



MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE
AGENCE de l'EAU RHIN-MEUSE
Département de Meurthe-et-Moselle

Schéma d'Orientation des Carrières

Contraintes liées à l'exploitation
des eaux souterraines



n° 12798

Yves BABOT

Edition définitive

Avril
~~Janvier~~ 1987

SGR/LOR N° 87/10

SOMMAIRE

	<u>Pages</u>
1 - <u>INTRODUCTION</u>	1
2 - <u>ESTIMATION DES BESOINS EN EAU A L'HORIZON 2000</u>	1
2.1. Consommation moyenne.....	1
2.2. Jour de pointe.....	3
2.3. Rendement des réseaux de distribution.....	3
2.4. Evolution de la population.....	4
2.5. Présentation des besoins estimés à l'horizon 2000.....	5
3 - <u>ESTIMATION DES RESSOURCES POTENTIELLES DISPONIBLES</u>	5
3.1. Hypothèse préliminaire sur les ressources....	5
3.2. Calcul des ressources potentielles disponibles	6
3.2.1. Données existantes	
3.2.2. Hypothèse des estimations de ressources	
3.3. Présentation des ressources préliminaires....	10
4 - <u>BILAN BESOINS - RESSOURCES A L'HORIZON 2000</u>	11
4.1. Secteur Frouard - Pagny-sur-Moselle.....	11
4.2. Secteur Frouard - Messein.....	12
4.3. Secteur Messein - Grippont.....	12
4.4. Secteur Meurthe.....	13
5 - <u>RECOMMANDATIONS SUR L'EXPLOITATION DES GRAVIERES AU VOISINAGE DES CAPTAGES</u>	14
5.1. Lit mineur.....	14
5.2. Lit majeur.....	14
5.2.1. Vis-à-vis de la ressource	
5.2.2. Vis-à-vis de la qualité des eaux	

1 - INTRODUCTION

Face au développement des exploitations de granulats alluvionnaires, il a été décidé d'élaborer un Schéma d'Orientation des Carrières sur les plaines alluviales du département de Meurthe-et-Moselle.

La participation du BRGM à l'élaboration de ce Schéma consiste à :

- estimer les besoins en eau des collectivités à l'horizon 2000,
- estimer les ressources des nappes alluviales,
- réserver les zones d'exploitation des eaux actuelles et futures,
- préciser les contraintes de voisinage gravière/captage.

Ce travail est financé par le BRGM (Ministère de l'Industrie) et l'AGENCE de l'EAU RHIN-MEUSE.

2 - ESTIMATION DES BESOINS EN EAU A L'HORIZON 2000

2.1. Consommation moyenne

Au niveau national, les ventes d'eau potable en France ont suivi l'évolution suivante, caractérisée par trois régimes :

:	:	:	:
:	:	:	:
:	ANNEE:	CONSOMMATION	AUGMENTATION
:	:	(millions m3)	ANNUELLE
:	:	:	(millions m3/an):
:	-----	-----	-----
:	:	:	:
:	1957 :	1.100	:
:	1964 :	1.700	:
:	1978 :	3.700	:
:	1984 :	4.100	:
:	:	:	:

Ainsi, après la forte croissance des années 60/70, l'augmentation de consommation s'est notablement ralentie, descendant à un taux inférieur à celui des années 50/60.

Au niveau de l'Est de la France, l'enquête montre que la consommation domestique est passée de 47 à 50 m³/hab/an de 1975 à 1980 avec deux distinctions en 1980 :

- | | |
|---|---|
| - eaux souterraines - 46 m ³ /hab/an | zone rurale - 46 m ³ /hab/an |
| - eaux de surface - 55 m ³ /hab/an | zone urbaine - 51 " |

(extrait de "Quelques données sur la distribution d'eau potable en France" par D. BALLAY, T.S.M. Avril 1986).

Ces moyennes très globales cachent en réalité des différences très importantes d'une collectivité à l'autre, mais qui semblent s'amenuiser au cours des années.

Ainsi, en Meurthe-et-Moselle, les consommations actuelles se situent souvent dans la fourchette 50/60 m³/hab/an, quelques cas étant inférieurs (45/50) et quelques uns supérieurs (65/70) suivant le régime rural - urbain ou suivant la présence de gros consommateurs sur une collectivité de moyenne importance.

Néanmoins, cet écart tend à se réduire, les faibles consommations rattrapant les fortes. On prendra les hypothèses suivantes pour l'évolution 1985/2000 (15 ans) :

. Hypothèse basse

- augmentation de 10 m³/an/hab (+ 2 l/j/hab durant 15 ans)
pour les consommations actuellement inférieures à 60 m³/an/hab ;
- 70 m³/an/hab pour ceux consommant actuellement entre 60 et 70 m³/an/hab ;
- la consommation actuelle pour ceux consommant actuellement plus de 70 m³/an/hab.

. Hypothèse haute : 10 m³/an/hab de plus que l'hypothèse basse.

	1985	2000	
		HB	HH
Exemple 1	55	65	75
2	65	70	80
3	75	75	85

2.2. Jour de pointe

L'analyse des données montre que la consommation jour de pointe est 1,5 à 1,9 fois celle de la consommation moyenne annuelle, les agglomérations importantes et les autres ayant des consommations moyennes déjà élevées qui présentent des coefficients de pointe de 1,5 à 1,6 ; les petites agglomérations à faible consommation ont des coefficients de pointe de 1,7 à 1,9.

Pour simplifier, il a été pris un coefficient uniforme de 1,7.

Signalons que dans les collectivités rurales à fort élevage, la pointe hivernale (bêtes à l'étable) dépasse souvent la pointe estivale.

2.3. Rendement des réseaux de distribution

Les pertes constatées entre la production au niveau des captages et les consommations (facturées) caractérisent globalement le rendement du réseau. Ce rendement est de 0,7 dans les agglomérations mais chute à 0,6 - voire 0,5 - quand il s'agit de syndicat de communes rurales présentant un fort kilométrage de canalisations intercommunales anciennes.

Ces chiffres s'appliquent à la consommation moyenne annuelle ; il est difficile de les appliquer au jour de pointe car les fuites n'augmentent pas proportionnellement au débit, les pointes étant compensées par les pertes de charge, les baisses de pression...

On a supposé que l'amélioration des réseaux permettrait d'obtenir un rendement moyen de 0,7 en 2000.

Sur ces hypothèses, le rapport entre consommation moyenne et production jour de pointe est de 2,4.

2.4. Evolution de la population

En l'absence de simulation du modèle "PRUDENT" de l'INSEE sur la Lorraine à partir des recensements de 1975 et 1982, on a extrapolé pour la période 1982/2000 (soit 18 ans) de la manière suivante :

. La population a baissé de X entre 1975 et 1982 :

- hypothèse basse. La population baisse encore de X entre 1982 et 2000 ;
- hypothèse haute. La population reste stable, égale à celle de 1982.

. La population a augmenté de X entre 1975 et 1982 :

- hypothèse basse. La population augmente encore de X entre 1982 et 2000 ;
- hypothèse haute. La population augmente de 2X entre 1982 et 2000.

. La population est restée stable de 1975 à 1982 :

- hypothèse basse. La population reste stable jusqu'en 2000 ;
- hypothèse haute. La population augmente de 5 % en 2000.

2.5. Présentation des besoins estimés à l'horizon 2000

Sur la base de ces hypothèses d'évolution des besoins en eau des collectivités, le tableau en annexe 2 présente les résultats obtenus.

On note que les consommations moyennes s'étalent entre 50 et 100 m³/an/hab (soit, exprimées en jour de pointe, 233 à 466 l/jp/hab) avec des moyennes de :

- hypothèse basse = 67 m³/an/hab - 310 l/jp/hab,
- hypothèse haute = 77 m³/an/hab - 360 l/jp/hab.

Au niveau de la production (rendement moyen 0,7), on obtient une fourchette en jour de pointe de :

- 330 à 660 l/jp/hab avec des moyennes de 440 et 510 l/jp/hab en hypothèses basse et haute.

3 - ESTIMATION DES RESSOURCES POTENTIELLES DISPONIBLES

3.1. Hypothèse préliminaire sur les ressources

En face de ces besoins, il s'agit de prévoir les ressources adéquates ; pour cela, il est proposé les hypothèses préliminaires suivantes :

- aucune collectivité, actuellement alimentée par des eaux souterraines, ne sera alimentée par des eaux de surface en 2000 ;
- néanmoins, on admet que certains captages en nappe alluviale puissent augmenter de capacité par réalimentation artificielle à partir des eaux de surface (projet en cours) ;

- on conservera les captages présentant des teneurs en fer ou manganèse importantes, dans la mesure où le traitement adéquat est courant, et on prévoira, là où cela apparaît nécessaire, de nouveaux captages dans ces zones ;
- on ne conservera pas les captages présentant des teneurs en chlorures, sulfates et nitrates supérieures aux normes car on admet, d'une part, que tous les captages seront conformes aux normes de potabilité et, d'autre part, que la déminéralisation sera toujours trop onéreuse ;
- les autres ressources en eau souterraine que les nappes alluviales considérées ne seront pas plus sollicitées qu'actuellement (pas de nouveaux captages de source, pas de nouveaux forages au Grès vosgien...) par les collectivités concernées ;
- on n'admet aucune dégradation de la qualité des eaux souterraines 1986/2000.

3.2. Calcul des ressources potentielles disponibles

3.2.1. Données existantes

Les différentes études réalisées ont permis de reconnaître :

- d'une part, l'épaisseur des graves alluvionnaires, "les matériaux alluvionnaires en Meurthe-et-Moselle" de 1975 sur l'essentiel de la surface des plaines alluviales, par le CETE de Nancy ;
- d'autre part, les caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère alluvial et hydrochimiques des eaux souterraines dans certains secteurs pré-sélectionnés à l'époque "Etude hydrogéologique des alluvions de la Meurthe et de la Moselle dans le département de Meurthe-et-Moselle" de 1973 à 1975 par ENSG de Nancy, avec actualisation pour l'hydrodynamique en 1984 sur le tronçon Moselle amont de Messein, et pour l'hydrochimie en 1982 sur l'ensemble des secteurs de 1973/75.

Rappelons ici que la plupart des communes de la Vallée de la Meurthe sont alimentées par :

- les eaux de surface,
- la nappe profonde des grès vosgiens,
- des transferts d'eau de la nappe de la Moselle.

3.2.2. Hypothèses des estimations de ressources

Les captages actuels sont connus, leur rendement également. Il s'agit maintenant d'analyser la ressource maximale captable sur les secteurs déjà exploités (correspondant à peu près au périmètre de protection rapproché ou à son équivalent quand il n'a pas encore été défini), car ces secteurs sont déjà protégés vis-à-vis des exploitations de gravier qui y sont interdites.

Les critères utilisés pour cette estimation de la ressource maximale (sans réalimentation artificielle de la nappe au voisinage d'un captage) sont les suivants :

- le rendement maximum d'un puits de bon diamètre (mais pas à drain rayonnant) pour un rabattement de 1 m est voisin de la transmissivité $Q \leq T$ (m²/s), soit :

$$Q \text{ (m}^3\text{/h)} \leq 3.600 T \text{ (m}^2\text{/s)}$$

dans la mesure où l'épaisseur d'aquifère n'est pas inférieure à 3 m. Ainsi, pour :

$$\begin{array}{ll} T = 10^{-2} \text{ m}^2\text{/s} & Q \ll 36 \text{ m}^3\text{/h} \\ T = 3.10^{-2} \text{ m}^2\text{/s} & Q \ll 108 \text{ m}^3\text{/h} \end{array}$$

gamme de valeurs habituelles dans ces alluvions.

Dans un méandre de la rivière, délimitant un panneau de nappe, si l'on admet que :

- la rivière impose son niveau à la nappe (alimentation induite possible) ;
- l'alimentation latérale par les côteaux est négligeable ;
- on crée une ligne de "n" puits à égale distance de la rivière et du coteau, régulièrement espacés et exploités au même débit ($Q \sim T$) ;
- le rabattement maximal de la nappe au centre de la ligne de puits induit par l'ensemble des pompages n'excède pas 1 m, et ce pour un régime de pointe maintenu 24 h/24 h durant 1 mois plein ;
- les caractéristiques hydrodynamiques sont homogènes sur le secteur, avec un coefficient d'emmagasinement moyen de 5 % et une transmissivité T ;
- toute la longueur "L" du panneau de nappe est exploitée, c'est-à-dire $L = (n+1)r$, avec "r" la distance entre chaque puits

alors le débit maximal exploitable sur cette zone est estimé par une formule approchée :

$Q_{\max} = n.T$ (avec n (nombre de puits) vérifiant la relation

$$\frac{L}{10^4 \sqrt{T}} \neq \frac{n+1}{\left(\frac{n+1}{2} \cdot 540\right)^{\frac{1}{n-1}}}$$

★ Exemple 1 (analogue à Loisy)

$$\left. \begin{array}{l} T = 2.10^{-2} \text{ m}^2/\text{s} \\ L = 1.500 \text{ m} \end{array} \right\} n \sim 5,3 \text{ d'où } Q_{\max} = 380 \text{ m}^3/\text{h}$$

que l'on pourra répartir en 5 puits à 76 m³/h (débit proche de $Q = T = 72 \text{ m}^3/\text{h}$), espacés de 250 m, ou 6 puits à 63 m³/h espacés de 215 m.

★ Exemple 2 (analogue à Flavigny - Grand Breuil)

$$\left. \begin{array}{l} T = 10^{-2} \text{ m}^2/\text{s} \\ L = 500 \text{ m} \end{array} \right\} n = 4,0 \text{ d'où } Q_{\max} = 144 \text{ m}^3/\text{h} \text{ à répartir en}$$

4 puits à 36 m³/h espacés de 100 m,
ou 5 puits à 29 m³/h espacés de 83 m.

Les chiffres obtenus correspondent à ceux fournis par les études sur modèle mathématique réalisées sur ces 2 secteurs.

Si le coefficient d'emmagasinement "S" est très différent de 5 % qui est une moyenne, on peut prendre sa valeur mesurée en compte dans le calcul :

$$\frac{L}{10^4 \sqrt{T}} \text{ devient } \frac{L}{2.400 \sqrt{\frac{T}{S}}}$$

★ Exemple 1 bis

$$\left. \begin{array}{l} T = 2.10^{-2} \text{ m}^2/\text{s} \\ S = 0,5 \% \\ L = 1.500 \text{ m} \end{array} \right\} \begin{array}{l} n = 3,5 \text{ (au lieu de 5,3) d'où} \\ Q_{\max} = 252 \text{ m}^3/\text{h (au lieu de 380 m}^3/\text{h)} \end{array}$$

soit une diminution d'un tiers de la ressource pour un coefficient "S" 10 fois plus faible (pour le mois de pointe).

Notons que ce coefficient "S" n'intervient plus en régime permanent, régime que l'on approche en période d'étiage mais que l'on n'atteint jamais car, heureusement, chaque période humide hivernale recharge la nappe, surtout dans les zones inondables.

Dans certains cas, on peut rapprocher les puits de la rivière et donc les éloigner relativement de la limite des alluvions, permettant ainsi d'augmenter le débit exploitable, dans la mesure où les eaux de la rivière ne sont pas polluées par des toxiques solubles ou pas trop minéralisées. A ce titre, les chlorures de la Moselle (provenant des rejets salins dans la Meurthe) envahissent saisonnièrement la nappe déjà fortement exploitée par 4 puits à Loisy ; ceci risque de limiter l'augmentation possible des prélèvements sur ce panneau de la nappe alluviale.

3.3. Présentation des ressources potentielles

Les résultats de ces calculs sont présentés en annexe 3, pour chaque secteur de nappe alluviale de la Moselle; les données sont trop fragmentaires sur la Meurthe - Mortagne - Vezouze pour effectuer les mêmes estimations ; mais les ressources y sont faibles, de mauvaise qualité, peu utilisées.

Les ressources potentielles des différents panneaux de nappe alluviale de la Moselle sont situées dans la fourchette 1.200 à 11.000 m³/jp, les fortes valeurs correspondant aux secteurs de Atton, Gondreville, Toul, Méréville, Flavigny, Tonnoy, Neuville, Bayon-Virecourt, Grippont.

Mais certains secteurs présentent des problèmes de qualité des eaux souterraines :

- soit l'invasion des chlorures de la rivière (en aval du confluent de la Meurthe) qui progresse avec l'augmentation des pompages ;

- soit les teneurs en fer et manganèse qui nécessitent un traitement et favorisent le colmatage des puits ;
- soit les teneurs en sulfates (de calcium) dans le tronçon Velle - Flavigny amont et en Meurthe amont.

[La plaine alluviale de la Meurthe de Rosières-aux-Salines à Laneuveville n'a pas été analysée compte-tenu de la minéralisation élevée liée aux bassins des soudières (aucun captage d'eau potable)].

Si le traitement du fer et du manganèse ne pose pas trop de problèmes, par contre, la persistance de la teneur en chlorures ou sulfates (ou nitrates) condamne à terme les ressources affectées, car on a admis que toute distribution d'eau potable sera conforme aux normes européennes en 2000 et que la déminéralisation de ces sels (Cl, SO₄, NO₃) restera trop chère pour l'eau potable.

4 - BILAN BESOINS - RESSOURCES A L'HORIZON 2000

4.1. Secteur Frouard* - Pagny-sur-Moselle

Les captages actuels seront insuffisants pour couvrir les besoins 2000. Les seules ressources alluviales seront également insuffisantes ; même si tout le potentiel est utilisé car on ne peut pas effectuer de réalimentation artificielle de champ captant avec les eaux de la rivière à cause des teneurs en chlorures, particulièrement élevées en étiage quand, justement, on aurait besoin de réalimentation (on suppose ici qu'en 2000, les teneurs en chlorures des rivières seront comparables à celles actuelles).

La principale ressource de substitution constituée par l'exhaure de la mine de Saizerais (potentiel de 1,8 M m³/an) a actuellement des teneurs dépassant les normes de potabilité en sulfates et sodium essentiellement. On peut espérer que ces teneurs vont suffisamment diminuer au cours de la décennie à venir pour que cette ressource puisse, à long terme, jouer son rôle d'alimentation en eau potable sur ce secteur. Il reste néanmoins une forte incertitude sur l'évolution à long terme de la minéra-

lisation des eaux d'exhaure des mines de fer ennoyées.

Vis-à-vis des gravières, les secteurs de nappe alluviale à conserver sont :

- le panneau Vittonville - Arry-la-Lobe (Syndicat de Verny en Moselle),
- une partie de Pagny - Vandières, le long du canal,
- le panneau d'Atton,
- le panneau de Loisy.

Le panneau Pont-à-Mousson Nord serait à garder en réserve supplémentaire compte-tenu du déficit d'AEP à terme des collectivités de ce secteur (Pb. Mine de Saizerais).

4.2. Secteur Frouard - Messein

Ce secteur a été exploité et la Moselle canalisée ; il reste quelques lambeaux de nappe alluviale où se situent des captages à conserver et renforcer malgré les problèmes de fer et manganèse : cas de Gondreville, par exemple, et de Dommartin, afin de pallier aux pollutions accidentelles de la Moselle (prises d'eau de Toul et de Messein).

4.3. Secteur Messein - Gripport

La ressource alluviale globale actuelle de ce tronçon est suffisante pour assurer en 2000 l'alimentation en eau potable des collectivités actuellement utilisatrices de cette ressource.

Néanmoins, plusieurs problèmes se posent :

- sur le tronçon central (Velle - Flavigny) où une bonne part de la ressource est trop minéralisée (sulfates, dureté) :
- . d'une part, il est nécessaire de pratiquer une réalimentation par les eaux de la rivière si l'on veut baisser la minéralisation,

- . d'autre part, sur les secteurs où l'eau est peu minéralisée, on risque, en augmentant les pompages, d'attirer des eaux minéralisées voisines si on est du même côté de la rivière ;
- sur le tronçon aval (Flavigny - Messein), il est impératif de conserver les ressources existantes au droit des captages actuels de Flavigny et Méréville. La conservation de site du Grand Breuil n'apparaît pas nécessaire à l'horizon 2000 ; mais il n'est pas exclu que cette ressource se révèle utile à un horizon plus lointain, surtout pour le Syndicat de Pulligny ;
- sur le tronçon amont (Neuviller - Grippont), les ressources alluviales au niveau des captages seront suffisantes et restent à conserver. Mais, face aux problèmes d'érosion de berge, certains périmètres de protection sont entamés, les captages eux-mêmes sont menacés : il est proposé d'étendre les zones non graviérables autour de ces captages afin de pallier à ces inconvénients.

Globalement, sur ce tronçon, les interconnexions de réseaux sont à réaliser afin de faciliter l'acheminement de l'eau et diminuer la vulnérabilité de ces distributions d'eau potable aux pollutions accidentelles (en particulier quand les champs captants ont des réalimentations artificielles à partir d'eaux de rivière).

4.4. Secteur Meurthe

Les alluvions de la Meurthe - Mortagne - Vezouze sont peu intéressantes (faible ressource et qualité médiocre). Les principales agglomérations s'alimentent à partir d'eau de rivière (Lunéville, Blainville-sur-l'eau, Damelevières) ; les captages en nappe alluviale sont peu à peu abandonnés au profit d'autres ressources (cf. Thiébauménil, Hériménil, Croismare en projet de raccordement à Lunéville...).

On ne conservera que les périmètres de protection rapprochés des captages existants.

Les plans au 1/10.000 délimitent ainsi les zones réservées à long terme à l'exploitation des eaux souterraines.

5 - RECOMMANDATIONS SUR L'EXPLOITATION DES GRAVIERES AU VOISINAGE DES CAPTAGES

5.1. Lit mineur

Les exploitations en lit mineur sont maintenant interdites sur la Moselle.

Il est nécessaire d'entretenir et de restaurer les seuils afin de maintenir au mieux la ligne d'eau de la rivière et donc le niveau de la nappe alluviale afin de conserver la ressource exploitable en eau souterraine.

5.2. Lit majeur

Les recommandations suivantes sont applicables aux panneaux de nappe où existent (ou sont projetés) des captages.

5.2.1. Vis-à-Vis de la ressource

. L'exploitation ne devra pas être trop allongée dans le sens d'écoulement de la nappe afin de ne pas provoquer d'abaissement piézométrique à l'amont qui pourrait nuire au rendement d'un captage voisin. Il faut alors cloisonner l'exploitation. Des piézomètres entre exploitation et captage permettront de suivre cet impact au fur et à mesure de l'extension du plan d'eau et, donc, d'y remédier le cas échéant.

. Le remblaiement avec des matériaux peu perméables (cas le plus fréquent) peut diminuer le rendement d'un captage aval ou latéral. On laissera des berges perméables quand un captage est proche, avec un piézomètre de contrôle.

. On fera en sorte que le plan d'eau ne débite pas en période de moyennes et basses eaux (en réglant le seuil de débordement éventuel).

5.2.2. Vis-à-vis de la qualité des eaux

. Les matériaux de remblais ne doivent pas induire une dégradation de la qualité des eaux : là encore, un piézomètre de contrôle permettra de suivre la qualité des eaux souterraines en direction d'un captage.

. L'exploitation de gravière est interdite en périmètre de protection immédiate et rapprochée, réglementée en périmètre éloigné ; il est proposé, dans ce cas, d'inclure dans l'arrêté d'autorisation d'extraction :

- la réalisation d'au moins un piézomètre entre gravière et captage avec suivi des niveaux d'eau, à rythme mensuel, sur plan d'eau et piézomètre ;
- la réalisation d'analyses d'eau sur le plan d'eau et le(s) piézomètre(s), à rythme trimestriel (analyse type II Santé Publique).

Ces contrôles de niveau et de qualité sur la gravière et la nappe en direction des captages voisins seraient à réaliser avant, pendant et un an après le réaménagement final de la gravière. Les résultats seraient fournis à la Direction Régionale de l'Industrie et de la Recherche et à la collectivité utilisant le captage concerné.

L'implantation et les caractéristiques techniques des piézomètres seraient définies par l'hydrogéologue agréé et devraient figurer dans l'étude d'impact. Suivant la sensibilité du contexte, des rythmes de mesure et des types d'analyse différents de ceux-cités ci-dessus pourraient être imposés.

Suivant l'utilisation ultérieure du plan d'eau, il peut se révéler utile que le nouveau gestionnaire poursuive ces contrôles.

Cela revient à fixer un auto-contrôle de l'exploitant de gravières sur l'impact éventuel de son exploitation sur le régime des eaux souterraines au voisinage d'un captage d'eau potable, afin que des aménagements correctifs puissent facilement être mis en oeuvre au cours de l'exploitation et du réaménagement final.
