BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
B.P. 6009 – 45018 Orléans Cédex – Tél.: (38) 63.00.12

VILLE DE METZ

Rénovation du quartier des Tanneurs

Etude hydrogéologique de la Colline Sainte-Croix

MAI 1976

Service géologique régional LORRAINE
Le Longeau, Rozérieulles – 57160 Moulins-lès-Metz
Tél.: (87) 60.31.45

76 SGN 176 LOR

Nancy, le 30 mai 1976

RESUME
-=-=-=

A la demande de Monsieur le Sénateur Maire de Metz, l'étude hydrogéologique de la "Colline Sainte-Croix" a été confiée au B. r. g. m., conjointement avec Monsieur POMPON , ingénieur-conseil. L'établissement de deux profils de piézomètres, d'une carte piézomètrique et la surveillance piézomètrique des ouvrages durant quinze mois ont montré que :

- deux niveaux de circulations préférentielles existaient dans les alluvions modernes surmontant les calcaires à gryphées et dans les alluvions anciennes reposant sur les marnes lotharingiennes ;

- ces deux niveaux aquifères étaient en relation au pied de la colline Sainte-Croix, rue des Tanneurs ;

- le drain mis en place au niveau de l'ancien lit de la Seille commande le niveau piézomètrique au pied de la colline Sainte-Croix, et qu'un drainage complèmentaire serait probablement nécessaire en cas de fortes crues pour évacuer les eaux souterraines.

SOMMAIRE

1 - Introduction

2 - Etude du contexte géologique

3 - Etude du contexte hydrogéologique

3.1. Mesures réalisées au cours de la période avril 1974 - avril 1975

3.2. Interprétation des résultats obtenus

3.2.1. Définition de sens d'écoulement des eaux souterraines

3.2.2. Etudes des variations piézomètriques

3.3. Conséquences pratiques

4 - Conclusions

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1	Carte piézomètrique au 1/5 000e
ANNEXE 2a et 2b	Coupes hydrogéologiques interprétatives (1) et (2)
ANNEXE 3a, 3b et 3c	Evolution des niveaux piézomètriques relevés d'avril 1974 à avril 1975 Evolution de la pluie brute et de la pluie efficace d'avril 1974 à avril 1975

1 - INTRODUCTION -

Par lettre du 4 février 1974, Monsieur le Sénateur Maire de Metz avait confié à Monsieur Pompon, en collaboration avec le Service Géologique Régional Lorraine (B. r. g. m.), l'étude hydrogéologique de la Colline Sainte-Croix visant à préciser le contexte hydrogéologique du "quartier des Tanneurs" et la répercussion des circulations d'eaux souterraines sur la stabilité des nouvelles constructions dont la réalisation était envisagée dans un avenir relativement proche.

Deux profils de surveillance constitués de trois séries de piézomètres double ou triple avaient été mis en place fin 1973. Le compte - rendu de réalisation de ces ouvrages d'observation a fait l'objet d'un rapport de l'entreprise FONDASOL.

2 - ETUDE DU CONTEXTE GEOLOGIQUE -

L'ensemble des coupes géologiques relevées sur les piézomètres S20 à S25 est résumé ci-après, ainsi que la coupe du sondage S17 effectué rue des Recollets sous le contrôle de la SOCOTEC en mai 1967 :

SONDAGE	COTE TERRAIN NATUREL	PIEZOMETRE Profondeur	PIEZOMETRE Ø	COUPE GEOLOGIQUE
S 17	-	28 m	160/180	0 à 2,60 m remblais 2,60 à 6,60 m sable 6,60 à 8,00 m argiles lotharingiennes 8,00 à 28,50 m calcaire à gryphées
S 20 1	178,80 m	1,50 m	Ø 83	0 à 3,30 m remblais
S 20 2		4,50 m		3,30 à 4,60 m vide (cave)
S 20 3		15,50 m		4,60 à 6,20 m sables et graviers 6,20 à 6,60 m argiles lotharingiennes éboulées 6,60 à 20,00 m calcaire à gryphées
S 21 1	167,50 m	4,00 m	Ø 83	0 à 3,00 m remblais 3,00 à 3,40 m maçonnerie
S 21 2		7,00 m		3,40 à 6,20 m alluvions sablo-graveleuses 6,20 à 10,00 m calcaire à gryphées
S 22 1	166,40 m	4,00 m	Ø 83	0 à 3,60 m remblais 3,60 à 5,80 m alluvions sablo-graveleuses
S 22 2		6,50 m		5,80 à 8,50 m calcaire à gryphées
S 23 1	179,50 m	1,00 m	Ø 83	0 à 3,30 m remblais
S 23 2		3,50 m		3,30 à 4,90 m argiles éboulées
S 23 3		14,50 m		4,90 à 20,00 m calcaire à gryphées
S 24 1	167,10 m	3,50 m	Ø 83	0 à 3,60 m remblais 3,60 à 4,70 m vase 4,70 à 6,40 m alluvions sablo-graveleuses
S 24 2		6,50 m		6,40 à 10,00 m calcaire à gryphées
S 25 1	165,00	2,50 m	Ø 83	0 à 3,10 m remblais 3,10 à 5,30 m alluvions sablo-graveleuses
S 25 2		6,00 m		5,30 à 8,50 m calcaire à gryphées

Une carte au 1/5 000 dressée par L. GUILLAUME en 1935 et reportée en annexe 1, résume le contexte géologique du secteur étudié. D'après l'étude et les sondages effectués par la SOCOTEC en 1967, les marnes lotharingiennes auraient une extension beaucoup plus réduite sur la frange Est de la colline Sainte-Croix.

Néanmoins, les coupes géologiques schématiques des annexes 2a et 2b montrent que les argiles lotharingiennes qui constituent le toit des calcaires à gryphées du Sinémurien peuvent être continues sur la bordure orientale de la colline Sainte-Croix, bien que fréquemment remaniées et altérées sur les flancs de côte.

Il existe donc deux niveaux perméables ou semi-perméables séparés par un niveau imperméable quasi continu au niveau de la colline Sainte-Croix ; ce sont respectivement :

- les alluvions anciennes ou modernes et les remblais modernes constituant une converture "épidermique" continue ;

- les calcaires à gryphées dont le pendage est de 7 % vers l'ouest - nord-ouest.

Ces deux aquifères sont directement en communication au niveau de la vallée de la Seille et peuvent communiquer au niveau de la colline Sainte Croix par d'éventuelles fenêtres traversant les argiles lotharingiennes.

A noter la nature argilo-vaseuse des alluvions de la Seille, au pied des talus, au niveau de la rue de la Saulnerie.

Des failles affectent l'ensemble du secteur étudié sur le pourtour Nord, Ouest et Sud, mettant un contact :

- d'une part les marnes à ovoïdes du Charmouthien avec les argiles du Lotharingien ;

- d'autre part, les calcaires à gryphées du Sinémurien avec les argiles du Lotharingien.

3 - ETUDE DU CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE -

3.1. Mesures réalisées au cours de la période avril 1974 - avril 1975

Une surveillance régulière des deux profils piézomètriques a été mise en place en avril 1974, avec une fréquence de mesures définie par Monsieur Pompon (lettre du 26 avril 1974). Les mesures ont été effectuées régulièrement par les services techniques de la ville de Metz.

Parallélement à cette surveillance, un pluviographe était installé durant le mois d'avril 1974 sur le réservoir de la ville de Metz, à proximité des Récollets. Une surveillance continue des conditions pluviomètriques locales a pu être ainsi réalisée durant un an.

3.2. Interprétation des résultats obtenus

L'ensemble des mesures a été rassemblé
- sous forme de carte piézomètrique en annexe 1,
- sous forme de graphique en annexe 3a, 3b et 3c.

3.2.1. Définition du sens d'écoulement des eaux souterraines

La carte piézomètrique de l'annexe 1 a été dressée à partir de mesures de niveau non synchrones recueillies dans l'ensemble de la documentation disponible sur la colline Sainte-Croix.

Deux nappes bien distinctes apparaissent au niveau de la colline Sainte-Croix qui culmine à 188 m NGF environ :

- dans les alluvions anciennes et les remblais modernes une nappe superficielle qui se déverse au niveau du coteau dans les alluvions modernes de la Seille et les remblais de l'ancien lit de la Seille ;

- dans les calcaires à gryphées, une nappe plus profonde qui se confond avec la nappe superficielle à l'Est de l'axe rue du Paradis - rue de Saulnerie.

Deux dômes piézomètriques semblent commander l'écoulement de ces deux nappes dont l'individualité peut être difficilement mise en doute au niveau de la colline Sainte-Croix :

- un dôme piézomètrique dont l'axe est défini par la rue Toison, la rue Sainte-Croix et la rue des Trinitaires et qui commande le sens d'écoulement de la nappe superficielle drainée à l'Ouest par la branche canalisée de la Moselle (côte 164,55 sur le bief amont - 161,44 sur le bief aval), à l'Est par le drain (fil d'eau 164,24) mis en place au niveau de l'ancien lit de la Seille (rue des Tanneurs et rue de la basse Seille) et par le lit actuel de la Seille (côte 161,45 environ) ;

- un dôme piézomètrique qui suit le pied de la colline Sainte-Croix et qui correspond à la ligne suivant laquelle se confondent nappe superficielle et nappe des calcaires à gryphées ; la pérennité de ce dôme piézomètrique très peu accentué n'est pas prouvée. Il commande l'écoulement de la nappe des calcaires à gryphées, d'une part vers l'Ouest, d'autre part vers l'Est.

Il est à noter que ces deux nappes qui se confondent en pied de côteau créent une accumulation d'eau très peu favorable à la bonne tenue des terrains du fait de la saturation en eau des alluvions dont les caractéristiques mécaniques sont médiocres (argileuses, sableuses, riches en matières organiques et à fortes teneurs en eau).

Les failles paraissent influencer notablement le sens des écoulements en créant des barages naturels à l'Ouest et au Sud de la colline Sainte-Croix où les eaux souterraines ne peuvent plus circuler que dans les remblais superficiels.

Remarque : la nappe des grès rhétiens situés sous les Argiles de Levallois constituant le mur des calcaires à gryphées s'écoule, en première approximation, d'Est en Ouest ; cette nappe serait captive et sa côte piézomètrique, au niveau de la rue du Général Ferrié, en rive droite de la Seille, serait de 169,00 m NGF environ.

3.2.2. Etude des variations piézomètriques

La pluviomètrie enregistrée au niveau de la colline Sainte-Croix au cours de la période 1974 - 1975 paraît être plus élevée de 5 à 6 % que celle mesurée à la station de Metz - Frescaty par la Météorologie Nationale. Compte-tenue de la précision des mesures, cette différence n'apparaît pas significative, et la chronique des paramètres enregistrés au poste de Metz - Frescaty pourra être prise comme référence pour la ville de Metz.

Les variations de niveaux relevés sur les deux profils piézomètriques, au cours de la période 1974 - 1975, ainsi que l'amplitude de variation maximale observée ont été résumés dans le tableau ci-après :

PROFILS	2							1					
OUVRAGE	S 20			S 21		S 22		S 23			S 24		S 25	
	1	2	3	1	2	1	2	1	2	3	1	2	1	2
nappe captée*	R	Al	Cal-gr	Al-R	Cal-gr	Al-R	Cal-gr	R	Al-R	Cal-gr	R	Al-Cal-gr	R	Al-Cal-gr
altitude côte terrain naturel	178,80			167,50		166,40		179,50			167,10		165,00	
étiage altitude nappe	175,75	171,48	164,08	163,78	164,39	163,36	164,00	170,63	164,05		163,60	164,07	163,11	163,11
étiage date	13.0575	15.0574	19.06.74	16.09.74	30.05.74	01.08.74	10.09.74	12.12.74	29.08.74		19.09.74	29.08.74	19.08.74	29.08.74
Ouvrage sec. altitude nappe	176,05	172,56	164,58	164,00	164,80	163,74	164,50	170,74	165,11		163,83	164,63	163,60	163,60
Ouvrage sec. date	22.1074	30.1074	09.01.75	30.04.75	02.04.75 30.04.75	23.04.75	09.04.75	09.04.75	02.04.75		13.02.75	23.04.75	09.01.75	09.01.75
amplitude maximale observée (en mètres)	0,30	1,08	0,50	0,22	0,41	0,38	0,50	0,11	1,06		0,23	0,56	0,49	0,49

Al : alluvions R : remblais Cal-gr : calcaire à gryphées

L'analyse de ce tableau permet de dégager les résultats suivants :

- l'amplitude des variations piézomètriques est, en général, plus importante pour la nappe des calcaires à gryphées, que pour la nappe superficielle contenue dans les alluvions modernes et les remblais ; les calcaires à gryphées seraient donc moins transmissifs que les alluvions modernes ;

- les crues apparaissent plus tôt, sont plus rapides et plus marquées sur la nappe des calcaires à gryphées que sur la nappe superficielle, sauf au nord-ouest de la rue des Murs où l'alimentation de la nappe profonde est ralentie par l'écran constitué par les marnes lotharingiennes ;

- au niveau de l'ancien lit de la Seille, l'aquifère est formé de plusieurs couches (remblais, alluvions et calcaires à gryphées) de perméabilité différente ; ceci explique les différences de charge que l'on observe au niveau de certains piézomètres de la rue de la Saulnerie et de la rue des Tanneurs. Cette différence de charge est respectivement de :

  - 0,82 m entre S21-1 et S21-2,
  - 0,70 m entre S24-1 et S24-2

  le 17 décembre 1973.

La comparaison des graphiques de l'évolution du niveau piézomètrique et de la pluie efficace mensuelle (pluie brute mensuelle - évapotranspiration) montre qu'il existe un léger retard entre le début de l'alimentation naturelle des nappes par les pluies et les crues observées. Du fait de l'imperméabilisation du sol dans les zones urbanisées (chaussées, toitures ...), l'alimentation des nappes se produirait de façon indirecte par les pertes de réseau EP, ce qui expliquerait le léger décalage observé.

3.3. Conséquences pratiques

Au cours de la période 1956 - 1975, la pluviomètrie moyenne annuelle a été de 723 mm contre 755 mm en 1975 et 759 mm en 1974 (station de Metz - Frescaty). Par ailleurs, la période étudiée survient après une sécheresse pluriannuelle (1971 - 1973) durant laquelle la pluviomètrie s'est révélée inférieure à la normale de 30 % par rapport à la moyenne pluriannuelle sur la période 1956 - 1975.

Les niveaux piézomètriques observés sont donc sensiblement inférieurs aux niveaux piézomètriques moyens. En conséquence, la nappe superficielle qui est déjà relativement proche de la surface du sol en période de crue au cours de la période avril 1974 - avril 1975 (inférieure à 2,75 m sur S20-1 et à 2,66 m sur S22-1) devra être prise en compte au cours de la réalisation d'ouvrages enterrés.

Les circulations d'eaux souterraines jouent un rôle important dans la stabilité de la côte Est de la colline Sainte-Croix. Afin d'améliorer la tenue des terrains, il serait nécessaire de prendre diverses mesures qui, du point de vue hydraulique, améliorerait l'écoulement des eaux souterraines :

- drainage général accentué en pied de côteau, au niveau de la rue des Tanneurs et de la rue de la Basse-Seille, afin d'améliorer les caractéristiques mécaniques des alluvions argilo-vaseuses en diminuant leur teneur en eau ; à noter que si la nappe est trop rabattue, des tassements importants pourront apparaître au niveau des bancs vaseux et tourbeux qui entraineront une désorganisation des remblais situés sur le côteau. Rappelons à ce propos que cet argument avait été invoqué par L. GUILLAUME à la suite de l'accident de la rue des Tanneurs en 1947, et qu'il a été confirmé depuis par des sondages ;

- réfection de toutes les pertes de réseau entre la rue Taison et la rue des Trinitaires d'une part, la rue de la Saulnerie et la rue du Paradis d'autre part ; par ailleurs, ce problème est lié à la stabilisation du côteau du point de vue géotechnique ;

- vérification de l'étanchéité du réservoir de la ville de Metz, et éventuellement réfection des fuites existantes ;

- drainage à l'amont - nappe des caves existantes et des bâtiments futurs, afin d'éviter une accumulation d'eau et des surpressions importantes sur les murs des constructions ; dans ce contexte, la création de barbacanes dans les parois des galeries construites en 1944 permettant d'éviter des accumulations d'eau, toujours possibles en tête de ces ouvrages qui jouent un rôle non négligeable dans la stabilité du côteau de la colline Sainte-Croix.

4 - CONCLUSIONS -

L'étude hydrogéologique du flanc Est de la colline Sainte-Croix a permis d'établir une carte piézomètrique en réalisant la synthése de données non synchrones disponibles à partir d'études antérieures (L. GUILLAUME en 1948, SOCOTEC, FONDASOL).

C'est ainsi qu'ont pu être définis successivement :

- le sens d'écoulement,
- les niveaux préférentiels de circulation,

des eaux souterraines sur le secteur compris entre la branche canalisée de la Moselle au Nord-Ouest et la Seille à l'Est.

Le drain mis en place dans l'ancien lit de la Seille, rue des Tanneurs, joue un rôle important en maintenant un niveau piézomètrique inférieur à la côte de son fil d'eau. Cependant, il est probable qu'en période de crue inhabituelle, ce drain serait sous-dimentionné pour évacuer rapidement les eaux de la nappe superficielle. Ceci conduirait à noyer les remblais et les colluvions en pied de côteau, à diminuer les caractéristi-

ques mécaniques de ces matériaux, et à accroître l'instabilité du flanc de la colline, au cours de la décrue de la nappe.

Il apparaît donc comme fondamental d'assurer un drainage suffisant du flanc Est et du pied de côteau de la colline Sainte-Croix, parallèlement aux mesures géotechniques à mettre en oeuvre pour améliorer la stabilité de la pente naturel de ce talus. Un drainage accentué à la côte 163,00 m, environ, au niveau de la rue des Tanneurs et de la rue de la Haute-Seille permettrait :

- de faciliter l'évacuation des eaux souterraines,
- de ralentir l'alimentation de la nappe des calcaires à gryphées sous la colline Sainte-Croix, à l'Ouest du dôme piézomètrique défini par la rue Saulnerie, sans pour autant dénoyer les argiles et sables vaseuses susceptibles de se tasser et sans induire une alimentation à partir du cours de la Seille dont la côte du fil d'eau est à 161,45 m environ.

Par ailleurs, il serait particulièrement utile :

- de dresser une carte piézomètrique sur l'ensemble de l'agglomération de Metz afin de pouvoir estimer rapidement la répercussion des écoulements souterrains sur des travaux de terrassement ;

- de surveiller un couple de piézomètres "nappe superficielle - nappe profonde" afin de prévoir ultérieurement les risques de crue décennale et les répercussions sur le dimensionnement des ouvrages souterrains que l'on envisage de construire.

Jacques RICOUR
Ingénieur ENSG

(2)

VILLE de METZ

Colline Ste Croix

Rénovation du Quartier des Tanneurs

CARTE PIEZOMETRIQUE

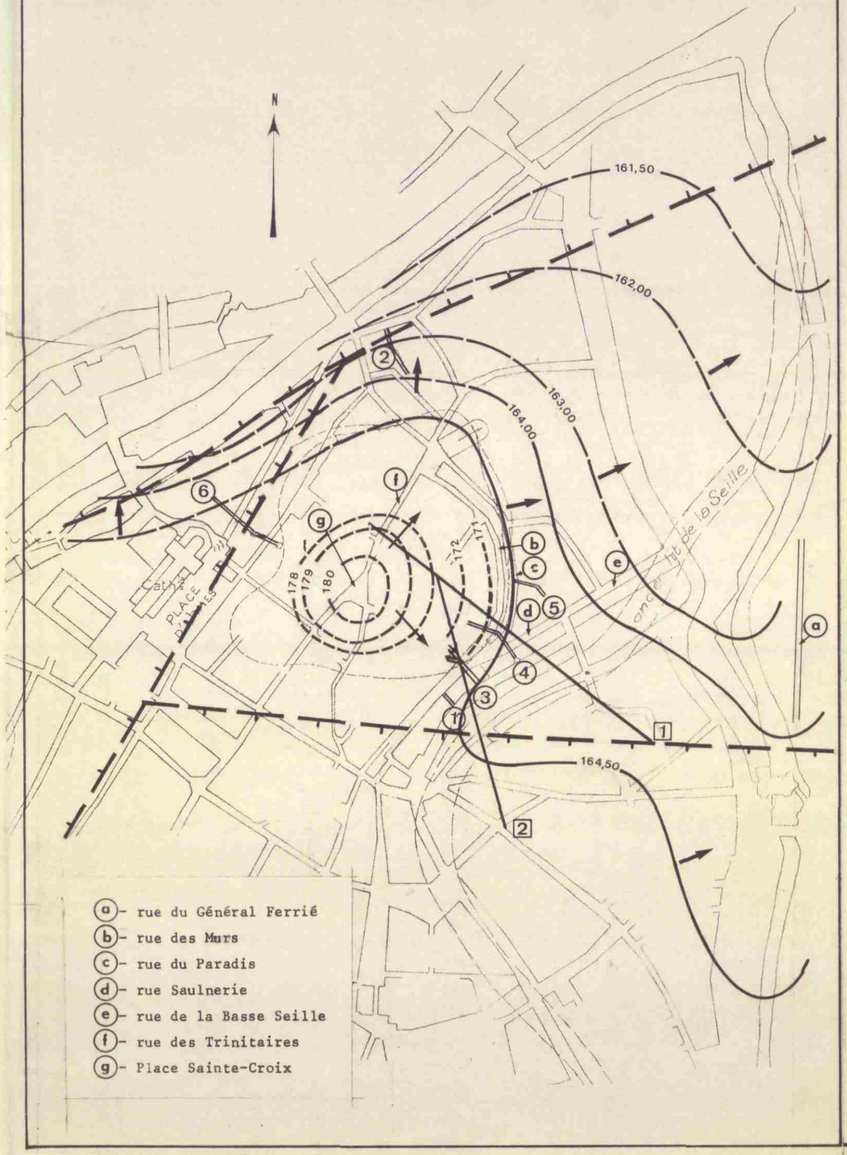
ECH: 1/5000

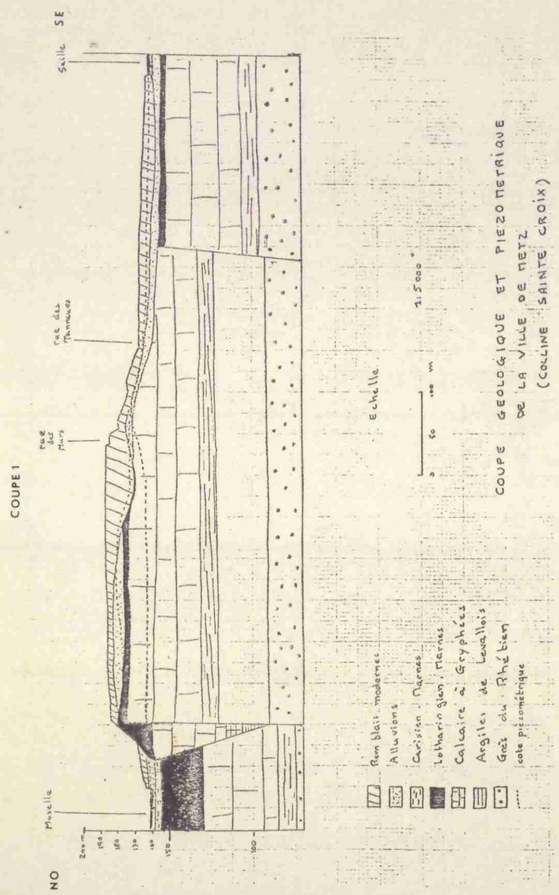
LEGENDE

- CHARMOUTHIEN
- LOTHARINGIEN
- Calcaire à gryphées
- Faille
- Alluvions anciennes
- (3) Galeries 1944
- Sens d'écoulement des eaux souterraines
- Nappe superficielle
- Nappe alluviale drainée par la Seille et la Moselle
- [2] Tracés des coupes géologiques

76 SGN 176 LOR

B.R.G.M. SGR / LORRAINE
77 Avᵉ du Gᵃˡ Leclerc NANCY Tel 51 43 51





3a

VILLE de METZ

Colline Ste Croix

Rénovation du Quartier des Tanneurs

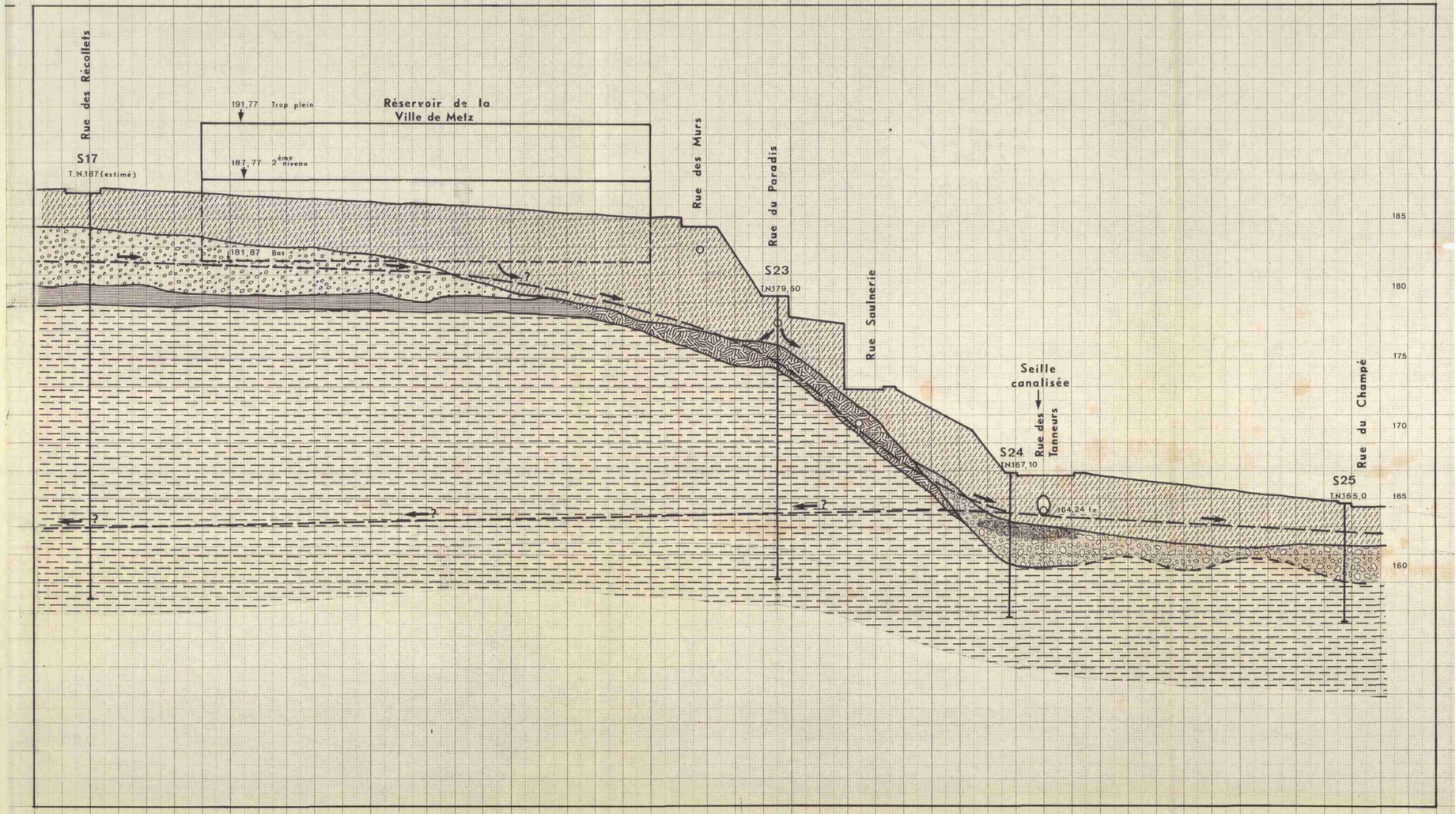
Coupe hydrogéologique interprétative n°1

Ech. des longueurs : 1/500

Ech. des hauteurs : 1/200

LEGENDE

- Egouts
- Niveau piézométrique
- Sens de circulation des eaux souterraines
- Remblais modernes
- Alluvions modernes
  - sablo graveleuses
  - vase sableuse
- Alluvions sableuses anciennes
- Colluvions : argiles lotharingiennes glissées et remaniées
- Argiles lotharingiennes
- Marno-calcaires à gryphées du Sinémurien



76 SGN 176 LOR

B.R.G.M. SGR LORRAINE
77 Avᵉ du Gᵃˡ Leclerc NANCY Tél. 51 43 51

(3b)

VILLE de METZ

Colline Ste Croix

Rénovation du Quartier des Tanneurs

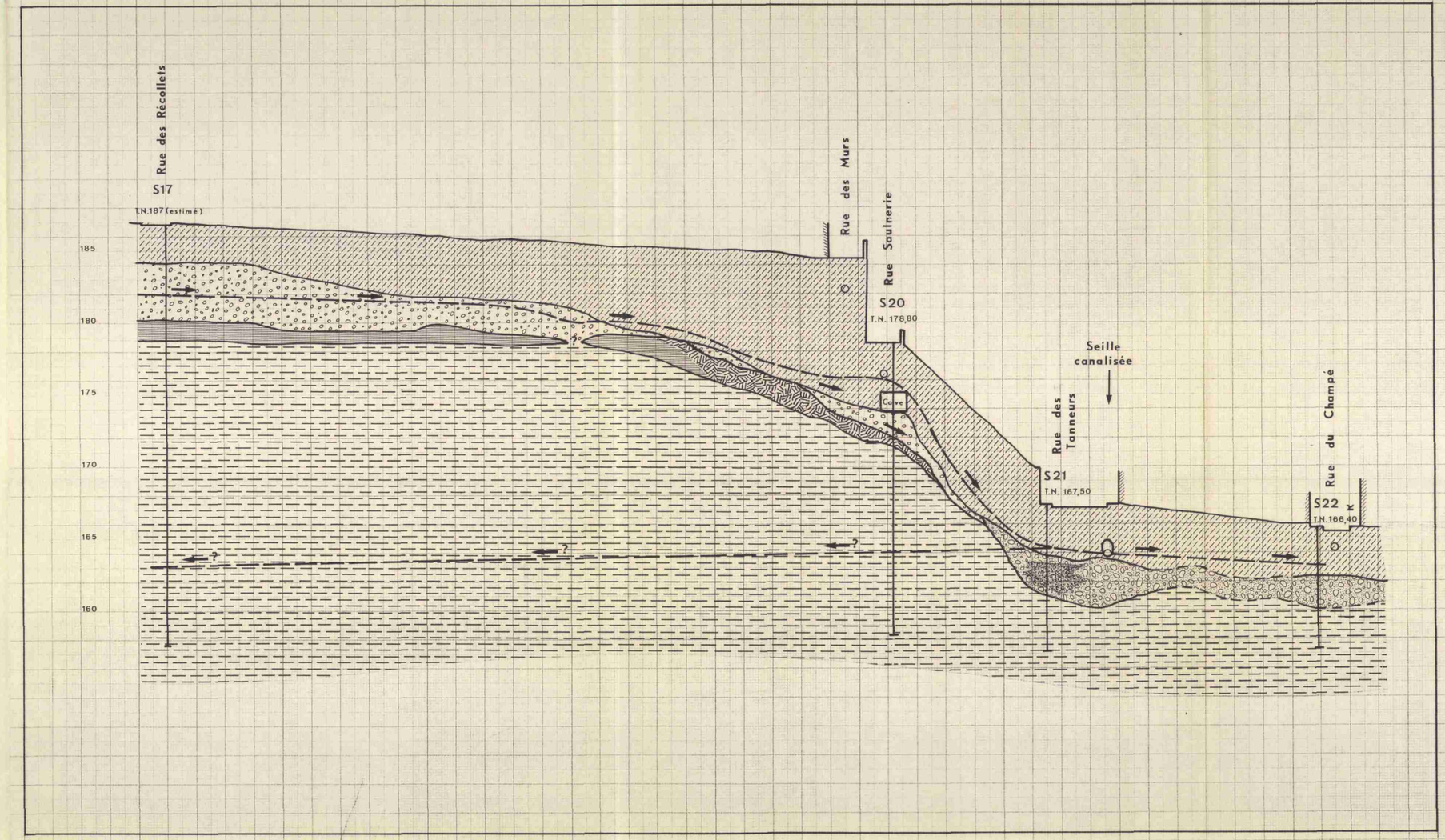
Coupe hydrogéologique interprétative n°2

Ech. des longueurs : 1/500

Ech. des hauteurs : 1/200

LEGENDE

- Egouts
- Niveau piézométrique
- Sens de circulation des eaux souterraines
- Remblais modernes
- Alluvions modernes : sablo graveleuses
- Alluvions modernes : vase sableuse
- Alluvions sableuses anciennes
- Colluvions : argiles lotharingiennes glissées et remaniées
- Argiles lotharingiennes
- Marno-calcaires à gryphées du Sinémurien



76 SGN 176 LOR

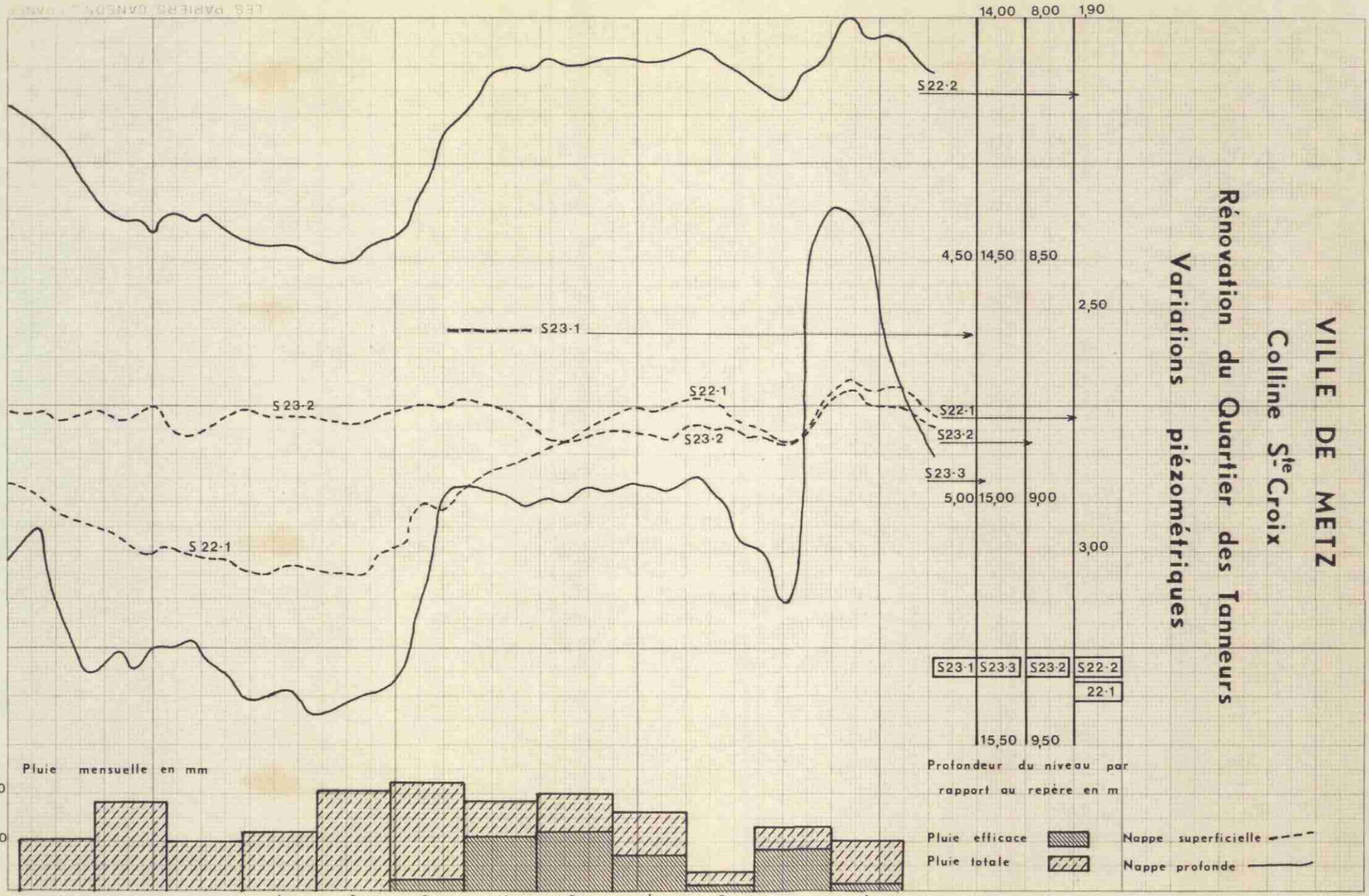
B.R.G.M. SGR LORRAINE
77 Avᵉ du Gᵃˡ Leclerc NANCY Tél. 51 43 51

VILLE DE METZ

Colline Ste Croix

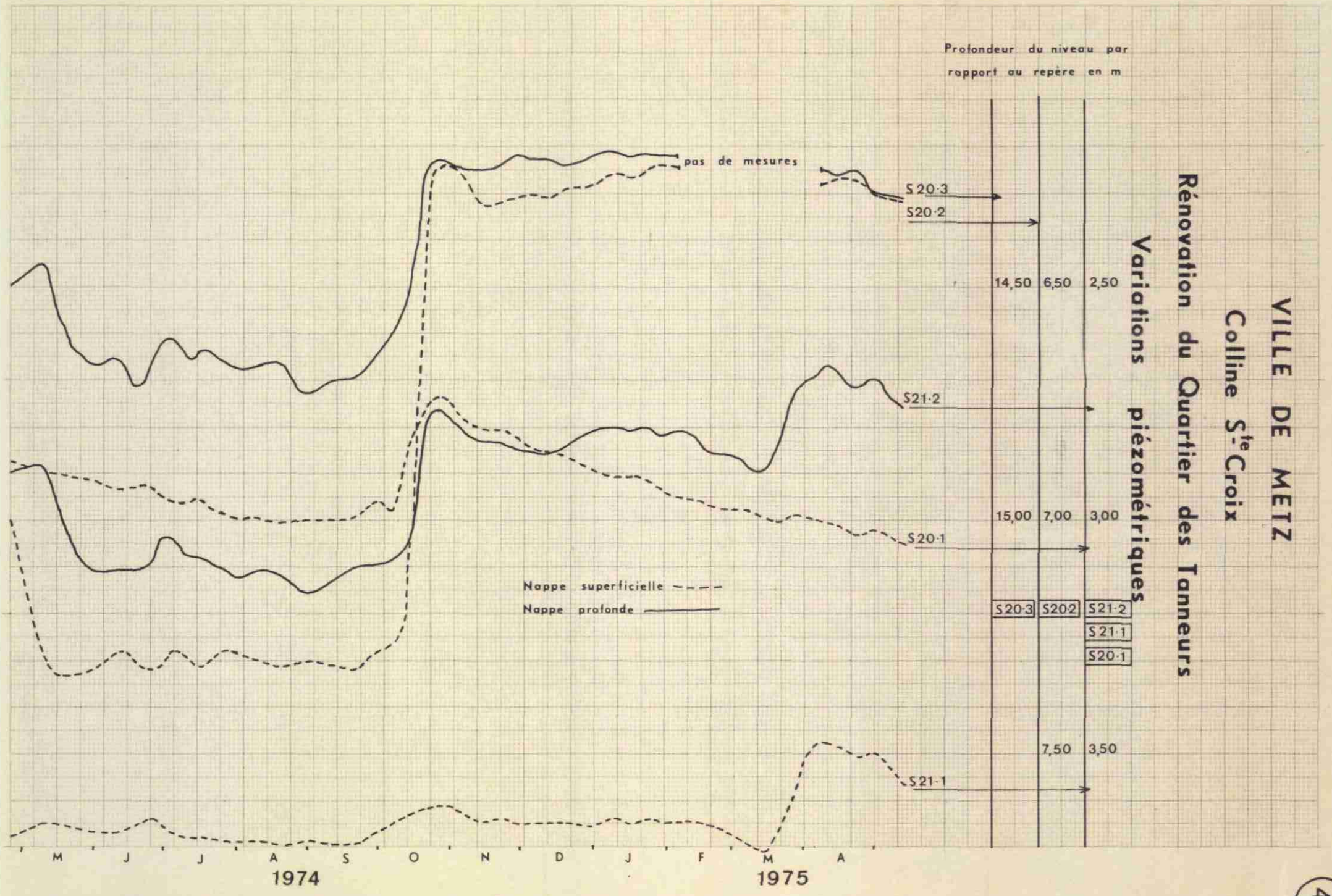
Rénovation du Quartier des Tanneurs

Variations piézométriques



4a

76 SGN 176 LOR BRGM SGR/LORRAINE 77 Ave du Gal Leclerc NANCY Tel. 51 43 51



76 SGN 176 LOR BRGM SGR/LORRAINE 77 Ave du Gal Leclerc NANCY Tél 51 43 51

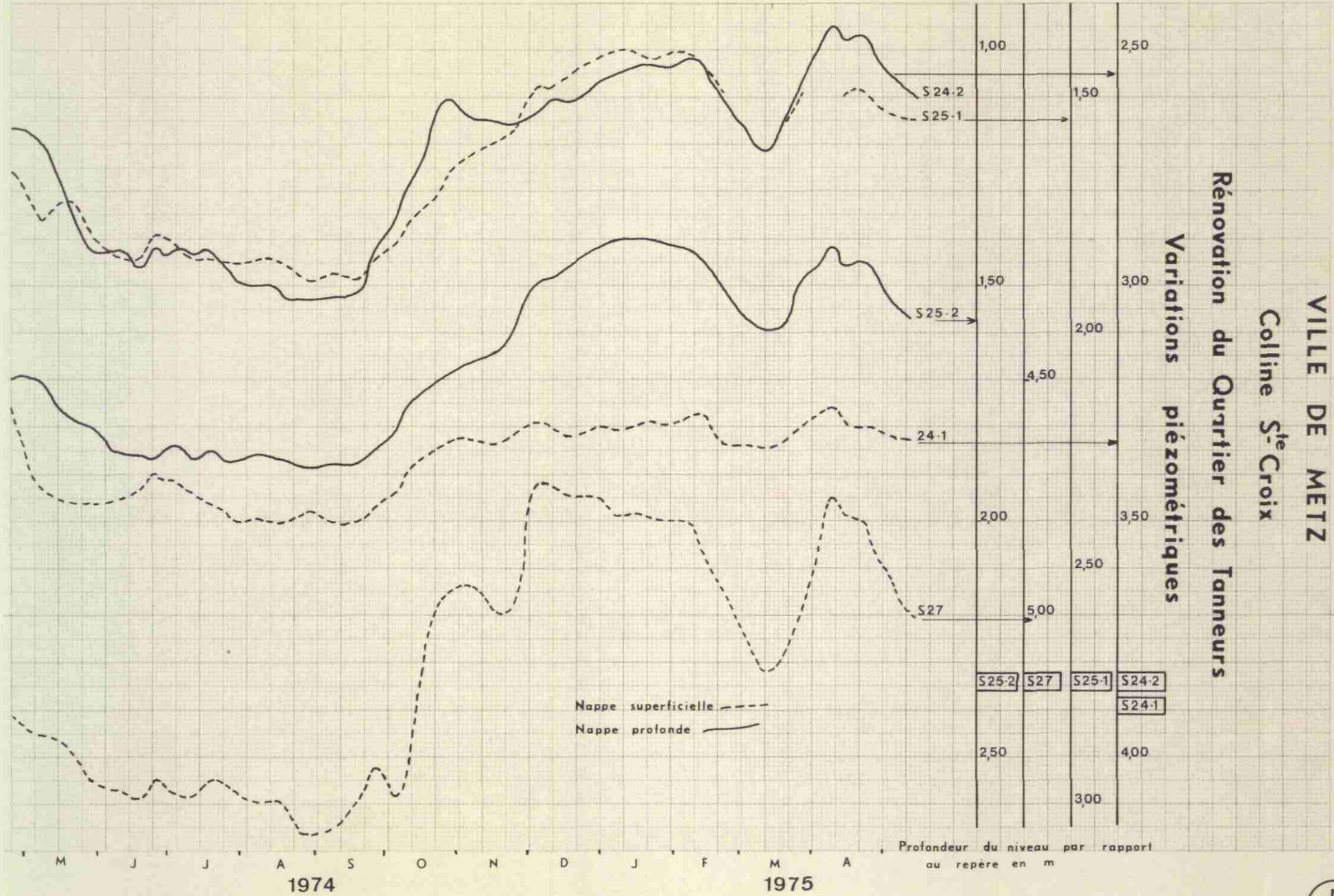
4b

VILLE DE METZ

Colline Ste Croix

Rénovation du Quartier des Tanneurs

Variations piézométriques



76 SGN 176 LOR B R G M SGR LORRAINE 77 Ave du Gal Leclerc NANCY Tél 51 43 51

4c