

# PRÉAMBULE

*L'Agence de Bassin Rhin-Meuse, en réalisant la carte du débit des forages d'eau potable, est soucieuse de mettre à la disposition des personnes intéressées, sous une forme facilement compréhensible, l'importante documentation scientifique qu'elle a accumulée depuis sa création sur les eaux souterraines.*

*L'objectif est de promouvoir l'exploitation des eaux souterraines (souvent négligée par manque d'information) à des fins d'utilisation en eaux de qualité.*

*La carte ne peut cependant pas constituer une garantie de résultat, en cas de réalisation de forages, son rôle est purement informatif.*

*Il s'agit bien évidemment du débit probable d'exploitation maximale d'un forage correctement réalisé en un endroit donné.*

*L'Agence de Bassin Rhin-Meuse peut, dans certains cas, apporter une aide financière dans la réalisation de recherches d'eau souterraine et de forages d'exploitation.*

## POUR LIRE LA CARTE

— se situer en utilisant le tracé des cours d'eau et l'emplacement des principales villes mais ne pas négliger de regarder la situation alentour. Il peut en effet être plus intéressant de posséder un important centre de captage à une certaine distance qu'une multiplication des ouvrages locaux (mais l'inverse peut être vrai en cas de dispersion des besoins) :

— pour une teinte continue, le débit est considéré comme relativement bien estimé et le risque d'échec très faible. Le débit le plus probable est compris n'importe où dans la classe. Il n'est pas situé au milieu. On se méfiera donc de l'interprétation instinctive qui supposerait que pour obtenir  $20 \text{ m}^3/\text{h}$  il suffit de se placer dans la zone  $10$  à  $30 \text{ m}^3/\text{h}$ . Il y a en fait autant de chance de devoir faire appel à un seul forage (qui fera  $30 \text{ m}^3/\text{h}$ ), qu'à deux (de  $10 \text{ m}^3/\text{h}$ ) :

— dans une zone de teinte quadrillée, le risque d'échec ne peut pas être négligé. Quelle que soit la classe, rien n'exclut que l'on obtienne un débit de la classe inférieure (ou supérieure) :

— la proximité d'une faille ou d'un cours d'eau en liaison avec la nappe est un élément généralement très favorable mais, pour la prise en compte des conditions locales, il faudra toujours faire appel à un géologue spécialiste.

## LA CARTE ET SON CONTENU

Seules les eaux potables ont été retenues pour le dessin de la carte. On ne trouvera donc aucun renseignement sur les nappes d'eaux salées ou non potables qui peuvent par ailleurs présenter un intérêt dans le domaine de l'utilisation thermique (soins, eaux minérales) ou thermiques des eaux (climatisation, géothermie).

La cartographie concerne la première nappe d'eau rencontrée. Il s'agit en général de forages de moins de 100 m de profondeur. La capacité de production des nappes profondes (au-delà de 100 m) n'est signalée que lorsqu'elle est supérieure à celle de la nappe superficielle. Dans le cas où il existe plusieurs nappes profondes superposées, seule la principale est représentée. Son figuré est inscrit dans les hachures verticales et étroites.

Les débits ont été groupés par classes dont les limites croissent de façon à caractériser des ordres de grandeur : 10 à 30 m<sup>3</sup>/h ou 100 à 300 m<sup>3</sup>/h par exemple. Pour les secteurs où l'incertitude est telle qu'elle pourrait dépasser l'intervalle prévu pour ces limites, un figuré différent mais de même couleur a été utilisé. Il s'agit de milieux fissurés (calcaires ou granites) ou de natures géologiques très variables.

Compte tenu de l'échelle de la carte, les phénomènes locaux qui peuvent avoir une grande influence sur le débit d'un forage (la proximité d'une rivière, d'une faille ou d'un autre groupe de captage par exemple) n'ont pas pu être représentés. Cependant on trouvera l'indication des principales anomalies connues :

- les grandes failles qui sont souvent des zones aquifères intéressantes dans les terrains durs ;
  - les secteurs où le réservoir aquifère est vide ou du moins très difficilement exploitable, du fait de l'exploitation des mines (de fer et de charbon) ;
  - les secteurs de nappe rendus inutilisables pour les eaux potables du fait de la pollution ou de la prolifération des gravières.
-

## POUR RÉALISER UN FORAGE

En premier lieu, il est nécessaire, lors de la réalisation d'un forage, de capter la totalité de la partie la plus perméable de l'aquifère. Celle-ci varie fortement d'un endroit à un autre mais elle pourra être indiquée par un géologue. On peut cependant signaler que, pour les nappes libres proches du sol, elle dépasse rarement 30 m. de profondeur dans le fond des vallées.

Certaines roches très résistantes permettent de pomper l'eau directement dans le trou nu ; mais il est souvent indispensable de placer un tube crépiné de protection. Dans les formations meubles il est, en outre, nécessaire de mettre en place un filtre de graviers calibrés destiné à retenir les particules les plus fines du terrain tout en laissant passer l'eau. Cet équipement est la phase la plus délicate de réalisation du forage. Son choix relève du géologue spécialiste.

Ensuite, quelle que soit la technique de foration utilisée, un forage neuf est toujours plus ou moins colmaté par les débris de roches issus de la perforation qui tapissent ses parois. Pour éliminer cette gaine peu perméable qui fait obstacle à l'écoulement des eaux, il est nécessaire de faire pratiquer par l'entreprise de forage un « développement » de l'ouvrage. Cette opération, qui peut paraître onéreuse (ordre de grandeur 12 000 F en 1979) est souvent rentable.

Dans les calcaires, on procède par acidification.

Une quantité d'acide chlorhydrique équivalente au volume d'eau contenu par le forage est déversée dans l'ouvrage qui est nettoyé quelques heures après par un pompage énergétique. On aura intérêt à répéter l'opération une ou deux fois. Le pistonnage sera utilisé dans les alluvions et le lavage aux polyphosphates dans les niveaux plus ou moins argileux.

Par ailleurs le diamètre du forage a une influence réduite sinon négligeable sur le débit. Il doit surtout être suffisant pour permettre de placer la pompe et autoriser un écoulement aisé de l'eau dans le tubage. Un diamètre de 300 à 400 mm est souvent un bon compromis entre les considérations techniques et financières.

Enfin le rabattement du niveau d'eau provoqué dans le forage par le pompage est directement lié au débit prélevé. Il convient cependant de limiter ce rabattement au tiers de la hauteur d'eau du forage pour éviter une détérioration ou un vieillissement prématuré de l'ouvrage.

# LES EAUX SOUTERRAINES

L'eau est présente partout dans le sol (à partir d'une profondeur variable mais qui ne dépasse pas quelques dizaines de mètres). Elle occupe les vides qui existent, soit entre les éléments des roches (granuleuses) soit sous forme de fissures (dans les roches compactes par exemple), d'une manière tout à fait comparable à l'imbibition d'une éponge.

Cette porosité des roches présente un grand intérêt pour la circulation des eaux souterraines lorsque les pores, vides et fissures diverses, communiquent entre eux. On a alors à faire à une roche perméable dans laquelle il est possible de capter l'eau. Les graviers et sables, les grès et les calcaires sont les principales roches perméables. Elles constituent des réservoirs aquifères couvrant des centaines de kilomètres carrés et susceptibles de contenir des milliards de mètres cubes d'eau.

L'eau présente dans le sol n'est pas immobile ; elle est alimentée par l'infiltration des pluies d'hiver et des cours d'eau et s'écoule très lentement (quelques mètres par jour ou quelques mètres par an selon les cas) vers les sorties que sont les sources ou les captages exploités. Dans les calcaires, les fissures sont parfois très ouvertes et l'eau peut circuler plus vite. Une érosion souterraine se développe et peut aboutir à la création de véritables rivières souterraines. On parle alors de karst. Ces ressources en eau, parfois spectaculaires, sont cependant souvent plus illusoire que réelles du fait de leur grande irrégularité dans le temps.

---

## **FAUT-IL UNE AUTORISATION ?**

Dans le bassin Rhin-Meuse aucune autorisation n'est nécessaire pour capter les eaux souterraines à l'exception des secteurs couverts par :

- les concessions des eaux minérales de Vittel et de Contrexeville (Vosges) ;
- le périmètre de protection du stockage de gaz de Cerville (Meurthe-et-Moselle) dans la nappe profonde des grès vosgiens.

De plus, un projet d'extension à la Lorraine du décret-loi du 8 août 1935 pourrait aboutir prochainement. Il prévoit de soumettre à autorisation préalable les forages de plus de 40 m de profondeur susceptibles de prélever plus de 8 m<sup>3</sup>/h d'eau souterraine dans la partie centrale du département de la Moselle et dans la région de Vittel.

La mise à disposition d'eau au public (même dans un établissement privé) est, par contre, soumise aux règles de potabilité et à autorisation de la santé.

Enfin tout ouvrage de plus de 10 m de profondeur doit être déclaré, lors de sa réalisation (article 131 du code minier) ainsi que tout moyen de prélèvement fixe de plus de 8 m<sup>3</sup>/h auprès de la préfecture (article 40 de la loi sur l'eau).

# LE CAPTAGE DES EAUX SOUTERRAINES

Le grand avantage des eaux souterraines, indépendamment de l'aspect garantie de la qualité, est lié à l'importance de la réserve et à la continuité de la ressource.

L'importance de la réserve autorise tous types de variation de prélèvements. La continuité de la ressource dans l'espace permet de satisfaire des besoins dispersés ou la recherche d'une sécurité d'approvisionnement.

Il faut cependant tenir compte du mode de captage. Avec un captage de sources, l'exploitant n'est pas maître du débit. Lorsque la source débite trop, le surplus est évacué alors qu'en période de basses eaux, il n'y a aucun moyen d'augmenter le débit même s'il est insuffisant.

Par contre, il est possible de moduler le débit d'un forage. Celui-ci est en effet lié à la perméabilité de la roche, à l'épaisseur de la nappe et à l'abaissement du niveau d'eau provoqué par le pompage (rabattement). L'accroissement de chacun de ces trois éléments accroît le débit et il est possible (dans certaines limites) de les influencer. L'intérêt du forage est donc d'aller chercher l'eau dans son gîte, même en étiage, alors que la source ne fournit généralement qu'un débit de trop plein de la nappe, susceptible de tarir dans des conditions météorologiques défavorables.

On peut dire enfin un mot sur la surexploitation des nappes ; dans le bassin Rhin-Meuse, celle-ci est très localisée et quasi inexistante (sauf dans le bassin houiller). Il faut cependant tenir compte avant de réaliser des forages de l'influence réciproque de prélèvements voisins pouvant amener à une diminution des performances des ouvrages.

---

## L'AIDE DE L'AGENCE DE BASSIN

Afin de promouvoir l'exploitation des eaux souterraines par forage tout en limitant les risques pour les utilisateurs, l'Agence de bassin Rhin-Meuse peut aider les collectivités et industriels dans les deux cas suivants :

- exécution d'une étude hydrogéologique préalable à l'implantation d'un forage,
- réalisation d'un forage présentant un risque d'échec.

L'aide aux études hydrogéologiques préalables est une subvention au taux de 50 %, celle-ci est cependant plafonnée (1).

L'aide à la réalisation de forages est réservée aux ouvrages présentant un risque sérieux d'échec (notamment sur la foi du rapport géologique). C'est un prêt de 50 % du montant des travaux, l'aide étant également plafonnée (2).

Cette aide est remboursable sans intérêt en 3 ans si l'ouvrage peut être mis en service. Si ce n'est pas le cas, le prêt est transformé en subvention.

Pour bénéficier de ces aides, il faut en faire la demande à l'Agence préalablement à tout engagement (sous le couvert de l'autorité préfectorale pour les collectivités), en joignant un dossier explicatif comprenant :

- mémoire explicatif et justificatif,
- plan de situation,
- description technique sommaire,
- devis estimatif,
- plan de financement.

---

(1) 25 000 F en 1979

(2) 120 000 F en 1979



## LE RISQUE D'ECHEC

Dans certaines nappes, alluvions et grès notamment, le risque d'échec est très faible, voire négligeable.

Dans les calcaires et autres roches fissurées, au contraire, il faut le prendre en compte. En effet, ces fissures sont plus ou moins larges et réparties de manière mal ordonnée. Plus un forage recoupe de fissures et plus elles sont larges, plus le débit exploitable est important. La disposition exacte des fissures étant inconnue, on se base sur leur plus ou moins grande fréquence pour désigner les zones favorables. Il n'est donc pas impossible de trouver à faible distance l'un de l'autre des ouvrages très différents. Certains étant « secs » (c'est-à-dire abandonnés pour cause de débit trop faible) et d'autres « bons » (donnant un débit supérieur ou égal au débit espéré). Le risque d'échec ne peut pas être estimé faute de disposer de statistiques à ce sujet. Par ailleurs, l'échec est rarement total et l'on peut souvent utiliser quand même un forage dont le débit est inférieur à celui espéré. Dans ce cas, il est possible de réaliser plusieurs forages.

La notion de risque d'échec est d'ailleurs indissociable de la notion inverse de réussite exceptionnelle. Concrètement, si sur un certain territoire, le débit espéré d'un forage est de 30 m<sup>3</sup>/h, il existe autant de « risque » de trouver en réalité trois fois moins que trois fois plus. L'intervention d'un géologue-conseil est donc nécessaire car elle permet de privilégier les chances de réussite et de réduire le risque d'échec même si le résultat ne peut pas être garanti.

---

## **Services Géologiques agréés en matière d'eau**

Service Géologique Régional  
« Alsace »

(BRGM)

204, route de Schirmeck

67200 Strasbourg

Tél. : (88) 30.12.62

Service Géologique Régional

« Champagne » (BRGM)

13, boulevard du Général-Leclerc

51100 Reims

Tél. : (26) 49.93.40

Service Géologique Régional

« Lorraine » (BRGM)

Rue du Parc de Brabois

54500 Vandœuvre

Tél. : (83) 51.43.51

(8) 351.43.51\*

Ecole Nationale Supérieure  
de Géologie

(Lorraine et Haute-Marne)

B.P. 452

54000 Nancy

Tél. : (83) 35.85.86

(8) 335.85.86\*

(8) 760.48.88\*

Université

des Sciences et Techniques

de Lille (Nord et Ardennes)

B.P. 36

59650 Villeneuve-d'Ascq

Tél. : (20) 91.92.22

## **Universités et Bureaux d'Etudes spécialisés en hydrogéologie**

### **Agence de Bassin Rhin-Meuse**

B.P. 36 57160 Moulins-lès-Metz

Tél. : (87) 60.48.88

(8) 760.48.88\*

---

\* Nouveau numéro  
d'appel téléphonique  
en service à partir de 1980.

## POUR EN SAVOIR PLUS...

... sur les possibilités de captage des eaux souterraines dans le bassin Rhin-Meuse, vous pouvez vous adresser aux :

	<b>Directions départementales de l'Agriculture</b>	<b>Directions départementales de l'Équipement</b>
<b>Ardennes</b>	44, rue du Petit-Bois 08100 Charleville-Mézières Tél. : (24) 33.24.24	Rue des Granges-Moulues Route de Prix-les-Mézières 08100 Charleville-Mézières Tél. : (24) 57.91.32
<b>Haute-Marne</b>	46, avenue Emile-Cassey 52000 Chaumont Tél. : (25) 03.30.30	Cité Administrative 52000 Chaumont Tél. : (25) 03.30.51
<b>Meurthe-et-Moselle</b>	45, rue Ste-Catherine Cité Administrative 54043 Nancy-Cédex Tél. : (83) 36.36.45 ( 8 ) 336.36.45*	Place des Duces-de-Bar 54000 Nancy Tél. : (83) 28.93.21 ( 8 ) 328.93.21*
<b>Meuse</b>	Rue de St-Mihiel Château de Marbeaumont 55000 Bar-le-Duc Tél. : (29) 79.38.20	59, rue du Bourg Case officielle n° 14 55000 Bar-le-Duc Tél. : (29) 79.48.65
<b>Moselle</b>	Rue du Chanoine-Collin Cité Administrative 57036 Metz-Cédex Tél. : (87) 74.91.21 (8) 774.91.21*	Cité Administrative B.P. 1035 57036 Metz-Cédex Tél. : (87) 30.38.93 (8) 730.38.93*
<b>Bas-Rhin</b>	2, rue des Mineurs 67000 Strasbourg Tél. : (88) 32.73.10	2, rue de l'Hôpital-Militaire Cité Administrative 67000 Strasbourg Tél. : (88) 36.36.32
<b>Haut-Rhin</b>	Rue Fleischhauser Cité Administrative Bâtiment K 68.026 Colmar Tél. : (89) 23.99.20	Cité Administrative 68000 Colmar Tél. : (89) 23.99.20
<b>Vosges</b>	Caserne Schneider Cité Administrative 88000 Epinal Tél. : (29) 82.98.55	6, rue de la Préfecture 88000 Epinal Tél. : (29) 22.98.10
	<b>Services régionaux d'aménagement des Eaux</b>	<b>Centre d'Études Techniques de l'Équipement de l'Est</b>
<b>Alsace</b>	24, Grand'Rue Horbourg 68000 Colmar Tél. : (89) 23.99.20	(Pour Alsace, Champagne-Ardenne et Lorraine) 27, place St-Thiebault B.P. 1091 57036 Metz-Cédex Tél. : (87) 74.46.45 (8) 774.46.45*
<b>Champagne-Ardenne</b>	13, rue Carnot 51022 Châlon-sur-Marne Cedex Tél. : (26) 68.43.33	
<b>Lorraine</b>	2, En Bonne-Ruelle 57000 Metz Tél. : (87) 75.35.31 (8) 775.35.31*	

# PETIT LEXIQUE DES EAUX SOUTERRAINES

**Acidification** : Opération qui consiste à injecter de l'acide chlorhydrique (ou sulfamique) dans un réservoir calcaire par l'intermédiaire d'un forage pour dégager ou élargir les fissures et obtenir ainsi un meilleur débit. En général, l'acide ne pénètre pas plus loin que quelques décimètres dans les roches.

« **Air lift** » : Pompage par introduction d'air comprimé dans le fond du forage et sans utilisation de pompe. Permet de nettoyer efficacement un ouvrage neuf.

**Alluvion** : Formation géologique déposée par les cours d'eau formée de galets, graviers, sables, argiles et parfois tourbes en proportions très variables. La perméabilité est liée à la teneur en argile (qui obstrue plus ou moins les vides).

**Aquifère** : Qui contient de l'eau. Un réservoir rocheux peut être aquifère ou pétrolière ou salifère, etc. Souvent employé seul pour « réservoir aquifère ».

**Artésien** : Qui jaillit du sol.

**Battage** : Méthode de forage par utilisation d'une lourde lame actionnée verticalement dans le fond du trou. Il est nécessaire de curer périodiquement l'ouvrage en cours de foration.

**Captif** : Une nappe est captive lorsque l'eau y est sous pression sous un toit imperméable et monte dans le forage au-dessus du sommet du réservoir aquifère. Il s'agit en général de nappes profondes.

**Caractéristiques** : La courbe caractéristique d'un forage est le graphique représentatif de la relation entre le débit et le rabattement du niveau d'eau.

**Crépine** : Tube perforé placé dans le forage au niveau du réservoir pour maintenir la roche en place tout en permettant à l'eau d'entrer dans le tubage. Les perforations peuvent être constituées par des fentes, des trous ronds ou des nervures repoussées (fendues latéralement). Leur ouverture doit être inférieure aux dimensions des particules de roche susceptible de s'introduire dans le forage.

**Débit critique** : Débit d'exploitation au-delà duquel on risque une détérioration du forage. Il est déterminé soit en fonction de la vitesse d'écoulement dans le massif filtrant (risques de colmatage par des particules argileuses ou d'entraînement de sable dans le forage lui-même), soit en fonction du rabattement (pas plus de 1/3 de l'épaisseur de la nappe libre compte tenu du risque d'entartrage des crépines dénoyées), soit enfin en fonction de la rapidité d'accroissement du rabattement face au débit (indice d'un changement de régime d'écoulement).

**Développement** : Opération qui consiste à obtenir le meilleur débit d'un forage par action mécanique ou chimique. On emploie l'acidification dans les roches calcaires et le lavage aux polyphosphates en présence d'argile. Dans tous les cas, le pistonage et le pompage brutal par courtes périodes est utile pour décolmater les ouvrages neufs.

**Filtre** : Massif de gravier disposé à l'extrados de la crépine dont la granulométrie est telle qu'elle favo-

rise le passage de l'eau tout en empêchant celui des particules de roche dans le forage. On le complète parfois par une toile métallique ou de nylon autour de la crépine. Un filtre n'est généralement pas nécessaire dans les calcaires.

**Forage** : Ouvrage vertical creusé à la machine et de diamètre généralement inférieur à 800 mm.

**Karst** : Forme d'érosion des calcaires par dissolution aboutissant dans ses stades ultimes à la création de conduits, grottes et parfois rivières souterraines.

**Libre** : Une nappe est libre lorsqu'aucun niveau géologique imperméable ne l'isole du sol. Elle est donc directement alimentée par les pluies et l'eau ne peut pas se mettre en pression.

**Marteau « fond de trou »** : Méthode de foration par utilisation d'un perforateur à air comprimé au fond du forage. Les débris de roche sont remontés par air lift.

**Mur** : Base d'une formation géologique.

**Nappe** : Eau contenue dans les vides d'un ensemble continu de roches aquifères.

**Perméabilité** : Caractérise l'aptitude d'une roche à laisser passer l'eau (en m/s).

**Pertes de charge** : Résistance à l'écoulement, qui se traduit par un abaissement du niveau d'eau en pompage. Elle est due à l'obstacle à l'écoulement créé par la crépine ou le filtre ou le colmatage de l'un d'entre eux.

**Phréatique** : Premier niveau d'eau rencontré en creusant un puits. Il s'agit donc généralement d'une nappe libre ou d'un niveau aquifère très superficiel.

**Piézométrique** : Niveau auquel se stabilise l'eau souterraine dans un ouvrage en l'absence de pompage (pour un forage artésien ce niveau se situe au-dessus de la surface du sol).

**Pistonage** : Agitation ou pompage d'eau dans un forage par la manœuvre d'un piston noyé du diamètre du forage.

**Polyphosphates** : Les polyphosphates de soude favorisent la dispersion des particules argileuses dans l'eau. Ils jouent, vis-à-vis des réservoirs argileux, un rôle comparable à l'acidification dans les calcaires (mais beaucoup moins efficace).

**Porosité** : Caractérise la quantité de vides renfermés par une roche (en %).

**Puits** : Ouvrage vertical creusé à la main et de diamètre généralement supérieur à 0,8 m.

**Rabattement** : Abaissement du niveau d'eau dans l'ouvrage provoqué par le pompage.

« **Rotary** » : Méthode de foration par une machine rotative entraînant un trépan. Les débris de roches sont remontés par une circulation de boue.

**Substratum** : Niveau imperméable à la base d'une formation aquifère c'est aussi le mur de la nappe.

**Toit** : Sommet d'une formation géologique.

**Transmissivité** : Caractérise la facilité de passage de l'eau dans un milieu de perméabilité et de dimensions données (en m<sup>2</sup>/s).