

DIRECTION DEPARTEMENTALE

DE L'AGRICULTURE

DEPARTEMENT DE LA MEUSE



VILLE DE MONTMEDY

Renforcement de l'alimentation en eau potable

TRAVAUX DE FORAGE

COMPTE RENDU DES TRAVAUX - RESULTATS

MAI - JUILLET 1976

*

*

*

PROBLEME POSE

1. Cadre géographique, géologique et hydrogéologique
2. Travaux de reconnaissance par forage.
 - 2.1. Site
 - 2.2. Réalisation technique
 - 2.3. Coupe lithologique et interprétation géologique
 - 2.4. Résultats hydrogéologiques et hydrochimiques
 - 2.4.1. Pompages d'essai
 - 2.4.2. Analyse physico-chimique
 - 2.4.3. Conclusions sur la reconnaissance
3. Réalisation du forage d'exploitation
 - 3.1. Caractéristiques techniques
 - 3.2. Déroulement des essais
 - 3.2.1. Conditions techniques de mise en oeuvre
 - 3.2.2. Compte rendu des essais
 - Pompages de nettoyage et pompages par paliers avant acidification
 - Acidification
 - Pompages de nettoyage et pompages par paliers après acidification
 - Pompages de 72 h. à débit constant
 - 3.3. Interprétation des données mesurées
 - 3.3.1. Essais de puits - Courbes caractéristiques - Pertes de charge - Débit optimal d'utilisation -
 - 3.3.2. Essais de nappe - Analyse des courbes de descente et de remontée - Schéma hydraulique - Débits Rabattements - Temps de pompage - Paramètres hydrauliques -
4. Qualité des eaux

Conclusion : Conditions d'exploitation

LISTE DES ANNEXES

- Annexe 1 - Situation géographique au 1/25 000
- 2 - Plan de situation (cadastre) au 1/5 000
- 3 - Coupe technique lithologique et géologique du forage d'A.E.P.
- 4 - Courbes caractéristiques
- 5 - Calcul des pertes de charge
- 6 - Courbe de descente de la nappe pendant le pompage à débit constant de 92 m³/h
- 7 - Courbe de remontée après l'arrêt du pompage
- 8 - Analyse des eaux de type I

1. PROBLEME POSE

Les besoins en eau de la ville de MONTMEDY (2716 habitants en 1975) sont estimés actuellement à 800/1000 m³ par jour.

Cette collectivité est alimentée en eau potable par 6 captages de sources (Fresnois - Jonquettes - Folies - Tunnel - Hottes - sur le ban de Montmédy et Moulin du Bois sur le ban d'Iré le Sec) dont le débit total mesuré le 12.08.1976 était de 675 m³ par jour.

Certains captages (Folies - Tunnel - Hottes) sont très vulnérables et posent des problèmes de protection (cf. enquête géologique réglementaire SGR/NES n° 74/76 de Novembre 1974)

Il s'est avéré indispensable de rechercher de nouvelles ressources en eau, à la fois pour renforcer l'alimentation actuelle déficitaire principalement à l'étiage et nettement insuffisante depuis le cycle sec de 1975-1976 et d'autre part pour remédier à une pollution accidentelle possible des sources dite du Tunnel SNCF.

Dans le cadre du programme départemental 1976 de travaux de recherche d'eau et avec l'aide du Ministère de l'Agriculture des études et travaux ont été entrepris à partir du mois d'Avril en vue de reconnaître les formations aquifères susceptibles de répondre aux besoins de la ville de Montmédy.

Une étude géophysique des alluvions de la Chiers complétée par des sondages mécaniques (cf. rapport SGR/LOR n° 76/22 du 27 Avril 1976) a montré que ce matériau présentait des caractéristiques hydrauliques très médiocres (alluvions sablo-graveleuses de faible perméabilité). La nappe alluviale de la Chiers ne peut satisfaire que des besoins locaux très limités (abreuvoirs, arrosage de jardins).

Une reconnaissance par sondage des nappes profondes a donc été menée au mois de Juin 1976. Le succès de cette recherche a incité la Ville de Montmédy à transformer le forage d'essai en forage d'exploitation.

Ces travaux ont été conduits par la Direction Départementale de l'Agriculture de la Meuse, sous la direction du Géologue Départemental.

Le pompage d'essai de longue durée à débit constant a été surveillé par le service géologique régional Lorraine du B.R.G.M.

Le présent rapport rend compte des travaux réalisés et des résultats obtenus.

1. Cadre géographique - géologique et hydrogéologique

La ville de Montmédy est située au Nord du Département de la Meuse dans un étroit méandre de la vallée de la Chiers.

Cette vallée entaille profondément un plateau essentiellement calcaire et marno-calcaire.

Les terrains rencontrés de haut en bas sont les suivants :

Quaternaire

- Limons : formations argilo-sableuses jaunâtres sur les plateaux
- Dépôts de solifluxion : dépôts de roches diverses sur les pentes et dans les vallées sèches
- Alluvions modernes : dépôts argilo-sableux dans les vallées (Chiers et Othain)

- Alluvions anciennes : sables grossiers et galets à matrice argileuse tapissant le fond des vallées (4 m maximum)

Jurassique moyen (Dogger)

- Bathonien supérieur : calcaire blanc jaunâtre oolithique à bancs coquilliers (50 m maximum)
- Bathonien moyen : marnes grises à passées calcaire marneuses et à Rhynchonelles (35 m maximum)
- Bathonien inférieur : calcaires cristallins jaunâtres et suboolithiques (caillasses à *Amabacia* 7 à 8 m) puis marnes à *Terebratala globata* (5 à 6 m)
- Bajocien supérieur : calcaire gris beige cristallin coquilliers à fausses oolithiques et granulés (10 à 12 m)
calcaire beige à fines oolithes, lumachellique et à joints marneux diffus (15 m)
marnes gris noir coquillières (5 m env.)
- Bajocien moyen : calcaires à polypiers massifs (25 m)
- Bajocien inférieur : calcaires beiges, sableux à conglomérats ferrugineux (10 m env.)

Ces formations constituent le sous sol des plateaux au Nord et au Sud de la Vallée de la Chiers.

Jurassique inférieur (Lias)

- Toarcien
 - marnes sableuses
 - marnes gris bleu à nodules calcaires passant à des schistes bitumineux à la base (30 à 35 m)

Le Toarcien constitue le substratum de la vallée de la Chiers ainsi que la vallée de la Thonne à l'Ouest de Montmédy.

- Pliensbachien
 - Domerien sup. marnes et grés argileux à calcaire brun jaune à filets ferrugineux (20 - 30 m)
 - Domerien inf. et Carixien sup. argiles et marnes à nodules calcaires (30 - 35 m)
 - Lotharingien : grés jaunes plus ou moins calcaires (20 m)
 - Sinemurien : calcaires sableux

Ces formations du Lias inférieur affleurent au Nord de Montmédy entre Thonnelle et la frontière belge.

Les horizons aquifères sont les suivants :

- DOGGER

- Dalle d'Etain du Bathonien supérieur : au sud de Montmédy et à l'Est de la Vallée du Loison.

.../...

Le substratum de la nappe est constitué par les marnes à Rhynchonelles du Bathonien moyen.

- Caillasses à Anabacia du Bathonien inférieur donnant des sources au contact des marnes à *Terebratula Globata* (sources captées par l'AEP de Montmédy à Iré le Sec - captage d'AEP de Thonne les Prés).

- Calcaires à polypiers du Bajocien moyen et inférieur : Les sources captées d'AEP de la ville de Montmédy (sources du Fresnois, des Jonquettes des Vignes, du Tunnel) sont des exutoires de cette formation aquifère au contact des niveaux marneux, du Toarcien.

- LIAS.

- grés calcaireux du Domérien supérieur
- grés du Lotharingien
- calcaires sableux du Sinémurien

Les horizons aquifères du Jurassique moyen (Bathonien - Bajocien) sont en position "perchée" dans le secteur proche de Montmédy, peu favorables au captage par forages.

Les recherches devaient donc être orientées vers les nappes captives profondes du Jurassique inf. (Domérien, Sinémurien, Lotharingien)

Les seules données concernant ces horizons géologiques dans la région de Montmédy reposaient sur les résultats des forages de la Fromagerie de Thonnelle, analysés par M. R. LAUGIER dans son rapport du 28.11.1964. Le forage n° 3 de 184,70 m de profondeur aurait mis en évidence une bonne productivité des formations calcaireuses du Sinémurien.

2. Travaux de reconnaissance par forage :

2.1. Site (voir annexe 1)

Un ouvrage de reconnaissance a été implanté dans la vallée de la Chiers en limite ouest du territoire de Montmédy et en rive gauche du ruisseau de la Thonne. Sa situation est la suivante :

- Commune de Montmédy
- Lieu dit : "La Creelle"
- Feuille IGN : Montmédy 88.8.
- Coordonnées : X = 818.00 - Y = 206.96 - Z = + 180 E.P.D.

2.2. Réalisation technique

Le forage a été réalisé par la S.A. FORAC à DOMPAIRE (88270) au mois de Mai 1976 et de la manière suivante :

- forage au tricone en Ø 560 mm de 0.0 à 10.0 m
- pose d'un tubage en acier plein de Ø 460 x 468 mm de 0.0 à 10.0 m
- cimentation de l'espace annulaire par injection axiale
- poursuite du forage par carottage en Ø 133 mm de 10.0 à 60.13 m

2.3. Coupe lithologique et interprétation géologique (voir coupe détaillée en annexe)

.../...

Les terrains rencontrés sont les suivants :

- de 0,0 à 6,0 m : TV et sables argileux (+ 180) Alluvions quaternaire
- de 6,0 à 9,0 m : galets calcaire à matrice argileuse - - - - -
- de 9,0 à 15,06 m : argile sableuse gris cendre, passées calcaro-gréseuses avec pyrite bois fossille.
- de 15,06 à 29,31 : ensemble calcaro-gréseux gris vert chloriteux à passées biodétritiques Domérien
2 fissures verticales ouvertes oxydées Supérieur
 - de 18,91 à 19,61
 - de 28,90 à 29,30
- de 29,31 à 34,77 : marne grise calcaire gris vert (+ 150) - - - - -
à passées biodétritiques
argile sableuse grise
- de 34,77 à 60,13 : ensemble de marnes gris noir sableuses Domérien
à rares joints centimétriques, présence Inférieur
de galets phosphatés taraudés

Les échantillons de ce sondage ont été analysés par le Département Carte Géologique et Géologie Générale du Service Géologique National (B;r;g;m;). D'après la microfaune les terrains situés entre 35 et 60 m de profondeur appartiennent au Domérien. Les terrains situés entre 9 et 35 m n'ont pas pu être datés par micropaléontologie.

Dans l'attente d'une interprétation rigoureuse possible, ils ont été situés dans le Domérien supérieur.

Dans le but de vérifier la structure géologique du secteur, un second sondage carotté de 45 m de profondeur a été réalisé à 280 m à l'est du premier (X = 818.28 - Y = 206.85 - Z = + 192 EPD)

La coupe détaillée consultable en documentation au titre du Code Minier confirme les résultats du 1er sondage.

2.4. Résultats hydrogéologiques et hydrochimiques

L'ouvrage est devenu éruptif à partir de 15 m de profondeur avec un débit artésien d'environ 3 l/sec.

Le sondage ayant mis en évidence un horizon aquifère intéressant entre 15 et 30 m de profondeur avec deux fissures nourricières de 18,91 à 19,61 m et de 28,90 à 29,30 m, il a été décidé d'effectuer un test de pompage et de vérifier la qualité des eaux.

2.4.1. Pompage d'essai

Le pompage d'essai a été réalisé le 12.05.1976 de 8 H à 18H (durée 10 h). Le résultat est le suivant :

- débit : 40 m³/h
- niveau dynamique : 2,59 m (tête du tubage à + 0,60 m)
- débit spécifique : 15,44 m³/h/m le niveau statique n'est pas connu

.../...

2.4.2. Analyse physico-chimique

Réalisée par le Laboratoire de la D.D.A., les résultats sont les suivants :

- Température eau : 10° 4
- Resistivité Ohm/cm : 1712
- p.H : 7,40
- T.H.T. degré français : 35°2
- Oxygène dissous : 4,3 mg/l
- Bicarbonates : 384 mg/l
- Chlorures en Cl : 11 mg/l
- fer dissous total : 0,75 mg/l

Cette eau est faiblement oxygénée, caractéristique d'une nappe captive. La teneur en fer est excessive (norme : 0,2 mg/l)

2.4.3. Conclusions sur la reconnaissance

La bonne productivité de l'aquifère mis en évidence et la qualité physico-chimique acceptable de l'eau (le fer pouvant être éliminé par traitement) ont permis de ne pas poursuivre les recherches vers les formations aquifères plus profondes, ainsi que cela avait été envisagé initialement.

3. Réalisation du forage d'exploitation (voir annexe 2)

3.1. Caractéristiques techniques

La S.A. FORAC a alésé et équipé le forage d'essai de la manière suivante :

- alésage en Ø 445 mm sur carottage de - 10,0 à - 16,10 m
- pose d'un tubage en acier plein APØ 6 en Ø 356 x 364 mm de + 1,30 à - 15,70 m
- cimentation de l'espace annulaire par injection axiale de - 16,10 au niveau du sol.
- alésage en Ø 350 sur carottage de - 16,10 à - 32,20 m
- pose d'un tubage en acier crépiné APØ 6 en Ø 260 x 268 mm de - 15,15 à - 32,20 m.

3.2. Déroulement des essais

3.2.1. Conditions techniques de mise en oeuvre

Matériel de pompage

- pompe immergée K.S.B. type 333.3.
- q = 100 m³/h - hm = 40 m
- groupe électrogène 25 KVA à moteur de 60 Ch
- refoulement vers le ruisseau de la Thonne

Matériel de mesure

- débits : cuve de 2 m³
- niveaux : sonde électrique
- temps : chronomètre

Observations

- Le forage réalisé à 280 m à l'ouest n'a pu être équipé en piézomètre par suite du fluage des niveaux marneux.
- Aucune pluie pendant les essais.

.../...

3.2.2. Compte rendu des essais

Pompages de nettoyage et pompages par paliers avant acidification.

- Les 1 et 2 06.1976 : 11 h de pompage de nettoyage au débit maximum de 90 m³/h
- Les 3.06.1976 : pompages par paliers de 2 h à débit croissant avec arrêts de même durée entre chaque palier (3 paliers à 30,200 - 50,700 et 78,200 m³/h)

Acidification

- Le 1 Juin 1976 : Injection de 2 tonnes d'acide chlorhydrique à 30 m de profondeur.

Pompages de nettoyage et pompages par paliers après, acidification

- Le 8.06.76 : 5 h de pompage de nettoyage au débit maximum de 116 m³/h
- Le 10.06.76 : pompages par paliers de 2 h à débit croissant avec arrêts de même durée entre chaque palier (3 paliers à 59,200 - 75,00 et 102,800 m³/h)

Pompage d'essai de 73 h à débit constant

- du 21 Juin 1976 au 24 Juin 1976 : 73 h de pompage ininterrompu au débit constant de 92,300 m³/h

3.3. Interprétation des données mesurées

3.3.1. Essais de puits - Courbes caractéristiques - Pertes de charges - Débit optimal d'utilisation - (voir annexes 4 et 5)

Les données mesurées des essais de puits sont résumées dans le tableau suivant :

	Paliers	t (h)	q (m ³ /h)	s (m)	q/s (m ³ /h/m)	s/q m/m ³ /h
	1.06.1976 - niveau initial + 0,65 m du repère					
Avant acidifi- cation	1	2	30,200	2,01	15,02	0,0665
	2	2	50,700	5,00	10,14	0,0986
	3	2	78,200	11,22	6,96	0,1434
	4	2	82,700	13,41	6,16	0,1621

Après acidi- fication	1	2	52,900	1,76	30,05	0,0332
	2	2	75,000	2,73	27,47	0,0364
	3	2	102,800	4,54	22,64	0,0441
	4	2	116,00	11,31	10,25	0,0975

Repère des mesures : tête de tubage à + 0,20 m du sol

t : durée de pompage en h q/s : débit spécifique en m³/h/m
q : débit de pompage en m³/h s/q : rabattement spécifique en m/m³:h
s : rabattement en m

La courbe débit rabattement ($s = (f) q$) pour une nappe captive et en l'absence de pertes de charges quadratiques doit normalement être linéaire. La forme parabolique des courbes caractéristiques indique l'existence de pertes de charges de type quadratique (cq^2) au niveau de l'ouvrage lui-même, dont l'effet est d'augmenter très rapidement les rabattements pour des débits de plus en plus élevés.

Dans le cas présent, les rabattements (s) varient avec les débits (q) suivant une relation du type $s = Bq + Cq^2$ - B étant une constante liée essentiellement à la nature des terrains environnants et C une constante liée surtout au régime d'écoulement au niveau de la colonne captante.

La courbe $s/q = (f) q$ permet de déterminer graphiquement B et C

L'équation du puits devient :

- avant développement : $s = 0,017 q + 0,00162 q^2$
- après développement : $s = 0,021 q + 0,0022 q^2$

Ces équations permettent de calculer la valeur des pertes de charges et le rendement de l'ouvrage. Les résultats sont les suivants :

	q m ³ /h	s m	Bq m	cq ² m	Rendement Bq/s %
Avant développe- ment	75	10,38	1,27	9,11	12
Après développe- ment	75	2,81	1,57	1,24	56
	100	4,30	2,10	2,20	51

.../...

On remarque que l'acidification a eu pour résultat de développer considérablement le rendement de l'ouvrage en diminuant les pertes de charge dues essentiellement au mauvais écoulement au niveau de la colonne de captage (présence de boues de forage). Pour un débit de 75 m³/h le rendement de l'ouvrage est passé de 12 % à 56 %. A 100 m³/h après acidification, le rendement est encore de 51 %.

Les pertes de charges supplémentaires qui apparaissent au delà de 100 m³/h semblent liées au dénoyage de l'aquifère et à un régime d'écoulement turbulent (débit critique).

Le débit optimal d'utilisation peut être fixé à 90 - 100 m³/h

3.3.2. Essais de nappe - Débits - Rabattements - Temps de pompage - Analyse des; courbes de descente et de remontée - Schéma hydraulique - Paramètres hydrodynamiques - (voir annexe 6 et 7)

Le pompage d'essai de longue durée à débit constant a pour but :

- de vérifier les conditions d'alimentation (schéma hydraulique)
- de calculer les paramètres hydrodynamiques.

Les données mesurées sont les suivantes :

Débit m ³ /h	92,300
Niveau initial (m): le 21.6.1976	+ 0,65 du repère
Rabattement (m):	
après pompage :	
1 h	3,94
10 h	4,51
24 h	4,65
73 h	4,88

Rabattement résiduel (m)
- 4 h 15 après arrêt : artésien

Les courbes de descente de la nappe pendant le pompage $s = (f) \log t$ et de remontée après l'arrêt $s = (f) \log 1 + \frac{tp}{tr}$ caractérisent une nappe captive d'extension infinie.

L'aquifère constitue de calcaires gréseux et sableux est captif entre épontes quasiment imperméables, argiles sableuses au toit et marnes au mur.

Aucune limite d'alimentation n'a été atteinte au bout de 73 heures de pompage.

La transmissivité de l'aquifère ($T = K.h$) a été calculée par la méthode de Jacob à la descente et la remontée de la nappe.

Les valeurs obtenues sont comprises entre

$7,2 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sec.}$ (remontée) et $9,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sec.}$ (descente)

soit : $T \text{ moyen} = 8,4 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{sec.}$

.../...

Cette valeur est bonne pour une nappe captive.

A ces paramètres correspondent un "effet de capacité" ou de vidange du puits au début du pompage et de "post production" après l'arrêt du pompage.

Ils sont calculés par l'expression :

$$T = \frac{25}{T} R^2 P \quad \text{avec R.P.} = 0,13 \text{ m}$$

"Effet de capacité"

$$tr = 45 \text{ sec avec } T = 9,4.10^{-3} \text{ m}^2/\text{sec.}$$

"Effet de post production"

$$tr = 58 \text{ sec avec } T = 7,2.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$

L'interprétation des courbes de rabattement se situe en dehors de ces effets.

4. Qualité des eaux - (annexe 8)

Les eaux ont été prélevées le 24 Juin 1976 après 65 heures de pompage à 92 m³/h et analysées par le Laboratoire d'Hygiène et de recherche en santé publique de NANCY.

L'eau est dure (THT = 39°) de minéralisation moyenne, essentiellement bicarbonatée et sulfatée calcique et magnésienne. La teneur en fer (Fe ++ = 0,38 mg/l) est supérieure à la norme admise pour une eau alimentaire.

Cette concentration peut diminuer après oxygénation et mélange avec les eaux des sources captées. Une déferrisation pourra être envisagée après une certaine période de contrôle, si la nécessité s'en fait sentir.

Les eaux ne contiennent pas d'éléments toxiques ou indésirables.

Les eaux sont conformes aux normes bactériologiques.

CONCLUSIONS - CONDITIONS D'EXPLOITATION

Les travaux de reconnaissance hydrogéologiques réalisés en mai-juin 1976 sur le territoire de la ville de Montmédy ont mis en évidence une formation aquifère d'excellente productivité dans les calcaires du Domérien supérieur.

Ce résultat a permis la réalisation immédiate en juin-juillet d'un forage d'exploitation en vue du renforcement de l'alimentation en eau potable de cette collectivité.

Les conditions optimales d'utilisation sont les suivantes :

- débit : 90 m³/h
- niveau de la nappe : + 0,85 m du sol
- niveau dynamique : - 4 m du sol
- temps de pompage : 12 -- 15 H/24 H

Le bassin d'alimentation de l'ouvrage est étendu, constitué théoriquement par la surface d'affleurement des calcaires du Domérien dans le haut bassin de la Thonne.

Les eaux sont dures ($\text{RHT} = 39^\circ$) de qualité physico-chimique acceptable. La teneur légèrement excessive en fer (0,38 mg/l) pourra éventuellement être abaissée. Les eaux sont pures au point de vue bactériologique à la date de l'analyse.

La nappe est captive bien protégée des pollutions dans la zone rapprochée du captage.

Conformément à la réglementation en vigueur, la ville de Montmédy doit faire déterminer les périmètres de protection du forage et procéder à leur mise en place par déclaration d'utilité publique.

BAR. LE. DUC. LE 26 AOUT 1976

S. VAN DEN AVENNE

Hydrogéologue au B.r.g.m.

Géologue Départemental