niveau à l'extérieur du 15" x 13"
Niveau à l'intérieur du tubage 15" x 13"
Forage à 9750,25
Position de la tête du 500 m/m empêchant les mesures plus profondes à l'extérieur du 15"
Partie non observée
Remontée à l'intérieur du 15" x 13"
Remplissage entre 15" par seaux sur claire
Remplissage entre 15" par flexible
100 soupapes
Essai d'épuisement N° 1 (15-7-1952)
Forage à 9750,50
50 soupapes
Remontée observée à l'intérieur du tubage 15" x 13"
G.M. 29-7-1952

ANNEXE VII


4 Août 1952
5 Août 1952
6 Août 1952
Artésianisme (500 l/heure)
Profondeur du niveau de l'eau en mètres (par rapp. tête 15"x15")
Retiré 170 soupapes
Retiré 100 soupapes
Retiré 100 soupapes
Retiré 120 soupapes
Retiré 150 soupapes + 10 soupapes au fond
Arrêt pompes
Arrêt casse-croûte
Remontée observée
Partie non observée
Descente outil et train de tiges
Reforage de 294,0 à 296,70
Position de la réduction 15"/13"½
Echelle des temps : 12 mm par heure 1 mm pour 5 minutes
Diagramme de l'épuisement - curage des 4 et 5 Août 1952
FORAGE DE LURE (Hte-SAÔNE)
CURAGE PRÉLIMINAIRE À L'APPROFONDISSEMENT À SEC
PROFONDEUR ACTUELLE : 296m70
: Niveau de l'eau à l'extérieur du 15", 13½
: — — à l'intérieur — —
G.M. 7-8-1952 B.R.G.G.

FORAGE A.E.P. DE LURE 1952

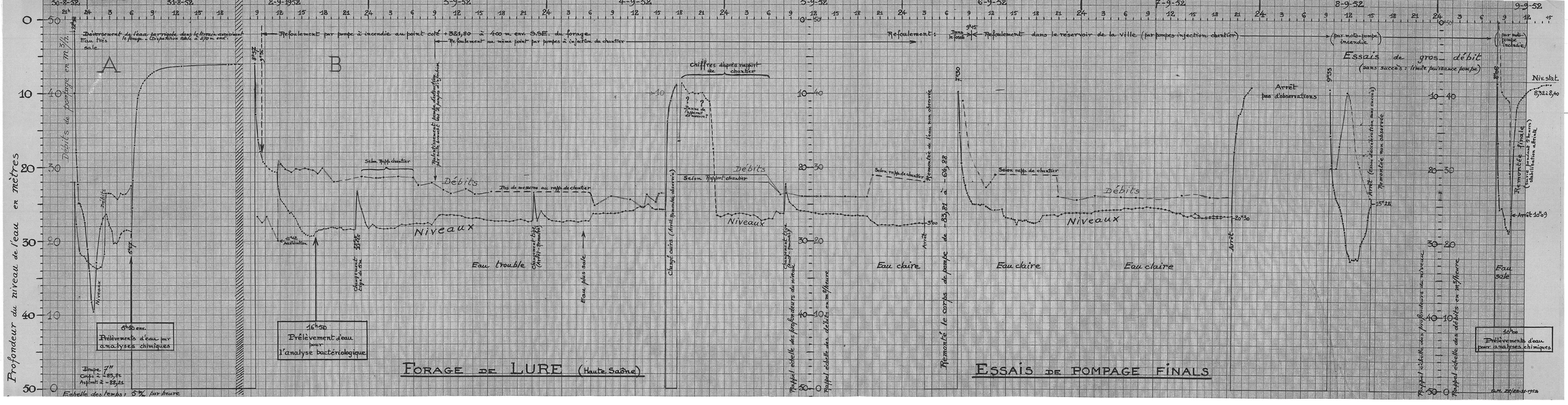


G.M. 15-7-1958

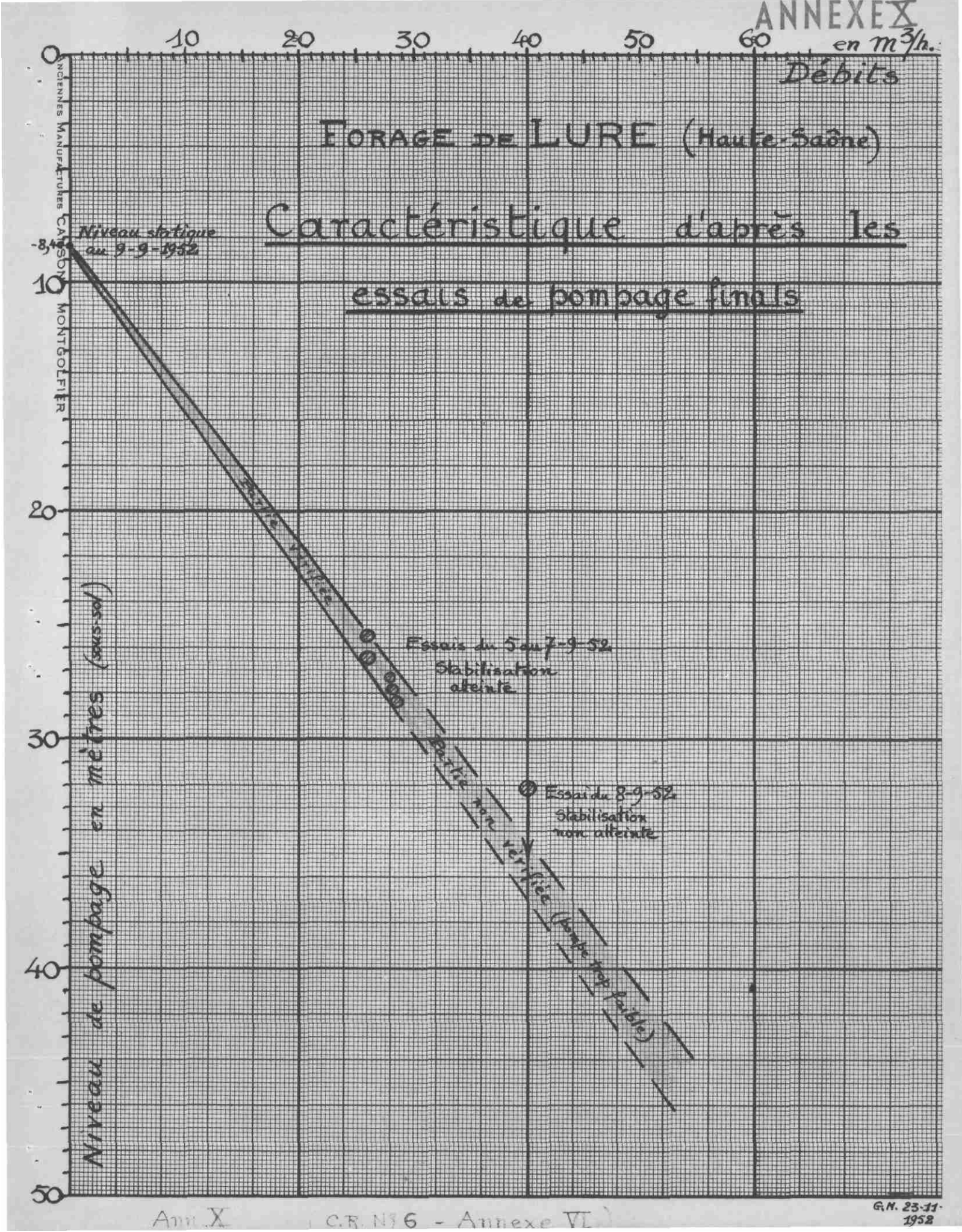
ANNEXE IX

Diagramme des essais de débit de reconnaissance de la nappe du MUSCHELKALK sup^{r}.

30-8 au 9-9-1952


FORAGE DE LURE (Haute Saône)
ESSAIS DE POMPAGE FINALS
Profondeur du niveau de l'eau en mètres
Débits de pompage en m³/h
A
B
Niveaux
Débits
Eau trouble
Eau plus sale
Eau claire
Eau sale
Prélèvements d'eau pour analyses chimiques
Prélèvement d'eau pour l'analyse bactériologique
Refoulement par pompe à incendie au point coté +321,50 à 400 m. env. SSE. du forage
Refoulement par pompes à injection du chantier
Refoulement dans le réservoir de la ville (par pompes injection chantier)
Refoulement par moto-pompe incendie
Essais de gros débit
(sans succès : limite puissance pompe)
Arrêt pas d'observations
Remontée de l'eau non observée
Remontée le corps de pompe de -83,84 à -65,22
Remontée finale
Niv. stat.
Echelle des temps : 5% par heure

ANNEXE X



Ann. X (C.R. N° 6 - Annexe VI)

G.N. 23-11-1952

Monsieur MINOUX à Metz.

ANNEXE XI A

STATION DE RECHERCHES HYDROLOGIQUES

Le 16 Septembre 1952.

NANCY

Forage de LURO (Hte-Saône).

Echantillon d'eau au niveau du Muschelkalk.

ÉTUDE PHYSIQUE

Prélèvement du 31-8-1952

CARACTÈRES ORGANOLEPTIQUES

Couleur :
Odeur :
Saveur :
Turbidité

MATIÈRES EN SUSPENSION : leur examen

Turbidité due aux travaux de forage.

CARACTÈRES PHYSICO-CHIMIQUES

pH 7,25
Résistivité à 18° C. 675 ohms/cm.
Résidu sec à 105-110° C. 1690,0 mg/litre

Degré hydrotimétrique :
total : 117,8 degrés français
permanent : 101,0 " "
Alcalinité totale (au M. O.) 237,0 mg/litre (en CO_3H)

Bilan du CO^2 :

CO^2 des carbonates :	0,0	mg/litre	CO^2 total
CO^2 des bicarbonates :	150,0	—	170,0 mg/litre
CO^2 équilibrant :	20,0	—	
CO^2 agressif :	0,0	—	

Oxygène dissous : non dosé (nécessite un prélèvement spécial).

APPRÉCIATION DE L'AGRESSIVITÉ :

La détermination des différentes fractions du gaz carbonique et des bicarbonates montre que cette eau est à l'équilibre.

Duplicata au G.R. Vesoul -

Forage de LUHE - Echantillon d'eau au niveau du Muschelkalk.-

ÉTUDE CHIMIQUE

ANIONS		mg/litre	m.é./litre
Alcalinité bicarbonique	$(HCO^3)^-$	237,0	3,88
Alcalinité vraie	$(OH)^-$	0,0	-
Carbonates	$(CO^3)^=$		
Sulfates	$(SO^4)^=$	948,0	19,76
Chlorures	$(Cl)^-$	13,0	0,37
Nitrates	$(NO^3)^-$	2,0	0,03
Phosphates	$(PO^4H)^=$	traces	-
Silice	$(SiO^3)^=$	11,7	0,39
CATIONS			
Calcium	(Ca^{++})	415,5	20,78
Magnésium	(Mg^{++})	34,0	2,80
Sodium	$(Na)^+$	12,0	0,52
Potassium	xxx		
Fer	(Fe^{++})	0,10	-

Azote ammoniacal $(NH^4)^+$ 0,0
Azote nitreux $NO^2)^-$ 0,0
Sulfures (H^2S) -
Matières organiques (en mg/litre d'oxygène) 0,50 (en milieu alcalin)

Anions | Cations

Graphique en milli-équivalents par litre

RECHERCHES SPÉCIALES

CONCLUSION : Eau extrêmement dure. La minéralisation étant formée essentiellement de sulfate de calcium.

Le Directeur de la Station :

ANNEXE XI B

STATION DE RECHERCHES HYDROLOGIQUES

Le 16 Septembre 1952.

NANCY

Forage de LURE (Hte-Saône).

Pompage final à 50 m^3/heure. 9/Sept/52

ÉTUDE PHYSIQUE

CARACTÈRES ORGANOLEPTIQUES

Couleur :
Odeur :
Saveur :
Turbidité :

MATIÈRES EN SUSPENSION : leur examen

CARACTÈRES PHYSICO-CHIMIQUES

pH 7,30
Résistivité à 18° C. 1040 ohms/cm.
Residu sec à 105-110° C. 966,0 mg/litre

Degré hydrotimétrique :
total : 64,4 degrés français
permanent : 46,5 " "
Alcalinité totale (au M. O.) 261,0 mg/litre (en CO_3H)

Bilan du CO^2 :

CO^2 des carbonates :	0,0	mg/litre	CO^2 total
CO^2 des bicarbonates :	160,0	—	181,0 mg/litre
CO^2 équilibrant :	21,0	—	
CO^2 agressif :	0,0	—	

Oxygène dissous non dosé (nécessite un prélèvement spécial).

APPRÉCIATION DE L'AGRESSIVITÉ :

La détermination des différentes fractions du gaz carbonique et des bicarbonates montre que cette eau est à l'équilibre et sera sans action sur les matériaux de canalisations.

Duplicata au G.R. Vesoul.-

Forage de LURE - Pompage final à 50 m^3/heure.-

ÉTUDE CHIMIQUE

ANIONS		mg/litre	m.é./litre
Alcalinité bicarbonique	$(HCO^3)^-$	261,0	4,28
Alcalinité vraie	$(OH)^-$	0,0	-
Carbonates	$(CO^3)^=$		
Sulfates	$(SO^4)^=$	430,0	8,96
Chlorures	$(Cl)^-$	16,0	0,45
Nitrates	$(NO^3)^-$	-	-
Phosphates	$(PO^4H)^=$	traces	-
Silice	$(SiO^3)^=$	11,4	0,38
CATIONS			
Calcium	$(Ca)^{++}$	211,0	10,56
Magnesium	$(Mg)^{++}$	28,0	2,32
Sodium	$(Na)^+$	20,5	0,90
Potassium	~~XXX~~		
Fer	$(Fe)^{++}$	0,125	-

Azote ammoniacal $(NH^4)^+$ 0,0
Azote nitreux $(NO^2)^-$ 0,005 mg/litre
Sulfures (H^2S) -
Matières organiques (en mg/litre d'oxygène) 2,90 (en milieu alcalin)

Anions | Cations

Graphique en milli-équivalents par litre

RECHERCHES SPÉCIALES

CONCLUSION : Eau assez dure (minéralisée par du sulfate de calcium). L'essai de pompage a beaucoup amélioré la composition chimique et a considérablement fait décroître la dureté. Teneur en fer normale.

Prel.t du 9-9-52

Le Directeur de la Station :

A N N E X E S P H O T O G R A P H I Q U E S

Forage de LURE (Hte Saône) Fragment de carotte vers 168m70

Lima cf. lineata SCHLOTH

Fragment de carotte 6" du sondage de ROYE-la-COULONGE (Hte Saône)
trouvé le 31-8-1952 à l'emplacement de l'ouvrage 1926-1929
Grès conglomératique du PERMIEN Coll. B.R.G.G.M.

Sondage de LURE (Hte Saône)

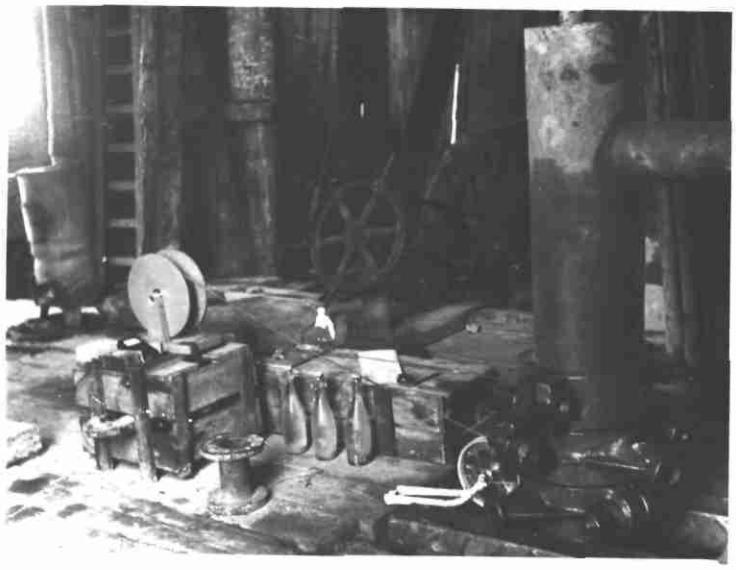
Carotte de contrôle 5"

de 306m05 à 308m05

Grès conglomératique
du PERMIEN.

Coll. B.R.G.G.M.

Cliché Labo Photo B.R.G.G.M.



Essai de débit du
MUSCHELKALK supérieur 31-8-1952

Essai de pompage final 9-9-1952