

**aménagement des eaux superficielles  
du bassin de la moselle**



Agence de l'eau  
Rhin Meuse

n°

**491**

**RETENUE D'HERIMENIL**

**barrage du Fréhaut**

---

**rapport géologique préliminaire**



*Le but du présent rapport est de faire la synthèse des reconnaissances exécutées sur le site de retenue d'HERIMENIL aux mois de mars et avril 1970.*

*Ces reconnaissances consistent en une prospection de surface, doublée de sondages exécutés à la sondeuse et à la tarière mécanique. Des essais d'eau ont été exécutés dans certains de ces sondages, et des échantillons prélevés aux fins d'analyse en laboratoire. Le niveau de ces reconnaissances correspond à l'avant-projet sommaire, elles devraient être complétées, le cas échéant, dans la suite des études. A cet effet, un programme de reconnaissances ultérieures est proposé in fine.*

*La cuvette d'HERIMENIL s'étend dans les marnes gypsifères du Trias, et si le choix de l'emplacement du barrage ne pose guère de problème difficile, la présence dans la cuvette de dépressions dues à la dissolution du gypse (dolines) incite à la plus grande prudence. Les reconnaissances ultérieures seront axées sur ce problème.*

*Les matériaux de construction pour une digue en terre sont disponibles sur place : graves plus ou moins argileuses pour les recharges, marnes ou limons argileux pour le noyau étanche.*

# S O M M A I R E

---

INDRODUCTION	4
<u>1-CADRE GEOLOGIQUE DE L'AMENAGEMENT</u>	5
1.1. Les marnes de la Lettenkohle	5
1.2. Les marnes du Keuper inférieur	6
1.3. Les alluvions anciennes de la Meurthe	6
1.4. Les limons argileux du plateau	7
1.5. Dépôts du fond de Thalweg	7
<u>2-IMPLANTATION DU BARRAGE</u>	7
2.1. L'Emplacement amont (profil A)	8
2.2. L'Emplacement aval (profil B)	8
<u>3- LA CUVETTE DE RETENUE</u>	9
3.1. Problèmes posés par les dolines.	9
3.2. Problèmes posés par le col en direction de la Meurthe	10
<u>4- LES MATERIAUX D'EMPRUNT</u>	11
4.1. La terre à recharge	11
4.2. La terre à noyau	11
CONCLUSIONS	12

## A N N E X E S

- 1 Carte Géologique
- 2 Plan d'implantation
- 3 Profils en travers
- 4 à 6 Coupes des sondages carottés
- 7 à 16 Coupes des sondages à la tarière
- 17 Essai de compressibilité
- 18 à 37 Essais de perméabilité
- 38 Planche photographique

Le Site a fait l'objet des reconnaissances suivantes :

- Lever géologique traditionnel de surface, doublé d'un relevé systématique des dolines par examen stéréoscopique de la photo aérienne établie par le géomètre. Ces dolines ont toutes été visitées dans le souci de ne pas retenir les cavités dues aux activités humaines ( en particulier vestiges des deux guerres, abondants dans ce secteur ). On trouvera en annexe la carte géologique interprétative au 1/25.000.

- Sondages de reconnaissance exécutés à la rotation au corottier double. Trois sondages numérotés HER 1 à HER 3 ont été réalisés, d'une part sur les deux emplacements étudiés pour le barrage, d'autre part sur le col situé à proximité de la ferme du FREHAUT (1). Implantation et coupes figurent en annexe.

Il convient de noter que, faute d'un équipement pour forer en percussion ( soupape ) les tranches superficielles graveleuses n'ont pas toujours été échantillonnées.

- Sondages courts à la tarière mécanique, principalement pour l'étude de la géométrie de substratum sur les deux emplacements étudiés pour le barrage. Implantation et coupes figurent en annexe.

- Essais de perméabilité du type Lefranc dans les marnes et graves, du type Lugeon dans la dolomie. On trouvera en annexe l'interprétation des essais.

- Essais de laboratoire sur échantillons prélevés dans les sondages : granulométries, limites d'ATTERBERG, teneurs en eau, teneurs en gypse, teneurs en argile, essai oedométrique de compressibilité. Les résultats en sont reportés sur les coupes de sondage.

- Des piézomètres ont été laissés dans certains sondages ( cf plan d'implantation ).

---

(1) : Sondages et essais ont été exécutés par les soins du laboratoire régional des Ponts et Chaussées de TOMBLAINE (54).

.../...

## 1 - CADRE GEOLOGIQUE DE L'AMENAGEMENT.

La vallée de Laxat, modeste affluent de rive gauche de la Meurthe, fait partie intégrante du plateau Lorrain. A ce titre on y retrouve la structure tabulaire Sub-horizontale, un léger pendage vers l'ouest détermine néanmoins l'ennoyage des couches dans cette direction.

A cet emplacement, les terrains d'âge triasique dominant d'une vingtaine de mètres la vallée de la Meurthe qui s'y est enfoncée. Ils sont particulièrement bien observables à Frambois où ils forment une côte relativement escarpée: ce sont des marnes à gypse appartenant à la Lettenkohle et au Keuper.

Sur ce substratum la Meurthe a déposé, dans un passé relativement récent, des sables et graviers qui forment actuellement une terrasse perchée, sur l'interfluve séparant le Laxat de la Meurthe.

Sur l'ensemble de la rive gauche du ruisseau, et bien au delà, les formations triasiques sont masquées par des limons argileux dont l'épaisseur peut atteindre 4 m, et dont l'origine serait périglaciaire. Des restes d'anciennes terrasses les recouvrent localement.

Enfin, le fond du vallon est occupé par les habituels dépôts remaniés de solifluction.

Il convient à présent d'examiner chacune de ces formations de façon plus détaillée.

### 1.1. Les marnes de la Lettenkohle.

Ce sont des marnes indurées (ou marnolites) de couleur grise ou gris-verdâtre, contenant des passées dolomitiques, et chargées très intimement de gypse à structure fibreuse. Ce gypse peut prendre la forme de paillettes à peine visibles à l'oeil nu, ou se présenter en lames interstratifiées de 1 à 2 cm d'épaisseur, parfois recoupées par d'épais remplissages de fissures.

Ces marnes sont encadrées par deux assises dolomitiques faisant partie intégrante de la formation :

- à la base, quelques mètres de dolomie verte et rouge, à passées marneuses, abondamment chargée de gypse (jusqu'à 50% localement), souvent appelée "Dolomie inférieure".

Elle se trouve sensiblement à la cote de la plaine alluviale de la Meurthe.

- au sommet, quelques mètres de dolomie grise en plaquettes, reconnaissable dans les champs labourés des Abouts, souvent nommée "Dolomie-limite".

A proximité de la surface, ces marnes sont généralement lessivées de leur gypse, voire même de leurs carbonates, et donnent des marnes argileuses ou des passées d'argile molle. Ces passées sont toutefois difficilement observables en Sondages, les échantillons récupérés étant inévitablement remaniés.

La perméabilité de cet ensemble est faible : de l'ordre de  $10^{-6}$  à  $10^{-7}$  m/s.

### 12. Les marnes du Keuper inférieur

Nous ne citerons que pour mémoire cette formation qui n'intéresse pas à proprement parler la retenue, mais surmonte la Lettenkohle sur le pourtour de la cuvette.

Ce sont des marnes irisées rouges et vertes gypsifères également, dont les caractéristiques s'apparentent étroitement aux marnes ci-dessus décrites.

### 13. Les alluvions anciennes de la Meurthe

Ce sont des sables graveleux assez hétérogènes, tant par leur granulométrie que par leur teneur en argile. Certaines lentilles sont très bien classées, dépourvues de gravier, d'autres sont riches en galets, d'une granulométrie très étendue. De même certaines passées sont remarquablement propres, d'autres contiennent jusqu'à 50% d'argile.

Ces graves forment une terrasse qui recouvre toute la rive droite, depuis le château du Fréhaut jusqu'au confluent du ruisseau. L'épaisseur, généralement de l'ordre de 6 à 8m, peut dépasser localement 10m.

La perméabilité de cette formation est probablement assez forte dans les parties propres, et c'est l'éventualité d'une fuite par cette terrasse qui a requis la reconnaissance précise de sa géométrie au moyen des Sondages à la tarière.

On retrouve ces graves tout au sommet de la rive gauche, en placages probablement peu épais.

#### 1.4. Les limons argileux du plateau.

On trouve ce dépôt superficiel sur toute la rive gauche du bassin versant, et il est probable qu'il se poursuit jusqu'à la Mortagne. Ce sont des limons ocres, veinés de blanc, argileux dont l'épaisseur est variable mais peut excéder 4 m (Haut Rayeux).

Il est admis qu'il s'agit d'un dépôt remanié par cryoturbation au cours des périodes glaciaires.

#### 1.5. Dépôts du fond de Thalweg.

Les alluvions descendant les pentes par solifluction ont été remaniées par le ruisseau et déposées au fond sur une épaisseur de 4 à 5 m. On y trouve graviers, sable et abondance d'argile.

Notons cependant qu'à l'emplacement amont étudié pour le barrage, le fond est occupé sur plus de 6 m par une vase gris-verdâtre gorgée d'eau, dépôt d'apparence lacustre et récente (un étang à vraisemblablement existé en cet endroit par le passé, comme plus à l'amont où l'on distingue encore les restes d'une digue).

### 2-IMPLANTATION DU BARRAGE.

Il va sans dire qu'un tel site ne peut convenir qu'à un barrage du type digue en terre. Les conditions techniques et économiques préciseront s'il est préférable que l'organe d'étanchéité soit un noyau d'argile ou un masque amont. Dans cette étude nous avons admis la nécessité de se procurer de la terre à noyau.

Quatre emplacements peuvent à priori être envisagés topographiquement. Le plus aval a été éliminé d'emblée comme présentant un risque élevé de fuite par la rive droite; le plus amont a été écarté provisoirement car il réduit très sensiblement la capacité de la retenue. On s'est donc intéressé de plus près aux deux emplacements médians, sur chacun desquels un sondage et un profil de forages à tarière ont été réalisés ( cf profils en travers en annexe ).



## 2.1. L'Emplacement amont (profil A)

- Largeur de la vallée à la cote de retenue : 290 m
- Soubassement : 6 m de vase verte surmontée de 2 m de limon argileux.
- Versants : marnes de la Lettenkohle recouvertes de limons en rive gauche, d'alluvions solifluées en rive droite (épaisseur moyenne 2 m).

Topographiquement, cet emplacement est meilleur car plus étroit que l'autre. Géologiquement, la vase occupant le fond du Thalweg n'est pas compatible avec l'érection d'une digue : il faudrait donc l'éliminer ou la consolider, procédés qui sont tous deux coûteux

## 2.2.- L'Emplacement aval (profil B)

- Largeur de la vallée à la cote de retenue : 320 m
- Soubassement : marnes de la Lettenkohle recouvertes de 4,80 m d'alluvions sablo-argileuses
- versant rive gauche : marnes de la Lettenkohle recouvertes de 2 à 3 m de limons argileux.
- versant rive droite : marnes de la Lettenkohle jusqu'à la cote 218, puis alluvions anciennes sablo-graveleuses. Solifluction à décaper : 1 à 2 m.

A cet emplacement, la largeur de la vallée est légèrement supérieure, mais compte tenu d'un décapage moins important le volume de la digue risque d'être plus faible que dans la solution précédente. En revanche, il conviendrait de se prémunir contre les fuites en plaçant un organe d'étanchéité en haut de la rive droite, sur 2 m de hauteur et 4 à 500 m de longueur.

### 3-LA CUVETTE DE RETENUE

Deux inconvénients affectent la cuvette et doivent poser les problèmes majeurs pour le projeteur :

- Une grande quantité de dolines visibles sur le terrain.
- Un petit col à la cote 249,50 provoque un débordement vers la Meurthe. Il devra être fermé par une petite digue, mais cet emplacement présente un risque d'instabilité et devra être examiné soigneusement.

#### 3.1. Problèmes posés par les dolines.

La prospection de terrain et l'examen photo-stéréoscopique ont permis de recenser une cinquantaine de dolines sur l'étendue du bassin versant.

Ces dolines se présentent comme des petites dépressions de 10 à 20 m de diamètre, de 1 à 4 m de profondeur, le plus souvent remplies d'eau. Elles résultent d'une dissolution en profondeur du gypse contenu dans les marnes et dolomies de la Lettenkohle. Cette dissolution s'accompagne du départ du gypse, qui provoque un fléchissement progressif des couches supérieures : il s'ensuit la formation d'une cuvette en surface.

Lorsque les couches supérieures sont localement plus résistantes, elles peuvent faire voûte puis céder brusquement, donnant naissance à un fontis, sorte d'effondrement à l'emporte-pièce qui ne garde généralement pas l'eau. L'un de ces fontis est visible près du bois de la Haye, sa formation récente ( une vingtaine d'années ) explique ses formes encore fraîches.

Il se peut que d'autres dolines plus anciennes aient connu cette formation soudaine, et que le temps en ait par la suite émoussé les formes. Aucun autre fontis caractéristique n'a été rencontré au cours de la prospection.

Le danger de ces phénomènes pour l'étanchéité de la retenue ne peut échapper. La présence d'un lac à cet emplacement peut accélérer les phénomènes de dissolution, et entraîner des fuites en direction de la Meurthe. Des désordres pourraient même apparaître dans le talus naturel. Trois considérations éclairent cependant ce sombre tableau :

- La quasi-totalité des dolines se trouve au dessus de la cote de retenue ( Seulement quatre d'entre elles seraient submergées, à proximité du Fréhaut ).

- La nature déformable des formations marneuses permet de penser que les cavités de dissolution se referment d'elles-mêmes et interdisent ainsi toute fuite importante.

- La faible perméabilité des marnes et la modicité du gradient hydraulique laissent prévoir des circulations et en conséquence des dissolutions relativement lentes.

La présence de ces dolines interdit néanmoins d'envisager la création d'une retenue sans procéder à des reconnaissances approfondies des processus de dissolution dans la cuvette.

### 3.2. Problèmes posés par le col en direction de la Meurthe.

En cet emplacement le plan d'eau dominera directement la plaine alluviale de la Meurthe, créant un fort gradient qui aura pour effet d'accélérer les percolations.

Ces percolations entraineront une imbibition des terrains qui ne peut que nuire à la stabilité du talus naturel ( sans parler des risques de dissolution déjà évoqués ).

Afin d'y pallier, les dispositions suivantes sont à prendre :

- implantation de la digue un peu en retrait de la ligne de crête pour allonger les lignes de fuite.

- prévoir une coupure étanche sous la digue, dans le même but.

- prévoir un drainage efficace du talus, assorti d'une plantation d'arbustes ou de bois dont l'effet stabilisateur sera double : stabilisation mécanique et drainage par les racines.

Ces précautions devraient être suffisantes, le talus ne présentant pas de signe d'instabilité très caractéristique dans l'état actuel.

.../...

## 4-LES MATERIAUX D'EMPRUNT

On distinguera deux types de matériaux :

- la terre à recharge dont les qualités sont :  
raideur de talus et facilité de compactage à teneur en eau peu contraignante.
- la terre à noyau choisie pour son imperméabilité.

### 4.1. La terre à recharge

On s'adressera de toute évidence aux alluvions anciennes qui sont à disposition en bonne épaisseur sur le site même du barrage.

L'exploitation devra cependant être conduite de manière à entraîner un certain brassage du matériau, nécessaire en raison de son hétérogénéité verticale.

### 4.2. La terre à noyau.

Deux possibilités s'offrent au projeteur :

- Les marnes de la Lettenkohle peuvent être utilisées sous réserve que leur teneur en gypse reste faible. Cette condition ne peut être remplie que dans la zone soumise à l'altération, c'est-à-dire à priori 5 à 6 m. Dans ces conditions on exploitera une terre argileuse peu sensible ( limite de liquidité WL=30à40) qui devrait pouvoir être mise en oeuvre sans trop de difficulté en été.

- Les limons argileux renferment une fraction non négligeable de silt et de sable et leur teneur en eau de compactage pourrait être moins rigoureuse que celle des marnes évoquées ci-dessus, il faut noter que cette observation n'est étayée par aucun essai de compactage et reste intuitive. L'épaisseur à exploiter serait de l'ordre de 2 à 4 m. Le matériau présente l'avantage d'être dépourvu de gypse.

Au stade de l'avant projet détaillé, cette alternative devra être levée par l'exécution de reconnaissances et d'essais géotechniques dans ces formations.

.../...

## CONCLUSIONS

En ce qui concerne le barrage lui-même, le site se présente sous un jour assez favorable : emplacement géologiquement acceptable, présence " à portée de main " des matériaux nécessaires.

En revanche, la cuvette soulève quelques problèmes, dont le plus délicat est certainement celui que pose la présence de nombreuses dolines dans le paysage. Le petit col en direction de la Meurthe met en cause la stabilité du talus naturel, mais celle-ci devrait être assurée à la faveur des précautions usuelles d'étanchement et de drainage.

Les reconnaissances ultérieures porteront sur les points suivants :

Dans la cuvette, examen approfondi des conditions de circulation et de dissolution :

- Recherche des cavités souterraines éventuelles par procédé géophysique, puis reconnaissance des indices par sondages carottés. Quelques dolines seront également explorées par sondage.

- Analyse systématique des eaux des sondages et des eaux des sources coulant au pied du talus rive gauche de la Meurthe.

- Etude des circulations souterraines par injection de traceurs dans les sondages, ainsi que dans le fontis du Bois de la Haye.

Sur les matériaux et l'emplacement de la digue sondages géotechniques courts ou tranchées de reconnaissance, avec essais de laboratoire habituels, dans le but de déterminer :

- le décapage à prévoir sous la digue
- la profondeur du para fouille
- les emprunts à retenir
- les modes d'exploitation et de mise en place des matériaux.
- l'extension exacte de la fermeture étanche de la rive droite ( Si l'emplacement B est retenu).



# carte géologique interprétative

## légende



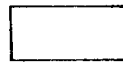
Alluvions modernes



Keuper inférieur (marnes versicolores gypsifères)



Alluvions anciennes



Lettenkohle (marnes et dolomies gypsifères)

