

LES EFFLUENTS

SOLVAY

RHÔNE-POULENC :

Au lieu d'être rejetées dans les rivières de la région, les eaux salées des deux usines pourraient être injectées dans le sous-sol à plus de 1 000 mètres de profondeur

Les Lorrains connaissent bien l'usine chimique de Solvay à Dombasle et celle de Rhône-Poulenc à la Madeleine. *Situées* à une dizaine de kilomètres de l'est de Nancy, en bordure de la voie ferrée Paris-Strasbourg et du Canal de la Marne au Rhin, elles fabriquent principalement du carbonate de soude pour l'industrie du verre, la sidérurgie, la chimie, le textile, la papeterie, etc... Ces deux usines emploient plus de 2 000 personnes.

Depuis qu'elles existent (un siècle environ), leurs effluents, des eaux salées principalement, sont rejetés dans les rivières de notre région. Or, cette solution n'est plus possible aujourd'hui, car, bien qu'inoffensifs pour la faune et la flore aquatiques, les rejets des deux usines augmentent la salinité des eaux de rivière et constituent de ce fait, une forme de nuisance.

Les Pouvoirs Publics ont donc demandé à Solvay et Rhône-Poulenc de résoudre rapidement ce problème. Parmi les solutions possibles, l'une d'elles retient particulièrement l'attention et, avec l'accord des Pouvoirs Publics, va faire l'objet d'essais dans le courant de l'été 1977 : il s'agit d'injecter les eaux salées dans le sous-sol lorrain à plus de 1 000 mètres de profondeur; bien en dessous de la nappe phréatique on ne risque ainsi aucune contamination.

Pour mener à bien ces recherches, Solvay et Rhône-Poulenc ont constitué un Groupement d'Intérêt Economique « Recherche Injection Souterraine en Lorraine » (Riselor).

Les Responsables de Riselor, nous expliquent ici en quoi l'injection en couches profondes pourrait être une contribution importante à l'assainissement de nos rivières et permettre ainsi le développement de la chimie lorraine.

Au moment où un essai va être tenté en Lorraine, il nous paraît intéressant de faire le point et de répondre aux questions que chacun se pose : qu'est-ce que l'injection ? qui la fera ? où ? quand ? comment ? pourquoi ?

Les rejets des usines posent un problème aigu à la chimie lorraine. Pour bien comprendre la signification et l'intérêt des injections, il faut d'abord rappeler ce qu'est la chimie lorraine et la place qu'elle occupe le carbonate de soude.

POURQUOI EST-IL NECESSAIRE DE REDUIRE LA POLLUTION SALINE DE LA MOSELLE ?



par J.C. SUZANNE
Directeur de l'Agence Financière
de Bassin RHIN-MEUSE

La pollution saline de la Moselle est due (en grande partie) aux rejets des Soudières de la Vallée de la Meurthe. **Bien connue** des services responsables des questions de l'eau, elle pose de graves problèmes aux utilisateurs - **actuels** et **futurs** - d'eau de Moselle. Elle rend en **effet** l'eau pratiquement inutilisable pour l'alimentation des populations et rend **difficile** son utilisation pour certains besoins industriels. Comme la Moselle traverse un secteur - la **Métropole** Lorraine - où les besoins **sont** importants et les ressources en eau souterraine limitées, elle constitue la **seule** ressource locale d'importance pour satisfaire **en** quantité **les** besoins **futurs** en eau de cette région. // apparaît donc absolument nécessaire de réduire les rejets salins dans **la** Moselle pour deux raisons : **afin** de rendre son eau utilisable, notamment pour l'alimentation en eau potable des populations et pour satisfaire aux dispositions arrêtées au niveau international pour **la** dépollution saline du Rhin.

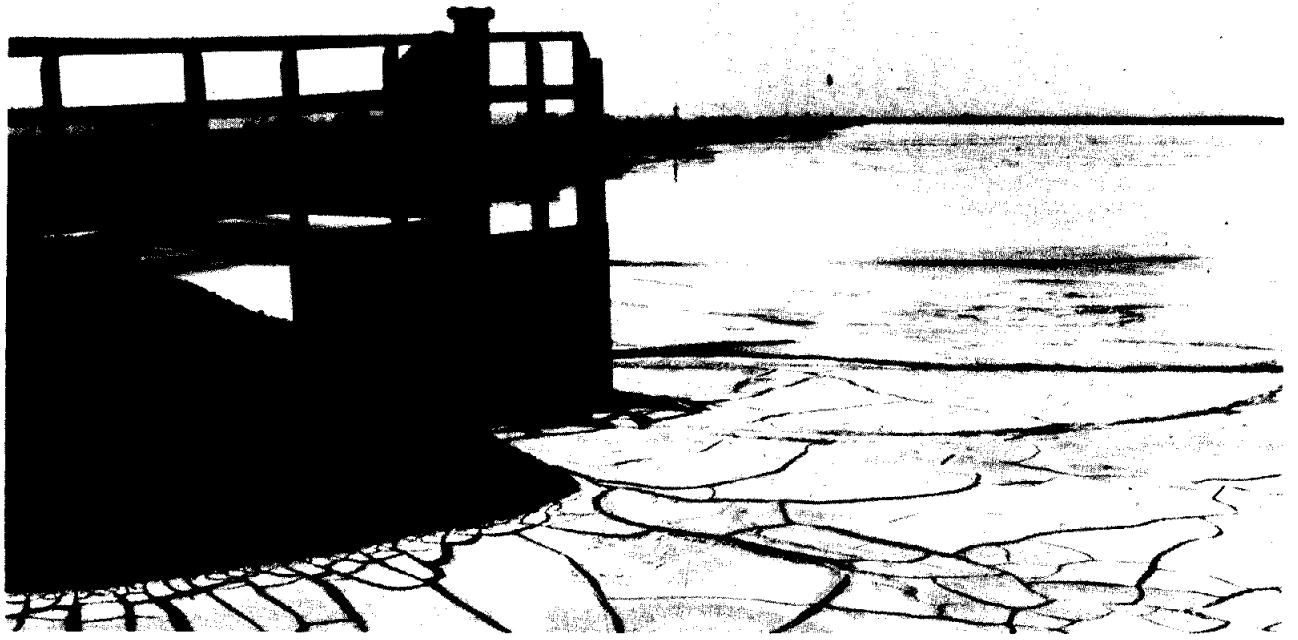
Satisfaction des besoins en eau de la Métropole Lorraine

Les études menées à l'occasion de l'élaboration du Livre Blanc du Bassin Rhin-Meuse ont fait apparaître l'insuffisance des ressources locales en eau des vallées de la Moselle et de la Meurthe entre Toul et Lunéville au sud, et Thionville au nord. Plutôt que de faire venir de l'eau d'ailleurs, notamment de la vallée de la Meuse où existent des réserves importantes, il est apparu que la meilleure solution consistait à utiliser, à l'avenir, de l'eau de Moselle, pour l'ensemble des

besoins. C'est en effet la seule solution satisfaisante à long terme, car toute autre solution ne pourrait avoir qu'un impact localisé dans l'espace, et limité dans le temps. C'est ainsi, par exemple, qu'un projet d'adduction d'eau de la vallée de la Meuse, au demeurant fort coûteux, ne pourrait intéresser qu'un secteur géographique restreint et ne permettrait de satisfaire les besoins que pour une durée limitée, au-delà de laquelle une nouvelle solution devrait être mise en œuvre. Par contre l'utilisation d'eau de Moselle à partir de points de prélèvement judicieusement choisis permettrait la satisfaction future de l'ensemble des utilisateurs situés tout au long de la rivière.

C'est la raison pour laquelle cette option a été proposée dans le Livre blanc et approuvée le 26 juillet 1973 par le Comité interministériel d'action pour la nature et l'environnement.

Mais pour cela il est indispensable d'améliorer la qualité de l'eau de cette rivière, et plus particulièrement de réduire sa teneur en sel. Celle-ci pouvait atteindre au moment des étiages plusieurs grammes par litre au niveau de Metz alors que pour l'eau potable il est recommandé de ne pas dépasser **250** milligrammes par litre en ions chlore. Cette situation a eu d'ailleurs pour conséquence que la Ville de Metz, qui s'est trouvée dans une situation critique pour son alimentation en



eau vers 1960, a dû s'orienter vers une prise d'eau dans le Rupt de Mad, affluent de la Moselle, à une dizaine de kilomètres au sud de Metz et réaliser de surcroît une retenue sur la Madine pour soutenir les débits de cette rivière, insuffisants en été.

Un premier pas dans la lutte contre les effets de la pollution saline a certes été franchi par la réalisation de bassins de stockage, permettant de moduler les rejets des Soudières en fonction de débits de la Moselle, afin de maintenir la teneur en chlorure sensiblement constante au niveau de Metz. Cette régulation des rejets a été efficace en 1975 et en 1976: au cours de ces deux années, le seuil de 500 milligrammes par litre n'a été dépassé qu'au cours de l'été très sec de 1976, et cela était dû essentiellement aux rejets de la Saline de Varangéville, qui ne sont pas modulés et qui doivent être fortement réduits à l'avenir.

Il faut à présent franchir une nouvelle - sinon décisive-étape, l'objectif à long terme étant de respecter une teneur en ions chlorure ne dépassant pas 250 milligrammes par litre.

Contraintes internationales

Les accords internationaux et les solutions envisageables sont évoqués par ailleurs. Rappelons cependant que les accords signés à La Haye en octobre 1972 par les Ministres de l'Environnement des pays riverains du Rhin prévoient la réduction de 60 kilogrammes par seconde des rejets d'ions chlorure dans le Rhin français l'objectif à long terme étant d'aboutir à une teneur limite de 200 milligrammes par litre de l'eau du Rhin à l'entrée aux Pays-Bas. Dans ce cadre général, a été signée le 3 décembre 1976 à Bonn une Convention Internationale qui reprend cet engagement de réduction de 60 kgls et prévoit la réalisation et le financement international d'un premier module d'injection de 20 kilogrammes par seconde d'ions chlorure en Alsace à partir des saumures résiduelles de l'industrie de la potasse.

Il apparaît que la réduction de la pollution saline de la Moselle doit s'inscrire dans le cadre de la convention internationale; en

effet, si la solution de l'injection en couches profondes des effluents des Soudières pouvait être retenue, il serait possible d'envisager la réalisation d'un module d'injection de 20 kilogrammes par seconde en Lorraine après celui de l'Alsace. Sur la base d'un rejet moyen actuel de 35 à 36 kilogrammes par seconde d'ions chlorure, dont 31 par les Soudières, la suppression de 20 kilogrammes par seconde permettrait de ramener cette valeur à 16 kilogrammes par seconde, chiffre nécessaire pour maintenir la teneur en dessous de 250 milligrammes par litre au niveau de Metz.

Pour conclure, il importe donc de souligner que la réduction de la pollution saline de la Moselle constitue une nécessité économique et écologique nationale: le développement harmonieux, sans problème aigu, de la Métropole Lorraine en dépend. Ce problème présente un aspect international tout aussi important.

Enfin, il faut noter que l'avenir des Soudières, et notamment leur développement souhaitable pour la Région Lorraine, passe nécessairement par la résolution du problème des rejets salins.

LES INJECTIONS EN NAPPE PROFONDE DE LIQUIDES RESIDUAIRES FACE À LA REGLEMENTATION (1)



par S. RAMON,
Ingénieur de l'École Nationale
Supérieure de Géologie de Nancy
Géologue à l'Agence Financière
de Bassin Rhin-Meuse

Lorsqu'un produit inutilisable liquide ou solide ne peut être ni détruit du fait de sa stabilité ni *solidifié* (pris dans un gel par exemple) du fait de l'importance des quantités mises *en jeu*, la solution de rejet couramment adoptée est la dispersion de la pollution par dilution.

Une autre solution, la Remment utilisée dans quelques pays tel les Etats-Unis d'Amérique, consiste à injecter ces produits dans des nappes inutilisables.

Cette *technique* semble bien adaptée à l'élimination de la pollution par les sels dissous.

Les principes de base

Le milieu récepteur doit être susceptible d'accueillir des liquides généralement indésirables. Les conditions de débit d'injection font rechercher des couches perméables qui contiennent par conséquent des eaux souterraines. Il est nécessaire que celles-ci soient inutilisables, donc trop salées pour l'eau potable ou industrielle (même après traitement) et en principe pas assez chaudes pour admettre la géothermie encore que des règles de compatibilité avec ce dernier usage pourraient être établies.

Par ailleurs, il faut s'assurer que la pression d'injection qui sera appliquée au réservoir ne provoquera pas la migration d'eau d'injection ou d'eau salée de gisement vers des zones exploitables des nappes. Des ouvrages complémentaires de soutirage à distance peuvent être nécessaires pour satisfaire cette condition.

Ces critères conduisent dans la quasi totalité des cas à utiliser des nappes captives à des profondeurs de plusieurs centaines de mètres et isolées des nappes d'eaux douces par des couvertures dont l'imperméabilité et la continuité peuvent être affirmées. On conçoit donc qu'une bonne connaissance de la géologie profonde est un préalable indispensable.

La pression d'injection devra être telle qu'elle ne provoque pas la fracturation des roches, car ceci mettrait en danger l'étanchéité du réservoir utilisé. Cette pression limite est proportionnelle au poids des couches géologiques qui lui sont superposées, car la résistance à la traction des roches est toujours négligeable. En pratique la pression dans le milieu injecté doit être inférieure à 923 bar par mètre de profondeur.

Le dépassement de cette limite permet en fait d'accroître artifi-

ciellement le débit mais on n'est pas du tout assuré de la répartition des fissures, celles-ci ayant d'ailleurs tendance à monter dans les terrains. Par ailleurs, cette pratique a été à l'origine d'un accroissement des séismes dans une zone très instable du Colorado.

L'ouvrage d'injection doit être conçu de telle manière que la pollution des eaux douces soit rendue impossible, ce qui suppose l'exécution de cimentations continues sous pression et des contrôles de cimentation par diagraphies et épreuves de pression.

Ce sont des ouvrages souvent plus coûteux que des forages de prélèvement de profondeur identique.

Pour déceler toute anomalie, un fluide inerte sous-pression est maintenu dans l'espace compris entre le tube d'injection et le forage lui-même. La surveillance

(1) publiée avec l'aimable autorisation de la revue officielle de l'Union française des géologues.

de cette pression permet de contrôler en permanence l'étanchéité des tubages.

La nature du fluide injecté doit être telle qu'elle ne colmate pas l'ouvrage. Le fluide est donc exempt de matières en suspension, chimiquement stable et sans réaction vis-à-vis des tubages, de l'eau du gisement et des roches du réservoir.

Ces diverses compatibilités posent de sérieux problèmes aux chimistes et peuvent rendre nécessaire une dilution de l'effluent et par conséquent augmenter le débit d'injection.

Au-delà de la phase d'étude théorique de stabilité et de traitement, des essais sont nécessaires d'abord par percolation sur des échantillons de nature aussi proche que possible de celle de la roche magasin, puis sur un forage de reconnaissance si possible.

L'aspect réglementaire

Le décret n° 73218 du 23 février 1973 réglemente les « enfouissements en nappe profonde ». Trois arrêtés ministériels en date du 13 mai 1975 fixent les conditions techniques applicables à la réglementation.

Il en résulte que sont soumises à autorisation toutes les injections à partir de 5 m de profondeur. L'autorisation est donnée par arrêté préfectoral qui définit les conditions techniques notamment en ce qui concerne le débit et la pollution injectée et la surveillance de la nappe et des nappes voisines.

L'instruction est assurée par le Service des Mines. Elle comporte une enquête publique, une conférence (consultation) administrative, un avis de géologue agréé en matière d'eau et d'hygiène publique ainsi que du Conseil départemental d'hygiène.

De plus, lorsque les rejets dépassent chaque jour une seule des limites suivantes: 10 t de sels totaux, 15 kg de hydrocarbures, 200 g de composés cycliques hydroxylés (phénol par exemple) par 10 000 habitants équivalents, le Conseil National Supérieur d'Hygiène et la Mission Déléguée de Bassin sont également consultés.

Rappelons que satisfaire à cette réglementation ne dispense pas d'obtenir d'autres autorisations, éventuellement nécessaires, notamment au titre des établissements classés et du décret-loi du 8 août 1935 (réglementation des forages profonds dans certains départements).

Les applications en France

A l'heure actuelle, un seul ouvrage existe en région parisienne, un projet est en cours de réalisation en Alsace et un essai se prépare en Lorraine.

A Grandpuits (Seine et Marne), la Société des Engrais de Ille de France injecte depuis 1971 dans le Dogger vers 1 900 m de profondeur une quantité relativement faible (900 m³/j) d'une eau salée à 10 g/l contenant essentiellement du nitrate d'ammonium. L'eau du Dogger est salée à 23 g/l, la pression d'injection en tête atteinte 20 bars.

En Alsace, après un essai de six mois, un « module » d'injection à l'échelle industrielle doit prochainement être réalisé pour éliminer une partie de la pollution des mines de potasse. Le projet comporte l'injection de 100 l/s en moyenne d'une eau saturée en NaCl (200 g/l en Cl) par deux forages dans les calcaires du Dogger à 1 700 m de profondeur. La pression d'injection sera obtenue uniquement par la différence de densité entre la saumure et l'eau de gisement. Afin d'éviter une montée de pression importante et continue dans ce

réservoir dont l'extension semble faible, des forages de soutirages permettront d'extraire un débit d'eau de gisement (à 10 9/11 égal à celui d'injection). Des études sur modèle ont servi à définir l'implantation des forages d'injection et de soutirage et à prévoir leur durée d'utilisation.

En Lorraine, les effluents des soudières de la région de Dombasle essentiellement constitués de chlorures de calcium et de sodium sont actuellement rejetés dans la Meurthe et gênent l'utilisation de ces eaux et de celles de la Moselle. Un site d'injection a été choisi à Toul dans la partie salée (13,5 g/l) de la nappe des grès du Trias inférieur. Le réservoir est situé entre 1 000 et 1 200 m de profondeur sous une couverture essentiellement argileuse de 700 m environ. Sa transmissivité relativement importante devrait permettre d'injecter 200 m³/h par forage. Le projet en est au stade des essais d'infiltration et du pilote de traitement. Les risques pour l'environnement sont quasi nuls. Le site est à plus de 20 km de la zone exploitable de la nappe.

Il présente cependant l'avantage d'éviter la pollution de cours d'eau, tout en stockant dans un volume relativement bien circonscrit des produits solubles ou liquides, actuellement inutilisés, mais dont l'intérêt pourrait être révélé dans l'avenir.

Du point de vue technique, les deux points essentiels susceptibles de rendre possible ou non une injection d'eau résiduaire sont :

- une très bonne connaissance des nappes profondes et de leurs couvertures
- un traitement physico-chimique possible des effluents. Le système d'injection n'est que le résultat onéreux d'études longues et d'essais difficiles.



POINT DE VUE

de Philippe DAGUE

Le projet de réinjection dans le sous-sol Toulousain des *effluents* des soudières s'inscrit dans le cadre d'une politique régionale d'élimination des déchets ; il vient compléter les efforts entrepris par les collectivités locales, les départements et la Région Lorraine pour résoudre les problèmes posés par le traitement et l'élimination des déchets industriels et ménagers.

Il répond à la nécessité de dégager une solution technique et économique permettant de restituer aux eaux de la Meurthe et de la Moselle aval une qualité compatible avec les usages que l'on entend en faire et avec les engagements pris au niveau international.

Il correspond globalement à une amélioration de l'environnement régional ; les conséquences locales de sa mise en œuvre, sous réserve des contrôles qui seront effectués lors des essais à venir, seront extrêmement limitées.

Le projet dans son environnement :

la nappe des grès du trias inférieur.

L'attention du géologue fut attirée pour la première fois sur les manifestations artésiennes de la nappe des grès

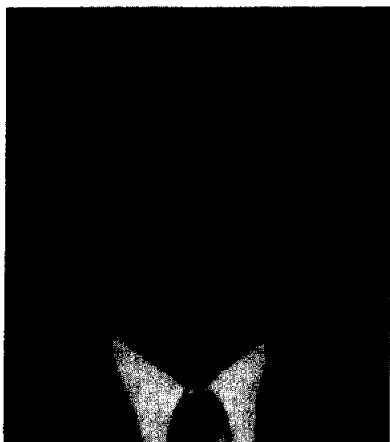
du Trias inférieur (grès vosgien) lors des travaux de forage entrepris au début de ce siècle pour reconnaître le gisement houiller.

De nombreux sondages implantés dans la région de Pont-à-Mousson se révélèrent naturellement jaillissants ; les débits impressionnants ont atteint ponctuellement **900 m³/h**, tandis que la température de l'eau était de l'ordre de

30 à 400 C et la minéralisation de **5 à 15 grammes par litre**.

La plupart de ces ouvrages destinés uniquement à préciser les ressources en charbon de la Lorraine sont maintenant perdus ou rebouchés, mais l'idée était née de mettre en exploitation dans des buts divers la nappe des grès du Trias inférieur.

LA REALISATION TECHNIQUE D'UN PUIITS D'INJECTION



par M. Korotchansky,
Ingénieur de l'Ecole Nationale
Supérieure de Géologie de Nancy,
Directeur Technique à la Société Secmapp

La airpression creee par l'injectionétant maxiniiale aux abords inmédiats n i puiits, *il faut* apporter le pllis grand **soin** à la réalisation reckniquie de *ce* derniet., afin d'assiirel.ine protection *efficace* des aqiifères à *eau douce*, er d'évirer *qu'une* conramination puiisse résiilter tl'ine *défaillance* n i puiits.

Le forage du puits

Le puits est foré jusqu'à un niveau inférieur à l'aquifère à eau douce le plus profond.

Puis une colonne de tubage de surface est posée depuis la profondeur atteinte jusqu'en surface. Cette colonne est cimentée sur toute sa hauteur.

Le puits est ensuite foré, en diamètre inférieur à celui de la colonne jusqu'au toit du réservoir retenu pour l'injection. Une colonne de tubage intérieure (casing) est descendue : elle va du toit du réservoir jusqu'en surface, et elle est cimentée sur toute sa hauteur.

Enfin, le réservoir lui-même est foré dans un diamètre inférieur à celui de la colonne.

Toutes les cimentations sont contrôlées par l'enregistrement de « cement-bond-log » (diagramme de liaison du ciment). Celui-ci permet de déterminer, sur toute la hauteur du puits, la pression exercée par le ciment sur les colonnes de tubage et de vérifier que l'espace colonne-terrain est bien comblé par le ciment. Si les enregistrements révèlent quelque défectuosité dans la cimentation, celle-ci peut être reprise localement par perforation **et** injection de ciment sous pression.

L'équipement du puits

Il comprend l'ensemble des opérations de mise en place du dispositif d'injection.

Ce dernier est constitué par un tube d'injection (tubing) placé

à l'intérieur de la colonne interne et maintenu dans cette colonne par un joint d'étanchéité (packer). Le packer est placé à quelques mètres au-dessus du toit du réservoir d'injection. Il empêche le fluide injecté de remonter dans l'espace annulaire situé entre le tube d'injection et la colonne interne. L'espace annulaire est rempli d'un liquide neutralisé et inhibé à la corrosion.

En surface, une tête de puits multivanne est adaptée sur la colonne interne et supporte le tube d'injection au moyen d'une olive de suspension.

Pour éviter la corrosion extérieure, qui pourrait être provoquée par les eaux agressives contenues dans les aquifères, une protection cathodique de