

39.402.
H. 60.2

VILLE DE NANCY

CAPTATION

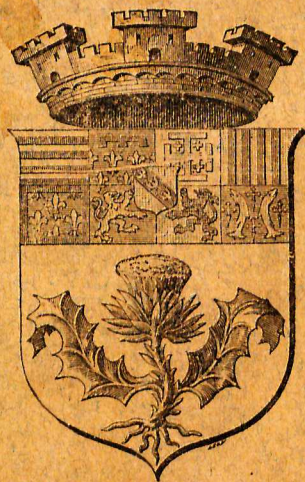
DES

EAUX SOUTERRAINES

DE LA FORÊT DE HAYE

NOTE

de MM. les Ingénieurs IMBEAUX et VILLAIN



NANCY

IMPRIMERIE NANCÉIENNE, 15, RUE DE LA PÉPINIÈRE

1902

24

98018

018²⁴
VILLE DE NANCY

CAPTATION

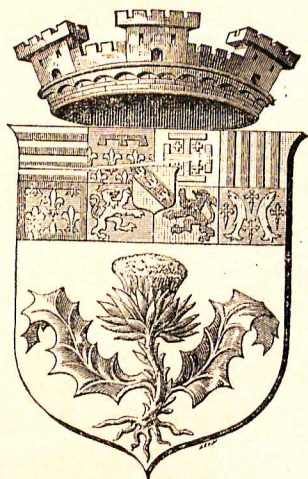
DES

EAUX SOUTERRAINES

DE LA FORÊT DE HAYE

NOTE

de MM. les Ingénieurs IMBEAUX et VILLAIN



NANCY

IMPRIMERIE NANCÉIENNE, 15, RUE DE LA PÉPINIÈRE

1902

2
BIBLIOTHEQUE MUNICIPALE



3 2273 50069971 0

VILLE DE NANCY

CAPTATION

DES

EAUX SOUTERRAINES DE LA FORÊT DE HAYE

NOTE

de MM. les Ingénieurs IMBEAUX et VILLAIN

Le but qu'on s'est proposé dans la présente note est de faire connaître, dans ses grandes lignes, le travail de captation des eaux souterraines que la Ville de Nancy poursuit depuis deux ans et demi, à ses portes, en vue de se procurer des eaux potables, fraîches et pures.

CHAPITRE PREMIER

ÉTABLISSEMENT DE L'AVANT-PROJET.

§ 1. — *Situation géologique de Nancy.*

Nancy est bâtie dans la vallée de la Meurthe, vallée d'érosion, creusée dans l'épaisseur des terrains marneux du lias. De part et d'autre de cette vallée, des plateaux calcaires, boisés généralement, dominent l'agglomération.

Le plus important de ces plateaux, qui, du reste, était relié avant l'érosion à celui de Malzéville, est celui qui limite l'horizon de Nancy du côté de l'ouest et est occupé par la grande forêt de Haye.

La surface en est constituée par les terrains bajocien ou bathonien, dans lesquels les strates calcaires sont de beaucoup prépondérantes. Comme ils sont d'autre part très fissurés, ces terrains laissent pénétrer en abondance, dans la profondeur, des eaux d'infiltration qui, dès lors, constituent une réserve souterraine importante à la base du calcaire. Ces eaux sont arrêtées définitivement dans leur trajet descendant par les marnes supraliasiques, qui forment d'une façon constante le soubassement épais et imperméable des plateaux.

§ 2. — *Niveau d'eau infra-bajocien.*

Le contact de l'assise marneuse liasique et de la formation calcaire bajocienne est marqué sur le pourtour des hauteurs qui dominant Nancy par une ligne de sources. Cette ligne est fréquemment ou déplacée vers le bas par le glissement des terrains de bordure, ou rendue invisible par l'existence d'une zone d'éboulis atteignant jusqu'à 10 mètres et plus d'épaisseur, sous lesquels l'eau glisse pour sortir à leur pied, ou gagner souterrainement la nappe de la vallée.

Généralement, les sources importantes sont produites par l'abouchement sur la ligne de contact, de cassures qui drainent la formation bajocienne.

Si on fait abstraction du rôle immédiat de ces cassures et de l'appel qui est fait par le vide au voisinage de la vallée, la tendance des filets d'eau souterrains accumulés au-dessus des assises liasiques est de glisser dans la profondeur, vers l'ouest ou le nord-ouest. La pente générale des terrains est, en effet, dirigée de ce côté, suivant la loi de superposition bien connue, des différentes formations géologiques de la cuvette parisienne, dans l'est de la France.

Il en résulte que Nancy, bâtie sur la bordure orientale du plateau de Haye, est très mal située pour recevoir, par des voies naturelles, d'abondantes émissions d'eau.

§ 3. — *Ressources actuelles de la Ville de Nancy
en eaux de sources.*

Deux groupes de sources ont cependant été captées pour contribuer à l'alimentation publique, savoir : celles de l'Asnée et celles de Boudonville. Les premières sont collectées dans un réservoir de 1.000 mètres cubes, à la cote (239.50) ; les secondes dans un réservoir également de 1.000 mètres cubes, à la cote (221.60). Le centre de l'agglomération urbaine (place Stanislas), étant à l'altitude de (201.00), les sources peuvent desservir une partie de la cité, mais elles ne peuvent atteindre les quartiers élevés. Leur débit est d'ailleurs trop faible (Asnée 300 mètres cubes et Boudonville 500 mètres cubes par 24 heures, en 1900, en étiage), pour pouvoir alimenter convenablement, même en eau de boisson, une population de 100.000 habitants. Leurs bassins alimentaires, constitués par les calcaires bajociens fissurés et par des éboulis, sont d'ailleurs fortement habités, et, par là même, exposés à des causes de contamination permanentes. Plusieurs épidémies de fièvre typhoïde localisées dans leurs réseaux de distribution respectifs ne permettent pas d'envisager leur qualité comme irréprochable (notamment l'épidémie de 1896, pour l'Asnée, et celle de 1899, pour Boudonville) : les analyses bactériologiques faites depuis plusieurs années, chaque quinzaine, par M. le professeur Macé, confirment qu'effectivement ces sources se trouvent polluées à certains moments.

§ 4. — *Alimentation en eau de Moselle.*

La Ville possède une autre alimentation constituée au moyen d'une galerie filtrante dans les alluvions de la Moselle, près de la localité de Messein, à 14 kilomètres de Nancy. Le rendement des galeries filtrantes peut aujourd'hui s'élever jusqu'à près de 40.000 mètres cubes, en été, par 24 heures ; il a été amélioré, en 1899, par le renforcement de la nappe souterraine produit par l'infiltration, dans les graviers, d'eau de rivière amenée artificiellement à 25 mètres en arrière de la galerie. La distribution se fait par un réservoir dit

de « Saint-Charles » situé à l'altitude 236.71 (capacité 13.270 mètres cubes) et un réservoir de balance dit de « Boudonville » à l'altitude de 234.50 (capacité 3.517 mètres cubes). Bien que n'étant pas puisées directement à la rivière, les eaux de cette distribution ne sont pas complètement à l'abri des reproches généralement adressés aux eaux courantes (importantes variations de température et de pureté, le passage des microbes dans la galerie pouvant devenir inquiétant lors des crues, etc.)

En résumé, l'alimentation de Nancy, telle qu'elle existe aujourd'hui, a besoin d'être améliorée, aussi bien sous le rapport de la qualité de l'eau distribuée (pureté et fraîcheur) que de la hauteur à laquelle peut se faire le service, qui est de 234 mètres au maximum, alors que certains groupes d'habitations, sur la périphérie occidentale, se trouvent à la cote 290.

C'est dans ces conditions que la Municipalité de Nancy s'est préoccupée de trouver de nouvelles ressources en eau potable, et a décidé de s'adresser dans ce but aux réserves souterraines contenues dans les terrains du plateau de Haye. Les nouvelles eaux, à l'abri de tout soupçon comme pureté, serviraient exclusivement à la boisson, tandis que l'eau de Moselle resterait l'eau de service, de lavage, d'industrie, etc., etc., et à ce titre, ne cesserait pas d'être aussi largement répandue que par le passé.

§ 5. — Plateau de Haye. — Constitution géologique.

Le plateau qui s'étend entre Nancy et Toul est couvert d'une magnifique forêt de plus de 8.000 hectares, dans laquelle les habitations sont extrêmement clairsemées. Il n'y existe peut être pas vingt foyers en tout. Pas de champs de culture, pas d'épandage d'engrais, par suite pas de chances de contamination ou du moins des chances réduites au minimum.

Qu'elle soit formée par le bajocien ou par le bathonien, la surface du plateau est très perméable ; elle ne porte ni lacs, ni cours d'eau. Les ruisseaux qu'on connaît sur le pourtour du plateau ne prennent naissance, avec les sources (comme on l'a dit plus haut), que sur les flancs du soubassement, au contact du lias et du bajocien.

Sauf au Sud-Est, où la forêt vient se terminer par une terrasse dominant la plaine d'entre Moselle et Meurthe, la base du plateau de Haye est entourée de tous côtés par le cours de la Moselle ou par celui de la Meurthe (avec confluent à Frouard).

§ 6. — *Inclinaison vers l'Ouest du niveau des sources.*

Les affleurements du lias supérieur qui sont, à l'Est, notablement au-dessus de ces cours d'eau (150 mètres environ au-dessus de la Meurthe), s'abaissent peu à peu dans la direction de l'Ouest, vers Toul, et disparaissent sous les thalwegs avant d'arriver à cette ville. Sur la lisière Nord du plateau, c'est près de Liverdun que ce phénomène se produit ; il est accompagné de la production d'une source importante dite « de la Flie » (à la cote 200 approximativement). Sur la lisière Sud, c'est non loin de Maron : là encore se voit une grosse source dite du « Fond de Monvaux » (cote 215). La ligne qui joint ces deux points est dirigée à peu près Nord-Sud.

A l'Ouest de cette ligne, les formations calcaires sont en communication plus ou moins directe avec les eaux des thalwegs situés latéralement et sont en partie noyées ; les sources n'apparaissent plus sur les flancs des plateaux, mais à leur base, et la nappe souterraine plonge en profondeur en dessous des thalwegs. Au contraire, toute la partie de la forêt de Haye située à l'Est de la même ligne est susceptible d'être drainée, à des hauteurs variables, à la partie supérieure du lias, par des galeries dominant les vallées de la Moselle ou de la Meurthe.

Il résulte de ce qui a été dit précédemment que plus ces ouvrages seraient reculés vers le Sud-Est, plus ils pourraient être placés haut. En fait, l'affleurement liasique qui est situé sur la ligne Fond de Monvaux-La Flie, à la cote 215-200, se relève graduellement jusqu'à la cote 375 qu'il atteint sur la bordure de la terrasse orientale de la forêt (voir Pl. I). Entre ces deux cotes, le choix d'un point d'attaque d'une galerie captante devient une affaire de circonstances.

§ 7. — *Galeries projetées.*

La Ville de Nancy s'est arrêtée à un double avant-projet comprenant :

- 1° Une galerie dite « de Villers » à la cote (285) ;
- 2° Une galerie dite « de Boudonville » à la cote (225).

La première, ou projet supérieur, peut recevoir, d'après la forme même du plateau, un développement utile, en plan, de 6 kilomètres. La seconde, ou projet inférieur, peut être beaucoup plus étendue et atteindre 12 et même 15 kilomètres.

D'après ce qu'on sait des travaux analogues exécutés à Liège et à Bruxelles, il semble, en tenant compte des parties non captantes, que le rendement journalier de ces deux galeries puisse être prévu respectivement à 4.000 et 10.000 mètres cubes. Si la Ville de Nancy pouvait disposer journellement de 12.000 à 15.000 mètres cubes d'eau de source, avec les 40.000 à 50.000 mètres cubes d'eau de Moselle qu'elle possède déjà ou pourra posséder, elle serait certes alimentée dans des conditions très enviables.

Mais il est incontestable que les travaux de captages artificiels souterrains comportent de sérieux aléas, et il eût été jusqu'à un certain point imprudent pour la Ville d'attaquer simultanément les deux projets. Celui qui présentait le plus grand caractère de nécessité était évidemment celui de Villers, en raison de son altitude si avantageuse. La Municipalité de Nancy décida de l'entreprendre et d'ajourner provisoirement le second.

§ 8. — *Topographie souterraine de la forêt de Haye.*

Pour fixer avec précision le tracé de la galerie, il fallait connaître avec quelques détails la topographie souterraine de la partie supérieure (toit) des marnes supraliasiques. A défaut de renseignements antérieurement fournis, il aurait nécessairement fallu forer un nombre assez considérable de puits ou de sondages. Dans le cas particulier, on a eu la bonne fortune de profiter de données nombreuses résultant de recherches ou d'exploitations de mines.

De longue date on exploite, en effet, le minerai de fer sur la bordure du plateau, principalement sur la lisière de la terrasse orientale dont il a déjà été parlé. Certains travaux d'exploitation progressant continuellement vers l'Ouest se sont trouvés peu à peu gênés par les eaux, et il a même fallu, dans un cas (mine de Chavigny), établir une galerie d'assèchement pour rejeter sur le flanc droit de la vallée de la Moselle les eaux qui s'opposaient à l'extension des travaux.

En outre, des entreprises de mines en activité, des explorations pratiquées dans tout l'intérieur de la forêt par divers industriels, ainsi qu'un forage entrepris par l'Asile de Maréville pour recherche d'eau potable, ont permis de suivre l'allure des terrains sur de grandes étendues. Les renseignements ainsi obtenus ayant été centralisés et coordonnés, ont été reportés sur une carte où la topographie du toit des marnes supraliasiques a été figurée par des courbes de niveau.

Très souvent, les cotes d'altitude de ce toit ont été déterminées directement, c'est-à-dire qu'elles résultaient immédiatement des travaux d'exploitation ou d'exploration. D'autres fois, elles ont été déduites de celles des couches de minerai explorées. L'erreur ne pouvait être considérable, en raison de la situation des couches ferrugineuses, très peu distantes de la marne supraliasique.

§ 9. — *Constitution des terrains aquifères.*

On distingue dans la région de Nancy quatre couches de minerai, réparties sur une hauteur totale de 7 à 9 mètres, savoir :

De bas en haut :	1° la couche inférieure ;	} (Voir planche III).
	2° la couche moyenne ;	
	3° la couche supérieure ;	
	4° le calcaire ferrugineux.	

Dans les mines de la forêt de Haye, c'est la couche moyenne qui est la meilleure ; sa puissance se tient généralement entre un et deux mètres. On l'exploite seule, ou en concurrence avec la couche

inférieure. Entre les couches ferrifères s'interposent des bancs plus ou moins stériles, dont l'épaisseur est du même ordre de grandeur. Ces bancs sont de nature marneuse ou calcaire-marneuse et de couleur foncée, grisâtre ou bleuâtre. Ce sont surtout les couches de minerai qui livrent passage aux eaux, et la couche moyenne de préférence, où se rencontrent une infinité de petites cassures (1).

Au-dessus de la formation ferrugineuse, règne uniformément une assise de 2 à 4 mètres de marne dite « micacée » qui constitue le toit bien régulier de la formation ferrugineuse.

Les assises bajociennes proprement dites s'étagent sur ces marnes ; elles sont constituées d'abord par une alternance de bancs de marne et de calcaire bleuâtre, de 0^m,25 d'épaisseur moyenne, sur 8 à 10 mètres. Dans la partie médiane de l'étage, le facies calcaire règne presque exclusivement sous forme de bancs rougeâtres.

Enfin, des calcaires blancs, parfois cristallins, terminent le bajocien à sa partie supérieure. Leur structure, fréquemment corallienne, leur a valu dans la contrée le nom générique de « polypiers ».

Lorsque le bathonien est représenté, il succède aux polypiers et débute par un banc de marne bleue de 1 à 2 mètres au-dessus duquel se place le calcaire ; mais, comme cet étage n'intéresse pas ou que fort peu la région susceptible d'être drainée par le projet de Villers, il n'y a pas lieu de s'y arrêter ici.

Le sol arable ou forestier qui couvre les calcaires des formations géologiques décrites ci-dessus, est formé d'une argile brunâtre qui n'est autre chose que le résidu de la décalcification d'assises calcaires détruites par érosion.

Dans la forêt de Haye, le bajocien compte, du toit du calcaire ferrugineux au toit des polypiers, une puissance de 60 mètres environ. En attribuant une épaisseur de 8 mètres à la formation ferrugineuse, le toit des marnes supraliasiques (autrement dit le mur de la couche inférieure de minerai) se trouverait donc, approximativement, à 68 mètres au-dessous du sol, dans les parties où celui-ci est

(1) Ces cassures sont dues à ce que le minerai étant moins plastique que les couches encaissantes, n'a pu supporter comme elles, sans se briser, les actions dynamiques qui ont affecté la région, postérieurement à la constitution des dépôts.

constitué par les polypiers, cas qui se rencontre fréquemment par suite de la grande résistance que ceux-ci ont opposée à la dénudation.

§ 10. — *Emplacement du niveau d'eau. — Principes du captage.*

Le caractère partiellement marneux des assises superposées à la marne supraliasique, sur 10 à 12 mètres, permet de comprendre que le phénomène de la formation des niveaux d'eau dans les terrains qui surmontent cette marne n'est pas aussi simple que le début de cet exposé semblait le laisser prévoir.

Quelquefois ce sont les marnes micacées qui retiennent les eaux ; d'autres fois, c'est un banc de marne interposée entre les couches de la formation ferrugineuse ; ailleurs enfin, c'est seulement le toit de la marne supraliasique. Ce qu'il importe de savoir en tous cas, c'est que, en raison de la grande épaisseur de cette dernière, le niveau le plus bas des zones aquifères ne peut pas descendre au-dessous de la couche inférieure du minerai. Le principe du captage des eaux de la nappe infra-bajocienne doit donc être formulé ainsi :

Établir une galerie captante de façon que son radier soit placé dans la marne supraliasique ou dans la partie inférieure de la formation ferrugineuse, de façon que si la galerie n'est pas drainante par elle-même, le niveau d'eau ne puisse se trouver qu'en dessus d'elle.

Il suffira, dans ce dernier cas, de faire des puits remontants (cheminées ou montages) pour percer dans la zone aquifère. Le travail est alors plus compliqué, plus coûteux, mais d'un résultat certain.

Tels sont les principes de la méthode rationnelle, exempte de tout empirisme, qui ont inspiré la rédaction de l'avant-projet de Villers. Voyons maintenant comment la théorie a été jusqu'ici mise en pratique.

CHAPITRE II

EXÉCUTION DU PROJET.

§ 1. — *Choix du point d'attaque.*

Tout d'abord a été dressée la carte de la topographie souterraine de la marne liasique, avec courbes de niveau de 10 en 10 mètres. Cette carte montre la courbe 370, dans la région Sud-Est, puis les courbes 360, 350, 340, etc., déclinant successivement jusqu'à 160 vers le Nord-Ouest. Ainsi se précise l'existence de la surface inclinée vers l'Ouest dont il a été question précédemment.

La pente moyenne observée est de un et demi à deux pour cent. C'est évidemment dans la direction de ce pendage que les eaux d'infiltration sont entraînées par la gravité ; c'est donc normalement à l'inclinaison, c'est-à-dire suivant une courbe de niveau, qu'il faut établir la galerie de captage. Celle-ci a été prévue de façon à rester comprise entre les cotes 285 et 295, afin de donner l'eau à une hauteur aussi grande que possible pour l'alimentation des quartiers élevés de Nancy.

Les raisons qui, en dehors de la possibilité d'alimenter directement par la gravité presque toute l'agglomération nancéienne, ont fait choisir l'entrée par le vallon de Villers, sont les suivantes :

1^o La première partie de la galerie, purement adductrice, se trouve réduite à 400 ou 500 mètres environ, en profitant d'un vallon rentrant, dit de « Hardéval », situé à l'ouest du bourg de Villers ;

2^o Le tracé de la partie captante ne sort pas de la forêt domaniale, d'où l'avantage d'éviter les expropriations ou les pourparlers avec les propriétaires de la surface ;

3^o Il laisse en amont un bassin alimentaire considérable, puisque sa largeur comptée normalement à la galerie est de 4 kilomètres environ ;

4^o Enfin, il est situé dans les parages du val dit de « Clairlieu », à la terminaison d'une faille qui a une certaine importance dans la région comprise entre Clairlieu et le bord de la terrasse oolithique près de Ludres.

§ 2. — *Faille de Clairlieu.*

La dénivellation de cette faille, qui paraît être d'une vingtaine de mètres au moins du côté de Ludres, c'est-à-dire à son extrémité Sud-Est, diminue graduellement et tend vers zéro dans les parages de Clairlieu.

Dans la partie où elle est bien accusée, c'est la lèvre orientale qui est abaissée. Comme elle n'avait pas été reconnue à hauteur du tracé de la galerie, on résolut, dans la crainte de la rencontre d'un rejet de sens défavorable (qui devait être faible, en tout cas, d'après ce qu'on savait), de se ménager quelques mètres de revanche pour parer à tout aléa.

Ainsi qu'on le verra plus loin, cette précaution n'a pas été inutile, car les travaux ont recoupé une petite faille au point 1219 de la galerie (la désignation des points est faite en indiquant leur distance à l'œil de la galerie), qui paraît être sinon l'accident de Clairlieu lui-même, tout au moins son prolongement ou celui d'une cassure parallèle. Cette faille a rabaissé les terrains vers l'Ouest (1) de 2^m,50 environ, de sorte que la couche aquifère, qui se trouvait en deçà du point 1219, à 4 mètres au-dessus du radier, s'est présentée subitement à 1^m,50 seulement, et que la galerie est devenue directement drainante sans transition. On voit donc qu'on passe au niveau presque mathématiquement nécessaire pour être assuré de n'avoir pas d'eau perdue en dessous du captage.

§ 3. — *Diaclases de la région de Clairlieu.*

On avait pensé rencontrer un accident de même nature dans le vallon même de Clairlieu où des traces incontestables d'une abondante circulation d'eau souterraine avaient été remarquées dans les cassures affectant les assises du bajocien. En réalité, il semble qu'on se trouvait simplement en présence d'une région où les calcaires brisés par des diaclases ont été corrodés profondément par des courants d'eau, mais aucun rejet n'existait à cet endroit, et dans

(1) C'est-à-dire à l'opposé du rejet connu du côté de Ludres.

les terrains marneux du lias et de la formation ferrugineuse les diaclases rencontrées dans les calcaires ont été trouvées réduites à de nombreuses petites fissures laissant suinter l'eau doucement. Ces fissures n'ont rien de commun avec une faille largement ouverte de laquelle les eaux auraient pu surgir avec violence en cours d'exécution. Ce danger avait été d'autant plus redouté pendant la traversée de la région avoisinante de Clairlieu qu'un puits foncé dans le vallon avait été noyé rapidement en atteignant la couche moyenne du minerai (1).

Aujourd'hui que la région peut être considérée comme bien explorée, il n'y a pas à regretter la non-existence d'une grande faille qui aurait probablement donné des eaux imparfaitement filtrées, surtout à la suite des périodes très pluvieuses.

Les calcaires fissurés sont, on le sait, des filtres médiocres (2) ; toutefois, quand les fissures sont petites et qu'elles se disséminent dans une masse de terrains d'une épaisseur de 50 à 100 mètres, comme c'est le cas de la forêt de Haye, elles se colmatent facilement. Elles peuvent donc exercer une action retardatrice sur la circulation des filets d'eau, qui trouvent ainsi le moyen de se purifier en se filtrant dans le remplissage des fissures. Lorsque, par surcroît, le bassin alimentaire est boisé, on a les plus sérieuses garanties de ne recueillir dans le captage que des eaux pures, tandis qu'avec une faille largement ouverte, en terrain habité, la pureté des eaux drainées par la faille pourrait être légitimement suspectée dans certaines circonstances, et on pourrait se trouver

(1) L'eau qui s'y trouvait sous pression a rempli le puits sur une hauteur de 18 mètres. Des essais d'épuisement, poursuivis pendant trois semaines (décembre 1899 et janvier 1900), avec des engins modestes, il est vrai, sont demeurés infructueux.

(2) Il est excessif d'affirmer, comme certains hygiénistes l'ont fait, qu'il est impossible d'obtenir des alimentations satisfaisantes avec des eaux issues de formations calcaires à surface habitée. L'exemple de la ville de Liège, alimentée dans des conditions hygiéniques parfaites depuis plus de trente ans (analyses du D^r Malvoz), par des eaux captées dans la craie de la Hesbaye, dont la surface est couverte de villages et de cultures, prouve, au contraire, qu'il est possible, dans certains cas, de réaliser le problème de l'alimentation des villes en s'adressant aux bassins calcaires.

conduit à les éliminer du captage, ce qui reviendrait à restreindre d'autant le rendement en quantité de la galerie (1).

§ 4. — *Procédés d'exécution.*

Les travaux ont été commencés le 1^{er} février 1899, avec les entrepreneurs Motlet et Rusque, qui avaient soumissionné le travail à une adjudication restreinte.

Deux puits seulement, ceux d'Hardéval et de Clairlieu, avaient été prévus dans le principe pour exécuter la première moitié de la galerie. Mais, en fonçant le second, on a rencontré une venue d'eau, à la profondeur de 32 mètres, qui a noyé l'ouvrage. Les entrepreneurs ne disposaient alors que d'une pompe et de deux pulsomètres capables ensemble d'un débit de 400 à 500 litres à la minute. Lorsqu'on eut acquis la conviction que ces engins ne seraient même pas suffisants pour mettre le puits à sec, on décida d'abandonner provisoirement le chantier de Clairlieu (2).

L'expérience des exploitants de mines de Meurthe-et-Moselle et de la Lorraine allemande avait d'ailleurs démontré qu'on devait redouter, dans la formation ferrugineuse, la rencontre de cassures aquifères fournissant, dans les débuts surtout, un débit très considérable et qu'il fallait prévoir des moyens d'épuisement largement calculés pour mener sûrement à bien les fonçages entrepris.

Il fut décidé, en conséquence, que la Ville de Nancy se procurerait un fort engin d'épuisement capable de parer à toute éventualité. On résolut, en outre, de foncer un autre puits en dehors du vallon de Clairlieu, entre ce dernier et Hardéval, pour éviter la région reconnue très aquifère et activer le percement de la galerie poussée par l'attaque unique d'Hardéval. Ce nouveau puits, dou-

(1) Dans le cas du projet de Villers, une seule agglomération existe en amont de la galerie; c'est le hameau de Clairlieu qui n'est habité d'après le dernier recensement que par 26 personnes.

(2) Ultérieurement, quand le puits fut percé par la partie inférieure, la quantité d'eau qui s'écoula par la galerie se trouva subitement accrue de 900 à 1.000 mètres cubes par 24 heures, pendant environ un mois. Depuis lors, après la vidange de la réserve, le débit des sources du puits a été de 400 à 500 mètres cubes environ.

blant en quelque sorte celui de Clairlieu, prit le nom de puits Saint-Julien.

Peu de temps après que cette décision fut prise par la Ville, les entrepreneurs demandèrent, pour des raisons indépendantes de l'affaire, à résilier leur marché. Leur demande fut agréée et les travaux continuèrent en régie.

Le puits Saint-Julien fut pourvu, dès lors, de moyens d'extraction, d'épuisement et de ventilation capables d'assurer un service intensif.

L'installation comprend entre autres :

1° Deux générateurs de vapeur, capables de vaporiser chacun 1.100 kilogrammes d'eau par heure ;

2° Une machine horizontale de 80 à 120 chevaux, pouvant actionner à volonté l'équipage des pompes avaleresses ou un arbre de couche donnant le mouvement à un ventilateur et à une dynamo.

3° Une locomobile de 25 chevaux mettant en mouvement ces deux derniers appareils, à défaut de la machine fixe ;

4° Un treuil de fonçage à vapeur à deux vitesses ;

5° Une pompe à vapeur souterraine et deux pulsomètres pour l'alimentation des chaudières ;

6° Deux pompes avaleresses du type employé dans les fonçages de puits de mine des houillères du Nord, capables de débiter chacune un mètre cube à la minute. Un double harnais d'engrenages et une brinqueballe à renvoi de mouvement permettaient d'actionner les pompes au moyen de la machine fixe.

En tenant compte des interruptions inévitables en pratique dans le fonctionnement, les pompes pouvaient faire face à une venue d'eau journalière de 2.400 mètres cubes. En réalité, elles n'ont eu à enlever, pendant le temps où elles ont été utiles, qu'un volume sensiblement plus faible (1).

Un atelier de réparations et des locaux pour magasins, bureau, réfectoire d'ouvriers, etc., ont été en outre établis à côté du puits.

(1) Malgré que l'eau coule librement aujourd'hui par l'œil de la galerie, les pompes sont restées en place pour faciliter l'entretien des travaux et parer, le cas échéant, à une obstruction accidentelle de la galerie.

Les frais de premier établissement de tout ce matériel ont été assez élevés. Mais, comme il est appelé à être transporté, pour l'achèvement du projet, sur d'autres puits, son amortissement finira par grever de moins en moins le prix du mètre courant de galerie.

§ 5. — *L'historique* ci-après fait connaître la marche des travaux :

Puits et galerie d'Hardéval.

C'est en 1898, au mois de mai, que le puits a été commencé en régie, comme travail de recherche. Les eaux firent leur apparition à 14 mètres de profondeur, dans la traversée de la couche moyenne (15 litres à la minute). Dès la profondeur de 15 mètres on fut obligé d'interrompre le fonçage à bras. L'abondance des eaux ayant diminué progressivement pendant les mois de juin, juillet et août, on reprit l'approfondissement dans le milieu de septembre ; on fut de nouveau obligé d'arrêter le chantier le 7 décembre, à la profondeur de 23^m,20. L'eau venait de nouveau en trop grande quantité pour pouvoir être épuisée à bras.

Pendant l'hiver 1898-1899 le niveau d'eau se maintint constamment à la cote 296.90, soit à la partie supérieure des marnes supra-liasiques.

Au début de mai 1899 les entrepreneurs Motlet et Rusque installent une locomobile à vapeur et reprennent le fonçage qui s'achève le 1^{er} juin, à 27^m,28 de profondeur (y compris un petit puisard). A cette date, on attaque la galerie, à l'Est et à l'Ouest. La première attaque ne tarde pas à rejoindre celle qui, partant de l'œil, en février, n'avait cessé de marcher vers le puits. Lorsque la rencontre se fit, l'avancement de la galerie Ouest était au P. K. 350.

A partir de ce moment, jusqu'au mois d'avril 1901 (date de l'achèvement du puits de Saint-Julien) un seul chantier fut chargé de continuer la galerie.

A la fin de l'année 1899, l'avancement était au P. K. 494 (non compris une certaine longueur de garages). Dans les cinq mois d'août à décembre les entrepreneurs avaient fait $494 - 350 = 144$ mètres, soit 28^m,80 par mois, ou encore un mètre environ par jour de travail.

Pendant l'année 1900, ils firent progresser le chantier de 428 mètres. C'est le 15 décembre 1900 qu'ils cessèrent les travaux parvenus au P. K. 922; l'avancement mensuel moyen avait donc été de $\frac{428}{11.5} = 37^m,22$. Cette amélioration sur 1899 doit être attribuée à l'emploi d'une perforatrice électrique que la Ville avait mis à leur disposition pour accélérer le travail.

La régie de la Ville continua l'attaque unique pendant les trois premiers mois de 1901 et fit avancer le front de la galerie jusqu'au P. K. 1041.35, d'où résulte un avancement moyen mensuel de $\frac{1041.35 - 922}{3} = 39^m,78$.

Au début du mois d'avril 1901 la situation était la suivante : la galerie venant d'Hardéval est au P. K. 1041.35, tandis que l'attaque commencée à la base du puits Saint-Julien part de 1480.90. La longueur à percer était donc de $1480.90 - 1041.35 = 439^m,55$. La percée a été effectuée le 25 juillet, après 108 jours de travail, pendant lesquels l'avancement moyen des deux attaques réunies a été légèrement supérieur à 4 mètres par jour. Les résultats les plus avantageux ont été obtenus dans le mois de juin, pendant lequel le chantier d'Hardéval a marché à raison de $2^m,21$, en moyenne, par jour, et celui de Saint-Julien à raison de $2^m,60$. Ces résultats diffèrent notablement (la proportion est du simple au double) de ceux qui avaient été obtenus jusqu'en avril. La cause en est principalement le changement de terrain qui s'est produit au P. K. 1219, où la faille de $2^m,50$ a ramené au niveau de la galerie les couches ferrugineuses dans lesquelles l'abatage a été facilité par une moins grande dureté de la roche et la présence de joints de stratification favorisant l'action des explosifs.

Pendant que se faisait la percée du côté d'Hardéval, un tronçon de galerie se dirigeait du côté de Clairlieu pour aller rejoindre le puits du même nom, encore inachevé et noyé. On avait eu soin de régler l'avancement de cette attaque de façon que la communication fût établie entre Saint-Julien et Hardéval, quelque temps avant d'aborder la région dangereuse contigüe à Clairlieu. Il aurait été imprudent de provoquer la vidange du puits noyé dans une galerie

en cul-de-sac, sans autre issue vers le jour que le puits Saint-Julien. En fait, lorsque la percée vers Hardéval fut accomplie, l'avancement de la galerie de Clairlieu était au P. K. 1648, soit à 86 mètres du puits. Elle parvint à sa hauteur le 2 septembre, mais ne fut mise en communication directe avec lui que le 18 septembre au moyen de trous de sonde, dans lesquels on fit détoner des charges de dynamite.

La grande quantité d'eau qui se répandit alors pendant plus d'un mois dans la galerie obligea de suspendre le travail d'avancement (1). Ce n'est qu'au commencement de novembre qu'il fut repris, de façon qu'au 31 décembre le chantier était au P. K. 1876.

L'avancement de la galerie pendant l'année 1901 a donc été de $1876 - 922 = 954$ mètres, soit environ 3 mètres par jour de travail. (En réalité on a travaillé pendant 335 jours, mais pendant trois mois, août, septembre, octobre, les postes de nuit ont été très réduits).

Pour compléter l'historique des travaux en 1901, il faut encore tenir compte : 1° de la mise à fond, en janvier, février et mars, du puits Saint-Julien ; 2° de l'achèvement, en novembre et décembre, du puits de Clairlieu ; 3° du percement d'un grand nombre de montages, en août, septembre et octobre, pour faire descendre l'eau dans la galerie entre le puits Saint-Julien et celui d'Hardéval. La longueur cumulée de ces montages représente un développement de 408 mètres. Les percements à faire dans la couche aquifère ne sont pas encore entièrement achevés. Il a fallu les suspendre au commencement de novembre, pour livrer la galerie à l'entrepreneur du muraillement.

Seul, l'avancement vers l'Ouest a continué d'être activement poussé. Il était, au 31 janvier 1902, au P. K. 1975 (avancement du mois de janvier : 104 mètres, en y comprenant un garage de 5 mètres). Si le travail continue à marcher de la sorte, il est permis d'espérer, qu'avant la fin de la présente année, le front de la galerie pourra être poussé jusqu'au point 3.000.

(1) Tous les ouvriers avaient été reportés pendant ce temps aux montages en percement.

Puits de Clairlieu (Voir Pl. III).

En 1898, du 1^{er} mars au 5 mai, on avait commencé à foncer le puits de Clairlieu, en régie, comme recherche, au diamètre de 2^m,50, jusqu'à la profondeur de 12^m,53 à laquelle l'eau avait fait son apparition (cote 313.67).

Au milieu d'août 1899, les travaux ont été repris par les entrepreneurs qui ont d'abord procédé à l'élargissement à 4 mètres. A cette époque les eaux n'apparaissaient qu'à 14^m,45 de profondeur (cote 311.75). L'approfondissement fut poussé jusqu'à 32^m,50 sans que l'affluence des eaux, variant de 16 mètres cubes à 28 mètres cubes par jour, constituât une gêne sérieuse. Mais, à la profondeur ci-dessus, dans la nuit du 14 au 15 décembre, une venue importante fut rencontrée. Elle est décrite dans les termes suivants, dans le *Journal du Conducteur* :

« Dans la nuit du 14 au 15, entre 9 et 10 heures, en perçant un coup de mine, une très puissante venue d'eau est arrivée brusquement. Les ouvriers avaient essayé de l'aveugler en y chassant un tampon en bois, mais celui-ci a été repoussé par l'eau et les parois du trou de mine ont été enlevées avec le morceau de bois. »

Ces particularités indiquaient qu'on avait affaire à une nappe en pression. Le niveau de l'eau monta, en effet, peu à peu dans le puits que les ouvriers avaient dû abandonner, et, trois jours après, le 18 décembre, on constatait que l'eau s'élevait à 18^m,30 au-dessus du fond. Son niveau se fixait à 14^m,20 en contre-bas de l'orifice (cote 312), c'est-à-dire sensiblement à l'endroit même où les premières venues d'eau avaient été rencontrées. Les roches étant très crevassées en cet endroit (cote 312) les eaux doivent y trouver un écoulement facile, ce qui explique qu'elles n'aient pas pu monter plus haut (1).

Comme nous l'avons dit, ce n'est qu'au mois de novembre 1901

(1) Ce n'est que pendant la saison des hautes eaux que le niveau d'eau a pu remonter encore dans le puits. Il s'est élevé à la cote 313.40, en février 1900 (12^m,80 de profondeur en dessous de l'orifice). On l'a vu encore plus haut, en avril 1901, soit à la cote 313.96 (12^m,24 de profondeur).

qu'on a mis le puits à sec, par le bas. Pour établir la communication avec la galerie on a dû procéder par trous de sonde au fond desquels on a fait détoner des charges de dynamite. Ces explosions paraissent avoir eu pour effet de refermer les fissures qui amenaient l'eau dans la couche moyenne, car elle n'en a fourni que relativement peu lorsqu'on y est revenu, au lieu que les fissures situées dans les calcaires, en dessous de la cote 312, se sont mises au contraire à débiter énormément. Il suit de là que ces fissures ne devaient être jadis que le trop-plein de la nappe artésienne rencontrée dans la couche de minerai. Il est fort possible que les voies d'infiltration qui amenaient l'eau dans la couche moyenne, autrefois, ne soient qu'incomplètement bouchées et qu'elles se remettent à couler dans l'avenir. Quoi qu'il en soit, captée au niveau 312, ou 20 mètres plus bas, l'eau de cette région demeure définitivement acquise à la galerie.

Puits Saint-Julien et galerie de jonction.

C'est le 17 avril 1900 qu'on a commencé le fonçage du puits Saint-Julien, circulaire, au diamètre de 4 mètres. Au 31 juillet, il atteignait 40 mètres de profondeur. Peu de temps après apparurent les premières eaux, à la profondeur de 43^m,12 (cote 308.35). Au même moment le niveau d'eau dans le puits de Clairlieu se tenait à 311.65.

C'est alors que fut entreprise la galerie de jonction destinée à relier ces deux puits. Elle fut commencée à Clairlieu à la cote 313.23 et à Saint-Julien à 313.52 (Voir pl. III).

Son percement avait d'abord été confié aux entrepreneurs qui y firent travailler des ouvriers à la journée. Au 30 septembre, l'avancement du côté de Saint-Julien n'était que de 38^m,40 et du côté de Clairlieu de 54^m,40. Si on en défalque respectivement 2 mètres et 8 mètres déjà percés au 31 juillet, on voit que l'avancement moyen mensuel en août et septembre n'y a été que de 18^m,20 et 23^m,20.

Le travail ayant été repris par la régie de la Ville le 1^{er} octobre, les ouvriers payés à la tâche ont fait :

1° Du côté de Saint-Julien.		2° Du côté de Clairlieu.	
En octobre.....	35 ^m ,60	En octobre.....	37 ^m ,40
En novembre.....	31 ^m ,30	En novembre.....	31 ^m ,20

En décembre, le chantier de Clairlieu, resté seul en activité, termina le percement pour les fêtes de Noël.

La galerie mesure 250 mètres. Elle a permis de reconnaître l'existence d'une série de cassures : 1° entre deux points distants de 21 et de 29 mètres du puits de Clairlieu ; 2° à 84 mètres du puits Saint-Julien (Voir Pl. II). Il est venu beaucoup d'eau par ces cassures à la suite de la fonte des neiges, en mars-avril 1901. C'est principalement à 29 mètres de Clairlieu qu'une émission d'eau très importante a été constatée. Son débit, bien que pouvant être évalué à plus de 500 litres à la minute, s'écoulait facilement du côté de l'Ouest par les cassures du terrain. On avait d'ailleurs déjà mis antérieurement cette perméabilité des terrains à profit, en établissant à 21 mètres du puits de Clairlieu sur la paroi occidentale de la galerie une galerie inclinée, dite « buveuse », de 11 mètres de longueur, pour y rejeter les eaux extraites par les pompes du puits Saint-Julien. On évitait ainsi un refoulement de 38 mètres qui aurait été nécessaire pour les remonter jusqu'à l'orifice de ce puits.

La galerie de jonction a été aussi d'une grande utilité pour alimenter en eau l'usine de force motrice de Saint-Julien. Sur le plateau absolument dépourvu d'eau où elle est établie, l'approvisionnement par tonneaux aurait été très coûteux. On y pourvut au moyen d'une pompe souterraine à vapeur installée à l'entrée de la galerie, dans le puits Saint-Julien, et aspirant par un tuyau de 250 mètres dans le puits de Clairlieu, qui est resté jusqu'au mois de septembre 1901 abondamment pourvu d'eau limpide.

Les cassures situées entre les points 21 et 29 de la galerie de jonction n'existent plus dans les marnes de la formation ferrugineuse et il paraît démontré que le courant d'eau qui circule dans ces cassures, au sein des calcaires, n'a pas de communication directe avec celui du puits de Clairlieu qui en est cependant tout voisin. Il n'y a jamais eu concordance absolue entre les niveaux d'eau dans le puits de Clairlieu et dans la galerie buveuse. La différence de hauteur était d'environ 1 mètre en moins pour la galerie buveuse (1^m,15 en décembre 1900).

La cassure située dans la galerie de jonction, à 84 mètres du puits Saint-Julien, a été, au contraire, retrouvée dans la galerie infé-

rieure au point 1557, soit à 74 mètres du puits, et reconnue comme donnant beaucoup d'eau. La région aquifère de Clairlieu commence réellement en ce point. Il est naturel par suite de placer en deçà le serrement régulateur dont il sera question plus loin. C'est au point 1510, à 30 mètres à l'ouest du puits Saint-Julien, qu'on se propose de l'établir.

Le 31 septembre 1900, on avait suspendu provisoirement le fonçage du puits Saint-Julien à 51^m,70 de profondeur pour y établir les planchers et les échelles. En novembre, on exécute les maçonneries du carreau du puits et on monte le chevalement définitif. En décembre, on installe les pompes et les transmissions. C'est le 18 janvier 1901 qu'on a recommencé le fonçage. En février, on arrive au banc aquifère (couche moyenne) (1), à la profondeur de 61^m,77 et le 15 mars le puits est terminé à 64^m,45 de profondeur. On attaque ensuite la galerie de recette et le puisard (capacité, 25 mètres cubes; profondeur, 3 mètres), puis les deux tronçons de galerie qui se dirigent respectivement vers Hardéval et Clairlieu (2 avril 1901). On a vu précédemment comment s'était faite la jonction de ces deux tronçons avec l'attaque d'Hardéval, d'une part, et le puits de Clairlieu, d'autre part.

§ 6. — *Situation de la couche aquifère par rapport à la galerie.*

Lorsque le puits de Clairlieu fut mis à sec, à la fin de septembre 1901, on ne reprit pas immédiatement le percement de la galerie de captage. On préféra occuper tous les ouvriers à l'établissement des montages qui devaient faire écouler l'eau de la couche aquifère dans la galerie. La situation de cette couche par rapport à celle-ci se trouva telle que l'exigeait la théorie du captage pour une pleine réussite, c'est-à-dire qu'elle resta constamment *au-dessus ou dans l'intérieur* de la galerie. (Voir Pl. II.)

(1) L'analyse des minerais que M. Millery, membre du Conseil municipal, a eu l'obligeance de faire, a permis de constater que seule la couche moyenne pourrait avoir quelque valeur en raison de sa teneur en fer, qui paraît se tenir aux environs de 33 %. Elle serait d'ailleurs d'une bien faible puissance pour pouvoir donner lieu à une exploitation suivie, dans les mines concédées du voisinage.

Du puits d'Hardéval jusqu'à la rencontre de la faille du point 1219, la galerie située dans la marne liasique dut être boisée soigneusement, avec cadres complets et blindage jointif. La marne qui est extrêmement dure à percer et à abattre, quand elle est en place, devient en effet très fluente dès qu'elle subit l'action de l'air.

Lorsqu'on approchait de la faille, en venant d'Hardéval, on reconnaissait de plus en plus nettement au plafond de la galerie l'approche de la formation ferrugineuse, caractérisée par des imprégnations de minerai oolithique. Le mur de la couche inférieure était déjà entamé par la partie supérieure du front de taille quand on fit la rencontre tout-à-fait inopinée d'une cassure de l'autre côté de laquelle apparaissait un banc de minerai ocreux qui n'était autre que la couche moyenne. La faille présentait un brouillage de 2 à 3 mètres qui dut recevoir un blindage renforcé, après quoi la galerie, étant en plein minerai, put être continuée sans boisage. C'est d'ailleurs de cette façon que le tronçon exécuté à partir du puits Saint-Julien se poursuivait lui-même ; commencé en regard du puits dans la couche inférieure, il entamait bientôt le mur de la couche moyenne et peu à peu celle-ci se présentait en entier au ciel de la galerie.

Il résulte de ce fait que la formation ferrugineuse a un pendage inverse à l'Est et à l'Ouest de la faille. Elle remonte à la fois vers Hardéval et vers Saint-Julien. Les travaux continués, à partir de ce dernier puits dans la direction de Clairlieu, ne firent que confirmer ce résultat. Le chantier qui marchait vers Clairlieu tenait d'abord au radier la couche inférieure. Celle-ci s'est élevée régulièrement en laissant apparaître la marne supraliasique et peu à peu les piédroits de l'ouvrage furent de plus en plus dans cette marne, ce qui rendit de nouveau le boisage nécessaire.

C'est dans ces conditions que la galerie atteignit le puits de Clairlieu. Il fut alors décidé qu'au raccord du puits on la remonterait de 3 mètres environ de façon à l'établir dans la couche moyenne et à drainer directement le niveau aquifère par cette couche.

L'avancement s'est poursuivi depuis lors dans ces conditions jusqu'au point kilométrique 1975 mètres. Comme on le prévoyait,

on vit apparaître des suintements d'eau à peu près tout le long de la paroi méridionale de la galerie. Mais, en prolongeant le travail en ligne droite, sans sortir de la couche, le radier s'élevait trop rapidement (1); il fut décidé qu'on réduirait la pente provisoirement à un demi millimètre par mètre, tout en demeurant le plus possible dans la couche. Cette double condition oblige à donner au tracé un développement plus ou moins sinueux. C'est de cette façon que l'avancement est parvenu au 31 janvier 1902 au point kilométrique 1975, en ne dépassant pas la cote 293.90.

§ 7. — *Drainage de la nappe aquifère par montages.*

En résumé, du puits d'Hardéval au puits de Clairlieu, la galerie n'a été directement drainante qu'au voisinage de la faille 1219 sur une centaine de mètres. Partout ailleurs, le niveau aquifère était au-dessus de la galerie, comme le prévoyait le projet : cette circonstance a facilité les travaux, puisqu'on était ainsi généralement à l'abri de l'eau, séparée de la galerie par un plafond étanche. Par des trous de sonde forés au plafond de temps en temps, on s'était rendu compte approximativement à la fois de la hauteur à laquelle était située la couche moyenne et de l'abondance des eaux y contenues. Mais on s'était bien gardé de multiplier ces sondages, pendant le percement de la galerie, afin d'éviter la gêne que les eaux apportent toujours dans un chantier. Plusieurs trous débitant beaucoup d'eau ont même dû être bouchés ; quelques-uns ont été maintenus ouverts pour que leur produit aide à débarrasser l'atmosphère des travaux, de la fumée des coups de mine.

Mais ce n'est que lorsque le percement de la galerie jusqu'à Clairlieu fut achevé qu'on se préoccupa sérieusement de faire descendre l'eau. A cet effet, des montages (galeries inclinées à 45°

(1) Les études de l'avant-projet ont démontré qu'à 1.600 mètres environ du puits de Clairlieu, c'est-à-dire au puits de la Croix-Grand-Colas, la couche moyenne doit se trouver à la cote 297 ; il convenait donc de ne pas dépasser la cote 294 environ pour arriver à Grand-Colas dans de bonnes conditions. Au 31 décembre 1901, au point 1876, on était à la cote 293.83.

environ) ont été percés approximativement tous les cinquante mètres jusqu'à la rencontre de la couche moyenne. Le rendement de ces ouvrages a été fort inégal. Ceux qui atteignaient des parties fissurées de cette couche donnaient seuls de l'eau. Quant à ceux qui pénétraient dans du minerai compact, ils demeuraient à peu près complètement secs.

Pour recouper sûrement toutes les fissures situées dans la couche moyenne à l'aplomb de la galerie de captage, il aurait fallu faire une seconde galerie superposée à la première et située entièrement dans la couche moyenne. Au lieu de ce travail, qui aurait été très long et très coûteux, on s'est borné à faire la série de montages dont il a été question plus haut. Ceux d'entre eux qui recoupent des cassures font certainement appel aux eaux des régions voisines par l'intermédiaire d'un réseau de fissures plus ou moins complexe qui transmet au loin l'action drainante et on peut espérer attirer de cette façon, à peu de chose près, toute l'eau du réseau de cassures.

Parmi les montages exécutés entre les puits d'Hardéval et de Saint-Julien, ceux des points 591, 650, 700 et 750, qui ont recoupé un courant d'eau particulièrement important à une hauteur moyenne de 8 mètres au-dessus de la galerie, ont donné les résultats les plus avantageux.

Dans la région proche du puits de Clairlieu, les résultats ont été de même très favorables.

La nécessité de livrer la galerie au début de novembre 1901 à l'entrepreneur qui a soumissionné le muraillement entre Hardéval et Clairlieu n'a pas permis d'achever entièrement le drainage de la couche par les montages projetés. Il en reste encore quelques-uns à faire du côté d'Hardéval ; le plus rapproché de l'œil, à la date de ce jour, est au point 591.

Le travail est toutefois assez avancé pour qu'on ait pu déterminer complètement l'allure de la couche aquifère. Comme l'indique la planche II, elle est à plus de 12 mètres au-dessus du radier de la galerie au puits d'Hardéval ; au point 750, elle est à 8 mètres ; à 1.100, elle est à 5 mètres. Après la faille du point 1219, elle est visible dans la galerie, puis elle en sort peu à peu, de façon

qu'au puits Saint-Julien on n'en distingue plus que le mur au plafond de la galerie. Après la cassure du point 1557, la pente augmente, et au puits de Clairlieu elle se traduit par un relèvement de plus de 3 mètres.

En moyenne, la pente de la couche, suivant la direction de la galerie, est :

1^o de 0^m,010 par mètre, entre le puits d'Hardéval et la faille 1219 ;

2^o de 0^m,004, entre cette faille et la cassure 1557 ;

3^o de 0^m,015, au-delà de cette cassure.

Les venues d'eau (suintements ou filets) sont fournies, soit par des décollements qui se trouvent à la partie supérieure de la couche, soit par des fissures qui la recourent. Il est plus rare qu'elles apparaissent au mur. Cela tient à ce que le plan de stratification étant beaucoup plus marqué au toit qu'au mur (1), la séparation des assises sous l'influence des efforts dynamiques qu'elles ont eu à supporter a été beaucoup plus facile dans le premier cas que dans le second.

§ 8. — *Débit de la galerie.*

Dans le percement de la galerie d'Hardéval, un certain nombre de cassures pénétrant jusqu'aux marnes liasiques établissaient une communication très imparfaite, il est vrai, mais réelle cependant, entre la couche aquifère et la galerie. Celle-ci n'a donc jamais été complètement sèche, et on a observé pendant l'année 1900, à l'œil de la galerie, les débits relatés par le diagramme de la planche IV.

Pendant l'année 1900, le minimum du débit journalier de la galerie (87 mètres cubes) a été constaté au mois d'octobre, succédant aux deux mois très secs d'août et septembre, pendant lesquels il n'est tombé à Nancy que 44^{mm},6 d'eau. Le maximum, 495 mètres cubes, s'est produit au mois de février, à la suite des pluies de

(1) On a observé la même particularité dans les mines de fer de la région de Briey.

janvier, qui se sont élevées à 140^{mm},5. (La hauteur d'eau qui tombe par année, à Nancy, est en moyenne de 777 millimètres.)

Pendant le premier semestre de l'année 1901, le débit a varié sensiblement de la même manière que dans la période correspondante de l'année précédente; à la fin de juillet il a augmenté brusquement de 350 mètres cubes, par suite de la réunion des deux attaques d'Hardéval et Saint-Julien. Il reste sensiblement stationnaire en août pendant qu'on commence le percement des montages. Dès que ceux-ci arrivent à la couche aquifère, le débit monte. Il est à 917 mètres cubes pendant la deuxième semaine de septembre. Le percement du puits de Clairlieu pendant la troisième semaine le fait croître rapidement jusqu'à 2.700 mètres cubes. Il redescend trois semaines après à 1.933 mètres cubes, mais remonte vers un maximum de 2.414 pendant la troisième semaine d'octobre, par suite des pluies tombées en août et septembre (287^{mm},1). Dans la première quinzaine de décembre il reste voisin de 1.200 mètres cubes avec minimum de 1.131 mètres cubes qui tient à la sécheresse de novembre (10^{mm},7 d'eau seulement). Au 31 décembre le débit était remonté à 1.964 mètres cubes, il s'est élevé jusqu'à 2.372 mètres cubes dans le courant de janvier, et était revenu aux environs de 2.000 mètres cubes, à la fin de janvier.

Une règle simple, vérifiée dans les travaux analogues de Liège et de Bruxelles, où les précipitations atmosphériques ont à peu près la même importance qu'à Nancy (de 750 à 800 millimètres d'eau annuellement), permet d'estimer le *rendement moyen journalier* d'une galerie captante à raison d'un mètre cube par mètre de longueur de galerie utile.

On doit donc s'attendre à ce que la galerie de Villers, qui avait 1.876 mètres de longueur au 31 décembre 1901, dont 1.300 seulement utiles au captage proprement dit, fournisse en moyenne 1.300 mètres cubes par jour. D'après ce que nous venons de voir, ce débit moyen paraît réellement atteint et même dépassé. Il convient toutefois d'attendre, pour se prononcer définitivement, que le temps ait fait son œuvre, l'épuisement des réserves contenues dans le terrain aquifère n'étant peut-être qu'imparfaitement accompli.

§ 9. — *Régularisation du débit par les serrements.*

Dans la pratique, le rendement journalier de un mètre cube par mètre courant de galerie ne peut être réalisé d'une façon constante et régulière (1), quelle que soit l'époque de l'année, qu'en usant de l'artifice des serrements. La galerie librement ouverte présenterait le même désavantage que les sources, c'est-à-dire qu'elle débiterait beaucoup après l'hiver et peu après l'été.

La construction des serrements aura précisément pour effet de régler le débit à volonté. Un premier serrement sera placé entre le puits Saint-Julien et le puits de Clairlieu, à 30 mètres environ du premier, et constitué comme suit : un barrage de béton solidement implanté dans les parois de la galerie ; au milieu un passage muni d'une porte où pourraient passer les wagonnets et par laquelle on communiquera de part et d'autre du serrement quand il sera en décharge.

La porte de fermeture, de construction très solide, assurera au contraire, quand il sera en charge, l'isolement du tronçon amont. L'eau que ce tronçon recevra ne pourra donc plus s'en échapper par la voie ordinaire et envahira de proche en proche les terrains perméables qui s'étendent à droite et à gauche de la galerie. Si la fermeture du serrement persiste longtemps, on peut arriver ainsi à reconstituer les conditions naturelles d'équilibre que la nappe aquifère affectait avant le captage, c'est-à-dire à récupérer les réserves que les terrains emprisonnaient autrefois.

(1) Le rendement de 1 mètre cube par mètre de captage concorde avec l'observation faite en Belgique que la largeur du bassin drainé par la galerie est approximativement de 2 kilomètres. Lorsque le régime nouveau créé par le percement de la galerie s'est établi, celle-ci ne reçoit plus que les infiltrations qui pénètrent dans ce bassin et parfois aussi des courants d'amont descendant vers les régions plus basses. En admettant que le quart de l'eau tombée (soit 0^m,20 dans le cas d'une précipitation annuelle de 0^m,80) profite à la nappe souterraine, la bande de 2 kilomètres de largeur drainée par une galerie de 1 kilom. de longueur, aurait de 200 hectares dans laquelle s'infiltrerait un volume d'eau égal à 400.000 mètres cubes. Répartie également sur 365 jours, cette infiltration donne bien environ 1 mètre cube par mètre de galerie captante et par jour.

En pratique, on s'assure la possibilité de régler l'effet du serrement. Pour cela, on ménage au travers du barrage une prise d'eau au moyen d'un tuyau muni d'un robinet qu'on règle à volonté. Il suffit que le réglage (qu'on peut modifier suivant les circonstances) soit exécuté de façon que l'emprunt fait à la galerie soit moindre que son rendement journalier, pour que l'excédent soit forcé de s'accumuler en amont. On constitue de la sorte, pendant les périodes de grandes eaux, des réserves qui restent emmagasinées souterrainement aussi longtemps qu'on veut et qu'on reprend au moment opportun, notamment lors des périodes de sécheresse.

La pratique des serrements a donné à Liège et à Bruxelles les résultats les plus avantageux. Grâce à cet artifice, la production en eau d'un bassin alimentaire devient pour ainsi dire maniable à volonté. C'est une grande supériorité sur les sources naturellement

Dans le cas de la galerie de Villers, la manœuvre du serrement sera faite au puits Saint-Julien, et l'observation du relèvement des niveaux hydrostatiques au puits de Clairlieu. La galerie de jonction qui réunit ces deux puits au-dessus du niveau hydrostatique, que la nappe atteignait avant le drainage, servira à relier l'aval et l'amont du serrement.

Lorsque la seconde partie de la galerie sera percée au-delà du puits de la Croix Grand-Colas, on installera probablement un second serrement au bas de ce puits.

Quant à toute la portion du captage qui se trouve entre l'œil d'Hardéval et le serrement du point 1510, elle demeurera libre. Lorsqu'on sera dans la période de hautes eaux, on prendra moins d'eau par les serrements ; en temps de pénurie, au contraire, ceux-ci fourniront l'appoint nécessaire pour maintenir la distribution au chiffre constant qu'on lui aura assigné.

Nancy, le 31 janvier 1902.

*L'Ingénieur des Ponts et Chaussées,
Directeur du service municipal,*

Ed. IMBEAUX.

L'Ingénieur des Mines,

F. VILLAIN.

Vu :

Le Maire de la Ville de Nancy,

MARINGER.



CARTE

NORD

Pl. I.

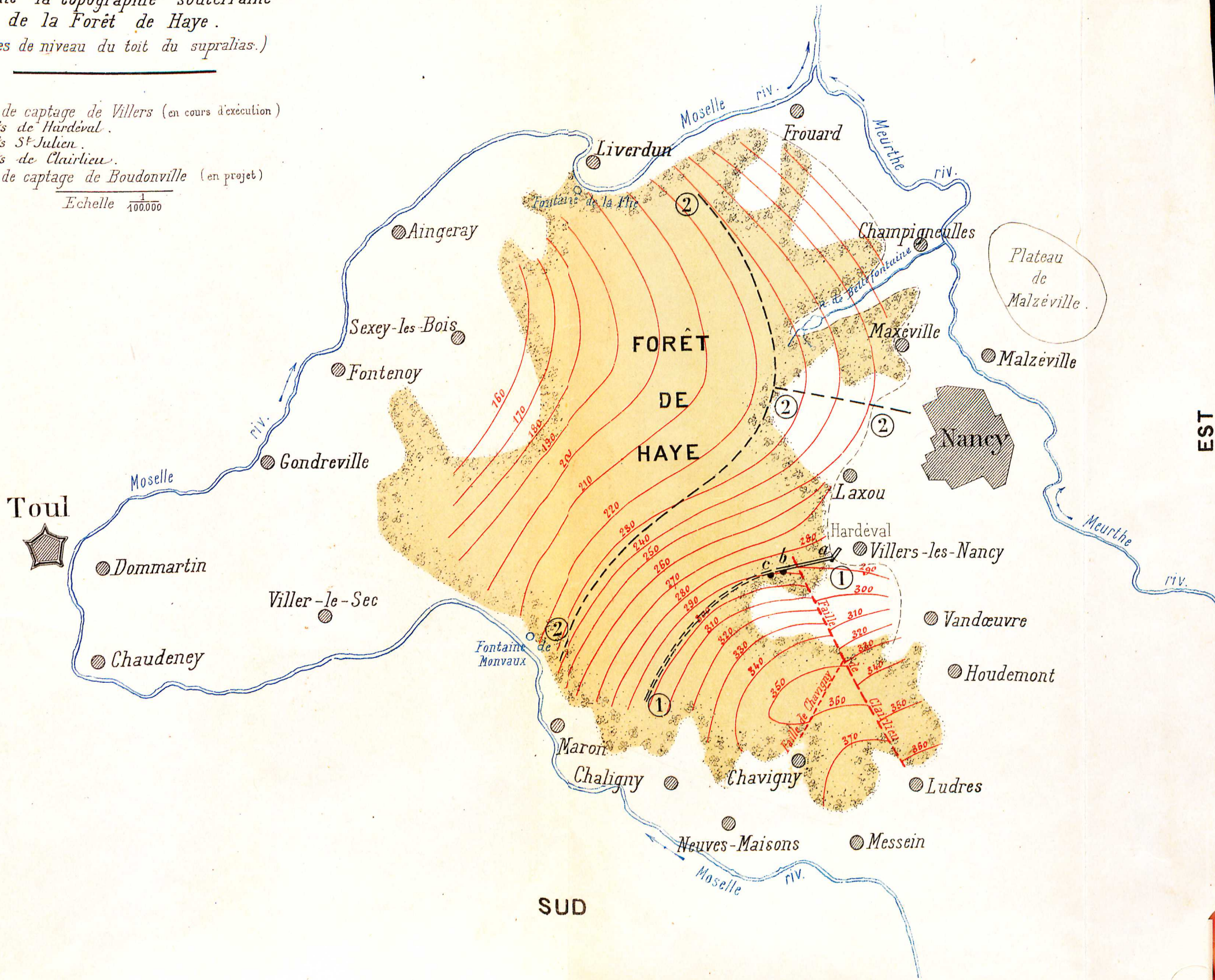
donnant la topographie souterraine
de la Forêt de Haye.

(Courbes de niveau du toit du supralias.)

- ① Galerie de captage de Villers (en cours d'exécution)
a. Puits de Hardéval.
b. Puits St-Julien.
c. Puits de Clairlieu.

- ② Galerie de captage de Boudonville (en projet)

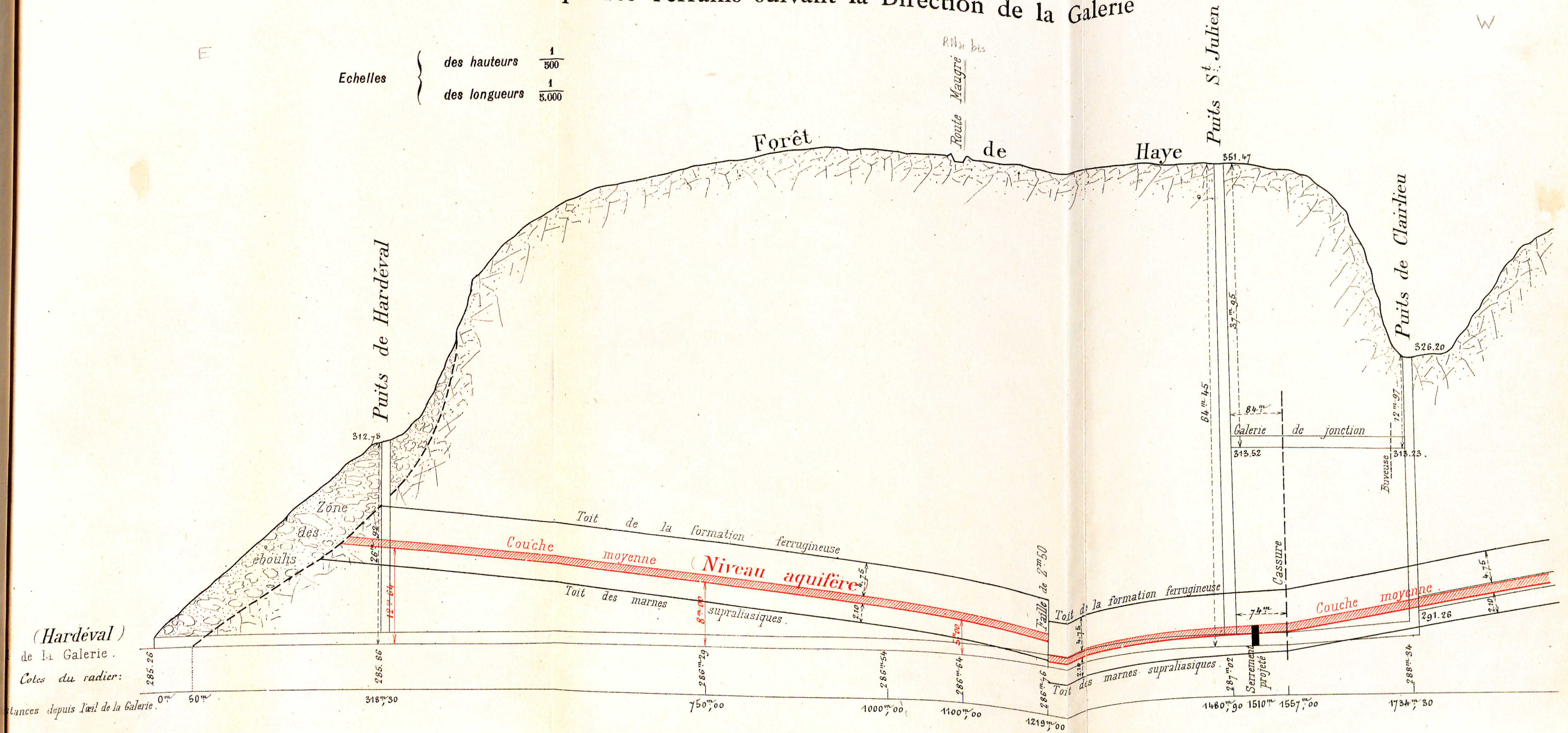
Echelle $\frac{1}{400000}$



Coupe des Terrains suivant la Direction de la Galerie

Echelles

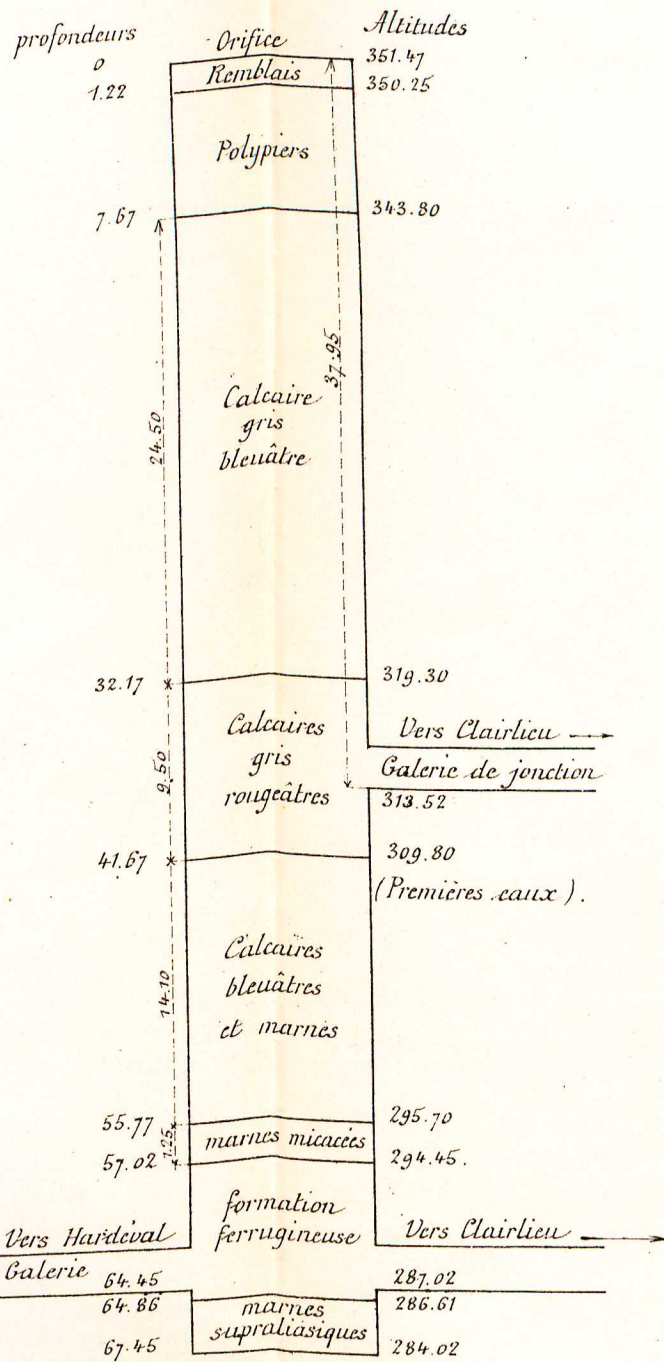
des hauteurs	$\frac{1}{500}$
des longueurs	$\frac{1}{5.000}$



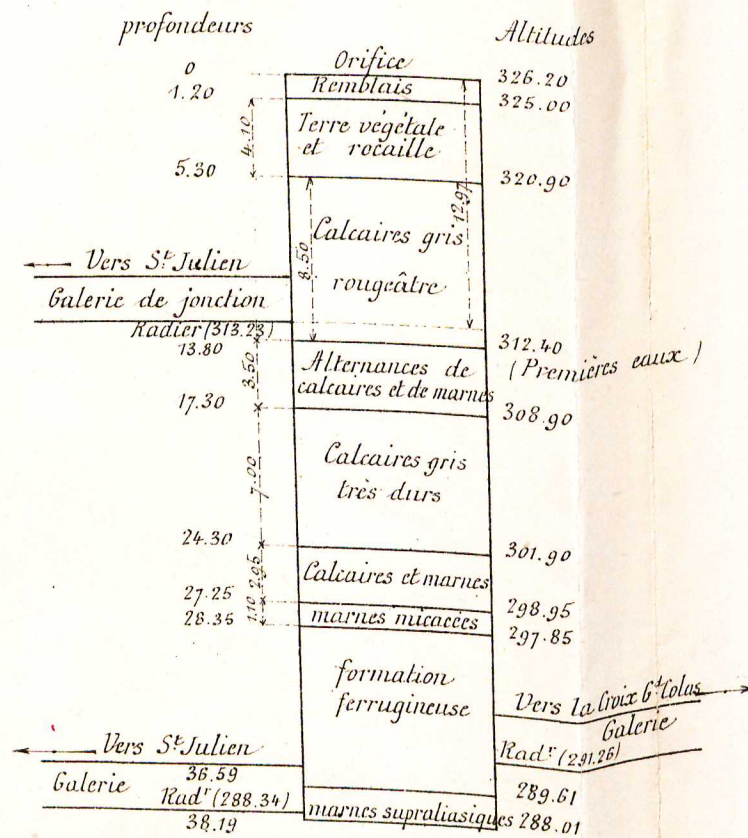
(Hardéval)
de la Galerie.
Cotes du radier:

Distances depuis l'œil de la Galerie.

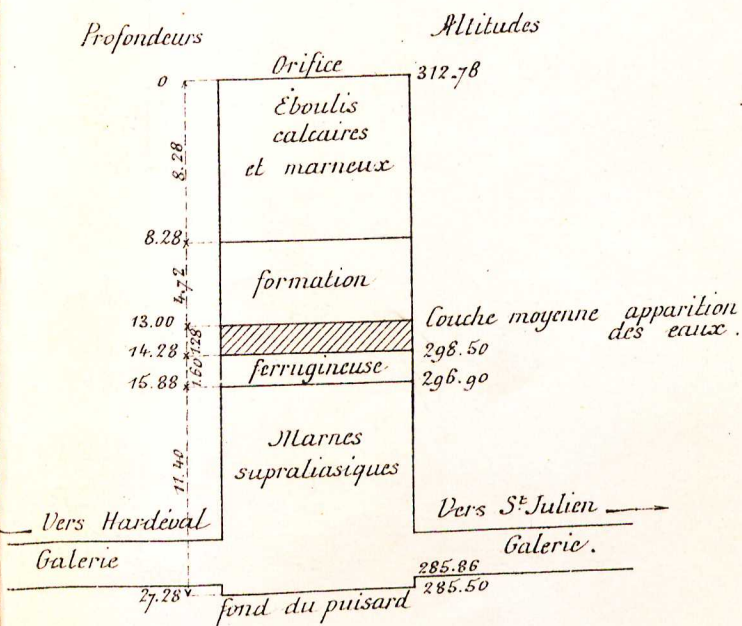
Coupe du Puits S^t Julien.
(Echelle $\frac{1}{400}$.)



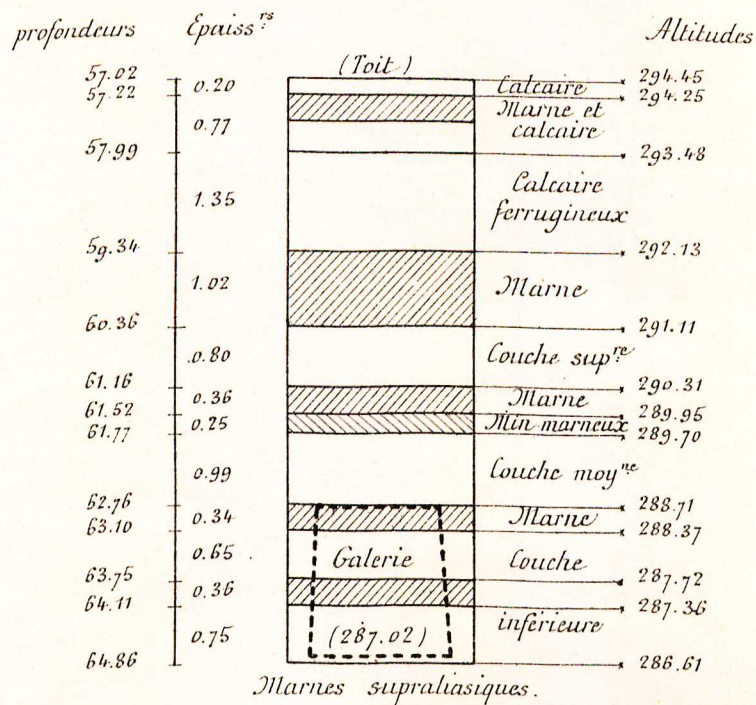
Coupe du Puits de Clairlieu.
(Echelle $\frac{1}{400}$.)



Coupe du Puits d'Hardéval.



Coupe détaillée de la formation ferrug^{se} ($\frac{1}{100}$)
au puits S^t Julien.



Coupe détaillée de la formation ferrug^{se} ($\frac{1}{100}$)
au puits de Clairlieu.

