

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

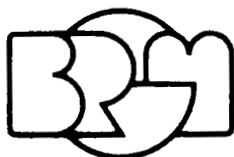
SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL
B.P. 6009 - 45018 Orléans Cédex - Tél. : (38) 63.80.01



Problème du Fer et du Manganèse
dans les eaux souterraines
en Alsace

=====

31 Décembre 1982



Service géologique régional ALSACE
204, route de Schirmeck, 67200 Strasbourg - Tél. : (88) 30.12.62

S O M M A I R E

INTRODUCTION

1. LE FER ET LE MANGANESE DANS LES EAUX SOUTERRAINES

- 1.1. Les différentes formes
- 1.2. L'origine du fer et du manganèse
- 1.3. Le passage du fer et du manganèse dans les eaux, leur équilibre et leur évolution

2. LE FER ET LE MANGANESE EN ALSACE

- 2.1. Les aquifères
- 2.2. Les analyses des eaux
- 2.3. Examen des occurrences de fer et de manganèse, zonéographie
- 2.4. Utilisation de la zonéographie
- 2.5. Limites de l'étude.

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Analyses chimiques. Principaux résultats de teneurs en Fe et Mn.

Annexe 2 : Cartographie des zones à présence de Fe et Mn. Département du Haut-Rhin. Echelle 1/100 000.

Annexe 3 : Cartographie des zones à présence de Fe et Mn. Département du Bas-Rhin. Echelle 1/100.000.

INTRODUCTION

Le fer et le manganèse sont deux métaux nécessaires au métabolisme de l'homme. Les principaux aliments (pain, lait, viande, poissons, légumes...) contiennent des proportions importantes (entre 1 et 40 mg/kg) de ces deux éléments.

Les inconvénients liés à la présence de fer et de manganèse dans l'eau des nappes souterraines sollicitée en distribution publique ne sont pas essentiellement liés à leur toxicité.

En effet, ces éléments, présents sous forme dissoute dans l'eau, peuvent s'oxyder dans les canalisations et donner des dépôts rouges et noirs. Ce phénomène entraîne chez l'utilisateur l'apparition d'eaux colorées (rougeâtres), de taches sur le linge et les sanitaires, ainsi qu'une mauvaise cuisson.

Certaines industries requièrent des eaux exemptes de fer et de manganèse.

De plus, la présence de fer dans les conduites ou les tubages des forages favorise la croissance et la multiplication de ferrobactéries créant des concrétions parfois importantes. Ces concrétions entraînent des pertes de charges réduisant les débits. Par ailleurs, à leur niveau se développent des bactéries sulfato-réductrices attaquant les conduites.

Enfin, le fer et le manganèse donnent à l'eau un goût métallique, le fer en particulier est décelable, au goût, à des concentrations relativement faibles.

Tous ces inconvénients ont entraîné l'imposition de limites de concentrations en fer et en manganèse pour les eaux potables ; ces normes étant basées sur des aspects esthétiques, gustatifs et économiques.

En France, les concentrations tolérables (article 1 de l'arrêté du 10 Août 1961) sont pour :

- . le fer 0,2 mg/l
- . le manganèse 0,1 mg/l.

En Alsace, certains captages et réseaux d'alimentation en eau potable ainsi que divers points d'eau présentent des teneurs supérieures à ces normes de potabilité et ont nécessité des traitements adéquats. Il a été jugé utile d'élaborer le présent travail de synthèse et d'interprétation visant :

- . à définir les zones à risque particulièrement important,
- . et à préciser les conditions d'occurrence du fer et du manganèse (à des teneurs supérieures aux normes),

dans les aquifères de la région.

Cette étude est financée à parts égales par :

- . la Région Alsace,
- . le Ministère de l'Industrie,
- . l'Agence Financière de Bassin Rhin Meuse.

1. LE FER ET LE MANGANESE DANS LES EAUX SOUTERRAINES

1.1. Les différentes formes

Le fer présente trois degrés d'oxydation : le fer Fe, l'ion ferreux Fe^{2+} et l'ion ferrique Fe^{3+} .

Dans les eaux naturelles, aux conditions habituelles de pH (5,4 à 8,0), le fer ferreux est soluble.

En conditions oxydantes le fer ferreux passe à l'état de fer ferrique précipitant sous forme d'hydroxyde. Les deux formes d'ions, ferreux ou ferrique, peuvent former des complexes avec les matières organiques ou humiques, en particulier dans les eaux de surface.

Par ailleurs, le fer se rencontre également associé aux bicarbonates, $Fe(CO_3)_2$, et de façon moins fréquente les eaux peuvent être sulfatées ferrugineuses (exhaure des mines de charbon, tourbières ou mines de pyrite).

Le manganèse se rencontre sous tous les états d'oxydation de Mn^+ à Mn^{7+} . Dans l'eau, il existe sous forme soluble à l'état bivalent Mn^{2+} associé aux carbonates et sulfates. Sa précipitation sous forme de MnO_2 demande un fort pouvoir oxydant.

1.2. L'origine du fer et du manganèse

L'origine de ces métaux est à rechercher dans les formations géologiques, réservoirs, et ce sont les facteurs, physiques, chimiques et bactériologiques qui vont influencer sur leur présence dans les eaux.

Le fer est présent dans les roches (plutoniques, volcaniques et sédimentaires) et dans les minéraux constitutifs, soit à l'état de constituant majeur, soit en impuretés : sa teneur variant de traces à environ 20 %.

Le manganèse est beaucoup moins bien représenté dans les roches, mais il est présent en quantités non négligeables dans les sols car cet élément est en étroite relation avec les plantes ; il est le premier qui se libère et migre avec les lessivages pluviaux.

En complément de ces origines naturelles, il convient de citer les origines artificielles :

- . équipements des captages,
- . rejets dus aux activités humaines,
- . conditions d'exploitation des aquifères,

pouvant introduire ou augmenter dans les eaux le fer et le manganèse.

1.3. Le passage du fer et du manganèse dans les eaux, leur équilibre et leur évolution

L'eau est, dans la plupart des cas, à l'origine de l'altération et de la transformation des roches et des minéraux ; de ce fait, le fer et le manganèse peuvent être et sont présents dans les eaux souterraines ; il y a pratiquement toujours présence de ces deux éléments dans les eaux souterraines, même en teneur infime.

En effet, l'eau fonctionne comme une source d'ions H^+ et OH^- , et les processus les plus importants sont principalement pour le fer et le manganèse :

- . la réduction et l'oxydation,
- . la mise en solution par voie ionique ou par complexation.

Une fois dissous dans les eaux, le fer et le manganèse sont en état d'équilibre, susceptible d'être rompu : la solubilisation étant modifiée en fonction ou sous l'action de différents paramètres, physico-chimiques et bactériologiques :

- . le potentiel d'oxydo-réduction (Eh),
- . le pH.

Des diagrammes de stabilité Eh-pH du fer et du manganèse permettent de situer la physico-chimie des eaux qui ont été analysées (diagramme de Hem 1961, Garrels et al. 1967...)

- . L'oxygène dissous,
- . Des actions indirectes des carbonates, sulfates...
- . Les micro-organismes et les matières organiques provoquent la réduction du fer et sa solubilisation.

En tout état de cause, la solubilisation dans le sol et dans l'aquifère est un processus assez complexe, ayant fait et faisant l'objet de nombreuses études.

Les teneurs en fer et manganèse et leur évolution dans les eaux souterraines suivent ces processus et par conséquent sont particulièrement dépendantes des conditions propres au milieu naturel, des modifications du milieu naturel, des saisons, du substratum et de la lithologie mais aussi de la profondeur des ouvrages de captages, de leur équipement ainsi que des conditions d'exploitation.

Tous ces facteurs sont susceptibles de modifier la physico-chimie des eaux, ils peuvent jouer isolément mais également ensemble en particulier pour les aquifères "superficiels" : les nappes alluviales.

En conclusion, dans les conditions de milieu réducteur, il y a solubilisation du Fe et de Mn dans les eaux ; dans les conditions oxydantes, cette solubilisation n'est pas favorisée ou il se produit la précipitation du fer ferrique et du bioxyde de manganèse.

2. LE FER ET LE MANGANESE EN ALSACE

2.1. Les aquifères

Les aquifères sollicités pour les besoins en eau de l'Alsace, se situent dans le cadre géologique et géographique général de la région.

Celui-ci est dominé par les deux grandes zones naturelles : les Vosges et la plaine alluviale du Rhin. Entre ces deux grandes unités, il convient de citer les zones intermédiaires (champs de fractures et collines sous-vosgiennes) et des zones périphériques (le Sundgau et le Jura).

Les Vosges

Du Sud jusqu'à hauteur de Schirmeck, le massif vosgien comprend des unités granitiques, cristallophylliennes ou des formations primaires, dans lesquelles apparaissent des sources au voisinage des failles, des zones de fracturations et/ou d'altération des roches. Ces possibilités hydrogéologiques ont été mises à profit par un grand nombre de localités ayant capté les sources.

Dans les Vosges du Nord, à couverture triasique, ce sont les formations gréseuses du Buntsandstein ou calcaire du Muschelkalk qui constituent les aquifères captés par des sources ou par des forages.

Dans les vallées, particulièrement des Vosges du Sud, se développent des aquifères alluvionnaires dont l'épaisseur est parfois importante (du fait du surcreusement glaciaire). Ils y sont sollicités tant par les collectivités que par les industries.

Les collines sous-vosgiennes (+ champs de fracture de Saverne)

Elles sont formées, par jeu tectonique, d'un ensemble de compartiments de terrains allant du Trias au tertiaire (conglomérat côtier de l'Oligocène) ; les possibilités hydrogéologiques de ces secteurs sont limitées ; néanmoins, elles renferment des petites nappes, dans les grès et calcaires du Trias ou Oligocène, apparaissant à la faveur de sources de trop-plein ou de faille.

Le Jura

En bordure Sud de l'Alsace, dans la région de Ferrette, les séries calcaires du Dogger Rauracien et Séquanien, constituent l'aquifère émergeant au travers des sources du type karstique utilisées par les localités du secteur.

Le Sundgau

La région du Sundgau correspond à la partie Sud de l'Alsace comprise entre la vallée de la Doller et la plaine du Rhin.

On dispose ici d'une couverture alluviale pliocène (sur les terrains marneux tertiaires) ayant été déposée par le Rhin en la période où il s'écoulait vers le Sud et rehaussée ultérieurement. A ces alluvions pliocènes se substituent des alluvions quaternaires dans les vallées des cours d'eau actuels (Ill, Largue et Doller).

L'aquifère des alluvions pliocènes, à ressources limitées, est capté pour assurer l'alimentation des villages par des sources d'exutoire de nappe et localement (en renforcement) par des forages.

Les alluvions quaternaires (Doller) ^{de la S. ... ?} présentent de bonnes caractéristiques hydrogéologiques autorisant de bons débits.

En dehors de ces alluvions, on peut signaler un autre aquifère "la molasse alsacienne" (oligocène supérieur) capté par forage à Altenach, Fülleren et Hagenthal ou ~~font~~ ^{font} l'objet de recherches (à Dannemarie).

La plaine rhénane

Suivant la situation géographique, l'alimentation en eaux des collectivités situées dans la plaine d'Alsace se fait à partir de la nappe des sables pliocènes, de la nappe alluviale du Rhin ou encore dans les vallées ou cônes de déjections des rivières vosgiennes à leur débouché en plaine.

a) Les sables pliocènes

Dans la région de Haguenau et s'étendant vers le Nord (Wissembourg), les formations pliocènes essentiellement sableuses (pouvant inclure des lentilles argileuses et des passages de gravier) constituent un vaste cône de déjection. Cette unité est recouverte à l'Est par les graviers du Rhin, à l'Ouest, au Sud-Ouest par des loess récents. Aquifères, ces sables ont une épaisseur variable, pouvant atteindre plus de 100 m ; la nappe a une pente faible et s'écoule de façon générale vers l'Est avec des variations locales au voisinage des rivières la drainant. Dans son ensemble, la profondeur du toit de la nappe ne dépasse pas 10 m. Cet aquifère est, dans la région, sollicité par certains forages d'alimentation en eau - syndicats des eaux de la Basse-Moder (Haguenau, Bischwiller, ...), de Soufflenheim et environs, de Hochfelden et environs (forages de Weitbruch et Mommenheim).

b) Les alluvions du Rhin

La plaine du Rhin, au sens strict, se présente comme un immense réservoir s'étalant entre les Vosges (collines sous-vosgiennes), les terrasses pliocènes (Sundgau et Haguenau) et le Rhin. L'épaisseur de la nappe aquifère imbibant les alluvions sablo-graveleuses, perméables, varie en fonction de la topographie du substratum marneux tertiaire. Elle est de quelques mètres à la périphérie de la plaine et atteint plus de 200 mètres dans la région au Sud de Neuf-Brisach.

Cette nappe, recevant les eaux provenant des Vosges et du Sundgau, s'écoule en direction du Nord. Le mécanisme de cette nappe est réglé par les apports pluviométriques, par

les échanges avec les rivières et par le Rhin qui joue le rôle de barrage hydraulique. Par conséquent, on assiste à un battement saisonnier du niveau de l'eau en fonction de ces différents facteurs.

Le toit de la nappe se situe à des profondeurs variables entre 5 et 15 mètres dans le département du Haut-Rhin ; généralement inférieur à 5 mètres dans le Bas-Rhin.

Dans son ensemble, l'aquifère possède des caractéristiques hydrodynamiques performantes autorisant dans les captages par forage des débits importants pour l'alimentation en eau des collectivités ou des industries diverses, ainsi que pour l'aspersion en agriculture.

Dans certains secteurs, des anciennes zones marécageuses (rieds) ont développé un faciès particulier dans les terrains de couverture pouvant aller jusqu'à la formation de tourbes : ces milieux réducteurs sont particulièrement favorables au stockage puis à la libération de fer et de manganèse.

Par ailleurs, dans certaines zones, il a été constaté dans les alluvions, des niveaux à concrétions ou à dépôts rouges ou noirs (fer et manganèse) ; ces dépôts sur alluvions, apparaissant souvent dans d'anciens niveaux de battements de nappe, n'étaient généralement pas accompagnés de teneurs excessives (en Fe et Mn) dans les eaux. Il s'agit de dépôts, après transport, provoqués par les modifications du milieu devenant plus oxydant et ayant gardé ce caractère d'oxydabilité.

Dans une certaine mesure, ce même phénomène a été observé dans les alluvions pliocènes de Haguenau, la coloration des sables, grise ou rouge, pouvant être mise en liaison avec les teneurs en fer des eaux plus ou moins importantes.

c) Les alluvions des rivières

A leur débouché dans la plaine, les rivières vosgiennes ont déposé des alluvions venant s'interférer avec les alluvions rhénanes.

Elles connaissent naturellement en leur sein l'extension d'une nappe phréatique en continuité avec la nappe rhénane.

Les cônes de déjection sont plus ou moins importants, et en plus de ceux des rivières déjà signalés, il convient de citer dans les Vosges du Nord, les secteurs de débouché de la Bruche et de la Zorn particulièrement importants quant à leur extension.

Enfin, il convient de citer la présence de formations sidérolitiques se traduisant par des concrétions ferrugineuses en particulier à la base de la série tertiaire (Eocène) localement affleurante dans les collines sous-vosgiennes, mais également dans le Pliocène (Sundgau et Haguenau). De même, à la base des loess anciens ont été notés des grains dispersés de fer et manganèse.

2.2. Les analyses chimiques des eaux

Dans ces différents aquifères de nombreuses analyses d'eau, soit des analyses de type II de la santé publique (le fer y est analysé et non le manganèse), soit des analyses du type I (complètes avec fer et manganèse), ont été réalisées dans le cadre

- . des contrôles périodiques des points d'eau (forages et sources) alimentant les collectivités en eau potable ;
- . des études hydrogéologiques diverses (de recherche d'eau, d'examen sectoriel, etc.). Les points prélevés sont dans ce dernier cas plus diversifiés et incluent des forages industriels, des puits domestiques, et surtout des piézomètres disséminés sur l'ensemble de la plaine d'Alsace.

Enfin, il y a lieu de remarquer que la distinction entre fer ferreux et ferrique n'est jamais faite et ce sont les valeurs du fer "total" qui sont présentées par les analyses de laboratoire.

Toutes ces analyses figurent sur support en fichier informatique au Service Géologique, l'examen de ce fichier a permis dans un premier temps de séparer les points d'eau dont les teneurs en fer et manganèse sont inférieures aux normes des points où elles sont supérieures.

Pour ce dernier groupe, le listing résumé figurant en annexe 1 présente pour les différents points d'eau les principaux résultats concernant le fer et le manganèse :

- . nombre d'analyses par rapport au nombre total, ayant présenté des valeurs supérieures aux normes ;
- . valeurs extrêmes (maxi et mini) ainsi que la valeur moyenne de la teneur.

Compte tenu de ces résultats, le report sur des cartes au 1/100 000

- . annexe 2 département du Haut-Rhin,
- . annexe 3 département du Bas-Rhin,

de tous ces points, avec leurs légendes spécifiques, a été réalisé.

§ sur variations de la teneur

+ validité des analyses

2.5. Examen des occurrences de fer et de manganèse, zonéographie

Dans les différents domaines géologiques et aquifères de la région, la réunion des points de mêmes caractéristiques, permet d'individualiser des zones :

- . zones où les eaux sont pratiquement exemptes de fer et de manganèse, ou du moins à des teneurs inférieures aux normes ;
- . zones à présence de fer et/ou de manganèse où les teneurs sont supérieures aux normes et même supérieures à 1 mg/l pour le fer dans certains cas ;
- . zones d'incertitude : par défaut de points ou avec des analyses ayant présenté occasionnellement une teneur, généralement en fer, supérieure à la norme.

Il y a lieu de noter que si dans la plupart des cas cette zonéographie est basée sur les résultats de forages (ou de sources) continuellement sollicités, auxquels ont été rapprochés les résultats des autres ouvrages (piézomètres ou puits pas ou peu pompés), dans certains secteurs elle est uniquement basée sur ces derniers.

Les zones et secteurs sensibles suivants peuvent être dégagés.

a) Département du Haut-Rhin (annexe 2)

Dans le Sundgau et les Vosges, les eaux des sources captées par les nombreuses localités sont généralement exemptes de teneurs excessives en fer, et ce sont principalement les nappes des alluvions des vallées qui présentent des eaux dont les teneurs dépassent les normes :

- . vallée (et débouché en plaine) de l'Ill,
- . vallée de la Doller en amont de Reiningue avec les captages de Heimsbrunn (occurrences sporadiques), de Guewenheim et de Masevaux, pour ces deux derniers un traitement a été mis en oeuvre ;
- . vallée de la Fecht, avec le traitement des eaux à la Forge.

Il y a lieu de citer les cas particuliers :

- . des forages de reconnaissance de Dannemarie et le forage de Fulleren et Hagenthal dans la Molasse Alsacienne qui placeraient ce petit aquifère, dans ce secteur, en zone à présence de Fer ;
- . du forage thermal de Neuwiller, dans l'aquifère profond de la grande Oolithe ;
- . des sources de St-Hippolyte-Rodern dont certaines émergent soit du grès, soit des formations permienes (anciennes mines de houille) ;
- . des sources minérales de Soultzmatt et de Soultzbach-les-Bains qui émergent dans des zones particulières des Vosges et collines sous-vosgiennes présentent également des teneurs en fer et manganèse supérieures aux normes.

Dans l'aquifère rhénan, ce sont surtout les zones de bordure vosgiennes qui sont marquées par des occurrences de fer et de manganèse.

- . En premier lieu, à partir du débouché de la Thur, se développe un grand secteur s'étendant pratiquement le long de la rivière jusqu'à hauteur de Colmar. Si au début les teneurs importantes en fer et en manganèse peuvent être liées aux terrils (à sulfates de fer) des usines de la région de Thann, il est possible qu'il se surimpose d'autres facteurs ayant solubilisé le fer et le manganèse des alluvions à hauteur du Bassin potassique et en aval (la salure de la nappe phréatique).
- . En second lieu, un autre important secteur s'individualise au Nord de Colmar, au débouché de la vallée de la Fecht et de la Weiss, et s'étend jusqu'en limite du département vers Illhauesern. La présence de fer et de manganèse à teneurs supérieures aux normes y est très nette dans de nombreux puits industriels et domestiques et en particulier au forage du syndicat de Kaysersberg (dans la forêt du Fechtwald). Un traitement est pratiqué pour les eaux de ce captage pour éviter des désordres dans les conduites où les eaux du forage sont mélangées aux eaux de sources vosgiennes.
- . Enfin, si pour le reste de la plaine rhénane, les eaux sont de bonne qualité et exemptes de teneurs importantes (en fer et manganèse), il convient néanmoins

de citer quelques petites zones (voir annexe 2) à teneurs dépassant les normes :

- . entre Bâle et Mulhouse, les analyses des eaux de piézomètres, semblent indiquer une certaine sensibilité en bordures des collines sundgauviennes ;
- . le long de la bordure rhénane à Chalampé, Fessenheim et à Baltzenheim, les occurrences en fer et en manganèse dans les eaux doivent être rapprochées des activités humaines et industrielles (Chalampé et Baltzenheim) ou aux équipements douteux des ouvrages (puits d'aspersion à Fessenheim).

b) Département du Bas-Rhin (annexe 3)

- . Dans le domaine vosgien du département, les nombreuses sources, d'une part dans le massif des Vosges primaires et cristallines et, d'autre part, dans les Vosges gréseuses triasiques, présentent des eaux à teneurs faibles en fer et en manganèse en rapport avec la nature oxygénée de ces eaux. Néanmoins, quelques sources des grès (La Petite Pierre, Saverne-Otterstahl, Sparsbach...) montrent des occurrences ferreuses vraisemblablement liées aux conditions de captages superficiels, il en est de même dans les collines sous-vosgiennes. En ce qui concerne les forages au trias, le fer et/ou le manganèse sont généralement inférieurs aux normes pour les ouvrages captant le Muschelkalk (Sarre-Union), le grès vosgien (Forages de Saverne, Wasselonne "Kronthal", Ingwiller, La Petite Pierre, etc...). Mais dans certains cas, soit que les conditions naturelles de l'aquifère l'entraînent ou que les eaux "stagnent" dans les forages, le fer est en excès : forage de recherche dans les grès à Sarre-Union, forages de Mollkirch et de Haegen, de Wissembourg (Weiler) et ancien forage de La Petite Pierre.

Enfin, il y a lieu de citer les forages profonds (environ 1 000 m) thermo-minéraux de Merkwiller-Pechelbronn et de Morsbronn captant le Muschelkalk et les Grès dont les eaux présentent des teneurs en fer et en manganèse traduisant bien les conditions de réduction et solubilisation à grande profondeur.

Ces différentes présences de fer et de manganèse dans tout ce domaine sont par trop particulières et dispersées et n'autorisent pas un zonage ; tout au plus on peut retenir qu'il convient de surveiller les forages au trias sous couverture importante en particulier.

Dans le domaine rhénan du département du Bas-Rhin, les présences de fer et de manganèse dans les eaux des nappes alluviales sont bien plus importantes que dans les Vosges mais aussi par rapport aux domaines équivalents du département du Haut-Rhin. On peut ainsi citer et individualiser les secteurs suivants où les teneurs en fer et/ou en manganèse dépassent les normes :

- En bordure des Vosges, au débouché du Giessen et dans la région de Sélestat apparaît un premier secteur où en particulier les forages de recherche d'eaux dans la vallée du Giessen (en amont de Châtenois) l'ancien forage de Kientzville (abandonné) ont mis en évidence fer et/ou manganèse dans des eaux liées aux massifs granitiques voisins ;

il est à remarquer que le fer et le manganèse apparaissent également dans les quelques puits et sources dans les éboulis de pente du massif vosgien (Dambach, la Ville) ou les sources minérales de Châtenois.

- Egalement en bordure des Vosges au niveau de la Bruche, divers puits entre Mutzig et Bischoffsheim montrent du fer et parfois du manganèse, de même les puits et forages de Soultz les Bains ; néanmoins, il convient d'exclure de cette série les forages au grès de Mutzig (AEP et Hôpital).

Après une interruption où se placent de nombreux forages AEP (Altorf - Griesheim...) et AEI (Brasserie Kronenbourg) ne présentant qu'occasionnellement du fer en excès, nous avons cartographié un vaste secteur s'étendant de Krautergersheim aux confins de Strasbourg (Eckbolsheim - Graffenstaden). En cette dernière limite, il y a lieu de signaler quelques ouvrages présentant du manganèse en excès, et non du fer : un forage industriel à Fegersheim, le nouveau forage AEP de Geispolsheim et le forage AEI du C.H.U. de HautePierre. Des essais et analyses à l'avancement semblent montrer une certaine contradiction entre les deux derniers ouvrages : les teneurs en manganèse diminuent avec la profondeur au forage de HautePierre tandis qu'elles augmentent au forage de Geispolsheim !

Ce secteur correspond hydrogéologiquement, en partie, au Ried de l'Andlau et de sa prolongation vers le Nord-Est compte tenu de l'écoulement de la nappe phréatique ; il est connu que les rieds ou zones marécageuses entraînent des conditions réductrices favorables à la mobilisation du fer et du manganèse dans les eaux.

*à noter : pas de
à la présence
de fer et/ou
de manganèse
dans les puits
et forages.*

- Quelques petits secteurs, au niveau d'Erstein, et à Strasbourg le long de la bordure rhénane (en particulier au niveau des zones portuaires) montrent des teneurs Fe-Mn excessives vraisemblablement en liaison avec les activités industrielles de ces zones sans pour autant écarter une origine naturelle pouvant être liée aux zones à anciens bras du Rhin et/ou inondables.

- Au Nord de Strasbourg, en premier lieu il faut citer le secteur correspondant à une zone de rieds, de Reichstett à Hoerdt, où les teneurs importantes en fer et/ou manganèse en liaison avec des teneurs excessives en sulfates caractérisent les eaux d'une nappe à faible profondeur dont le battement annuel entraîne les mises en solution des éléments des terrains plus ou moins tourbeux. Ce secteur vient en continuation des zones alluvionnaires de débouchés de la Zorn mais surtout de la grande zone correspondant aux alluvions pliocènes. La nappe siégeant dans ces alluvions est particulièrement caractérisée par ses teneurs en fer et en manganèse dépassant les normes.

- Les forages de Mommenheim, du syndicat de Hochfelden, ont vu leurs teneurs en fer et en manganèse croître du fait de leur "sur-exploitation" dans les alluvions de la Zorn entraînant les venues d'eau des formations pliocènes sous-jacentes ; certains de ces ouvrages pénétrant dans le pliocène, ainsi que les forages de Weitbruch uniquement dans le pliocène, présentaient de fortes teneurs en fer et manganèse dès l'origine.

A Brumath, des essais à l'avancement en particulier pour le récent forage ont montré l'influence prépondérante du pliocène en ce qui concerne le fer et le manganèse ; l'ouvrage définitif a été obstrué dans sa partie profonde et ne capte que les alluvions de la Zorn, diminuant d'autant les teneurs en les situant sous les seuils de potabilité. Le même processus a été réalisé au forage de Bietlenheim.

Au syndicat de la Basse Moder (forages de Schweighouse/Moder, Rothbaechel, Kaltenhouse, Aérodrome, Marienthal, Bischwiller, Breymuhle) ainsi qu'au Camp d'Oberhoffen, à Kurtzenhouse, Soufflenheim, Beinheim, captant la nappe pliocène ou rhénane en bordure du pliocène, démontrent nettement le caractère ferreux et manganéux des eaux de cette formation (essentiellement constituée de matériaux d'origine gréseuse vosgienne). Ces captages, à l'exception de Schweighouse, sont équipés de stations de traitement (fer et manganèse) avant distribution.

- Dans la frange d'alluvions rhénanes subsistant entre le pliocène et le Rhin, le fer et la manganèse sont également présents, en particulier dans les secteurs de la Wantzenau, à l'Est de Gamsheim, à hauteur de la raffinerie de Herrlisheim - Drusenheim, et à Dahlunden. En ce dernier lieu, les eaux du forage AEP, à excès en fer et manganèse, subissent un traitement. Néanmoins, dans ces alluvions rhénanes, il subsiste des zones étroites où les teneurs en fer et en manganèse sont inférieures aux normes, généralement en permanence ; forages AEP : de la Wantzenau, de Gamsheim, de Herrlisheim - Offendorf (des essais et analyses à l'avancement en cours de forage ont montré la stratification verticale des teneurs en fer et en manganèse dans les alluvions rhénanes, le fond inadapté, à teneurs excessives, a été remblayé) de Fort Louis, de Roeschwogg, de Neuhaeusel, et à l'extrême nord, de Seltz et de Mothern.

- Dans la région frontalière entre Wissembourg et Lauterbourg, domaine d'alluvions pliocènes, et quaternaires anciennes, les analyses des puits domestiques divers ainsi que de l'ancien AEP de Wissembourg (puits de la Hardt) montrent des eaux à présence de fer et/ou de manganèse en excès par rapport aux normes de potabilités.

2.4. Utilisation de la zonéographie

La zonéographie, telle qu'elle a été établie, pour les aquifères de la région examinée, pourra servir de canevas pour les futures implantations de forages . En particulier, elle permet d'orienter les captages d'eau à l'écart des zones à haut risque d'occurrence en Fe et en Mn.

. Si on est amené à implanter un ouvrage dans les zones d'incertitude et / ou à risque moyen on s'attachera à réaliser des prélèvements à l'avancement de façon à pouvoir préciser la distribution verticale (des teneurs en Fe et/ou en Mn) et à capter les horizons à plus faibles teneurs (superficiels ou profonds).

Compte tenu des coûts de traitement, il sera dans certains cas préférable de réaliser des sondages de reconnaissance avant l'exécution d'un ouvrage de captage important.

Les résultats analytiques et cartographiques élaborés vont, dès à présent, être pris en compte dans le cadre du "Bilan - Besoin - Ressource" à l'horizon 1995, au titre du schéma régional d'aménagement des eaux. Les conclusions de ce bilan doivent faire apparaître dès mi 1983 les secteurs où de nouveaux captages devront être envisagés aussi bien pour les eaux potables que pour les eaux industrielles et agricoles.

Il sera alors vraisemblablement nécessaire, dans le cadre des études de faisabilité, d'examiner entre autres le problème du fer et du manganèse dans les secteurs sensibles et d'incertitude mis en évidence par la présente étude.

2.5. Limites de l'étude.

Néanmoins, si cette étude a relativement bien mis en évidence les problèmes et les zones de fer et manganèse dans un espace bidimensionnel, elle n'a qu'ébauché ces problèmes en fonction des profondeurs dans les aquifères.

Par ailleurs, il demeure un problème quant à l'évolution éventuelle dans le temps d'une part des teneurs en fer et en manganèse dans un secteur donné, d'autre part de l'extension vers l'aval des zones à fortes teneurs.

Il semble cependant, que les secteurs aquifères présentant des teneurs en fer et en manganèse supérieures aux normes, ne soient pas liés à l'écoulement de nappe comme c'est le cas dans des pollutions caractérisées (sulfate de fer dans la vallée de la Thur).

Dans cette optique, il serait intéressant sur certaines zones où les limites, dans le sens d'écoulement de la nappe, entre eaux à fortes et faibles teneurs sont assez marquées, de réaliser des campagnes de prélèvement selon des profils transverses à la limite.

Ces prélèvements feront l'objet d'analyses complètes avec en particulier des déterminations de pH et Eh (potentiel d'oxydo-réduction) in situ, de façon à mieux caractériser des différences de milieu susceptibles d'expliquer les différences de teneurs en fer et en manganèse.

CONCLUSIONS

=====

Le fer et le manganèse sont deux métaux qui **apparaissent** dans les eaux souterraines. Leur origine est surtout liée aux conditions naturelles des aquifères et des sols et leurs teneurs peuvent dépasser les normes de potabilité (0,2 mg/l pour le fer ; 0,1 mg/l pour le manganèse) entraînant des désordres dans leur utilisation et nécessitant des traitements.

Les nombreuses données et analyses mises sur support informatique concernant les eaux souterraines en Alsace ont permis de dresser un panorama hydrogéologique et cartographique des secteurs à présence de fer et de manganèse (à des teneurs supérieures aux normes) voisinant avec des secteurs d'incertitude mais également avec des secteurs exempts de problème majeur.

Ces documents cartographiques peuvent, dès à présent, être utilisés pour orienter et guider les implantations de futurs captages. Ils seront également le support d'investigations plus complètes dans les zones sensibles où on ne doit pas perdre de vue les stratifications verticales des teneurs de ces deux éléments dans les eaux.

L'Ingénieur chargé d'étude

Le Directeur du Service
Géologique Régional Alsace



M. DAESSLE



J.J. RISLER