

ÉTUDE DES SOLUTIONS DE RÉDUCTION
DES IMPACTS DES REJETS EN SEL EN
MOSELLE
ASSOCIÉE À UN BILAN COÛTS /
AVANTAGES

RAPPORT R2 (VERSION DÉFINITIVE)

SEPTEMBRE 2009

N°4 63 1076

SOMMAIRE

| | |
|--|-----------|
| 1. SYNTHÈSE DE L'ÉTAT DE RÉFÉRENCE..... | 2 |
| 1.1. ZONE D'ÉTUDE | 2 |
| 1.2. PRINCIPAUX USAGES DE L'EAU | 3 |
| 1.3. DÉBIT ET QUALITÉ DES RIVIÈRES | 3 |
| 1.3.1. <i>Le régime hydraulique</i> | 3 |
| 1.3.2. <i>La qualité générale des eaux de la Moselle</i> | 5 |
| 1.3.3. <i>La Salinité de la Moselle</i> | 7 |
| 1.4. LES REJETS SALINS DES INDUSTRIELS | 9 |
| 1.4.1. <i>Rejets des Soudières</i> | 9 |
| 1.4.1.1. Préambule : Présentation des soudières et poids économique | 9 |
| 1.4.1.2. Les rejets salins des soudières | 10 |
| 1.4.2. <i>Autres rejets industriels</i> | 12 |
| 1.5. CONTEXTE RÉGLEMENTAIRE (RAPPELS SYNTHÉTIQUES) | 12 |
| 1.5.1. <i>La CIPR et Convention de Bonn</i> | 12 |
| 1.5.2. <i>Le Code de la santé publique</i> | 13 |
| 1.5.3. <i>La Directive Cadre sur l'Eau et le projet de SDAGE Rhin - Meuse</i> | 14 |
| 1.5.4. <i>L'Arrêté préfectoral du 24 décembre 1999 (Activité des Soudières)</i> | 15 |
| 2. ÉVALUATION DE L'IMPACT DES CHLORURES..... | 17 |
| 2.1. IMPACTS SUR L'ÉCOLOGIE DES COURS D'EAU | 17 |
| 2.2. IMPACTS EN TERMES DE SANTÉ PUBLIQUE | 18 |
| 2.3. IMPACTS SUR LA RESSOURCE EN EAU POTABLE | 19 |
| 2.3.1. <i>Synthèse générale des perturbations engendrées par les chlorures</i> | 19 |
| 2.3.2. <i>Les différentes ressources en eau autour de la Moselle</i> | 22 |
| 2.3.3. <i>Cas particulier des champs captants impactés</i> | 24 |
| 2.3.3.1. Puits la Lobe, SIE de Verny | 24 |
| 2.3.3.2. Puits n°2, SIE Atton | 25 |
| 2.3.3.3. Champ captant de Loisy, SIE Seille et Obrion Moselle | 26 |
| 2.3.3.4. Champs captant de Metz Nord et Metz Sud | 27 |
| 2.3.3.5. Synthèse des constats d'impact des chlorures sur les champs captants | 28 |
| 2.4. IMPACTS SUR LA RESSOURCE EN EAU INDUSTRIELLE – CORROSION | 29 |
| 2.4.1. <i>Synthèse de l'état des lieux bibliographique</i> | 29 |
| 2.4.2. <i>Evaluation des enjeux</i> | 30 |
| 2.5. IMPACTS SUR LES AUTRES USAGES | 32 |
| 3. MESURES ENVISAGEABLES | 34 |
| 3.1.1. <i>Scénarii par calcoduc</i> | 37 |
| 3.1.1.1. Scénario 1.1 a : Rejet des effluents salins dans le Rhin, transport par canalisation entre les soudières et Strasbourg 37 | 37 |
| 3.1.1.2. Scénario 1.1 b : Rejet des effluents salins dans le Rhin, transport par canalisation entre les soudières et Coblenche 44 | 44 |
| 3.1.1.3. Scénario 1.1 c : Rejet des effluents salins dans la Moselle aval, transport par canalisation entre les soudières et la confluence de l'Orne | 48 |
| 3.1.1.4. Scénario 1.2 : Calcoduc – Saumoduc depuis les soudières jusqu'au nouveau projet de GDF | 53 |
| 3.1.1.5. Scénario 1.3 : Calcoduc depuis les soudières jusqu'à la mer | 59 |
| 3.1.1.6. Scénario 1.4.a : Rejet partiel des effluents salins dans le Rhin, transport par canalisation entre les soudières et Strasbourg+ Modulation des rejets restants dans la Meurthe | 64 |
| 3.1.1.7. Scénario 1.4.b : Rejet partiel des effluents salins dans La Moselle Aval avec transport par canalisation + Modulation des rejets restants dans la Meurthe | 69 |
| 3.1.2. <i>Scénarii par aqueduc</i> | 70 |
| 3.1.2.1. Scénario 3.1.b: Aqueduc de Nancy à Metz | 70 |
| 3.1.2.2. Scénario 3.1.c: Aqueduc de Nancy à Arnaville | 75 |
| 3.1.2.3. Scénario 3.1.d : Aqueduc depuis la Ressource du bassin de Saizerais | 76 |
| 3.1.2.4. Scénario 3.1.e : Aqueduc depuis la Ressource du Bassin Ferrifère | 78 |
| 3.1.3. <i>Scénarii par réduction des rejets salins</i> | 87 |
| 3.1.3.1. Scénario 4.1.b : Traitement de tout ou partie des rejets liquides et élimination des sous-produits | 87 |
| 3.1.4. <i>Solutions n°6 par actions au niveau des points de captage actuels</i> | 94 |

ETUDE DES SOLUTIONS DE REDUCTION DE L'IMPACT DES REJETS DE SEL EN MOSELLE
RAPPORT R2 v2

| | | |
|------------|--|-----|
| 3.1.5. | <i>Solutions n°7 par recherche de nappe plus profonde</i> | 98 |
| 3.1.6. | <i>Scénario n°8 par Recherche d'optimisation des rejets</i> | 100 |
| 3.1.6.1. | Application des Meilleures technologies Disponibles (MTD) | 100 |
| 3.1.6.1.1. | Les Techniques prises en compte pour la détermination des MTD visant à réduire l'impact des rejets salins 100 | |
| 3.1.6.1.2. | Critères MTD | 101 |
| 3.1.6.1.3. | La position des soudières vis-à-vis de ces techniques | 102 |
| 3.1.6.2. | Historique de la gestion des effluents salins | 103 |
| 3.1.6.3. | Mode actuel de gestion des effluents salins et autorisations | 105 |
| 3.1.6.4. | Perspectives d'optimisation encore possible de la modulation des rejets des soudières | 108 |
| 3.1.6.4.1. | Evaluation des marges de manœuvre en considérant 2 années successives défavorables | 108 |
| 3.1.6.4.2. | Evaluation des marges de manœuvre en considérant 3 années successives défavorables | 109 |
| 3.1.6.4.3. | Limitation des rejets en période de hautes eaux | 109 |
| 3.1.6.4.4. | Optimisation de la définition des dépassements de concentration à Hauconcourt | 110 |
| 3.2. | BILAN TECHNIQUE, ENVIRONNEMENTAL ET ECONOMIQUE | 111 |
| 3.2.1. | <i>Synthèse de l'examen actualisé des scenarii</i> | 111 |
| 3.2.2. | <i>Commentaires généraux et recommandations</i> | 114 |

LISTE DES ANNEXES

| | |
|---|-----|
| ANNEXE 1. COMPTE-RENDU DE LA COMMISSION SDAGE D'AVRIL 2009 | 118 |
| ANNEXE 2. DOCUMENTS PERTINENTS SUR LA CONVENTION DE BONN | 118 |
| ANNEXE 3. CARTE DES POINTS DE CAPTAGES SUR LA NAPPE ALLUVIALE DE LA MOSELLE ET DES CONTRAINTES ASSOCIEES | 118 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|---|-----|
| TABLEAU 1. REGIME HYDRAULIQUE DES RIVIERES ETUDIEES | 4 |
| TABLEAU 2. QUALITE GENERALE DE LA MOSELLE A HAUCONCOURT | 5 |
| TABLEAU 3. SYNTHESE BIOLOGIE IBD DE LA MOSELLE A HAUCONCOURT | 5 |
| TABLEAU 4. SYNTHESE SEQ-EAU DE LA MOSELLE A HAUCONCOURT POUR L'ANNEE 2007 | 6 |
| TABLEAU 5 : EVOLUTION DES PARAMETRES NON SATISFAISANTS DU SEQ-EAU VIS-A-VIS DE LA PRODUCTION D'EAU POTABLE | 7 |
| TABLEAU 6 : CARACTERISTIQUES MOYENNES DES REJETS DE NOVACARB | 11 |
| TABLEAU 7. CAPTAGES ET UNITES DE PRODUCTION D'EAU POTABLE IMPACTES PAR LES CHLORURES | 20 |
| TABLEAU 8. QUALITE D'EAU DE LA MOSELLE ET REFERENCES POUR LA PRODUCTION D'EAU POTABLE | 23 |
| TABLEAU 9. EVALUATION PONDEREE DU SCENARIO 1.1.A | 43 |
| TABLEAU 10. EVALUATION PONDEREE DU SCENARIO 1.1.B | 47 |
| TABLEAU 11. EVALUATION PONDEREE DU SCENARIO 1.1.C | 52 |
| TABLEAU 12. EVALUATION PONDEREE DU SCENARIO 1.1.C | 58 |
| TABLEAU 13. EVALUATION PONDEREE DU SCENARIO 1.3 | 63 |
| TABLEAU 14. EVALUATION PONDEREE DU SCENARIO 1.4.A | 68 |
| TABLEAU 15. EVALUATION PONDEREE DU SCENARIO 1.4.B | 69 |
| TABLEAU 16. EVALUATION PONDEREE DU SCENARIO 3.1.B | 74 |
| TABLEAU 17. EVALUATION PONDEREE DU SCENARIO 3.1.C | 75 |
| TABLEAU 18. EVALUATION PONDEREE DU SCENARIO 3.1.D | 77 |
| TABLEAU 19. EVALUATION PONDEREE DU SCENARIO 3.1.E | 86 |
| TABLEAU 20. TECHNIQUES DE DESALEMENT UTILISEES DE NOS JOURS POUR DIFFERENTES CATEGORIES D'EAU | 87 |
| TABLEAU 21. EVALUATION PONDEREE DU SCENARIO 4.1.B | 93 |
| TABLEAU 22. EVALUATION PONDEREE DU SCENARIO 6 | 97 |
| TABLEAU 24. BILAN ECONOMIQUE, TECHNIQUE ET ENVIRONNEMENTAL DES SOLUTIONS ETUDIEES | 113 |
| TABLEAU 25. SYNTHESE DE L'EVALUATION TECHNIQUE ET ENVIRONNEMENTALE QUALITATIVE | 114 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|--|-----|
| FIGURE 1. RIVIERES ETUDIÉES ET STATIONS DE JAUGEAGE | 4 |
| FIGURE 2. MESURE DE LA SALINITE TOTALE DE LA MOSELLE A HAUCONCOURT DEPUIS 2002 | 8 |
| FIGURE 3. VULNERABILITE DES CAPTAGES AEP VIS-A-VIS DES CHLORURES..... | 21 |
| FIGURE 4. LOCALISATION DU CHAMP CAPTANT DU SIE DE VERNY (PUITS LA LOBE) | 24 |
| FIGURE 5. LOCALISATION DU CHAMP CAPTANT DU SIE ATTON | 25 |
| FIGURE 6. LOCALISATION DU CHAMP CAPTANT DU SIE SEILLE ET OBRION MOSELLE | 26 |
| FIGURE 7. LOCALISATION DU CHAMP CAPTANT DE METZ SUD..... | 27 |
| FIGURE 8. SCHEMA SYNTHETIQUE DES MECANISMES DE LA CORROSION..... | 31 |
| FIGURE 9. CALCODUC DEPUIS LES SOUDIÉRES JUSQU'A STRASBOURG..... | 38 |
| FIGURE 10. CALCODUC DEPUIS LES SOUDIÉRES JUSQU'A COBLENCE | 44 |
| FIGURE 11. EVOLUTION CONJOINTE DU MODULE DE LA MOSELLE ET DE LA CONCENTRATION EN CHLORURES | 48 |
| FIGURE 12. EVOLUTION CONJOINTE DU QMNA2 DE LA MOSELLE ET DE LA CONCENTRATION EN CHLORURES | 49 |
| FIGURE 13. EVOLUTION CONJOINTE DU QMNA2 DE LA MOSELLE ET DE LA CONCENTRATION EN CHLORURES | 49 |
| FIGURE 14. PLAN DE SITUATION DU PROJET GDF | 53 |
| FIGURE 15. CALCODUC DEPUIS LES SOUDIÉRES JUSQU'A LA MER..... | 59 |
| FIGURE 16. CALCODUC PARTIEL DEPUIS LES SOUDIÉRES JUSQU'A STRASBOURG..... | 64 |
| FIGURE 17. AQUEDUC DE NANCY A METZ..... | 71 |
| FIGURE 18. SCHEMA DE L'ALIMENTATION DU BASSIN FERRIFERE EN 2004 | 80 |
| FIGURE 19. SCHEMA DE L'ALIMENTATION DU BASSIN FERRIFERE APRES ENNOYAGE DU BASSIN NORD (ETUDE ANTEA 2006) | 81 |
| FIGURE 20. LOCALISATION DES POINTS DE SURVEILLANCE ACTUELS DU BASSIN FERRIFERE | 82 |
| FIGURE 21. EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN SULFATES AUX DIFFERENTS POINTS DE SURVEILLANCE DU BASSIN NORD | 83 |
| FIGURE 22. EVOLUTION DES CONCENTRATIONS EN SULFATES POUR LES BASSINS SUD ET CENTRE | 84 |
| FIGURE 23. PROCÉDES EN FONCTION DE LA SALINITE DES EAUX A TRAITER (EN MG/L / PPM) | 87 |
| FIGURE 24. TRAITEMENT DES REJETS | 89 |
| FIGURE 25. PRESSION ANTHROPIQUE SUR LA NAPPE ALLUVIALE DE LA MOSELLE | 94 |
| FIGURE 26. NAPPE DES GRES VOSGIENS | 98 |
| FIGURE 27. EXEMPLE DU CAPTAGE PROFOND DE DIEUZE DANS LA NAPPE DES GRES VOSGIENS | 99 |
| FIGURE 28. EVOLUTION DE LA TENEUR EN CHLORURES DANS LA MOSELLE (1974 – 2008)..... | 104 |
| FIGURE 29. SCHEMA SYNTHETIQUE DES POINTS DE REGULATION DES REJETS DES SOUDIÉRES | 106 |

PREAMBULE

De par son histoire et sa géologie, la Lorraine est une région marquée par le sel. Les sources d'eau salée naturelles et industrielles contribuent à perturber de façon notable la ressource en eau dans le bassin de la Moselle. Les sels concernés sont, pour l'essentiel, les chlorures de calcium et de sodium. Le principal usage de l'eau contrarié est la **production d'eau potable**. La qualité actuelle de la Moselle n'en fait nullement une ressource directe en eau potable et certains captages situés dans la nappe alluviale de la Moselle sont touchés par des concentrations en chlorures supérieures aux seuils de qualité imposés par la réglementation en vigueur pour la production d'eau potable.

La **Directive Cadre Européenne** sur l'Eau impose la restauration des masses d'eau pour l'atteinte du **bon état écologique à l'horizon 2015**. Dans ce contexte, le **futur SDAGE** se doit de fixer des objectifs permettant d'apporter des améliorations et d'atteindre cet état écologique. Bien que les chlorures ne fassent pas partie des substances dangereuses visées prioritairement par la directive cadre, le SDAGE ne doit pas se limiter à cela et se doit même de définir des objectifs pour le retour à un bon état écologique des masses d'eau vis-à-vis de la salinité.

L'objectif final est l'orientation vers une adaptation des concentrations en sels minéraux dans le milieu pour **(1) atteindre le meilleur état possible des masses d'eau en (2) préservant le développement économique et social de la région et en (3) confortant les usages à l'aval**. Le dernier compte rendu de réunion de la Commission SDAGE du Comité de Bassin Rhin-Meuse (fourni en Annexe 1) présente pour cela clairement le contexte des règles d'estimation du « bon état » et les échéances SDAGE à venir, notamment pour le paramètre « chlorures ».

La grande complexité de la gestion des effluents salins dans la Meurthe puis la Moselle a rendu nécessaire la présente étude de manière à cerner l'ensemble des paramètres et d'envisager, à la fois techniquement et économiquement, les différentes solutions qui pourraient être proposées :

- Pour améliorer la qualité globale de la Moselle et ainsi de sa nappe alluviale (objectif réglementaire) ;
- Pour réduire les conflits d'usages.

Ce rapport constitue le rendu de l'**étape 2** de l'étude (dernier volet D). La première étape a permis de développer un état des lieux élargi de la situation ainsi qu'un premier bilan sur la faisabilité technique de divers scénarii d'amélioration de la gestion des chlorures (solutions déjà envisagées en 1999 lors de l'étude SOGREAH ref. 100779. menée dans le cadre de l'ancienne demande d'autorisation d'augmentation de la capacité de production des soudières avec actualisation des données + nouvelles pistes et solutions envisageables).

Le présent rapport, rédigé pour être autoporteur en reprenant l'essentiel des conclusions des phases précédentes, porte sur l'analyse comparative des solutions potentiellement possibles à ce jour, via la réalisation d'un bilan économique et d'un bilan environnemental global, pour en tirer en concertation les principales recommandations et facteurs d'aide à la décision pour les acteurs et décideurs impliqués.

1. SYNTHÈSE DE L'ÉTAT DE RÉFÉRENCE

1.1. ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude est située dans le bassin hydrographique du Rhin, et plus particulièrement dans les vallées de la Meurthe et de la Moselle. La partie de la zone plus spécifiquement concernée par l'étude, notamment par l'alternative consistant à rejeter les sous-produits dans la Meurthe, est constituée principalement par la vallée de la Moselle entre Nancy et Metz voire Thionville, et par le tronçon aval de la Meurthe sur quelques kilomètres.

La Moselle prend sa source dans le massif des Vosges et s'écoule du nord vers le sud jusqu'à sa confluence avec le Rhin à Coblenche. Sur son cours elle rencontre les affluents suivants, d'amont en aval :

- A l'aval de Nancy : la Meurthe qui prend également sa source dans le massif des Vosges.
- Près de Metz : La Seille
- Avant Thionville : l'Orne
- Près de Trêves en Allemagne : la Sarre.

L'activité économique de la zone est à la fois industrielle et agricole.

L'activité industrielle est importante. Parmi les industries significatives dans la partie française figurent l'usine Arcelor de Florange, la centrale nucléaire de Cattenom, ainsi que les sites sidérurgiques de Pont à Mousson.

L'activité agricole est également importante dans la plaine de la Moselle. Le vignoble se situe sur les coteaux, hors d'atteinte des crues de la rivière.

Il convient de noter que l'activité minière dans le bassin ferrifère lorrain situé à l'ouest de Metz et de Thionville, encore en cours lors des réflexions menées en 1999, est désormais terminée.

Les villes les plus importantes pour la partie française de la vallée de la Moselle sont Nancy, Metz et Thionville. Dans la partie allemande se trouvent Trêves, et Coblenche à la confluence avec le Rhin.

Les nappes en présence dans la zone d'étude sont les nappes alluviales de la Moselle et de la Meurthe, et la nappe calcaire du bassin ferrifère lorrain.

Le Rhin, dont le haut bassin se situe en Autriche et en Suisse, pénètre en France près de Mulhouse, arrose Strasbourg, ensuite coule en Allemagne où il reçoit la Moselle, puis enfin au Pays-Bas où il se jette dans la mer du nord au niveau de Rotterdam.

Le Rhin est concerné par l'étude dans la mesure où il reçoit les eaux de la Moselle, et où certaines solutions alternatives au rejet des chlorures des soudières dans la Meurthe prévoient un rejet direct d'effluents dans le Rhin en Alsace.

1.2. PRINCIPAUX USAGES DE L'EAU

Dans la vallée de la Moselle à l'aval de Nancy, les prélèvements directs d'eau sont liés aux activités industrielles, pour l'eau de procédé et l'eau de refroidissement. Les systèmes d'alimentation en eau potable sont par ailleurs alimentés par prélèvement dans les nappes. Il n'existe pratiquement pas d'irrigation avec prélèvement direct en rivière.

Dans la vallée du Rhin à l'aval de Strasbourg, les prélèvements directs d'eau sont également principalement liés aux activités industrielles. Dans la partie allemande, il n'existe pas de prélèvement direct à usage d'alimentation en eau, contrairement à la partie néerlandaise où les eaux du Rhin sont prélevées à cet effet, en raison de la salinité des eaux souterraines sur une grande partie du pays. Les usages de l'eau à des fins d'irrigation restent marginaux sur tout le parcours.

Les deux rivières sont le siège d'une navigation commerciale importante, et sur certains secteurs d'une activité de pêche.

1.3. DÉBIT ET QUALITÉ DES RIVIÈRES

1.3.1. LE RÉGIME HYDRAULIQUE

Les deux soudières SOLVAY et NOVACARB sont implantées en bordure de la Meurthe, dans laquelle s'effectuent actuellement les rejets salins. La Meurthe rejoint la Moselle à Custines, à environ 15 km en aval de l'usine de NOVACARB à La Madeleine. La confluence entre la Moselle et le Rhin se fait à Coblenz, en Allemagne, à environ 360 km en aval de Nancy. Le Rhin se jette dans la Mer du Nord au niveau de Rotterdam aux Pays-Bas.

Deux débits sont à considérer pour caractériser les effets des rejets salins dans les rivières:

- le débit moyen interannuel, ce qui donne la concentration moyenne en chlorures dans le cours d'eau sur la base du flux moyen rejeté,
- le débit mensuel quinquennal sec, au-dessus duquel les dépassements de concentration ne sont pas admis, ce qui, dans certains cas, nécessite une modulation du rejet.

Les valeurs des débits ont été recueillies auprès des sources officielles, la banque Hydro en France et Bundesanstalt für Gewässerkunde, the Global Runoff Data Centre, Coblenz, en Allemagne.

Le tableau suivant présente les valeurs:

| Site | Débit moyen interannuel (module) | Débit mensuel quinquennal sec |
|--|----------------------------------|-------------------------------|
| La Meurthe à Damelevières, en amont des soudières | 34.2 m ³ /s | 6.7 m ³ /s |
| La Meurthe à Malzeville, en aval des soudières | 40.4 m ³ /s | 7.5 m ³ /s |
| La Moselle à Toul, en amont de la confluence avec la Meurthe | 63.8 m ³ /s | 7.6 m ³ /s |
| La Moselle à Hauconcourt, en aval de la confluence avec la Meurthe | 130.0 m ³ /s | 20.0 m ³ /s |
| Le Rhin à Bâle, Suisse | 1106 m ³ /s | 755 m ³ /s |
| Le Rhin à Strasbourg | 1089 m ³ /s | 560 m ³ /s |
| Le Rhin à Maxau, en aval de la frontière franco-allemande | 1250 m ³ /s | 840 m ³ /s |
| Le Rhin à Kaub, en amont de la confluence avec la Moselle | 1609 m ³ /s | 1105 m ³ /s |
| Le Rhin à Cologne | 2083 m ³ /s | 1424 m ³ /s |

Tableau 1. Régime hydraulique des rivières étudiées

La figure ci-après précise la localisation des stations de jaugeage.

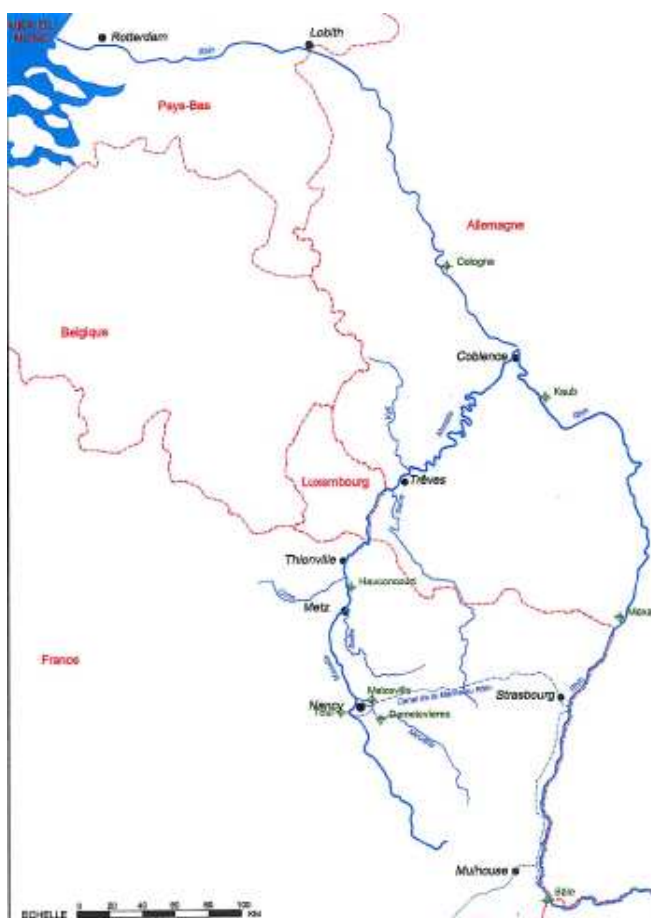


Figure 1. Rivières étudiées et stations de jaugeage

1.3.2. LA QUALITÉ GÉNÉRALE DES EAUX DE LA MOSELLE

Les phases d'études précédentes ont permis de qualifier le contexte de qualité dans lequel viennent s'ajouter les chlorures. Pour ce faire, les tableaux suivants rappellent le bilan qualitatif des eaux de la Moselle suivant les principaux paramètres. Ces données sont issues de la base de données de l'AERM, disponible sur Internet grâce au site du SIERM (Système d'Information sur l'Eau Rhin – Meuse). Ces données concernent la station de mesure d'Hauconcourt.

| Qualité générale | | | | | | | | | | |
|------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Années | 1998 | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
| Qualité générale | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 1B | 2 | 1B | 2 | 1B |
| O2 dissous % (percentile 90) | 75 | 72 | 79 | 74 | 80 | 79 | 78 | 81 | 86 | 76 |
| O2 dissous mini. en mg/l | 6.6 | 6 | 6.6 | 6.3 | 5.6 | 6.9 | 6.6 | 6.4 | 6.8 | 6.4 |
| DBO5 (percentile 90) | 2 | 3 | 2 | 3 | 4 | 4 | 6 | 2.9 | 2.9 | 3.5 |
| DCO (percentile 90) | 26 | 26 | 28 | 26 | 32 | 25 | 27 | 17 | 22 | 22 |
| NH4+ (percentile 90) | 0.36 | 0.42 | 0.38 | 0.42 | 0.38 | 0.43 | 0.29 | 0.39 | 0.57 | 0.21 |

| Légende | | | | | | |
|---------------------|------------------|--|----------------------------|-------------------|------------------|--------------|
| Classe qualité | Qualité générale | O2 dissous en mg/l | O2 dissous % de saturation | DBO5 en mg/l d'O2 | DCO en mg/l d'O2 | NH4+ en mg/l |
| Très bonne | 1A | >=7 | >=90 | <=3 | <=20 | <=0.1 |
| Bonne | 1B | 5 à 7 | 70 à 90 | 3 à 5 | 20 à 25 | 0.1 à 0.5 |
| Passable | 2 | 3 à 5 | 50 à 70 | 5 à 10 | 25 à 40 | 0.5 à 2 |
| Mauvaise | 3 | Milieu à maintenir aérobie en permanence | | 10 à 25 | 40 à 80 | 2 à 8 |
| Pollution excessive | M | Observation de Milieu anaérobie | | >25 | >80 | >8 |

Tableau 2. Qualité générale de la Moselle à Hauconcourt

| Biologie | | | | | | | | | |
|------------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Années | 1999 | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
| Indice Biologique Diatomique (IBD) | 7.1 | 7.4 | 7.2 | 7.1 | 7.2 | 7.5 | 6.7 | | 10.2 |

| Légende | |
|---------------------|------------------------------------|
| Classe qualité | Indice Biologique Diatomique (IBD) |
| Très bonne | 17 à 20 |
| Bonne | 13 à 16.9 |
| Passable | 9 à 12.9 |
| Mauvaise | 5 à 8.9 |
| Pollution excessive | 0 à 4.9 |

Tableau 3. Synthèse Biologie IBD de la Moselle à Hauconcourt

| Synthèse seq-eau (V2) | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|---|-------------------------|----|---------|--------------------------|------------------------------|------------|-------------|-------------|--|
| Altération - Supports | | Aptitudes à la biologie | | Qualité | Production d'eau potable | Loisirs et sports aquatiques | Irrigation | Abreuvement | Aquaculture | |
| Macropolluants | Matières organiques et oxydables | 62 | 64 | 64 | | | | | | |
| | Matières azotées hors nitrates | | 69 | 69 | | | | | | |
| | Nitrates | | 63 | | | | | | | |
| | Matières phosphorées | | 60 | 60 | | | | | | |
| | Effets de proliférations végétales | | 78 | 78 | | | | | | |
| | Particules en suspension | | 85 | 65 | | | | | | |
| | Température | | 97 | 97 | | | | | | |
| | Acidification | | 85 | 85 | | | | | | |
| | Minéralisation | | | | 1 | | | | | |
| | Couleur | | | | 72 | | | | | |
| Micro - organismes | | | | | | | | | | |
| Micropolluants | Micropolluants minéraux | sur eau brute | 57 | 57 | 57 | | | | | |
| | | sur bryophytes | | | 57 | | | | | |
| | | sur sédiments | | | 58 | | | | | |
| | | sur MES | | | | | | | | |
| | Pesticides | sur eau brute | 31 | 39 | 37 | | | | | |
| | | sur sédiments | | | 37 | 77 | | | | |
| | | sur MES | | | | | | | | |
| | Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) | sur eau brute | 59 | 59 | | | | | | |
| | | sur sédiments | 54 | 54 | | | | | | |
| | | sur MES | | | | | | | | |
| | Poly-chloro-byphényles (PCB) | sur eau brute | | | | | | | | |
| | | sur sédiments | | | | | | | | |
| | | sur MES | | | | | | | | |
| Micropolluants organiques autres | sur eau brute | | 31 | 31 | | | | | | |
| | sur sédiments | | | 31 | | | | | | |
| | sur MES | | | | | | | | | |

| Classes d'aptitudes de l'eau | | | | | |
|------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------|-------------------------------------|--|-----------------------|
| | Très bonne | Bonne | Passable | Mauvaise | Très mauvaise |
| BIOLOGIE | Tous taxons présents | Taxons sensibles absents | Taxons absents nombreux | Diversité faible | Diversité très faible |
| EAU POTABLE | Acceptable | Traitement simple | Traitement classique | Traitement complexe | Inapte |
| LOISIRS | Optimal | | Acceptable | | Inapte |
| IRRIGATION | Plantes très sensibles Tous sols | Plantes sensibles Tous sols | Plantes tolérantes Sols alc/neut | Plantes très tolérantes Sols alc/neut | Inapte |
| ABREUVAGE | Tous animaux | | Animaux matures | | Inapte |

Tableau 4. Synthèse SEQ-Eau de la Moselle à Hauconcourt pour l'année 2007

La qualité générale de la Moselle au niveau de la station de mesure d'Hauconcourt est donc jugée globalement bonne selon la grille d'objectif de qualité de 1971.

Cependant, l'analyse des données de suivi SIERM révèle l'existence de paramètres ponctuellement non satisfaisants, notamment par rapport aux critères de « production d'eau potable ». Il s'agit en particulier :

- des matières organiques oxydables,
- des pesticides,
- mais surtout de la **minéralisation** qui rend l'eau inapte à la production d'eau potable (seule ligne indiquée en rouge de la grille Seq-eau).

| Altération - Support | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|----------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Matières organiques et oxydables | | | | | |
| Minéralisation | | | | | |
| Micro-organismes | | pas de donnée | | | pas de donnée |
| Pesticides | pas de donnée | pas de donnée | pas de donnée | pas de donnée | |

Tableau 5 : évolution des paramètres non satisfaisants du Seq-eau vis-à-vis de la production d'eau potable

Or les concentrations en chlorures jouent un rôle significatif dans la minéralisation d'une eau.

La qualité biologique de l'eau est, par ailleurs, globalement mauvaise du point de vue de l'IBD. Il faut noter que l'IBD ne permet pas de mettre en évidence l'impact particulier des chlorures. L'IBD varie en fonction de plusieurs paramètres comme par exemple, la richesse en matières organiques.

1.3.3. LA SALINITE DE LA MOSELLE

Le sous-sol de la Lorraine renferme deux gîtes salifères que sont le Muschelkalk moyen (région de Sarre) et le Keuper inférieur (régions de Dombasle – Varangéville et Vic-sur-Seille – Dieuze – Château salins).

A l'Est de Nancy en particulier, l'extension du gisement est conditionnée par les phénomènes de dissolution qui affectent le gîte au voisinage de la surface topographique. Ces phénomènes se traduisent par la présence de sources salées qui influencent naturellement la physico-chimie des eaux superficielles.

Les rivières Seille et Sanon, situées à l'Est de Nancy, sont ainsi naturellement salines. La Meurthe, quant à elle, recoupe la zone d'influence probable du gisement salifère sensiblement au niveau de la zone d'implantation des soudières NOVACARB et SOLVAY ; les rejets salins des soudières rendent difficiles les mesures directes apports naturels de sel dans la rivière, mais ceux-ci peuvent être évalués par déduction comme détaillé dans les précédentes phases d'études et rappelé ci-dessous.

La station de mesure à Hauconcourt est le point de contrôle des rejets salins des soudières, selon l'arrêté préfectoral du 27/11/95. Des mesures de chlorures sont disponibles pour ce site depuis 1956. La concentration des chlorures est restée relativement stable pendant la période avec, en moyenne, un taux de chlorures d'environ 370 mg/l.

Le graphique ci-après présente la salinité totale de la Moselle mesurée à Hauconcourt depuis 2002, résultat de la salinité naturelle et de la pollution par les soudières et les tiers. Ces données ont été fournies par les sociétés NOVACARB et SOLVAY grâce à leur système de gestion automatisé des rejets salins, qui relève les débits de la Moselle et concentration en chlorures à la station de mesure d'Hauconcourt.

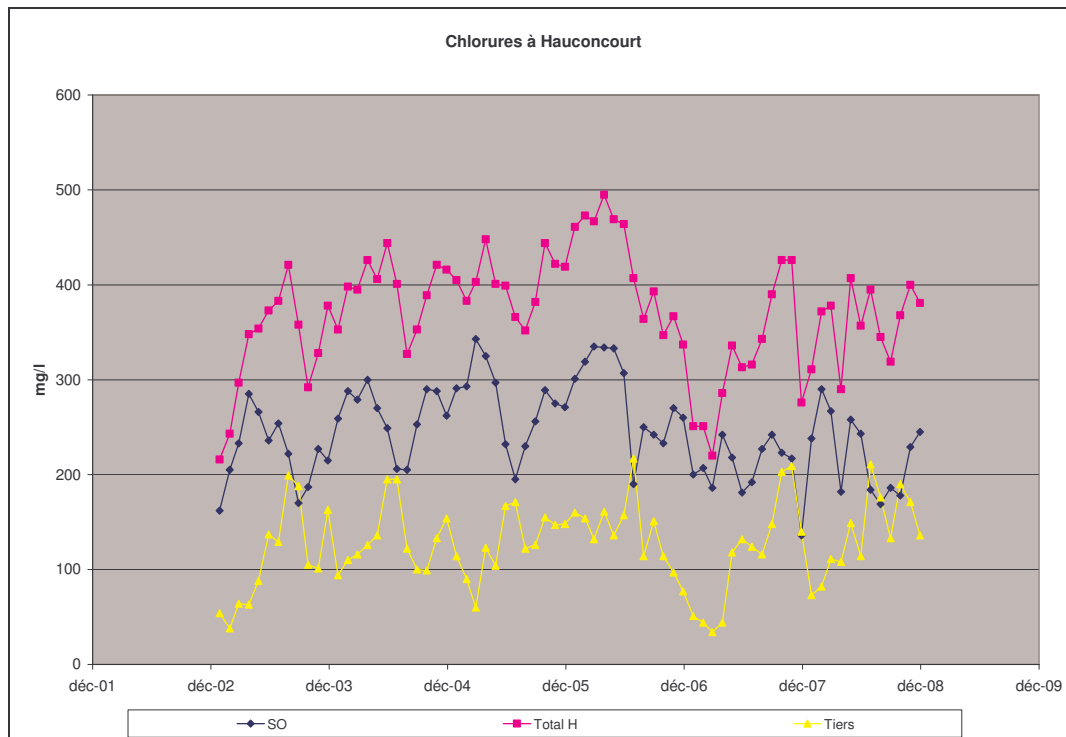


Figure 2. Mesure de la salinité totale de la Moselle à Hauconcourt depuis 2002

La courbe rose représente la salinité totale de la Moselle à Hauconcourt et la courbe bleue la partie liée uniquement aux rejets des soudières NOVACARB et SOLVAY. La courbe jaune représente quant à elle la concentration totale de chlorures provenant des tiers et des sources salées naturelles. Il est à noter que.

- Entre le 1^{er} janvier 2003 et le 31 décembre 2008, la **concentration moyenne** en chlorures dans la Moselle a été d'environ **372 mg/l**.
- la **concentration naturelle** moyenne annuelle en chlorures à Hauconcourt est de l'ordre de **80 mg/l**. Cette concentration naturelle + tiers (voir courbe jaune) peut atteindre des **valeurs supérieures à 200 mg/l**, essentiellement en période d'étiage.

Remarque : la courbe jaune fait apparaître une concentration moyenne liée aux rejets des tiers et à la salinité naturelle supérieure à 80 mg/l. Cela peut s'expliquer par la prise en compte des seules années 2002 à 2008 dans l'élaboration du graphique, les années 2003 à 2005 étant elles mêmes particulières.

Le calcul du flux massique moyen à partir de cette concentration moyenne en chlorures et du **module de la Moselle à Hauconcourt** donne un résultat de **48.36 kg/s**. A noter que ce même calcul avec une concentration de l'ordre de 200 mg/l en concentration moyenne donne un résultat de **26 kg/s**.

1.4. LES REJETS SALINS DES INDUSTRIELS

1.4.1. REJETS DES SOUDIÈRES

1.4.1.1. PREAMBULE : PRESENTATION DES SOUDIÈRES ET POIDS ECONOMIQUE

La production française de **carbonate de sodium** est assurée par les deux sociétés lorraines NOVACARB et SOLVAY, dénommées usuellement sous le nom des « soudières ».

Le carbonate de sodium est une matière première importante pour les filières industrielles suivantes :

- Fabrication du verre (70% des débouchés)
- Détergents, et en particulier les lessives
- Fabrication du bicarbonate de soude
- Fabrication d'émail pour la céramique
- Composant pour la fabrication de certains médicaments
- Composant de certains isolants à base de chanvre dans le bâtiment

Bon nombre d'entreprises de ces filières sont entre autres pour cette raison implantées en Lorraine ou dans des régions proches des sites des soudières, qui fournissent environ 95% de la demande française en carbonate de calcium.

Les soudières représentent, à elles deux, environ **1000 emplois directs et 4000 emplois indirects**, et produisent du carbonate de sodium depuis les années 1880.

Quelques chiffres permettent de mieux apprécier l'importance de ces entreprises pour la région :

NOVACARB :

- Chiffre d'affaires annuel = 100 M€
- Taxe professionnelle (commune / département / région) = 2 M€
- Autres taxes locales et régionales (dont foncier) : 1 M€
- Investissements pour la modulation des rejets et les bassins = 27 M€ sur 5 ans
- Autres Travaux d'investissement et d'entretien = 20 M€/an, en grande partie réalisés par des entreprises locales (Moselle, Meurthe et Moselle)
- Achat de matières premières et matériaux = 35 M€/an
- Frais de personnel : 20 M€/an

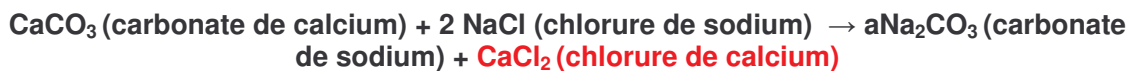
SOLVAY :

- Grossièrement les chiffres NOVACARB ci-dessus multipliés par un facteur de 1,2.

Pour cela, les soudières combinent le chlorure de sodium (NaCl) des gisements salifères voisins avec le carbonate de calcium (CaCO₃ des gisements de calcaire) pour produire du carbonate de sodium.

La production du carbonate de sodium est donc assurée à partir de deux matières premières : le sel et le calcaire. La géologie locale a la particularité en effet de présenter d'importants gisements de calcaire du Jurassique de la Vallée de la Meuse et de sel gemme (chlorure de sodium cristallisé) du Keuper à l'est de Nancy.

Ce procédé de la soude à l'ammoniac est couvert par l'équation théorique générale suivante :



Dans la pratique, cette réaction directe est impossible et d'autres substances avec de nombreuses étapes différentes sont nécessaires à l'obtention du carbonate de sodium.

La production du chlorure de calcium a notamment lieu lors de la récupération de l'ammoniac à partir du chlorure d'ammonium illustrée par l'équation suivante :



L'étude d'impact liée à la demande d'autorisation de la société SOLVAY, en vue d'augmenter la capacité de production de son site, a montré en 1999 que le procédé à l'ammoniac était la seule possibilité pour assurer l'approvisionnement de la France en carbonate de sodium à partir d'une production nationale.

1.4.1.2. LES REJETS SALINS DES SOUDIÈRES

Le processus du carbonate de sodium produit environ 1 tonne de chlorure de calcium par tonne fabriquée de carbonate de sodium.

Les soudières lorraines gèrent leurs effluents chargés en chlorures de calcium (**900 m³/h ou 21600 m³/j**) par clarification en bassins de décantation et égalisation dans des bassins de modulation.

Les résidus de process sont donc des chlorures de calcium (CaCl₂) rejetés sous forme de saumure dans la Meurthe :

- soudière NOVACARB (implantée à la Madeleine, sur la commune de Laneuveville-devant-Nancy, à environ dix kilomètres au Sud-Est de Nancy) : rejets de chlorures de calcium effectués dans la Meurthe qui rejoint la Moselle en aval de Nancy, à une quinzaine de kilomètres au nord de la soudière.
- soudière SOLVAY (implantée sur les trois communes de Dombasle-sur-Meurthe, Rosières-aux-Salines et Varangéville, à environ douze kilomètres au Sud-Est de Nancy) : rejets de chlorures de calcium également dans la Meurthe.

Les rejets salins de NOVACARB ont, d'après l'étude d'impact de 1999, les caractéristiques moyennes suivantes:

| Paramètre | Valeur |
|------------------------------|------------------|
| Température | 20 °C |
| Conductivité | 73.32 mS/cm |
| MES | 40 mg/l |
| Cl ⁻ | 123.97 g/l |
| Ca ⁺⁺ | 44.8 g/l |
| SO ₄ ⁻ | 0.65 g/l |
| pH | 10.6 |
| TA | 40.9 °F |
| TAC | 54 °F |
| NH ₄ ⁺ | 11 mg/l |
| DCO | non significatif |
| DBO | non significatif |
| Na ⁺ | 21.94 g/l |
| Densité | 1.15 |
| AOX ou métaux lourds | non significatif |

Tableau 6 : Caractéristiques moyennes des rejets de NOVACARB

Pour résumer :

Le carbonate de sodium est une base très utilisée, notamment dans la fabrication du verre, de lessive ou de médicaments, et non dangereuse à l'inverse de la soude caustique. A ce titre, les soudières lorraines jouent un rôle primordial dans l'approvisionnement de nombreuses usines françaises. Au niveau mondial, le marché croît de 2% par an environ et porte la demande à un niveau supérieur à l'offre. La stabilité de la production des soudières NOVACARB et SOLVAY ne leur permet pas de faire face à cette augmentation du marché.

Les matières premières que sont le sel et le calcaire sont présentes localement en quantités importantes. Les soudières sont en quelque sorte assises sur leurs matières premières. Celles-ci sont, de plus, de bonne qualité.

Les rejets de chlorure de calcium sont indissociables de la production de carbonate de sodium par le procédé Solvay. Leur mode de gestion par les soudières est évolué du point de vue des **Meilleures Techniques Disponibles** (références fournies par le ministère de l'écologie du développement et de l'aménagement durables et l'INERIS, Institut National de l'Environnement Industriel et des risques).

En effet, les deux sociétés productrices de carbonate de sodium sont les deux seules, à l'échelle de l'Europe, à assurer une double gestion de leurs rejets, par bassins de décantation et bassins de modulation. Les rejets se font donc après décantation des particules en suspension et stockage en bassin de modulation, lorsque le régime hydrologique de la Moselle permet le respect des concentrations à Hauconcourt imposées par leurs arrêtés d'autorisation.

Ces rejets sont déversés dans la Meurthe ou ses affluents proches en amont immédiat de la confluence avec le Sanon). Les charges de chlorures de calcium rejetées annuellement par les deux industriels sont respectivement de :

- soudière NOVACARB : **465 Mkg/an** de chlorures en 2007.
- soudière SOLVAY : **519 Mkg/an** de chlorures en 2007.

Ces rejets correspondant à un flux moyen de **31 kg/s** (maximum autorisé sur 10 ans glissants, voir chapitre réglementaire 1.5).

1.4.2. AUTRES REJETS INDUSTRIELS

Les phases d'étude précédentes ont montré que les autres rejets industriels salins peuvent être considérés comme très mineurs par rapport à ces flux (16,8 Mkg/an en 2007 pour la CSMSE - Compagnie des salins du midi et des salines de l'Est de Varangéville, 5,5 Mkg/an en 2007 pour l'Usine de Pont-à-Mousson et la fonderie de Blénod, 4,1 Mkg/an au maximum pour la centrale de Cattenom). Les sociétés NOVACARB et SOLVAY peuvent donc être légitimement considérées comme étant seules à l'origine de rejets salins significatifs dans la région Lorraine

Pour la région Alsace, seul le site de la mine Amélie, ancienne Mine De Potasse d'Alsace (MDPA), émet encore des rejets significatifs (fin 2008 à un rythme de 5.8 kg/s, soit bien moins qu'avant 2002, date de sa fermeture).

Les rejets salins dans le Rhin via un saumoduc ne sont plus aujourd'hui constitués que par les résidus de la dissolution des terrils et de la dépollution de la nappe d'Alsace. Ces rejets vont encore dans le sens d'une décroissance au cours du temps et le traitement des terrils devrait être terminé à la fin de l'année 2010. A ce moment, seuls les rejets issus de la dépollution de la nappe seront effectués. Ces derniers correspondent à des flux de l'ordre de 4 à 5 kg/s.

1.5. CONTEXTE REGLEMENTAIRE (RAPPELS SYNTHETIQUES)

1.5.1. LA CIPR ET CONVENTION DE BONN

C'est la Commission Internationale pour la Protection du Rhin (CIPR) qui a la responsabilité de la gestion du district Rhin. Elle regroupe les cinq Etats traversés par le fleuve et ses affluents à savoir la Suisse, la France, l'Allemagne, le Luxembourg et les Pays-Bas.

Le problème des chlorures est traité spécifiquement par une sous-commission. Ainsi, une convention spéciale a été signée par les différents Etats membres, dans le but de réduire les rejets salins dans le Rhin et ses affluents, et de stabiliser les taux de chlorures dans le Rhin **sous le seuil de 200mg/l à la frontière germano-néerlandaise** (facilitant ainsi l'approvisionnement en eau potable).

En 1976, la convention a ainsi fixé des charges maximales nationales résultant des rejets en ions chlore supérieurs à 1kg/s dans différentes sections du fleuve Rhin pour la Suisse, la France et l'Allemagne. Un objectif de réduction de ces charges est alors donné. Le principal pays concerné est alors la France avec une réduction demandée de 60kg/s à l'horizon 1999. Celle-ci devait être rendue possible essentiellement grâce à une réduction des rejets des MDPA (rejetant alors 130kg de chlorure par seconde sur les 168 imputable à la France).

Plus particulièrement, concernant les rejets des soudières lorraines, est stipulé en annexe que les rejets en ions-chlore sont modulés de façon telle que la concentration résultant des **rejets supérieurs à 1kg/s** (rejets inférieurs à 1 kg/s considérés dans la partie naturelle de la charge en chlorure de la rivière) d'ions-chlore ne dépasse pas **400 mg/l d'ions-chlore à la station de mesure d'Hauconcourt sur la Moselle.**

Le 25 septembre 1991 a été conclu un « **protocole additionnel à la convention du 3 décembre 1976** ». Ce protocole additionnel actualise la convention de 1976 par rapport aux évolutions ayant eu lieu et notamment l'arrêt des activités des MDPA. Il conserve l'objectif d'améliorer la qualité des eaux du Rhin et impose que les dépassements de 200 mg/l d'ions chlore à la frontière germano-néerlandaise soient limités en importance et en durée. Il permet de redéfinir les moyens techniques et financiers d'aboutir aux objectifs fixés en 1976 tout en restant « convaincus que, en dehors des réductions déjà obtenues et des mesures prévues par le présent protocole, d'autres mesures de réduction de la charge en chlorures sur l'ensemble du cours du Rhin ne sont ni nécessaires du point de vue écologique ni justifiées au regard des critères techniques et économiques ». L'article 5 de ce protocole additionnel stipule que les « Parties contractantes prennent sur leur territoire les mesures nécessaires pour éviter une augmentation des quantités d'ions chlore rejetées ans le bassin du Rhin » et que « les augmentations des quantités d'ions chlore provenant de rejets isolés ne sont admissibles que dans la mesure où les Parties contractantes concernées procèdent sur leur territoire à une compensation de la charge ou si une compensation globale peut être trouvée dans le cadre de la Commission Internationale ».

Les directives fixées par cette convention et son protocole additionnel, parallèlement à la fermeture des MDPA survenue ces dernières années, laissent donc penser qu'une marge de manœuvre importante existe actuellement en terme de rejets chlorurés. En effet, une augmentation des rejets de chlorures dans la Moselle pourrait être compensée par la baisse des rejets des MDPA sur le territoire français sans remettre en cause la maintien du seuil de 200 mg/l à la frontière germano-néerlandaise. De même, l'article 5 du protocole additionnel à la convention de Bonn laisse croire en la possibilité de déplacer librement un point de rejet à l'intérieur d'un même territoire. Il serait donc possible d'effectuer les rejets chlorurés des soudières directement dans le Rhin plutôt que dans la Moselle via un caloduc, ou dans la Moselle en un point de rejet déplacé plus en aval.

Cependant, les pressions politiques nationales et internationales ainsi que les objectifs de la DCE sont tels que ces possibilités sont à envisager avec précaution.

1.5.2. LE CODE DE LA SANTE PUBLIQUE

Le Code de la santé publique fixe les limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine. La référence est « l'arrêté du 11 janvier 2007 relatif aux limites et références de qualité des eaux brutes et des eaux destinées à la consommation humaine mentionnées aux articles R. 1321-2, R. 1321-3, R. 1321-7 et R. 1321-38 du code de la santé publique. »

Concernant les chlorures :

- Annexe I : limites et référence de qualité des eaux destinées à la consommation humaine, à l'exclusion des eaux conditionnées :
 - II : Référence de qualité des **eaux destinées à la consommation humaine** :
 - Chlorures : **250 mg/l, les eaux ne doivent pas être corrosives.**
 - Conductivité : **entre 180 et 1000 µS/cm à 20 °C, les eaux ne doivent pas être corrosives.**

- Annexe II : limites de qualité des **eaux brutes de toute origine utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine**, à l'exclusion des eaux de source conditionnées, fixées pour l'application des dispositions prévues aux articles R. 1321-7 (II), R. 1321-17 et R. 1321-42 :
 - Chlorures : **200 mg/l**
- Annexe III : limites de qualité des **eaux douces superficielles utilisées pour la production d'eau destinée à la consommation humaine**, à l'exclusion des eaux de source conditionnées, fixées pour l'application des dispositions prévues aux articles R. 1321-38 À R. 1321-41 :
 - Chlorures : **200 mg/l** (valeur guide et non impérative)

Remarque : une référence de qualité est un indicateur de qualité, témoin du fonctionnement des installations de production et de distribution. Les substances concernées par des références de qualité n'ont pas d'incidence directe sur la santé aux teneurs normalement présentes dans l'eau. Elles peuvent toutefois être à l'origine d'inconfort ou de désagrément pour le consommateur.

1.5.3. LA DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU ET LE PROJET DE SDAGE RHIN - MEUSE

La Directive Cadre Européenne du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau ne fait pas référence aux chlorures en particulier, s'intéressant principalement aux substances prioritaires dont ils ne font pas partie. Cependant, cette directive établit un cadre général qui vise à « **prévenir toute dégradation supplémentaire, préserver et améliorer l'état des écosystèmes aquatiques (...)** »

L'objectif fixé est l'atteinte du « **bon état écologique pour 2015** ».

Le projet de **SDAGE Rhin - Meuse** reprend les priorités développées par la DCE.

L'un des enjeux principaux est de « garantir la bonne qualité de toutes les eaux, tant superficielles que souterraines ». Cet enjeu repose sur la **vulnérabilité des êtres vivants à la pollution des eaux qu'ils consomment**. C'est donc aussi la qualité de l'eau potable qui est visée.

Dans notre contexte, deux des quatre priorités peuvent être citées :

- **Réduire toutes les pollutions dans les milieux aquatiques en agissant prioritairement à la source.**
- **Porter une attention particulière aux milieux naturels destinés à l'alimentation en eau potable actuellement ou dans le futur, en vue de réduire au maximum les traitements préalables nécessaires à leur consommation, toujours selon les principes de prévention et d'action à la source.**

S'en suit une série d'orientations parmi lesquelles la plus importante vis-à-vis de la problématique « chlorures » est « **adapter les concentrations en sels minéraux dans le milieu pour atteindre le meilleur état possible des eaux superficielles et souterraines en préservant le développement économique et social de la région et en confortant les usages en aval.** »

On peut conclure sur la définition d'un objectif de qualité pour la Moselle et sa nappe alluviale qui consiste en **l'amélioration du paramètre « chlorures » de façon à ce que la sécurité de l'approvisionnement en eau potable soit assurée, et les activités des industriels pérennisées (voir en Annexe 1 le dernier compte-rendu de la Commission SDAGE d'avril 2009).**

1.5.4. L'ARRETE PREFECTORAL DU 24 DECEMBRE 1999 (ACTIVITE DES SOUDIÈRES)

Les rejets des soudières sont soumis à l'arrêté préfectoral du 24 décembre 1999. Celui-ci répond aux exigences de la convention de 1976 et stipule que l'augmentation maximale de la concentration résultant des rejets des soudières ne doit pas dépasser **400 mg/l en Moselle à Hauconcourt**, avec une répartition entre les soudières à hauteur de 183 mg/l pour NOVACARB et 217 mg/l pour Solvay.

Les soudières ont la possibilité de compenser entre elles deux leurs rejets en cas de dépassement de ces valeurs fixées pour modulation. La concentration totale en chlorures, mesurée à Hauconcourt, doit ainsi répondre aux critères suivants, atteints grâce à la mise en place des dispositifs de modulation des rejets:

- dépassement de 530 mg/l au maximum 18 jours par an.
- dépassement de 600 mg/l au maximum 2 jours par an.

Il fixe les **rejets moyens des soudières en chlorures à 31 kg/s** sur 10 ans glissants, valeur inchangée par rapport à la précédente autorisation (la demande d'augmentation en 1998 de 30% de cette charge rejetée pour passer à 40 kg/s n'a pas été autorisée.)

De plus, lorsque le débit total de dilution de la Moselle à Hauconcourt est inférieur à $20\text{m}^3/\text{s}$, la valeur du débit de dilution à prendre en compte dans la formule définissant les rejets est fixée à $15\text{m}^3/\text{s}$. Et lorsque ce même débit à Hauconcourt est inférieur à $16\text{m}^3/\text{s}$, la valeur à prendre en compte est fixée à $11\text{m}^3/\text{s}$.

Cette restriction supplémentaire permet de limiter encore plus les impacts lors des périodes d'étiage.

A l'inverse, pour limiter les rejets en période de hautes eaux, des valeurs de débits maximum de rejet ont été fixées :

- Pour SOLVAY : 139 000 m^3/j dans la Meurthe et 52 000 m^3/j dans le Sanon.
- Pour NOVACARB : 288 000 m^3/j .

Les soudières sont les seules à devoir contrôler ces concentrations et à gérer les dispositifs de modulation, avec bien sûr compte-rendu régulier aux autorités.

Il est rappelé que la part de la concentration en chlorures due aux rejets des tiers et aux sources salines naturelles a été estimée à 80 mg/l à Hauconcourt en moyenne annuelle (voir paragraphe 1.3.3). En période d'étiage, cette concentration ne résultant pas des activités des soudières peut dépasser les 200 mg/l.

Au niveau d'Hauconcourt, sachant que la part des rejets des soudières se situe en moyenne à 31 kg/s, il est ainsi possible d'estimer la part « naturelle » confondue avec celle des tiers, à environ 17 kg/s en moyenne pluriannuelle.

En considérant la barre des 200 mg/l correspondant à un objectif de respect du critère de potabilisation des eaux brutes de la Moselle, le flux massique moyen de la Moselle requis serait de 26 kg/s. Pour tenir un tel objectif, la marge résiduelle des soudières serait donc de $26 - 17\text{ kg/s} = 9\text{ kg/s}$ au lieu des 31 kg/s actuellement autorisés.

En conclusion, la limitation d'une concentration maximale en chlorures dans la Moselle de l'ordre de 200 mg/l est incompatible avec le maintien des rejets des soudières tels qu'ils sont actuellement.

Au-delà de cet état des lieux synthétique, la réalité des rejets salins des soudières et de leurs impacts sur l'environnement et la ressource en eau est présentée dans le chapitre suivant.

oOo

2. EVALUATION DE L'IMPACT DES CHLORURES

2.1. IMPACTS SUR L'ÉCOLOGIE DES COURS D'EAU

La Directive Cadre sur l'Eau fixe un objectif de bon état écologique des masses d'eau pour 2015. Cet objectif concerne particulièrement les substances dites prioritaires dont les chlorures ne font pas partie. Cependant, les chlorures, au même titre que les sulfates, sont des substances pouvant potentiellement impacter cet état écologique. Il est donc important d'analyser dans cette partie ce potentiel impactant sur les biocénoses associées.

A l'heure actuelle, peu de travaux de recherche ont été effectués quant à l'impact des chlorures sur les biocénoses (populations associées à un écosystème donné) des cours d'eau.

Les outils actuels de mesure de la qualité biologique des cours d'eau (IBD, IBGN) et les données associées ne permettent pas aujourd'hui d'isoler l'influence particulière des chlorures sur les écosystèmes en place.

Les seules références disponibles sur le sujet, détaillées dans les phases précédentes de la présente étude, sont :

- une étude canadienne portant sur les incidences de la salinité apportée artificiellement par les sels de déneigement,
- les études lancées par les sociétés de production de carbonate de sodium,
- et de façon plus récente, la thèse de Mr PISCART publiée en 2004 relative à l'état sanitaire des populations de macro-invertébrés de la Meurthe entre Damelevières et Nancy.

L'analyse détaillée des résultats de ces études ne permet pas d'identifier l'existence d'un impact notable à déplorer sur les biocénoses de la Moselle, en lien avec les fortes concentrations en chlorures. Cela s'explique par trois phénomènes :

- Le maintien de concentrations relativement constantes grâce aux dispositifs actuels renforcés de modulation des rejets des soudières, qui permettent de ne plus exposer comme par le passé les populations à des pics de concentration gênants pour leur développement ;
- La résistance des populations à des perturbations polluantes auxquelles elles ont été exposées sur le long terme.
- Le maintien de l'équilibre biologique grâce à une compensation de la disparition de certaines espèces sensibles par d'autres espèces à caractère halophile, qui valorisent même plutôt le milieu par la diversité qu'elles apportent. La valeur écologique des milieux salés continentaux est par ailleurs soulignée par la région Lorraine et le PNR de Lorraine dans des articles consacrés à la vallée de la Seille et au Saulnois. « *En Moselle, le Pays des Etangs aux caractéristiques similaires à la Woëvre se distingue par un gisement salifère qui donne naissance à des sources et mares d'eau salée hébergeant une flore halophile très rare et endémique.* »

En l'état actuel des connaissances, si la salinité peut ainsi influencer légèrement au moins sur certaines biocénoses en favorisant le développement de quelques espèces à tendance halophile, ces effets ne remettent pas en cause l'équilibre biologique des peuplements. En particulier, aucun impact de la salinité n'est actuellement observable au niveau des peuplements de poissons.

Il est à noter que les relevés des pêches électriques de l'ONEMA ne permettent pas, par ailleurs, d'établir de conclusion quant à la santé des populations piscicoles de la Moselle.

2.2. IMPACTS EN TERMES DE SANTE PUBLIQUE

Dans le métabolisme du corps humain, **le chlorure est considéré comme un élément essentiel**. C'est le principal anion extracellulaire du corps. Il est très mobile et assure une pression osmotique, un bilan hydrique et un équilibre acide - base appropriés.

On a estimé que le corps humain renferme 0,15 % de chlorure ou 105 g / 70 kg. On considère que tout le chlorure du corps appartient à une réserve échangeable. Il faut noter que l'apport majoritaire de chlorure dans le corps humain se fait par l'intermédiaire des aliments et du sel condiment. Les apports par l'eau de boisson viennent ensuite, suivis par ceux de l'air.

Les concentrations de chlorure dans le corps sont régulées au moyen d'un système complexe faisant intervenir à la fois le système nerveux et le système hormonal. Même après l'absorption de quantités importantes de chlorure par l'intermédiaire des aliments et de l'eau, l'équilibre du chlorure se maintient, surtout par l'excrétion de l'excès de chlorure dans l'urine.

La valeur de **250 mg/l en chlorures**, fixée par l'OMS dans son rapport intitulé « Guidelines for drinking water quality », que l'on retrouve en Europe et en France, **ne correspond pas à un seuil de toxicité éventuel mais bien à une limite de détection gustative** (ce seuil, pour le chlorure de sodium, le chlorure de potassium et le chlorure de calcium dans l'eau potable est respectivement de 210, 310 et 222 mg/l d'après les données du Ministère de la Santé du Canada).

Par ailleurs, **les suspicions ponctuellement relayées quant au rôle des chlorures dans l'aggravation de l'hypertension n'ont pas été confirmées par des études scientifiques** d'après le document de l'OMS intitulé « Chloride in Drinking – water, background document for development Guidelines for drinking water quality » (seul le sodium peut être concerné).

La limite fixée pour le **sodium** est donc également fixée en rapport avec le seuil de détection gustatif. Il est important de noter qu'aucun document concernant la qualité des eaux de boisson ne mentionne d'éventuels risques liés au **calcium**. Ainsi, il n'y pas de limite de qualité imposé pour cet ion.

Remarque : pour comparaison, voici à titre d'exemple la composition de certaines eaux minérales embouteillées exprimées en mg/l :

- Eau de Taillefine : Bicarbonates 327, Calcium 250, **Chlorures 240**, Magnésium 50, Sulfates 240, Sodium 11, Nitrates 6, Potassium 6
- Vichy célestins : **Sodium 1172**, Calcium 103, Bicarbonates 2889, Sulfates 138, **Chlorures 235, Fluorures 5**, Potassium 66, Magnésium 10.
- Vichy Saint Yorre : Calcium 90, Magnésium 11, **Sodium 1708**, Potassium 132, Sulfates 174, Bicarbonates 4364, **Chlorures 322, Fluorures 9**, pH 6.6

Finalement, les chlorures ne représentent intrinsèquement aucun risque sanitaire pour l'homme dans les concentrations dans lesquelles on les retrouve dans l'eau. En effet, il s'agit de préciser qu'en moyenne journalière, c'est une quantité équivalente à 6g de chlorures qui est ingérée par le plus grand nombre (essentiellement par l'ajout de chlorure de sodium - sel condiment), ce qui reste bien supérieur à l'apport potentiellement généré par ingestion d'eau aux teneurs étudiées ici. L'élément calcium n'apparaît par ailleurs nullement dans les références sanitaires ce qui montre son caractère inoffensif. Des suspicions existent cependant toujours quant aux risques encourus par l'ingestion de grande quantité de sodium (hypertension notamment), sans que cela ait été toutefois démontré scientifiquement.

Indirectement, la présence de chlorures dans l'eau, via les phénomènes de corrosion, peut en théorie favoriser la dissolution de certains métaux ayant un impact possible sur la santé ; cette question est toutefois traitée dans le paragraphe 2.4 relatif à la corrosion.

2.3. IMPACTS SUR LA RESSOURCE EN EAU POTABLE

2.3.1. SYNTHÈSE GÉNÉRALE DES PERTURBATIONS ENGENDRÉES PAR LES CHLORURES

De nombreuses collectivités territoriales exploitent la nappe alluviale de la Moselle pour la production d'eau potable et ce, de la commune de Loisy au Sud jusqu'à Haute Kontz au Nord. Cela représente :

- cinq champs captants dans le département de Meurthe et Moselle,
- et quatorze pour la Moselle.

Parmi ceux-ci, un certain nombre subit de **fortes contraintes du fait des concentrations en chlorures de la Moselle qui se répercutent dans sa nappe d'accompagnement.**

En effet, principalement en période d'étiage, les prélèvements d'eau en nappe alluviale provoquent un rabattement du niveau de la nappe ce qui favorise une alimentation par la rivière. Cette recharge de la nappe par la Moselle engendre une augmentation des concentrations en chlorures des eaux brutes (**jusqu'à plus de 400 mg/l**) ce qui nuit à la production d'eau potable.

Ainsi, en France, bien que la référence de qualité pour les eaux distribuées soit de **250 mg/l, la limite de qualité pour l'exploitation des eaux brutes destinées à la consommation humaine est de 200 mg/l.** Les risques de dépassement contraignent les collectivités touchées à restreindre leurs prélèvements et entraînent parfois des situations de pénurie pour les unités de gestion ne possédant pas de ressource complémentaire. Des autorisations ponctuelles sont alors délivrées pour la production et la distribution d'une eau dont la concentration en chlorures dépasse les limites imposées par le Code de la Santé Publique.

D'autres collectivités comme celle de Metz ne sont pas touchées par le risque de pénurie mais ont été conduites à engager des investissements importants pour diversifier leurs ressources.

Le tableau en page suivante dresse un bilan des captages et des unités de gestion touchés par le problème des chlorures sur la nappe alluviale de la Moselle (lignes indiquées en rouge).

AGENCE DE L'EAU RHIN - MEUSE
ÉTUDE DES SOLUTIONS DE RÉDUCTION DE L'IMPACT DES REJETS DE SEL EN MOSELLE
RAPPORT R2 V2

| | Point de captage | Contraintes chlorures | Besoins associés | Autres ressources envisageables |
|----------------------------|--|---|--|---|
| Meurthe et Moselle | Puits de la Lobe, SIE Verny Mosellane des eaux | Oui. Eau brute pouvant dépasser 350 mg/l. | DUP : 3000 m3/j; Chlorure paramètre limitant Achat d'eau pour dilution. | Seul captage du SIE, pas d'autres ressources connues. |
| | Puits Route de Pagny à Vandières | Non | Rôle de secours uniquement | Sources déjà utilisées |
| | Puits du stade à Pagny sur Moselle | Non mais arrêt possible pour problème de périmètre de protection en milieu urbain. | Exploitation complémentaire mais indispensable pour la période d'été | Recherche en cours, hypothèses d'interconnexions, nouveau captage nappe alluviale mais problème de manganèse... |
| | Puits n°2 SIE Atton | Oui. Eau brute pouvant dépasser 350 mg/l. | DUP: 960 m3/j Mais 2007 : 151451 m3 2006 : 140292 m3 2005 : 158850 m3 Chlorure paramètre limitant | Pas d'élément |
| | Puits n°1-2-4 et 5 à Loisy, SIE Seille Moselle et Obron Moselle | Oui. Eau brute pouvant dépasser 350 mg/l. | DUP: 600 000 m3/an; 1643 m3/j Chlorure paramètre limitant Ressource non suffisante en période d'été | Des sources mais situées à l'opposé du Syndicat et de capacité insuffisante |
| Moselle | Puits du stade Novéant sur Moselle | Non | | |
| | Puits paquis 1 et 2 Corny sur Moselle | Non | | |
| | Puits communal Dornot | Non | | |
| | Puits les avioeux Jouy-aux-Arches | Non | | |
| | Puits communal Ancy sur Moselle | Non | | |
| | Metz - Mosellane des eaux Metz Sud - Moulins les Metz ; Montigny-les-Metz - Saur | Oui. Eau brute pouvant dépasser 350 mg/l Diversification coûteuse de la ressource en eau. Impossibilité de produire de l'eau potable dans des quantités équivalentes à leurs autorisations. | DUP: 10 000 m3/j | Déjà en place, bassin du Rupt de Mad |
| | Metz - Mosellane des eaux Metz Nord (Woippy, Hauconcourt); La Maxe | Sensible à certaines périodes de l'année mais pas de contrainte forte (<200 mg/l). | DUP: 37 000 m3/j | |
| | Puits ranney 3et 4 Florange SIE - Mosellane des eaux | Non | 800 000 m3 par an. Chlorure non limitant | |
| | 12 puits Guénange SIE | Non pas depuis au moins 10 ans- Oui pour puits basse Guénange mais fermé pour cause d'impossibilité d'établir un périmètre de protection | Chlorure non limitant, pas de mélange nécessaire depuis 1988 | |
| | 7 puits de Yutz Société des eaux de l'Est | Non | | |
| | Puits Thionville (Régie) | Non | | |
| | 2 puits + tranchée drainante - SIE EST Thionvillois | Non | | |
| | 4 puits Cattenom - SIE de Cattenom | Non | | |
| Puits communal Haute-Kontz | Non | | | |

Tableau 7. Captages et unités de production d'eau potable impactés par les chlorures

ETUDE DES SOLUTIONS DE REDUCTION DE L'IMPACT DES REJETS DE SEL EN MOSELLE
 RAPPORT R2 v2

La vulnérabilité des captages au paramètre « chlorures » est généralement fonction de la **distance** du puits à la Moselle et des **volumes** prélevés. La carte ci-après présente la position géographique des différents puits de captage avec l'exploitant associé. On remarquera que les exploitations les plus touchées par la contrainte chlorures sont celles qui sont situées le plus à l'amont entre Nancy et Metz (donc soumises à des concentrations plus importantes en rivière) et celles dont les volumes prélevés sont les plus importants (Metz Sud notamment).

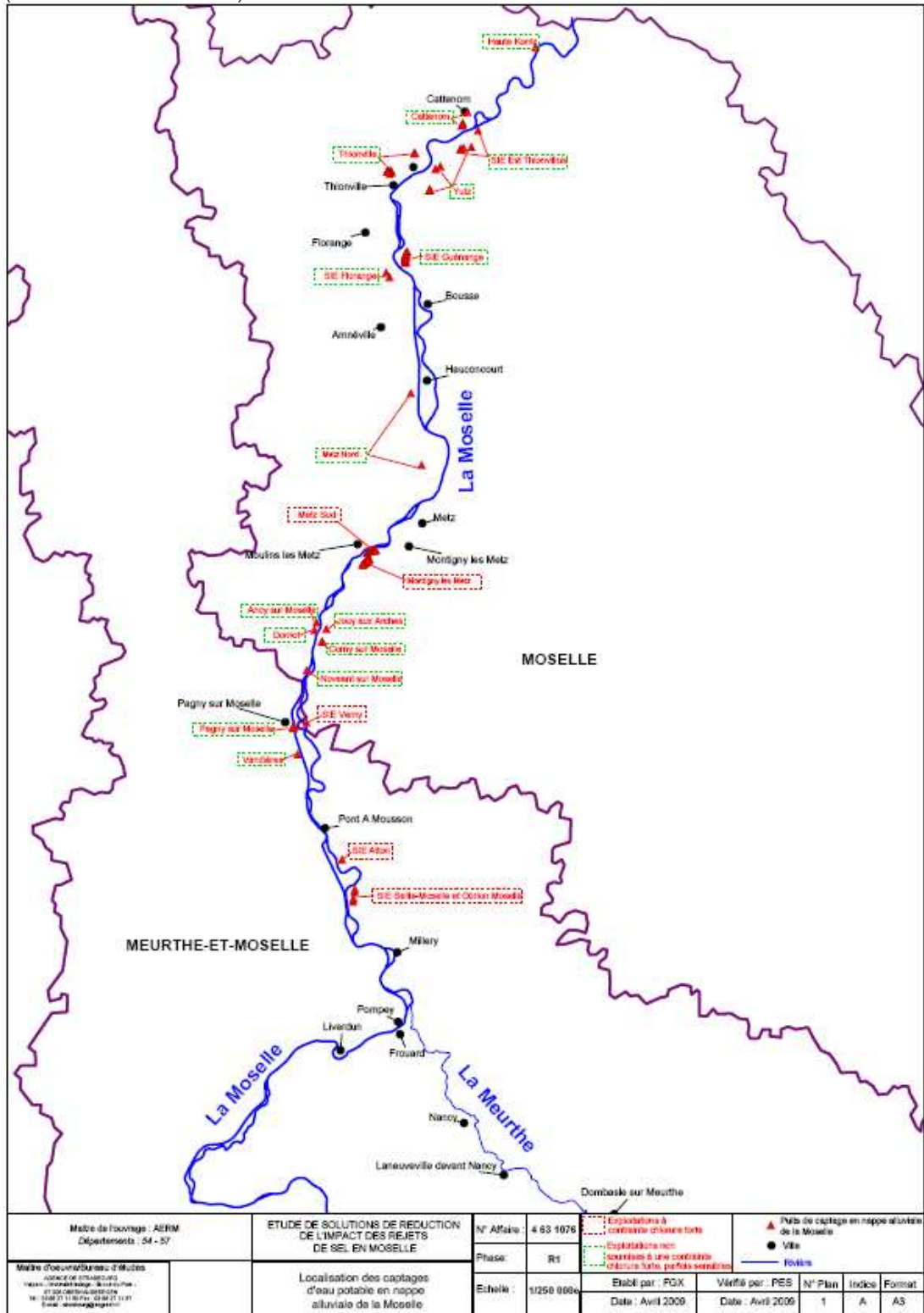


Figure 3. Vulnérabilité des Captages AEP vis-à-vis des chlorures

2.3.2. LES DIFFÉRENTES RESSOURCES EN EAU AUTOUR DE LA MOSELLE

➤ La nappe alluviale de la Moselle :

Cette ressource est donc aujourd'hui associée à de fortes contraintes liées entre autres aux taux de chlorures importants. En effet, les concentrations actuelles en chlorures dans la Moselle imposent une exploitation modérée des captages afin de minimiser le rabattement de la nappe et de limiter les alimentations depuis la rivière. Au global, entre Nancy et Metz, une exploitation de la nappe alluviale de l'ordre de **650 m³/h** (soit environ **5,7 Mm³/an**) peut être considérée comme impactée par les chlorures (champs captants indiqués en « rouge » ci-avant, et détaillés individuellement ci-après).

Cependant, les puits de captage qui ne sont pas situés à proximité immédiate de la Moselle et qui ne procèdent pas à des prélèvements supérieurs à la « recharge météorique de la nappe » représentent une source d'eau potable fiable et pérenne.

A l'aval de Metz et jusqu'à la frontière, le pompage en nappe alluviale de la Moselle reste important en volume mais très largement moins impacté par la problématique chlorures ; la dilution des chlorures dans la rivière en est une première raison, et la disponibilité de ressources alternatives de bonne qualité (notamment sur la partie la plus anciennement exploitée du « bassin ferrifère ») permet une gestion plus souple de la ressource. Une exploitation accrue du gisement du « bassin ferrifère » (voir solution n° 3.1.e) reste cependant soumise à des problèmes de teneurs encore élevées en sulfates consécutives à l'ennoyage des mines.

➤ Autres nappes :

L'exploitation d'autres nappes d'eau souterraines permet à bon nombre d'Unités de Gestion et d'Exploitation des eaux d'assurer leur production d'eau potable sans contrainte « chlorures ». Cela passe par le captage de sources ou la mise en place de forages.

Cependant, l'accès à ces ressources est limité dans l'espace. Ces nappes ne sont pas présentes ou exploitables sur l'ensemble du périmètre et ne constituent donc pas une ressource suffisante pour assurer la sécurité de l'alimentation en eau potable de l'ensemble du bassin de la Moselle (voir détails ci-après et pour les solutions n°6 et 7). Cette situation concerne l'alimentation d'environ **40 000 personnes** en premier ordre de grandeur.

➤ La Moselle :

Pour analyser de manière plus précise la potentialité d'exploitation de la Moselle elle-même en tant que ressource pour la production d'eau potable, une comparaison des principaux paramètres a été effectuée par SOGREAH entre les mesures de la station d'Hauconcourt (données SIERM) et les limites de qualités imposées par le code de la santé publique pour les eaux brutes superficielles destinées à la production d'eau potable.

Les paramètres résultant de cette comparaison (indiqués dans le tableau en page suivante), sont ceux pour lesquels la potabilisation à l'heure actuelle n'est pas sérieusement envisageable, même sous condition d'un traitement lourd : **chlorures, conductivité et sulfates**.

Pour les **pesticides**, les valeurs limites ont par ailleurs été ponctuellement dépassées. En effet, en 2007 et à la station d'Hauconcourt, des dépassements des limites individuelle et totale pour les pesticides ont été observés, confirmant la vulnérabilité de la Moselle en tant que ressource en eau. Cependant, les données disponibles ne concernent que l'année 2007 (pas de données antérieures) et ne permettent donc pas de généraliser quant au potentiel de potabilisation des eaux de la rivière vis-à-vis du paramètre pesticides (cf paragraphe 1.3.2. présentant la grille Seq-eau et le classement actuel du paramètre pesticides).

AGENCE DE L'EAU RHIN - MEUSE
ÉTUDE DES SOLUTIONS DE RÉDUCTION DE L'IMPACT DES REJETS DE SEL EN MOSELLE
RAPPORT R2 v2

| Paramètres | Unité | AN | Mini | Maxi | Moyenne |
|--------------------------|-----------|------|------|------|------------|
| Benzène | µg/L | 2007 | 1 | 1 | 1 |
| Dichloroéthane 12 | µg/L | | 1 | 1 | 1 |
| pH | unité pH | | 7.3 | 8.4 | 7.89167 |
| Conductivité | µS/cm | | 1242 | 1868 | 1525.41667 |
| Couleur mesurée | mg(Pt)/L | | 5 | 42 | 21.125 |
| Taux de saturation en O2 | % | | 72 | 143 | 88.33333 |
| Ammonium | mg(NH4)/L | | 0.05 | 0.22 | 0.13708 |
| Chlorures | mg(Cl)/L | | 268 | 445 | 357.75 |
| Sulfates | mg(SO4)/L | | 66.4 | 134 | 89.5 |
| Nitrites | mg(NO2)/L | | 0.05 | 0.37 | 0.1125 |
| Nitrates | mg(NO3)/L | | 6.1 | 14.1 | 9.65 |
| Phosphore total | mg(P)/L | | 0.08 | 0.27 | 0.14167 |
| Bore | µg(B)/L | | 9 | 100 | 52 |
| Arsenic | µg(As)/L | | 1 | 18 | 7.75 |
| Aluminium | µg(Al)/L | | 5 | 220 | 124.66667 |
| Antimoine | µg(Sb)/L | | 1 | 1 | 0.66667 |
| Plomb | µg(Pb)/L | | 0.4 | 0.9 | 0.25833 |
| Zinc | µg(Zn)/L | | 4 | 9 | 6.91667 |
| Sélénium | µg(Se)/L | | 1 | 4 | 1.79167 |
| Nickel | µg(Ni)/L | | 1 | 3 | 2.5 |
| Mercure | µg(Hg)/L | | 0.1 | 0.1 | 0.1 |
| Cadmium | µg(Cd)/L | | 1 | 1 | 1 |
| Chrome | µg(Cr)/L | | 1 | 9 | 2.75 |
| Cuivre | µg(Cu)/L | | 2 | 7 | 3.83333 |
| Baryum | µg(Ba)/L | | 55 | 75 | 65 |
| Carbone Organique | mg(C)/L | | 2.5 | 5.9 | 3.68333 |

Tableau 8. Qualité d'eau de la Moselle et Références pour la production d'eau potable

Ces éléments ne sont cependant fournis dans cette étude (limitée à la question des chlorures) qu'à titre d'exemple, pour simplement rappeler qu'il existe potentiellement d'autres polluants que les chlorures pouvant rendre les eaux de la rivière Moselle inaptées à la production d'eau potable.

L'inventaire en cours des problèmes de qualité de la Moselle aval et de sa nappe d'accompagnement mené par le BRGM (rapport le plus récent datant de juin 2009) vise en parallèle à faire toute la lumière sur les données actuelles concernant la qualité générale de la Moselle et de sa nappe, et leur potentiel d'exploitation pour la production d'eau potable.

Pour ce qui concerne la présente étude, il est possible de globalement considérer que la qualité des eaux de la Moselle, ne bénéficiant pas du caractère « *épurateur* » du sous-sol, est moins bonne et plus vulnérable que celle des eaux souterraines de sa nappe alluviale, exploitées pour cette raison sur la zone étudiée. Pour limiter les traitements à appliquer pour rendre l'eau potable, et partir d'une eau brute notamment moins chargée en matière organique ou en pesticides, il est ainsi préférable d'approfondir d'abord les solutions de gestion de la ressource « eaux souterraines » plutôt que chercher à exploiter les « eaux superficielles ».

Le traitement des eaux de la Moselle, au-delà des paramètres chlorures, conductivité et sulfates comprendrait en effet la gestion des paramètres classiquement associés aux eaux superficielles plus vulnérables, en particulier les pesticides. L'épisode de la pollution de la Moselle par la SANE peut être cité à titre d'exemple pour illustrer la vulnérabilité de la Moselle vis-à-vis de contaminations accidentelles au-delà des paramètres cités ci-avant.

Cette solution n'est donc pas retenue plus en avant dans cette étude, au profit du traitement possible de l'eau captée dans la nappe alluviale (voir solution n°6) ou des gisements des **Anciens Bassins miniers ennoyés** (solutions de nouvelles ressources alternatives 3.1.d et 3.1.e développées plus loin).

2.3.3. CAS PARTICULIER DES CHAMPS CAPTANTS IMPACTÉS

Les principales études consultées lors des phases précédentes de l'étude pour évaluer les situations locales des champs captants impactés par les chlorures sont les suivantes :

- BURGEAP 1991 : étude de la vulnérabilité et de la protection du champ captant de Metz Nord ;
- ENSG 1998 : modélisation hydrogéologique des captages critiques d'alimentation en eau potable (dans le cadre de l'étude d'impact) ;
- ANTEA 2006 : étude prospective sur la gestion des ressources en eau de la ville.

Du fait des fortes concentrations en chlorures dans la Moselle, les prélèvements d'eau brute des champs captants suivants à destination de la production d'eau potable rencontrent ainsi actuellement des problèmes pour respecter les seuils nationaux en vigueur.

De plus, les pompages importants à proximité immédiate de la rivière provoquent une réalimentation de la nappe par la Moselle, ce qui aggrave nettement les concentrations en chlorures.

Une description synthétique de chaque cas est présentée ci-après avant une analyse des solutions ponctuelles possibles pour gérer les contraintes rencontrées, présenter plus loin (voir solution n°6).

2.3.3.1. PUIS LA LOBE, SIE DE VERNY

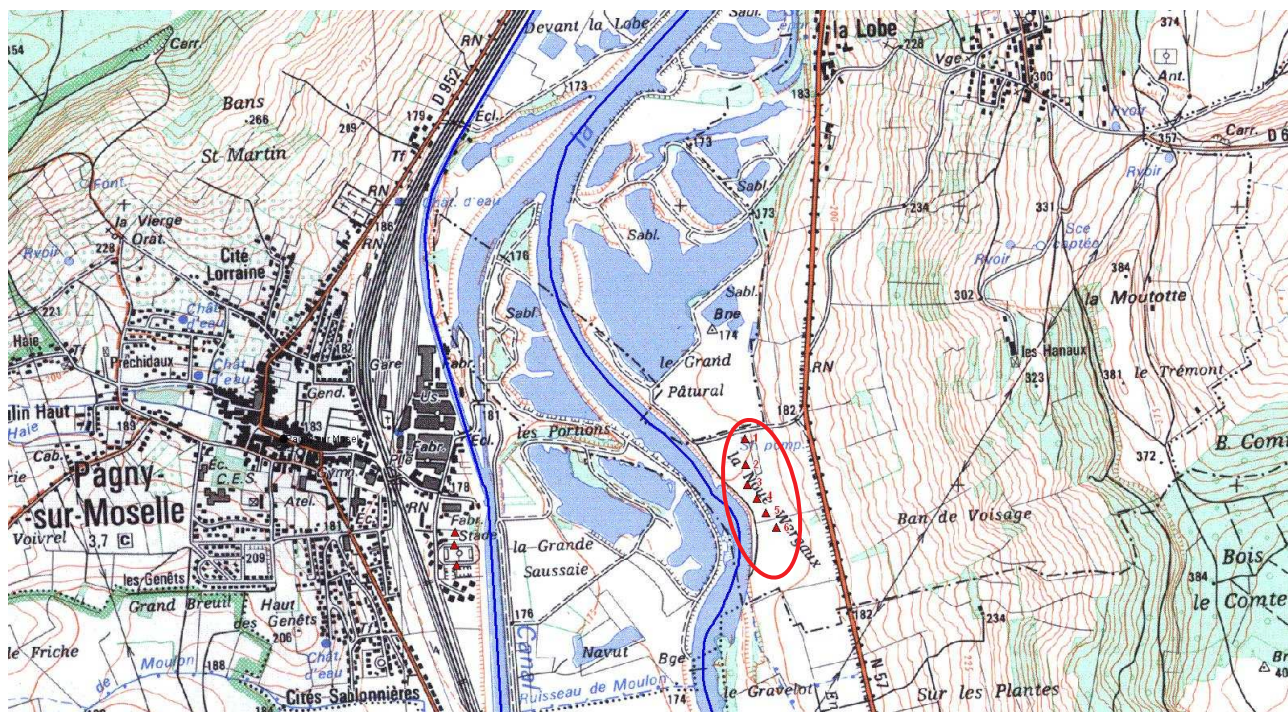


Figure 4. Localisation du champ captant du SIE de Verny (puits La Lobe)

La Déclaration d'Utilité Publique de septembre 1978 limite le prélèvement d'eau par pompage à 3 000 m³/j.

Les six puits de captage sont situés à proximité immédiate de la Moselle (100 à 150 m) et sont donc très vulnérables aux variations de concentration en chlorures. A cet endroit, c'est la Moselle qui alimente le plus souvent la nappe alluviale.

L'étude de l'ENSG de Nancy de 1998 a montré que les iso-concentrations en chlorures sont localisées au voisinage immédiat des berges de la Moselle et suivent le contour de la boucle alluviale avec une légère progression de ce front vers l'intérieur entre les périodes de hautes eaux et de basses eaux.

Cette même étude a mis en évidence que **le déplacement des puits P3 et P5 rendrait une réduction de 40% des concentrations moyennes** (le puits P3 est le plus vulnérable car le plus proche de la rivière alors que le puits P5 a une importance notable dans son incidence hydraulique sur l'alimentation de la nappe par la Moselle). On serait ainsi quasiment constamment en dessous de la valeur critique de 200 mg/l.

2.3.3.2. PUIXS N°2, SIE ATTON

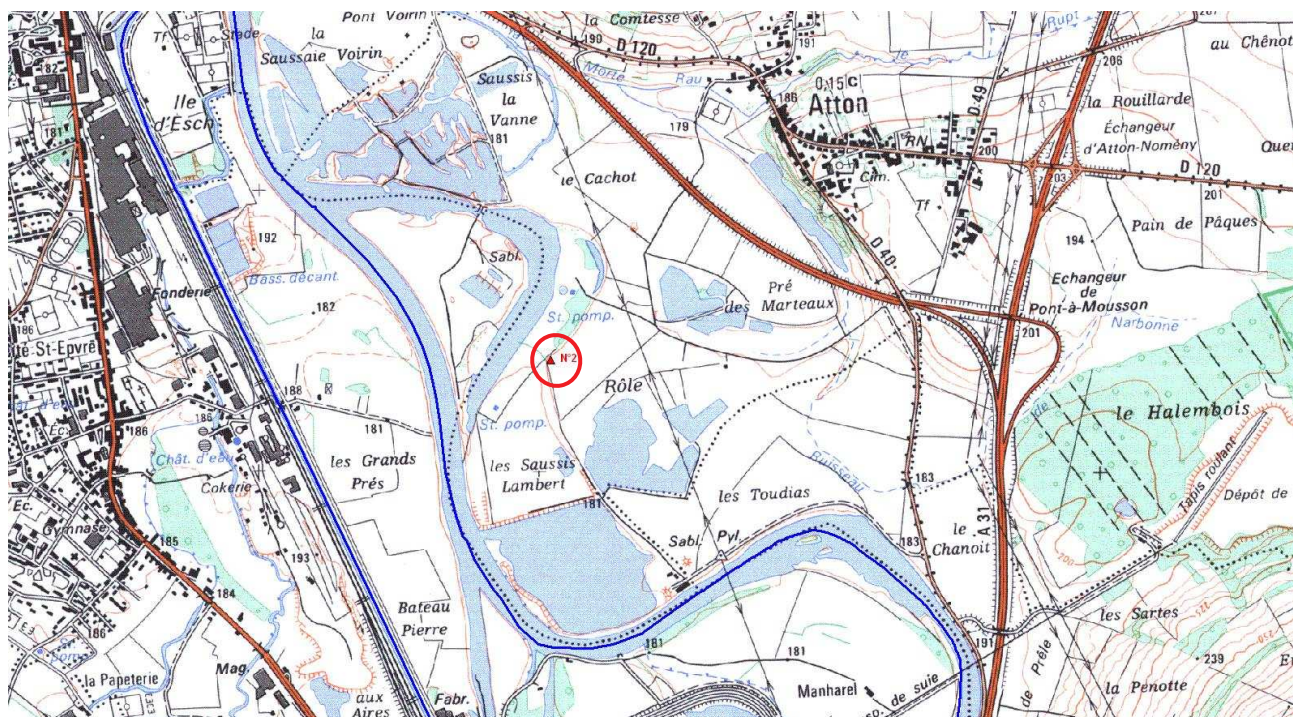


Figure 5. Localisation du champ captant du SIE Atton

La Déclaration d'Utilité Publique datée de mai 2007 limite les débits prélevés par le puits n°2 du SIE d'Atton à hauteur de $40 \text{ m}^3/\text{h}$ et $960 \text{ m}^3/\text{j}$

L'étude de l'Ecole Nationale Supérieure de Géologie de Nancy de 1998 montre que, à l'image de La Lobe, la présence des chlorures dans la nappe est limitée au voisinage immédiat des berges de la Moselle et ce, aussi bien en étiage qu'en période de hautes eaux.

Cette même étude avance que **le déplacement du puits de captage vers l'intérieur de la boucle, permettrait d'abaisser la concentration en chlorure de 75% par rapport à la situation actuelle** et de situer la qualité de l'eau quasiment constamment inférieure à 100 mg/l. Seul un léger déplacement de 75m vers les coteaux et de 10m vers le nord serait ainsi opportun.

2.3.3.3. CHAMP CAPTANT DE LOISY, SIE SEILLE ET OBRION MOSELLE

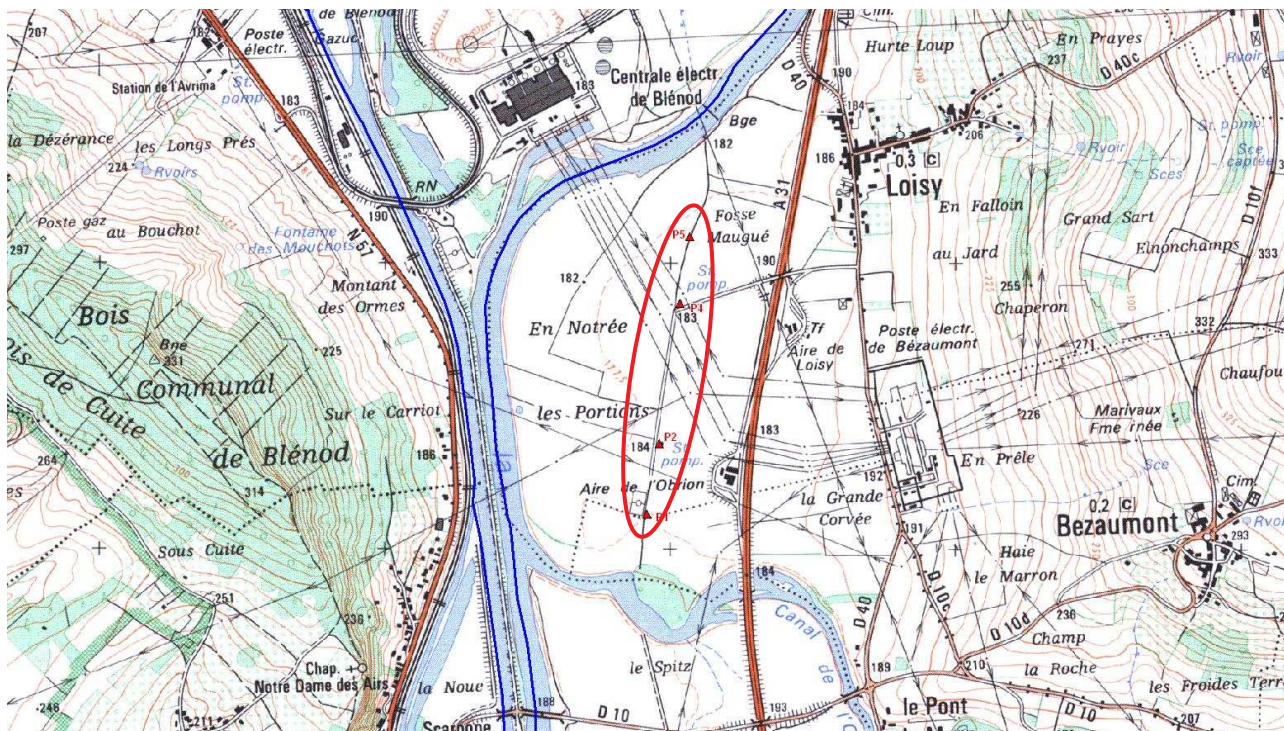


Figure 6. Localisation du champ captant du SIE Seille et Obrion Moselle

La Déclaration d'Utilité Publique datant de mars 2007 stipule que les débits prélevés par l'ensemble des quatre puits ne doivent pas excéder 600 000 m³/an, soit 1643 m³/j en moyenne. A noter que la DUP précise que l'exploitation des différents ouvrages doit être modulée en fonction des conditions climatiques afin de diminuer les teneurs en chlorures et de respecter la référence de qualité des eaux destinées à la consommation humaine.

La boucle alluviale de Loisy s'inscrit dans un méandre de la Moselle à une vingtaine de kilomètres de Nancy. Elle comprend quatre puits :

- P1 et P2 le plus au sud, exploités par le syndicat Seille Moselle
- P4 et P5 au nord, exploités par le syndicat Obrion Moselle.

L'étude, réalisée par l'Ecole Nationale Supérieure de Géologie de Nancy en 1998 montre que les chlorures sont présents dans l'ensemble de la boucle alluviale, aussi bien en période de hautes eaux que d'étiage. L'ensemble de la boucle est touché même si, évidemment, les concentrations sont plus fortes à proximité immédiate du cours d'eau.

Le puits P5 étant le plus proche de la Moselle, il semble donc logiquement être le plus impacté par les chlorures. Ajoutons à cela l'effet du barrage de Blénod, qui favorise, à l'étiage, l'alimentation de la nappe par la Moselle.

Pour le cas de Loisy, il existe un facteur aggravant. En effet, c'est en période d'étiage, alors que la vulnérabilité aux chlorures est la plus forte et que la capacité de production d'eau potable est la plus faible, que les besoins en eau sont les plus importants.

Les activités agricoles de ce secteur encore très rural ont une demande en eau importante via le réseau de distribution collective lorsque l'étiage ne leur permet plus d'exploiter leur puits personnels. C'est ce qui explique cette augmentation de la demande au moment le plus défavorable de l'année.

Les quantités prélevées par pompage sont alors largement supérieures aux apports externes à la Moselle. C'est ce facteur qui provoque la hausse des concentrations en chlorures dans cette partie de la nappe alluviale. En effet, la boucle de Loisy semble réagir globalement comme un système linéaire, une diminution de x% des volumes pompés entraînant une chute du même ratio en concentration moyenne en chlorures sur la durée du cycle. En l'absence de pompage, la pénétration d'eau chlorurée serait donc limitée au voisinage des berges de la Moselle et du canal de l'Obrion.

Une optimisation de la gestion des puits ne permettrait pas d'assurer une qualité constante inférieure à 250 mg/l et les simulations effectuées dans le cadre de l'étude d'impact de 1998, **ne permettent pas d'espérer une amélioration sensible de la situation vis-à-vis des chlorures.**

2.3.3.4. CHAMPS CAPTANT DE METZ NORD ET METZ SUD

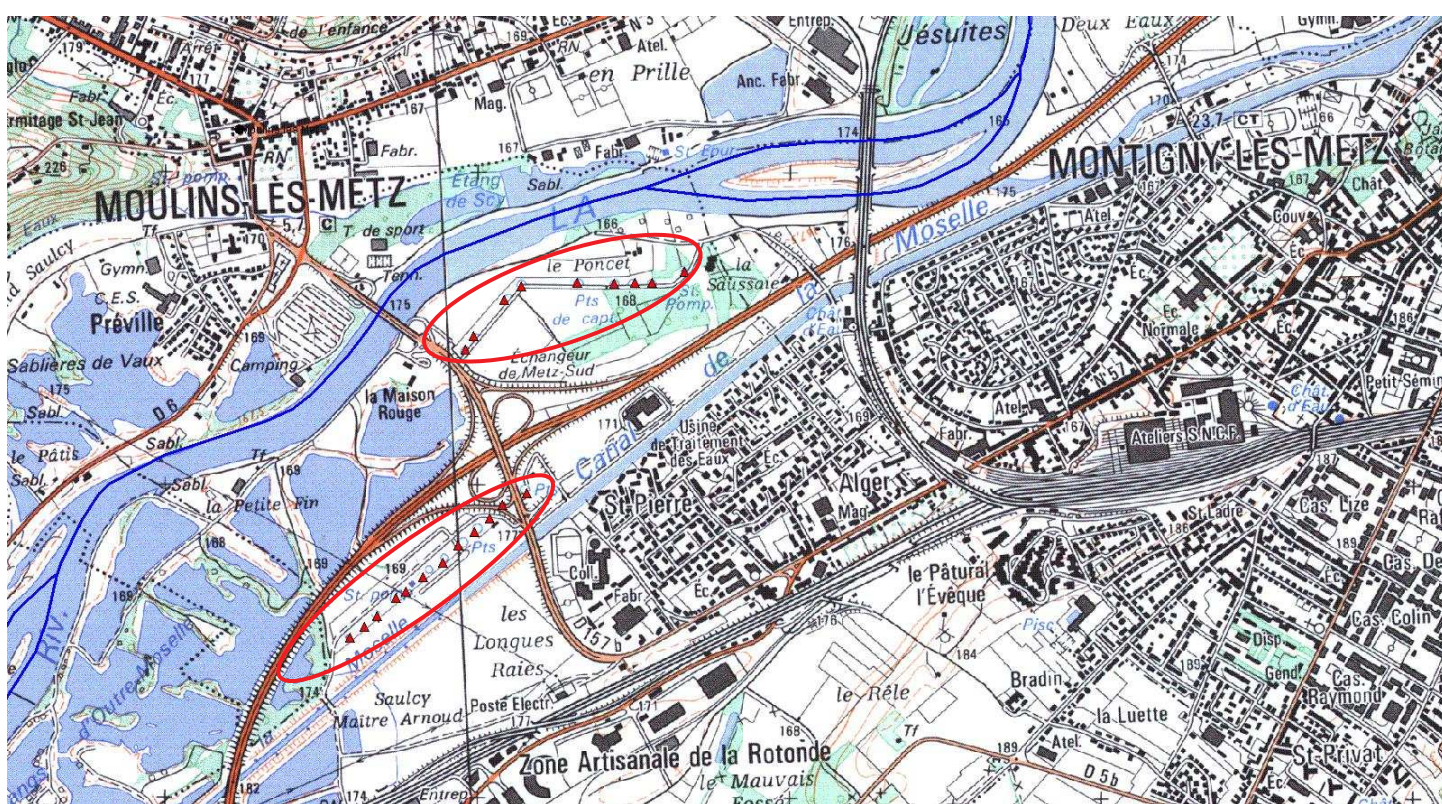


Figure 7. Localisation du champ captant de Metz Sud

Les captages de Metz Nord, à savoir Woippy et Hauconcourt sont **sensibles aux chlorures** mais ne sont pas touchés par une contrainte forte mise en évidence par un dépassement chronique de la valeur seuil de 200 mg/l. **Par ailleurs, il faut noter la vulnérabilité de ces champs captants de Metz Nord à la pression anthropique et aux risques de pollutions industrielles.** Des installations de traitement ont été pour cette raison mises en place pour faire face à ces contraintes qui ne concernent pas la question « chlorures » étudiée ici.

La problématique « chlorures » est par contre réelle pour ce qui concerne Metz Sud.

La Déclaration d'Utilité Publique de septembre 1979 stipule que les débits prélevés dans l'ensemble des captages allant de Metz Sud à Moulin-Les-Metz et Montigny-Les-Metz sont limités réglementairement à un maximum 10 000 m³/j. La contrainte « chlorures » ne permet pas d'atteindre cette capacité de production autorisée.

La situation ici est cependant différente de celle des autres SIE cités ci-avant puisque le problème de pénurie globale n'est pas posé dans le cas de la ville de Metz. En effet, la production d'eau potable à partir des eaux du bassin du Rupt de Mad permet d'assurer la distribution d'eau potable pour Metz et les collectivités environnantes.

Le principal problème est cependant le surcoût de production lié à l'impossibilité de produire de l'eau potable à partir des puits de captage en nappe alluviale **à hauteur de l'autorisation** fournie dans la DUP. Un déséquilibre règne entre la production d'eau potable à partir des puits de captage et du bassin du Rupt de Mad. A noter que la ressource du bassin du Rupt de Mad a été exploitée en grande partie dans le but de s'affranchir de la contrainte « chlorures » et que cette exploitation engendre des coûts de production supérieurs du fait des traitements mis en place.

*Nota : D'autre part, la présence des chlorures dans la Moselle ne permet pas d'envisager d'utiliser les eaux superficielles comme **ressource alternative de secours** en cas d'incident sur l'alimentation depuis le bassin du Rupt de Mad.*

Les cartes d'isoconcentrations chlorures réalisées dans le cadre de l'étude de l'ENSG de Nancy montrent une présence de chlorures entre les berges de la Moselle et du canal de Jouy.

L'étude de l'ENSG met en évidence que pour Metz et la trentaine de communes rattachées, un renforcement de la production du champ captant de Metz Nord rendrait possible une évolution de l'équilibre entre l'exploitation des différentes ressources. Néanmoins, les concentrations en chlorures resteraient problématiques car au voisinage de la valeur critique.

Il existe donc peu de marge de manœuvre en termes d'optimisation de la production du champ captant Sud.

2.3.3.5. SYNTHÈSE DES CONSTATS D'IMPACT DES CHLORURES SUR LES CHAMPS CAPTANTS

En résumé, il ressort de ces différentes analyses les pistes suivantes :

- Metz et communes rattachées (29) : renforcement de la production du champ captant de Metz Nord, peu impacté par les chlorures ; on pourrait subvenir aux besoins de Metz en optimisant la gestion de production et de dilution ; on colle néanmoins à la valeur seuil des 250 mg/l et il y a peu de marge de manœuvre en terme d'optimisation de la production du champ captant Sud.
- Pour Loisy : les quantités prélevées sont largement supérieures aux apports externes à la Moselle ; une optimisation de la gestion des puits ne permet pas d'assurer une qualité constante inférieure à 250 mg/l ; les simulations effectuées dans le cadre de l'étude d'impact ne permettent pas d'espérer une amélioration sensible de la situation vis-à-vis des chlorures.
- Atton : le déplacement d'un des principaux puits de captage, permettrait d'abaisser la concentration en chlorure de 75% par rapport à la situation actuelle et de situer la qualité de l'eau quasiment constamment inférieure à 100 mg/l.
- Arry La Lobe : réduction possible de 40% des concentrations moyennes, en déplaçant 2 puits ; on serait ainsi quasiment constamment en dessous de 200 mg/l.

Cet état des lieux synthétique de la situation de vulnérabilité des champs captants en nappe alluviale de la Moselle permet de pressentir que certaines solutions locales sont possibles pour améliorer ponctuellement la ressource, tandis que des solutions externes seront nécessaires, soit de réduction des chlorures en rivière, soit d'apports externes ou de traitements à la source (voir plus loin les solutions étudiées)...

2.4. IMPACTS SUR LA RESSOURCE EN EAU INDUSTRIELLE – CORROSION

2.4.1. SYNTHÈSE DE L'ÉTAT DES LIEUX BIBLIOGRAPHIQUE

Les usages industriels de l'eau de la Moselle restent limités entre Nancy et Metz, à l'exception des prélèvements des sites sidérurgiques de Pont à Mousson et de l'utilisation faite par la centrale thermique EDF de Blénod.

Plus en aval, les prélèvements sont plus importants (en particulier par des prises d'eau directement dans la Moselle), pour notamment les besoins en refroidissement de la centrale nucléaire de Cattenom, des centrales thermiques et des activités sidérurgiques.

Face à ces usages industriels, l'enjeu représenté par les **risques de corrosion** accentuée des infrastructures et des circuits au contact de l'eau salée a été considéré lors des phases précédentes de l'étude ; au-delà de l'impact sur la ressource en eau potable, il s'agit en effet de la principale contrainte évoquée relativement à la problématique « chlorures », et qui est susceptible de concerner donc les usages industriels (et d'ailleurs de la même manière les circuits de distribution d'eau potable).

L'influence du paramètre « chlorures » dans la composition chimique de l'eau distribuée pour évaluer les risques générés liés à la corrosion a donc été abordée en détails au sein du précédent rapport **R1** pour répondre aux interrogations posées quant à leur contribution aux risques de corrosion encourus par les réseaux et matériels publics et privés.

De plus, il peut exister en théorie un lien entre la corrosion des réseaux de distribution d'eau potable et le risque sanitaire. En effet, la dissolution des métaux constitutifs de ces réseaux peut provoquer l'augmentation de la concentration de ces derniers dans l'eau distribuée. Et les seuils fixés pour le fer, le cuivre ou encore le plomb dans les eaux de boisson peuvent être atteints ou dépassés. L'acier inoxydable contient par ailleurs du chrome et du nickel.

Pour les industriels qui utilisent des grandes quantités d'eau de la Moselle pour leurs activités, les risques sont les suivants :

- l'usure prématurée des installations et des équipements avec des durées de vie raccourcies ;
- la sensibilité particulière des besoins en eau de procédé (activités sidérurgiques en particuliers), requérant des qualités d'eau particulières ;
- un renforcement requis en produits chimiques pour déminéraliser l'eau lorsque les besoins l'exigent sur certains circuits sensibles ;
- une contrainte induite sur les concentrations en chlorures des effluents liquides des activités industrielles réglementées ;
- voire des risques de pannes ou de pertes d'exploitation.

Des investissements ont ainsi été nécessaires pour limiter l'impact des chlorures sur la corrosion par des traitements particuliers. **La valeur seuil prise en compte par les traiteurs d'eau de ces industriels étant cependant de 1g de chlorure par litre** (alors que la concentration en chlorures de la Moselle est plutôt de 400mg/l en moyenne), ce sont donc les procédés qui **concentrent** l'eau qui sont les plus touchés.

Cet aspect est illustré par les 2 exemples suivants :

A. *Impact sur une entreprise sidérurgique comme Arcelor :*

L'eau exploitée par l'entreprise ARCELOR de Florange (12 Mm³/an) consultée dans le cadre de cette étude est traitée contre les chlorures, ce qui représente un coût non négligeable pour la société : à l'occasion de la demande d'augmentation de production des soudières en 1999, ces coûts avaient été évalués à environ 1,5M€/an (non actualisés), répartis entre les coûts d'entretien des réseaux d'eau, de pompage supplémentaire d'eau d'appoint, de maintenance accrue des chaudières et d'investissements pour substituer l'eau des mines à l'eau de la Moselle pour des applications plus exigeantes en termes de qualité d'eau.

Il est toutefois important de souligner que le problème de corrosion est lié à la pratique de **concentration** des eaux lors du procédé industriel. Avec la qualité actuelle des eaux utilisées, il n'est possible de concentrer l'eau sans traitement que deux ou trois fois pour ne pas dépasser la concentration limite reconnue par tous les traiteurs d'eau industrielle de **1g/l** (citée ci-avant), au-delà de laquelle un traitement est nécessaire.

L'évaluation de la réelle économie possible et réalisable en matière de traitement contre la corrosion pour les entreprises sidérurgiques si la salinité de la Moselle était ramenée à une valeur de 150 mg/l est pour cette raison très difficile à chiffrer (mais sans doute assez largement inférieure aux chiffres avancés dans l'étude économique ASCA de 1999, voir plus loin).

B. *Impact sur une centrale comme celle de Cattenom :*

La problématique chlorures est essentiellement liée, pour ce site, au procédé de lutte contre l'entartrement qui nécessite l'utilisation d'acide chlorhydrique, et donc génère des chlorures dans les effluents liquides du site.

L'injection d'acide chlorhydrique est fonction du TAC et de la température de l'eau de la Moselle (caractéristiques de l'entartrement potentiel).

Il existe donc une contrainte forte sur les rejets de chlorures du site du fait de la déjà forte concentration en chlorures en amont de la centrale de Cattenom, ce qui peut limiter les marges de manœuvre dans la lutte contre l'entartrement.

Une protection contre la corrosion est par ailleurs nécessaire pour la centrale du fait de la pratique de concentration des eaux lors du procédé (cf cas d'Arcelor).

Le vrai problème reste cependant la minéralisation de l'eau utilisée, et donc la nécessité de **déminéraliser** l'eau pour une partie du procédé pour des coûts non négligeables.

Or **ce besoin de déminéralisation n'est bien sûr pas lié qu'aux seuls chlorures**, et resterait une contrainte même en cas de baisse des teneurs en chlorures dans la Moselle.

2.4.2. ÉVALUATION DES ENJEUX

La corrosion peut passer par deux mécanismes distincts que sont la dissolution anodique ou cathodique du fer.

Dissolution anodique du fer : $2 \text{ Fe} \rightarrow 2 \text{ Fe}^{2+} + 4 \text{ e}^-$

Dissolution cathodique du fer : $2 \text{ H}_2\text{O} + \text{O}_2 + 4 \text{ e}^- \rightarrow 4 \text{ OH}^-$

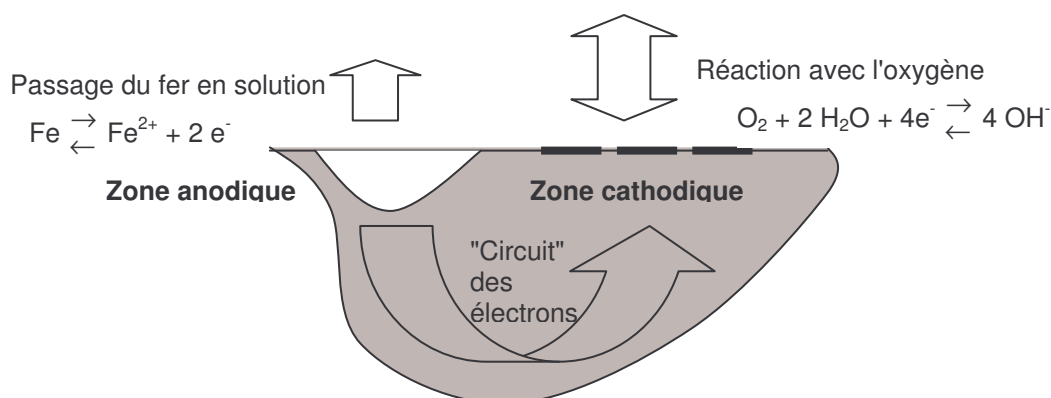


Figure 8. Schéma synthétique des mécanismes de la corrosion

On peut constater paradoxalement que la zone anodique (où il y a passage du fer en solution), se trouve être celle où il n'y a pas d'oxygène (ou tout au moins celle où la diffusion de l'oxygène est la plus lente). On en déduit que toute zone "protégée" de la diffusion de l'oxygène par une barrière (par la présence de dépôts par exemple), deviendra zone anodique et donc se corrodera. Pour qu'un dépôt soit protecteur vis-à-vis de la corrosion, il doit donc être uniforme.

Ce phénomène mis en évidence par Evans, est connu sous le nom d'aération différentielle. On peut généraliser ce résultat dès qu'il apparaît des hétérogénéités dans la structure du métal, dans la répartition des températures, ou des différences de concentration dans la solution aqueuse.

Les ions Cl^- ont pour caractéristique d'être extrêmement mobiles et de pouvoir en particulier se concentrer dans les micro-fissures de la surface du métal. Ils favorisent localement une chute importante du pH qui favorise une corrosion acide. De plus, ils s'adsorbent facilement à la surface des métaux et rendent les dépôts poreux. En d'autres termes, l'augmentation de la teneur en ions chlorures de l'eau accroît la probabilité de formation de micro-anodes et de corrosion par piqûres. **En présence d'oxygène, même en assez faible dose, le processus d'aération différentielle intervient et entraîne une corrosivité croissant rapidement avec la teneur en chlorures** et ceci même avec des eaux en équilibre calco-carbonique.

De même que les ions chlorures, les ions sulfates (SO_4^{2-}) rendent les dépôts poreux. De plus, ils participent au cycle des bactéries sulfato-réductrices et donc au développement des corrosions bactériennes.

D'autres ions sont aussi stimulateurs de corrosion. Les anions nitrates, bromures, fluorures favorisent la dissolution de l'acier. L'adsorption de ces anions sur les plages anodiques faciliterait la migration du fer vers l'interface.

Cependant, l'analyse des données bibliographiques (notamment les études de l'Institut de Recherche Hydrologique de Nancy) et l'évaluation du caractère corrosif des eaux de la Moselle selon la méthodologie classique en vigueur a permis lors des phases précédentes de l'étude de relativiser ces questions pour le contexte étudié : l'influence des chlorures sur les phénomènes de corrosion semble ainsi être limitée dans les réseaux d'eau potable et cela même pour des concentrations de l'ordre de 300 mg/l grâce à la formation de la couche protectrice de Tillmans.

L'utilisation directe de l'eau de la Moselle comme eau de procédé ou de refroidissement par les industriels, il est par ailleurs possible d'utiliser des inhibiteurs de corrosion ou une protection cathodique afin de limiter la vitesse de dégradation des canalisations par corrosion à température élevée.

Ce sont les industriels ayant des procédés qui concentrent l'eau tels que la centrale de Cattenom ou Arcelor, qui peuvent en particulier être contraints à une augmentation des coûts de traitement de l'eau en raison de la teneur actuelle en chlorures des eaux utilisées. Ceci s'explique par la réduction du potentiel de concentration de l'eau et donc par l'obligation de renouveler celle-ci plus fréquemment (l'eau étant considérée comme peu concentrée avant d'atteindre la valeur guide des traiteurs d'eau fixée à 1 g/l).

L'augmentation de la corrosion par les chlorures peut donc être problématique pour certains industriels du fait des grands volumes d'eau de la Moselle utilisés, des procédés particuliers (reconcentration) et des coûts de traitement importants associés.

Sans entrer dans le détail de l'évaluation de la contribution des chlorures dans les sur-investissements réalisés pour lutter contre la corrosion par les industriels de la zone étudiée (en particulier par rapport aux autres composés physico-chimiques et en tenant compte de la variété des pratiques et des besoins), l'étude ASCA de novembre 1999 a chiffré pour les chlorures un surcoût global « impact sur les usages industriels vis-à-vis de la corrosion » à hauteur de 17MF/an, ce qui représenterait aujourd'hui, avec un taux d'actualisation de 5%, un montant de l'ordre de 4 M€/an.

A ceci s'ajouterait l'évaluation du surcoût global « impact sur les usages industriels vis-à-vis de la déminéralisation » à hauteur de 1,5MF/an, ce qui représenterait aujourd'hui, avec un taux d'actualisation de 5%, un montant de l'ordre de 0,4 M€/an.

Quant à l'impact des chlorures en termes de limitation des **projets d'implantation** de nouveaux industriels dans la région, l'estimation des enjeux semble trop dépendante de la **particularité de chaque type d'activité** (et donc sa sensibilité plus ou moins grande à la présence de chlorures dans la Moselle) pour être sérieusement quantifiée à ce stade.

Compte tenu de l'ensemble des éléments techniques rassemblés à l'occasion de la présente étude, ces chiffres peuvent être considérés comme assez largement **surestimés**, en particulier ceux liés directement au risque de corrosion après reconcentration ; ils permettent à la rigueur de fixer un ordre de grandeur des économies théoriquement possibles dans le cas où la problématique « chlorures » soit partout réglée. Ces éléments d'évaluation, à confronter aux montants estimés plus loin pour les différentes solutions envisageables en termes d'investissement et de fonctionnement, contribuent seulement à relativiser l'impact supposé des chlorures sur l'alimentation en eau industrielle.

2.5. IMPACTS SUR LES AUTRES USAGES

Comme explicité précédemment, la présence de chlorures dans les eaux de la Moselle n'a pas d'impact direct sur les autres activités associées à la Moselle que peuvent être la navigation, la pêche ou les activités de loisirs. Les chlorures ne sont d'ailleurs pas un paramètre déclassant en ce qui concerne la qualité des eaux de baignade.

Cependant, les options techniques étudiées ci-après pour tenter d'améliorer la situation vis-à-vis des chlorures peuvent elles avoir une incidence sur :

- la gestion des eaux navigables :
 - en raison par exemple de prélèvements supplémentaires dans la Moselle, (solutions de type aqueduc) : pour compenser la perte des puits à forte contrainte chlorures (Metz sud, Loisy, Atton et Verny), le débit nécessaire à prélever serait de l'ordre de 650 m³/h (environ 5,5 Mm³/an), ce qui correspond à seulement 0.4% du Qmna5 (49m³/s) de la rivière à ce niveau. Une bonne marge de manœuvre subsiste donc sur ce point, à prendre en compte cependant pour des projets d'aqueducs plus ambitieux ;
 - en raison de gêne éventuelle liée à la construction d'infrastructures longeant les canaux ;

- les activités de pêche et de sports nautiques (aviron, canoë) : plutôt en termes d'appréciation (positives ou négatives) par les usagers que par de réelles conséquences quantifiables, c'est à dire finalement en termes d'image, paramètre non négligeable pris en compte dans la démarche ci-après proposant un bilan environnemental pour chaque solution étudiée.

oOo

3. MESURES ENVISAGEABLES

Ainsi posés :

- l'état des lieux relatif aux enjeux « chlorures » dans le milieu aquatique et pour la ressource en eau,
- le diagnostic de la gestion actuelle des rejets salins des soudières et de leurs impacts sur les ressources en eau des collectivités,

sont présentées au sein de ce chapitre les mesures techniques envisageables pour améliorer la situation, selon le découpage proposé dans le cahier des charges de l'étude :

- les solutions des scénarii de l'étude précédente de SOGREAH menée en 1999 pour le compte des soudières, en retenant les moins improbables et en actualisant leur évaluation au regard du contexte en 2009 (**Volet A**).
- d'autres mesures alternatives envisageables, tant au niveau de l'activité des soudières (au regard des MTD) qu'auprès des unités de production et de gestion d'eau potable des collectivités impactées (**Volet B**).
- les aménagements complémentaires envisageables au niveau de la modulation actuelle des rejets des soudières (**Volet C**).

Il s'agit d'aborder l'ensemble des pistes envisageables et de fournir les éléments techniques et financiers nécessaires à leur évaluation. Leur analyse comparative est menée via la réalisation d'un bilan économique (coûts d'investissements et de fonctionnement) et d'un bilan environnemental global des différentes solutions envisagées, (**Volet D**) pour en tirer en concertation les principales recommandations et facteurs d'aide à la décision pour les acteurs et décideurs impliqués.

On peut les classer en trois grands groupes :

- des solutions de déplacement du point de rejet,
- des solutions d'apport d'eau de qualité aux agglomérations concernées,
- et des solutions de réduction / suppression des rejets.

Sur la base des premières conclusions concertées des phases précédentes de l'étude, les solutions suivantes sont ainsi étudiées ci-après, en cohérence avec la numérotation retenue dès 1999 :

- **Solutions 1.1 : Déplacement des Rejets des effluents salins dans le Rhin ou en Moselle aval, transport par canalisation.** Ce scénario prévoit le transfert par canalisation (calcoduc) des rejets salins, améliorant ainsi la qualité de l'eau de la Moselle au niveau de la zone étudiée.
 - Solution **1.1.a** : Calcoduc jusqu'à Strasbourg dans le Rhin
 - Solution **1.1.b** : Calcoduc jusqu'à Coblenche dans le Rhin
 - Solution **1.1.c** : Calcoduc en Moselle aval
- **Solution 1.2.b : Rejet des effluents salins dans le Rhin et réutilisation couplée du sel par Calcoduc / Saumoduc avec le projet GDF.** Comme pour le scénario précédent, les effluents salins seront rejetés dans le Rhin par calcoduc, mais une deuxième canalisation (saumoduc) sera aménagée pour transporter le sel issu du projet GDF pour être utilisé comme matière première par les soudières.

- **Solution 1.3 : Calcoduc pour rejet en Mer du Nord ou en Manche**
- **Solutions 1.4 : Calcoduc de capacité partielle** depuis les soudières jusqu'à un nouveau point de rejet analogue à ceux des solutions 1.1, mais pour une partie des effluents seulement, le reste continuant à être rejeté dans la Meurthe dans l'objectif de limiter la concentration en chlorures dans la Moselle à 250 mg/l grâce aux dispositifs existants de modulation :
 - o Solution **1.4.a** : Calcoduc partiel jusqu'à Strasbourg + modulation
 - o Solution **1.4.b** : Calcoduc partiel en Moselle aval + modulation
- **Solutions 3.1 : Canalisation d'eau douce pour alimenter les secteurs impactés jusqu'à Metz.** Ces scénarios comprennent des prises d'eau pour fournir une ressource alternative aux champs captants limités par les chlorures (sur la Moselle amont au moyen de bassins d'infiltration, ou à partir d'autres ressources d'anciens bassins miniers) :
 - o Solution 3.1.b : Aqueduc jusqu'à Metz (prise d'eau Moselle amont)
 - o Solution 3.1.c : Aqueduc jusqu'à Arnaville (prise d'eau Moselle amont)
 - o Solution 3.1.d : Aqueduc depuis Mines de Saizerais
 - o Solution 3.1.e : Aqueduc depuis Ressource Bassin ferrifère
- **Solution 4.1.b : Traitement des rejets salins des soudières + gestion des sous-produits**
- **Solution 6 : Traitement de l'eau aux points d'usage ou déplacement de puits (solutions partielles ou localisées)**
- **Solution 7 : Approfondissement des captages (solutions partielles ou localisées)**
- **Solution 8 : Optimisation de la modulation des rejets (solution partielle)**

D'autres solutions envisagées en 1999 mais rapidement évacuées en raison de leurs contraintes ou de leur coût ne sont pas reprises ici en l'absence d'évolution favorable du contexte dans lequel elles pourraient s'inscrire :

- transport des effluents par barge (vers le Rhin ou en mer)
- calcoduc / saumoduc en coordination avec les MDPAs (aujourd'hui fermées)
- déshydratation des effluents salins par technique MSF
- injection des saumures en couches profondes.

Chaque scénario a été décrit et évalué ci-après selon l'approche suivante : après une description fonctionnelle de scénario et le rappel des bases de dimensionnement sommaire des ouvrages nécessaires, les avantages, les inconvénients et les impacts sur l'environnement ont été évalués. Cette évaluation est effectuée pour trois grandes catégories de contraintes, ensuite subdivisées en critères de base.

A la fin de la description de chaque scénario, une note est attribuée à chaque contrainte. L'échelle de notation est de **-5** (défavorable) à **5** (favorable). La note 0 indique que le scénario ne présente ni avantages ni inconvénients par rapport à la situation actuelle de référence. La pondération de chacun des critères de base indique son importance relative dans l'ensemble des critères, le total des poids étant égal à **100**. La note pondérée est la somme des produits de chaque note de base par son poids.

Le Bilan environnemental a ainsi été évalué pour chaque scénario selon les principes suivants, extrapolés depuis l'approche méthodologique retenue en 1999 en intégrant de nouveaux critères jugés pertinents aujourd'hui dans le cadre de l'approche globale souhaitée:

- **Contraintes environnementales**

- **Qualité de l'eau** : l'impact du scénario sur la qualité de l'eau a été évalué, principalement l'évolution des chlorures et son impact sur la potabilité de l'eau. Ce paramètre est bien sûr essentiel car il est relatif au respect des objectifs de qualité des cours d'eau et de la reconquête des milieux, objectif du SDAGE en cours ; on retiendra une pondération de **15**. Sur le plan de la notation, un scénario favorisant le zéro rejet en rivière se verra affecté d'une note élevée, tandis que plus la longueur de cours d'eau pollué est importante, plus la note sera basse. Une distinction a également été faite entre le Rhin et la Moselle, puisque le Rhin a un plus grand pouvoir de dilution, ce qui veut dire que pour un même rejet, la note sera moins sévère pour le rejet dans le Rhin qu'en Moselle.
- **Faune et flore** : les impacts sur la faune et la flore dans les cours d'eau concernés ont été évalués, avec une pondération de **1** pour la faune et **1** pour la flore, peu élevée compte tenu des conclusions de l'analyse de la présente étude. Ici, un scénario favorisant l'implantation des espèces sensibles aux sels aura une meilleure note que celui favorisant les espèces halophiles. Le pouvoir de dilution du milieu récepteur est également pris en compte.
- **Impact sur les autres polluants** : certaines solutions pourront permettre de réduire l'impact des chlorures mais également indirectement de réduire la vulnérabilité actuelle vis-à-vis de la ressource en eau vis-à-vis d'autres polluants. Une pondération de **3** est retenue pour différencier dans ce cas certaines solutions équivalentes vis-à-vis des seuls chlorures.
- **Nuisances pendant la construction** : les nuisances possibles pendant les travaux ont été évaluées, avec une pondération de **1** pour chacun des critères bruit, odeur et visuel, en raison de leur caractère limité dans le temps.
- **Nuisances pendant l'exploitation** : ces nuisances peuvent être de quatre types: olfactives, sonores, visuelles et pollution de l'air. Les nuisances pendant l'exploitation sont de plus longue durée que les nuisances pendant la construction, la pondération est pour cette raison plus élevée, soit de **3** pour chacun des critères.
- **Potentialité d'accidents** : les risques de pollution accidentelle ont été évalués, avec une pondération de **3**. La notation a été effectuée en fonction de la concentration du produit transporté (eaux claires diluées ou deshydratées), de la longueur et du type de transport.

- **Contraintes techniques et réglementaires**

- **Implantation et construction** : les difficultés liées à la construction des ouvrages nécessaires (autorisations, disponibilité des terrains, difficultés techniques) ont été évaluées, avec une pondération de **7** pour la contrainte implantation, et **3** pour les difficultés de construction. La notation a été effectuée en fonction de l'accès aux terrains, aux autorisations nécessaires, à l'acceptation sociale et aux difficultés techniques.
- **Fonctionnement** : les difficultés de fonctionnement d'ordre technique, réglementaire, économique ont été évaluées avec une pondération de **7**. La notation a été basée sur la technique choisie, l'extension géographique et les contraintes réglementaires.
- **Développement Durable et Flexibilité** : Ce critère répond à une appréciation plus globale de chaque solution sur le plan du Développement Durable et des principes de gains attendus pour la collectivité d'une part, et les soudeuses d'autre part (les

solutions permettant la pérennité, voire dégagant des marges de manœuvre pour d'éventuelles augmentations de capacités des soudières ont été mieux notés), ainsi qu'à la question « est-il possible de valoriser les investissements à d'autres usages en cas d'arrêt des rejets? » : Pondération de **10**.

- **Conflits d'usage**

- **L'alimentation en eau potable (AEP)**: l'enjeu principal de l'analyse est l'impact des alternatives, positif ou négatif, sur l'usage des rivières comme ressource d'eau potable. L'AEP étant l'aspect le plus important, ce critère reçoit la pondération la plus élevée : **23**. Sur le plan de la notation, un scénario favorisant le zéro rejet en rivière se verra affecté une note élevée, tandis que plus la longueur de cours d'eau pollué est importante, plus la note sera basse. L'ordre de grandeur des concentrations en chlorures rencontrées le long des cours d'eau a également été pris en compte.
- **L'alimentation en eau industrielle (AEI)** : l'impact sur l'usage industriel de l'eau est également évalué (phénomènes de corrosion accentuée et surcoûts pour la déminéralisation des eaux), avec une pondération élevée de **3**, justifiée par l'importance de l'industrie pour le développement économique et social de la région, mais largement relativisé tout de même en termes d'impact réel des chlorures sur cette question d'après les analyses menées dans la présente étude.
- **Irrigation et agriculture** : des teneurs élevées en chlorures peuvent avoir un impact défavorable sur le rendement agricole. Toutefois, l'irrigation étant loin d'être l'usage principal de l'eau dans les vallées de la Moselle et du Rhin, la pondération sera de **1**.
- **Navigation** : certains scénarios peuvent avoir un impact sur la navigation, soit par une détérioration de la qualité de l'eau, soit par un encombrement des voies navigables. Pondération : **2** pour la navigation commerciale, **2** pour la navigation de plaisance. La notation de ce critère est surtout basée sur l'encombrement des voies navigables.
- **Pêche, activités de loisirs et « Image de la Moselle »**: l'impact du scénario sur la pêche et les activités de loisirs a été noté avec une pondération de **4** pour tenir compte surtout des conséquences indirectes supposées sur l'« Image de la Moselle » et l'appréciation subjective des usagers actuels et futurs.

3.1.1. SCENARII PAR CALCODUC

3.1.1.1. SCENARIO 1.1 A : REJET DES EFFLUENTS SALINS DANS LE RHIN, TRANSPORT PAR CANALISATION ENTRE LES SOUDIÈRES ET STRASBOURG

Objectif : Evacuation des effluents par calcoduc hors du bassin de la Meurthe et de la Moselle avec un rejet dans le Rhin à l'aval de Strasbourg.

Description fonctionnelle :

Après décantation, réunification des rejets bruts (eaux claires) des deux usines dans un bassin tampon (de capacité assez grande pour stocker les rejets en cas de défaillance du calcoduc).

Conditionnement des rejets par dilution avec de l'eau (mise en place de mélangeurs et de pompes) pour le transport et éviter le colmatage du pipe par précipitation de carbonate de calcium et de gypse.

Transport par un calcoduc enterré depuis les soudières jusqu'à Strasbourg en suivant le canal Marne/Rhin. L'emploi de pompes sera nécessaire pour atteindre le point haut du parcours.

Arrivée sur Strasbourg, un site de rejet devra être mis en place, comprenant un bassin de modulation et des stations de contrôle du type MARISOLOR (cf modulation actuelle des rejets des soudières).

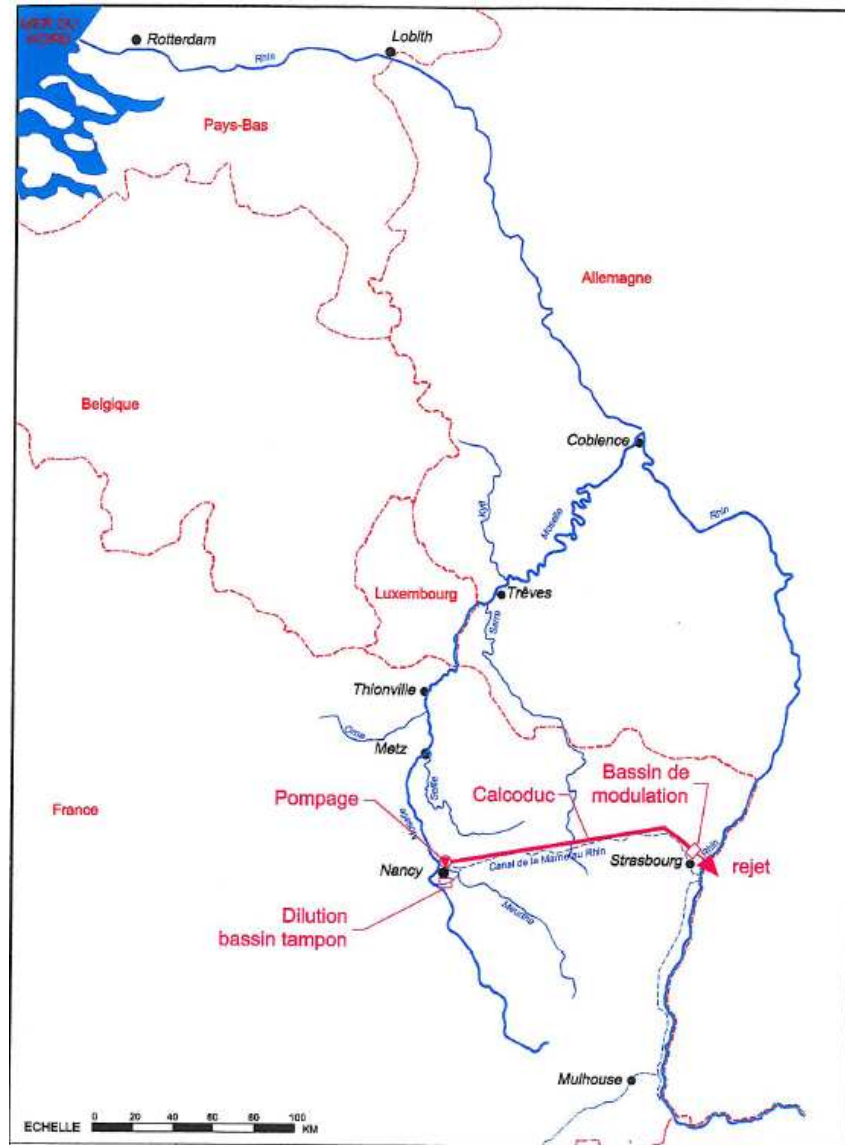


Figure 9. Calcoduc depuis les soudières jusqu'à Strasbourg

Base du dimensionnement :

Bassins de décantation :

Propres à chaque usine, ils seront capables d'absorber l'augmentation de production.

Bassin tampon :

D'une capacité pouvant stocker les rejets des usines en cas de défaillance du calcoduc (station de relevage ou canalisation). Il faut donc prévoir un dimensionnement équivalent, au minimum, à 3 mois de production (soit environ 2 Mm³) : en réutilisant les bassins existants.

Station de conditionnement :

Pompes et prise d'eau dans la Meurthe, dimensionnée pour un débit de 0,1 m³/s (30% du volume des rejets nécessaire pour la dilution des rejets).

Cuves - mélangeurs pour conditionner 0,25 m³/s de rejet (dilution des eaux claires par ajout de 30% d'eau pour limiter les concrétions dans le caldocuc).

Caldocuc de liaison entre les deux usines :

Il devra permettre la réunification des eaux claires des deux usines pour le conditionnement et le transport. D'une longueur d'environ 10 km, il pourra être équipé d'une pompe suivant l'emplacement du bassin tampon et de la station de conditionnement.

Caldocuc Nancy / Strasbourg :

Devant relier Nancy à Strasbourg, il doit être dimensionné pour le débit de rejet dilué, soit environ 1200 m³/h.

Pour une vitesse de 1,2 m/s, il faut un ø 600 mm en acier protégé.

Le trajet Nancy / Strasbourg semblant être le plus adéquat est celui du canal Marne/Rhin. Soit une longueur de 150 km (dont 1/3 seulement seront en fonctionnement gravitaire). Il faudra donc prévoir des stations de relevages pour franchir les 200 m de dénivelé.

Bassin de modulation :

Sa capacité devra permettre de stocker le chlorure de calcium lorsqu'il n'est pas possible de le déverser dans le Rhin (en période d'étiage par exemple).

Il faudra donc prévoir un dimensionnement minimal équivalent à 1 mois de production, soit 0,65 Mm³ de production de rejets dilués, pour porter à 4 mois le volume tampon total (avec le bassin amont) : 3 mois d'étiage et un mois de sécurité pour les années très sèches.

Stations de gestion des rejets :

Pour réguler les rejets dans le Rhin, il faudra un système identique au système MARISOLOR, mais réduit à une station amont et une station aval au rejet.

Coût d'investissement et de fonctionnement

D'après les estimations de SOGREAH pour le scénario, le coût d'investissement est de 135 M€ et le coût de fonctionnement de 5 M€/an.

Contraintes environnementales

Qualité de l'eau

La Meurthe et la Moselle : ces deux cours d'eaux auront une diminution de leurs flux salins totaux de plus de 80%, soit une concentration moyenne inférieure à 200 mg/l, pouvant dépasser le seuil de potabilité en étiage.

Le Rhin : S'il n'y a pas de contraintes de concentration entre la France et l'Allemagne sur le Rhin, il existe un seuil de concentration maximale en ions chlorure à ne pas dépasser dans les eaux du Rhin à la frontière des Pays Bas (fixé à 200 mg/l par la convention de Bonn).

L'arrêt des MDPAs (et de ses 75 kg/s de rejets salins en moyenne annuelle) et la baisse considérable des rejets salins au Rhin qui en découle (moins de 6 kg/s fin 2008 marquant la fin prochaine du traitement des terrils et les rejets résiduels liés au traitement de la nappe : de l'ordre de 4 à 5 kg/s) assouplissent les contraintes de gestion de la qualité des

eaux du Rhin, et ouvre en théorie des perspectives pour d'autres rejets qui peuvent profiter de cette compensation opportune. Cependant, il faut rappeler la gestion des eaux du Rhin sur le plan international est une contrainte forte à l'obtention d'autorisation pour de nouveaux rejets dans ces eaux.

Si l'apport supplémentaire des rejets salins des soudières, il n'est pas certain automatiquement que le rejet soit acceptable en terme de concentration.

En effet, l'examen de l'évolution des teneurs en chlorure du Rhin aux stations de Rhinau, Gamsheim, Drusenheim et Lauterbourg (données de la Banque de l'Eau Rhin Meuse) montre une faible dilution des chlorures entre Rhinau (amont de Strasbourg) et la frontière (Lauterbourg), ce qui rend délicate la gestion des rejets dans le Rhin au niveau de Strasbourg.

En simulant, à partir des données de la CIPR, un apport constant des rejets des soudières tels qu'en 2007, on note que la concentration en chlorures ne dépasse pas les 200 mg/l à Lauterbourg. Cependant, ce calcul est effectué à partir de valeurs moyennes sur 14 jours, et l'observation du graphique de leurs mesures en continue montre qu'il peut exister des variations de forte amplitude au cours de ces périodes (les 200 mg/l peuvent être atteints ponctuellement au cours de l'étiage du Rhin. La présence d'un **bassin de modulation** est donc nécessaire à l'aval, en lien avec le bassin tampon amont qui permet également de jouer un rôle de régulation, en particulier en période d'étiage.

Maîtrisé, l'impact des rejets deviendra alors négligeable dans le Rhin au fort pouvoir de dilution, surtout depuis l'arrêt des MDPA.

Faune et Flore

Meurthe et Moselle : L'étude réalisée, à partir de données existantes avant 1993, par le CETE EST et le bureau d'études AREA Eau - Environnement, montre que les chlorures rejetés par les soudières n'ont pas d'effet direct sur la faune et la flore avec les concentrations de l'époque (voir également synthèse au chapitre 2). La diminution de ces concentrations n'entraînera, a priori que la réduction des espèces halophiles qui se sont développées à cause du rejet.

Rhin : La convention de Bonn fixe la teneur maximale en ions chlorure à 200 mg/l dans les eaux du Rhin aux Pays Bas. Cette limite a été établie dans le souci de protéger l'environnement ; ceci permet de déduire que les rejets contrôlés par des stations de surveillance de la qualité des eaux du Rhin n'auront pas d'impact notable sur la faune et la flore du fleuve.

Impact sur les autres polluants : néant

Nuisances pendant la construction

Les travaux de mise en place du caldocuc seront une gêne temporaire pour les riverains, la faune et la flore (bruit, impact visuel, coupe de bois, tranchées ...), et il en sera de même pour la construction des bassins.

Nuisances pendant l'exploitation

- olfactives : néant
- sonores : néant
- visuelles : le plus possible enterré, le caldocuc aura peu d'impact sur le paysage.

En revanche, les bassins auront un fort impact visuel (surtout dans la plaine du Rhin), mais ils pourront être construits de manière à préserver au maximum l'environnement (espace vert, lieu de nidification, ...).

Potentialité d'accident

Les bassins devront être conformes à la réglementation en vigueur, ainsi que le caldocuc (vannes de sécurité le long du parcours pour limiter au maximum le volume de perte en cas de fuite).

En cas de fuite de ce dernier, l'impact sera peu important du fait de la faible toxicité du produit.

Contraintes techniques et réglementaires

Implantation, Faisabilité réglementaire et Construction

Achat ou location des terrains nécessaires au passage de la canalisation et à l'implantation des bassins.

Autorisations de rejeter dans le Rhin à obtenir.

Ce projet, avancé par NOVACARB en 2002-2003, a été rejeté par les collectivités concernées par la traversée de cette infrastructure hydraulique. Et surtout, les élus du Bas-Rhin se sont opposés au principe de rejet de chlorures dans le Rhin.

Fonctionnement

Entretien de la conduite et des stations de relevage.

Gestion des rejets dans le Rhin concertée pour le non dépassement de la limite de 200 mg/l à la frontière hollandaise fixée par la Convention de Bonn (1976), via la mise en place d'un incrément maximal en concentration à fixer.

Le Flux massique actuel dans le Rhin au niveau de Lauterbourg est d'environ 38 kg/s (calculé à partir du module du Rhin à Lauterbourg et de la dernière donnée en moyenne annuelle de concentration en chlorures pour la station de Lauterbourg, largement plus basse que par le passé – notamment lors de l'étude de 1999, en raison de la décroissance des rejets des MDPA) ; les rejets des soudières pourraient ainsi être tolérés dans le Rhin le cadre de la convention de Bonn.

Développement Durable, Flexibilité et Reconversion

La solution caldocuc consiste globalement à déplacer le point de rejet actuel, ce qui ne peut être considéré comme une amélioration globale de la problématique.

En cas d'arrêt des rejets, le caldocuc pourra servir pour le transport d'autres matières entre Nancy et Strasbourg, ou être modifié (déplacement des stations de relevage) pour permettre un transport dans le sens Strasbourg - Nancy (ex : oléoduc). Mais de telles hypothèses sont difficilement imaginables à ce jour.

Par ailleurs, une solution caldocuc peut permettre de dégager des marges de manœuvre pour, à terme, envisager une autorisation d'augmentation de capacité des soudières, ce qui peut être une des clés de leur pérennité.

Conflits d'usage

L'AEP

L'amélioration de la qualité des eaux de la Moselle va régler les problèmes actuels des exploitants des champs captants vis-à-vis des chlorures.

L'AEI

La présence d'une eau moins chargée en chlorure peut être un argument à l'implantation d'entreprises, mais reste très relatif (contrainte maintenue en période d'étiage).

Irrigation et agriculture

Bien qu'aucun impact néfaste pour l'irrigation et l'agriculture n'ait été recensé à ce jour, l'arrêt des rejets dans la Meurthe devrait entraîner une certaine satisfaction des utilisateurs de l'eau de la Meurthe et de la Moselle.

Pêche, activités de loisirs et « Image de la Moselle »

Accueil favorable des associations de pêche de la Meurthe et de la Moselle.

Amélioration globale de l'image de la rivière sur la zone d'étude.

Autres remarques

Ce type de solution qui permet un report des rejets dans un autre bassin est un atout majeur pour les riverains de la Moselle, mais ne fait que déplacer le problème (même si la capacité de dilution du Rhin est nettement supérieure à celle de la Moselle).

Le bilan des contraintes environnementales, techniques, et de conflit d'usage de la ressource en eau est ainsi évalué sur la base de ces commentaires (voir tableau ci-après).

Scenario : 1.1.a

Titre: Calcoduc depuis les soudières jusqu'à Strasbourg

Evaluation pondérée

| | Note | Poids | Note pondérée |
|---|------|------------|---------------|
| Contraintes environnementales | | | |
| Qualité de l'eau | 3 | 15 | 45 |
| Faune | 3 | 1 | 3 |
| Flore | 3 | 1 | 3 |
| Impact sur les autres polluants | 0 | 3 | 0 |
| Nuisances en phase de construction | | | |
| bruit | -2 | 1 | -2 |
| odeur | 0 | 1 | 0 |
| impact visuel | -2 | 1 | -2 |
| Nuisances en phase d'exploitation | | | |
| bruit | 0 | 3 | 0 |
| odeur | 0 | 3 | 0 |
| impact visuel | -3 | 3 | -9 |
| pollution de l'air | 0 | 3 | 0 |
| risque d'accident | -1 | 3 | -3 |
| sous-total | | 38 | 35 |
| Contraintes techniques et réglementaires | | | |
| Implantation et faisabilité réglementaire | -4 | 7 | -28 |
| Difficultés de construction | -4 | 3 | -12 |
| Contraintes d'exploitation | -2 | 7 | -14 |
| Développement Durable, Flexibilité | -1 | 10 | -10 |
| sous-total | | 27 | -64 |
| Conflits d'usage | | | |
| AEP | 4 | 23 | 92 |
| AEI | 4 | 3 | 12 |
| Irrigation | 4 | 1 | 4 |
| Navigation commerciale | 0 | 2 | 0 |
| Navigation de plaisance | 0 | 2 | 0 |
| Pêche, Activités de loisirs et Image | 4 | 4 | 16 |
| sous-total | | 35 | 124 |
| Total | | 100 | 95 |

Tableau 9. Evaluation pondérée du scénario 1.1.a

3.1.1.2. SCENARIO 1.1 B : REJET DES EFFLUENTS SALINS DANS LE RHIN, TRANSPORT PAR CANALISATION ENTRE LES SOUDIÈRES ET COBLENCE

Objectif : Evacuation des effluents par caldocud hors du bassin de la Meurthe et de la Moselle avec un rejet dans le Rhin à l'aval de Coblenche (confluence Rhin – Moselle).

Description fonctionnelle :

Idem sur le principe que pour le scenario 1.1.a.

Transport par un caldocud enterré depuis les soudières jusqu'à Coblenche en suivant le cours de la Moselle.

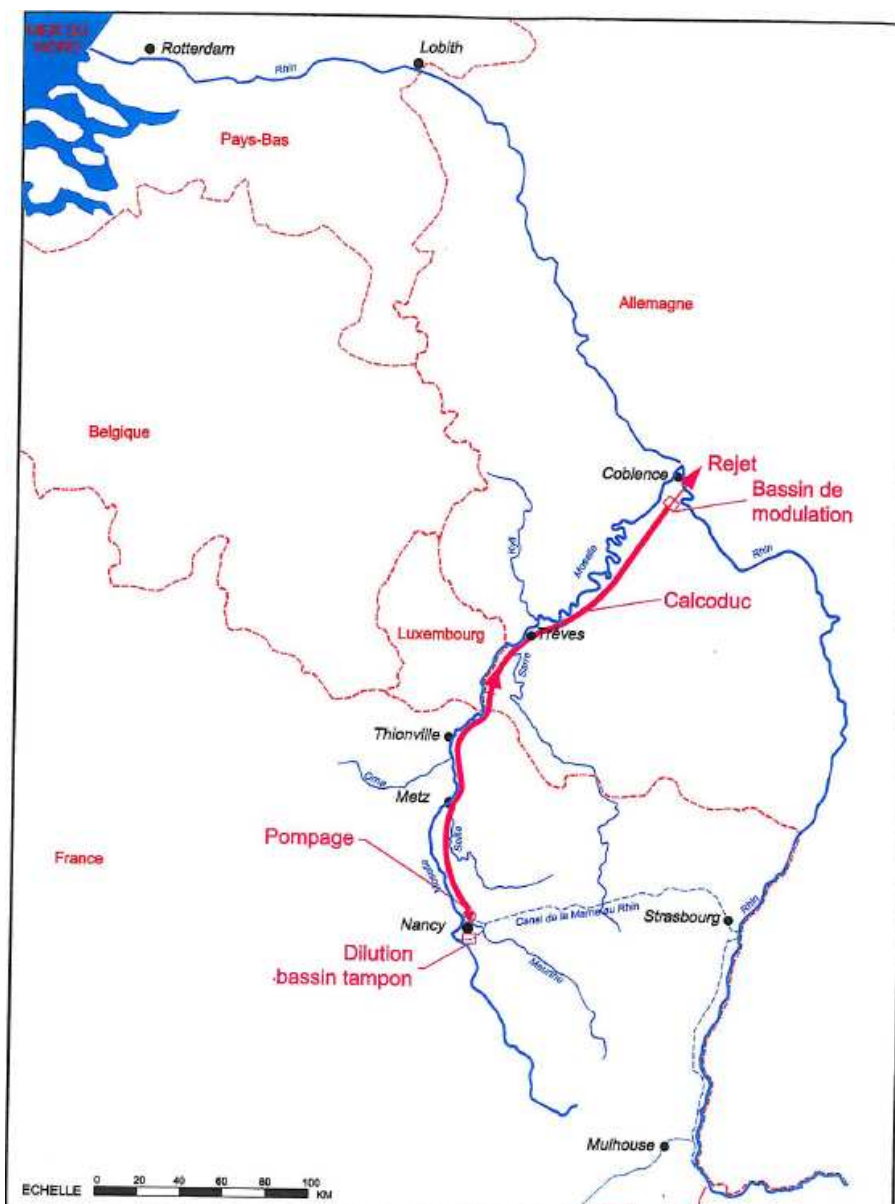


Figure 10. Caldocud depuis les soudières jusqu'à Coblenche

Base du dimensionnement :

Bassins de décantation, Bassin tampon, Station de conditionnement, Caldocud de liaison entre les deux usines, Bassin de modulation aval, stations de gestion des rejets : Idem sur le principe que pour le scenario 1.1.a.

Calcoduc Nancy / Coblenche :

Devant relier Nancy à Strasbourg, il doit être dimensionné pour le débit de rejet dilué, soit 1200 m³/h.

Pour une vitesse de 1,2 m/s, il faut un ø 600 mm en acier protégé.

Le trajet Nancy / Coblenche est estimé à une longueur de 360 km quasi intégralement en gravitaire.

Coût d'investissement et de fonctionnement

D'après les estimations de SOGREAH pour le scénario, le coût d'investissement est de 220 M€ et le coût de fonctionnement de 5 M€/an.

Contraintes environnementales

Qualité de l'eau

La Meurthe et la Moselle : Idem sur le principe que pour le scénario 1.1.a.

Le Rhin : Idem sur le principe que pour le scénario 1.1.a, mais à Coblenche le fleuve a un meilleur pouvoir de dilution. La position plus aval du point de rejet demande également la création d'un bassin de modulation aval.

Faune et Flore

Idem sur le principe que pour le scénario 1.1.a

Impact sur les autres polluants : néant

Nuisances pendant la construction

Idem sur le principe que pour le scénario 1.1.a

Nuisances pendant l'exploitation

Idem sur le principe que pour le scénario 1.1.a

Potentialité d'accident

Idem sur le principe que pour le scénario 1.1.a

Contraintes techniques et réglementaires

Implantation, Faisabilité réglementaire et Construction

Achat ou location des terrains nécessaires au passage de la canalisation et à l'implantation des bassins.

Autorisations de rejeter dans le Rhin à obtenir avec les autorités allemandes.

Comme pour le projet 1.1.a, il faut s'attendre a priori au même niveau d'opposition politique et de rejet par la population.

Le trajet de cet aqueduc (essentiellement en gravitaire le long du la Moselle) rendra par contre sa construction plus aisée que pour le scénario précédent nécessitant des stations de relevage importantes.

Fonctionnement

Entretien de la conduite et des stations.

Développement Durable, Flexibilité et Reconversion

La solution calcoduc consiste globalement à déplacer le point de rejet actuel, ce qui ne peut être considéré comme une amélioration globale de la problématique.

A l'heure actuelle, il est difficile d'imaginer une reconversion sérieuse d'un tel calcoduc.

Par ailleurs, une solution calcoduc peut permettre de dégager des marges de manœuvre pour, à terme, envisager une autorisation d'augmentation de capacité des soudières, ce qui peut être une des clés de leur pérennité.

Conflits d'usage

L'AEP

L'amélioration de la qualité des eaux de la Moselle va régler les problèmes actuels des exploitants des champs captants vis-à-vis des chlorures.

Le non dépassement des normes autorisées au niveau du Rhin ne devrait par ailleurs pas engendrer de problème au niveau de l'exploitation de la ressource.

L'AEI

La présence d'une eau moins chargée en chlorure peut être un argument à l'implantation d'entreprises, mais reste très relatif (contrainte maintenue en période d'étiage).

Irrigation et agriculture

Bien qu'aucun impact néfaste pour l'irrigation et l'agriculture n'ait été recensé à ce jour, l'arrêt des rejets dans la Meurthe devrait entraîner une certaine satisfaction des utilisateurs de l'eau de la Meurthe et de la Moselle.

Pêche, activités de loisirs et « Image de la Moselle »

Accueil favorable des associations de pêche de la Meurthe et de la Moselle.

Amélioration globale de l'image de la rivière sur la zone d'étude.

Autres

Ce type de solution qui permet un report des rejets dans un autre bassin est un atout majeur pour les riverains de la Moselle (et ce jusqu'à Coblenche), mais ne fait que déplacer le problème (même si la capacité de dilution du Rhin est nettement supérieure à celle de la Moselle).

Scenario : 1.1.b

Titre: Calcoduc depuis les soudières jusqu'à Coblenche

Evaluation pondérée

| | Note | Poids | Note pondérée |
|---|------|------------|---------------|
| Contraintes environnementales | | | |
| Qualité de l'eau | 4 | 15 | 60 |
| Faune | 4 | 1 | 3 |
| Flore | 4 | 1 | 3 |
| Impact sur les autres polluants | 0 | 3 | 0 |
| Nuisances en phase de construction | | | |
| bruit | -2 | 1 | -2 |
| odeur | 0 | 1 | 0 |
| impact visuel | -2 | 1 | -2 |
| Nuisances en phase d'exploitation | | | |
| bruit | 0 | 3 | 0 |
| odeur | 0 | 3 | 0 |
| impact visuel | -3 | 3 | -9 |
| pollution de l'air | 0 | 3 | 0 |
| risque d'accident | -1 | 3 | -3 |
| sous-total | | 38 | 50 |
| Contraintes techniques et réglementaires | | | |
| Implantation et faisabilité réglementaire | -5 | 7 | -35 |
| Difficultés de construction | -3 | 3 | -9 |
| Contraintes d'exploitation | -2 | 7 | -14 |
| Développement Durable, Flexibilité | -1 | 10 | -10 |
| sous-total | | 27 | -68 |
| Conflits d'usage | | | |
| AEP | 4 | 23 | 92 |
| AEI | 4 | 3 | 12 |
| Irrigation | 4 | 1 | 4 |
| Navigation commerciale | 0 | 2 | 0 |
| Navigation de plaisance | 0 | 2 | 0 |
| Pêche, Activités de loisirs et Image | 4 | 4 | 16 |
| sous-total | | 35 | 124 |
| Total | | 100 | 106 |

Tableau 10. Evaluation pondérée du scénario 1.1.b

3.1.1.3. SCENARIO 1.1 c : REJET DES EFFLUENTS SALINS DANS LA MOSELLE AVAL, TRANSPORT PAR CANALISATION ENTRE LES SOUDIÈRES ET LA CONFLUENCE DE L'ORNE

Introduction sur les Caractéristiques de cette solution peu développée en 1999:

L'objectif d'une telle solution alternative est l'évacuation des effluents par calcoduc au-delà de l'agglomération de Metz, avec un rejet dans la Moselle suffisamment en amont de la frontière pour profiter de la meilleure dilution de la rivière Moselle aval tout en respectant les seuils maximaux en chlorures fixés par les accords internationaux. Il s'agit, certes, d'une solution qui déplace le problème des rejets, mais qui cherche à améliorer les conditions de dilution et à préserver les usages les plus sensibles et importants.

On pose ici l'hypothèse d'une concentration en chlorures à Hauconcourt égale à 400 mg/l.

Pour déterminer à ce stade l'implantation optimale d'un point de rejet en Moselle aval permettant le maintien d'une concentration minimale dans la Moselle, il s'agit d'observer de quelle manière se fait la dilution des chlorures sur le cours aval de la Moselle entre Metz et la frontière luxembourgeoise.

Par exemple (voir graphique ci-dessous), si l'on opte pour un rejet en amont de l'Orne, et si l'on observe la Moselle avec un débit moyen, alors celle-ci atteindra un maximum de 397 mg/l. A l'inverse, si le rejet se fait en aval de l'Orne, la concentration maximale en chlorures de la Moselle n'atteindra que 365 mg/l.

Les graphiques suivants présentent en parallèle l'évolution du débit de la Moselle (module et étiages) et des concentrations en chlorures d'amont en aval sur le tronçon étudié. En abscisse figure les PKH, en ordonnées à droite la concentration en mg/l et à gauche le débit en m³/s.

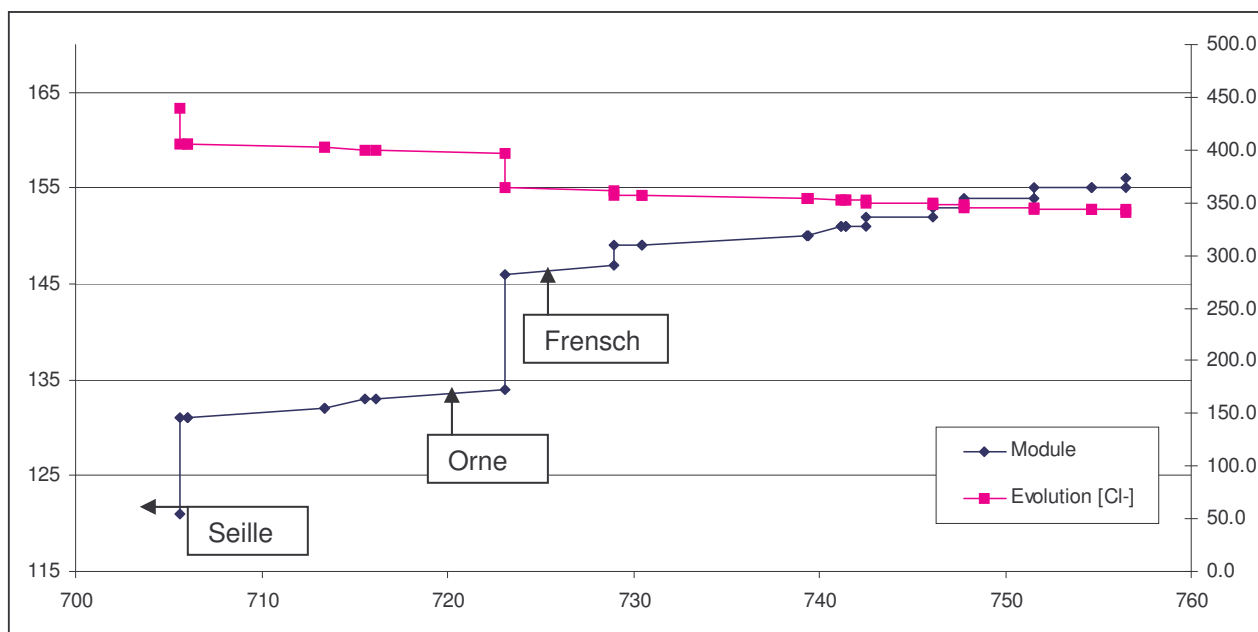


Figure 11. Evolution conjointe du module de la Moselle et de la concentration en chlorures

En observant les débits d'étiage, on remarque que la concentration en chlorure se stabilise quasiment après la confluence avec l'Orne. En revanche, avant cette confluence, la dilution ressort nettement plus faible. Cet analyse préliminaire permet de considérer que le point de rejet devrait se situer après la confluence avec l'Orne pour une optimisation de la solution.

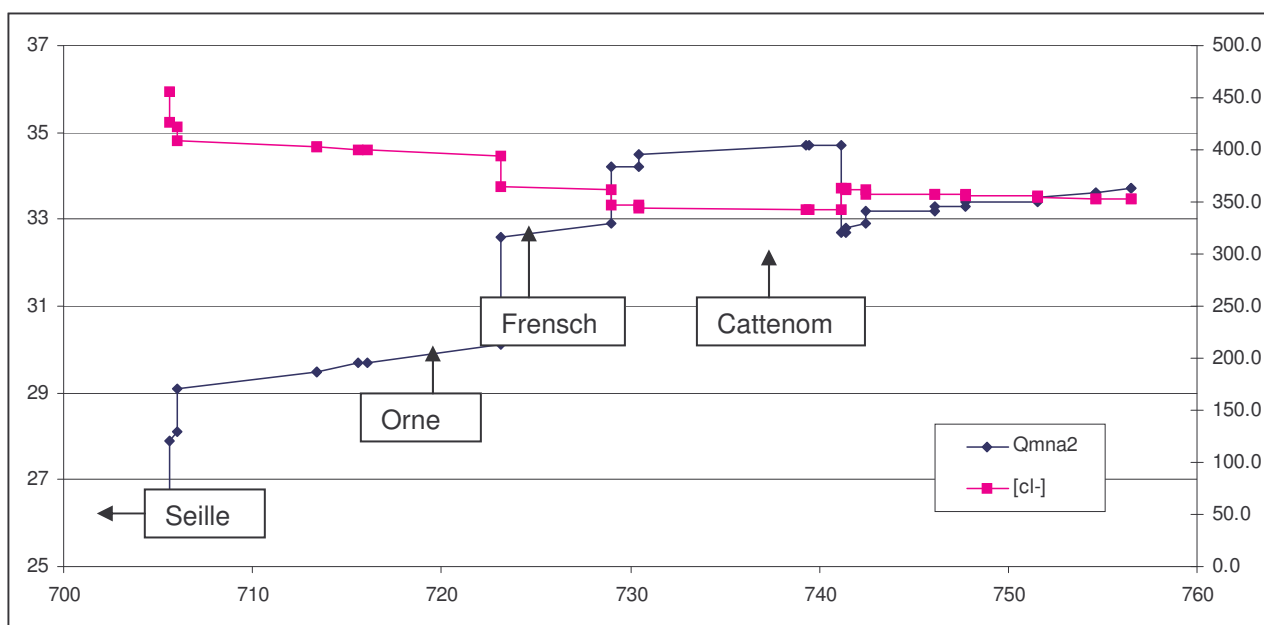


Figure 12. Evolution conjointe du Qmna2 de la Moselle et de la concentration en chlorures

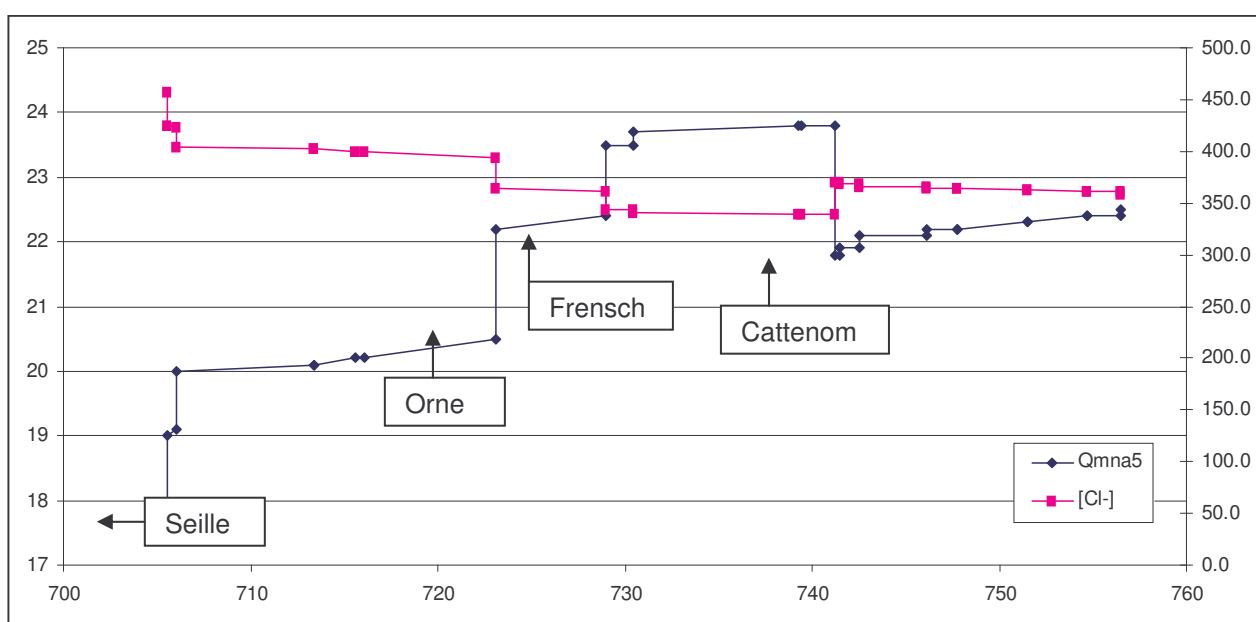


Figure 13. Evolution conjointe du Qmna5 de la Moselle et de la concentration en chlorures

L'observation des débits d'étiage montre que la concentration en chlorures atteint son minimum après la confluence avec la Frensch qui a ici plus d'incidence qu'en période de moyennes eaux. Cependant, la consommation d'eau par la centrale de Cattenom provoque une nouvelle augmentation de la concentration en chlorures qui se stabilise alors jusqu'à la frontière, à une valeur proche de celle atteinte après la confluence de l'Orne. Une fois encore, la concentration minimale (hors considération de l'influence de la centrale) est obtenue, à peu de chose près, à l'aval de la confluence entre la Moselle et l'Orne.

Il ressort donc de cette analyse préliminaire (à affiner si cette solution est retenue parmi celles à approfondir, notamment vis-à-vis des besoins en eau industrielle en aval de Metz) que le meilleur point de rejet en aval serait situé à **l'aval de la confluence entre Orne et Moselle**. Un tel point permettrait d'assurer la meilleure dilution possible, tout en restant éloigné de la frontière luxembourgeoise.

Objectif de cette solution : Evacuation des effluents par caldocuc au-delà de l'agglomération de Metz, en aval de la confluence avec l'Orne, avec un rejet dans la Moselle suffisamment en amont de la frontière pour profiter de la meilleure dilution de la rivière Moselle aval tout en respectant les seuils maximaux en chlorures fixés par les accords internationaux.

Description fonctionnelle :

Idem sur le principe que pour le scénario 1.1.b.

Transport par un caldocuc enterré depuis les soudières jusqu'après la confluence avec l'Orne, en suivant le cours de la Moselle.

Base du dimensionnement :

Bassins de décantation, Bassin tampon, Station de conditionnement, Caldocuc de liaison entre les deux usines, Bassin de modulation aval, stations de gestion des rejets : Idem sur le principe que pour le scénario 1.1.b.

Caldocuc Nancy / Moselle aval de la confluence avec l'Orne :

Devant relier Nancy à l'aval de la confluence avec l'Orne, il doit être dimensionné pour le débit de rejet dilué, soit 1200 m³/h.

Pour une vitesse de 1,2 m/s, il faut un ø 600 mm en acier protégé.

Le trajet est estimé à une longueur de 100 km quasi intégralement en gravitaire.

Coût d'investissement et de fonctionnement

D'après les estimations de SOGREAH pour le scénario, le coût d'investissement est de 50 M€ et le coût de fonctionnement de 1 M€/an.

Contraintes environnementales

Qualité de l'eau

La Meurthe et la Moselle : Idem sur le principe que pour le scénario 1.1.b pour la zone d'étude entre Nancy et Metz.

Pour la Moselle aval: à Thionville, la rivière Moselle a un meilleur pouvoir de dilution et les marges de manœuvre existent pour donc déplacer le point de rejet de effluents des soudières sans mettre en contrainte l'exploitation de la ressource en eau en Moselle aval. Pour cette région cependant, la situation est à considérer comme dégradée par rapport à la situation actuelle. La position plus aval du point de rejet demande également la création d'un bassin de modulation aval.

Pour le Rhin : idem à la situation actuelle.

Faune et Flore

Idem sur le principe que pour le scénario 1.1.a

Impact sur les autres polluants : néant

Nuisances pendant la construction

Idem sur le principe que pour le scénario 1.1.a

Nuisances pendant l'exploitation

Idem sur le principe que pour le scénario 1.1.a

Potentialité d'accident

Idem sur le principe que pour le scénario 1.1.a

Contraintes techniques et réglementaires

Implantation, Faisabilité réglementaire et Construction

Achat ou location des terrains nécessaires au passage de la canalisation et à l'implantation des bassins.

Autorisations de rejeter plus en aval à étayer par des études détaillées de la faisabilité de la solution et des marges de manœuvre possibles vis-à-vis de l'exploitation de la ressource en eau en Moselle aval.

Relativement aux solutions 1.1.a et 1.1.b, on peut espérer un niveau moins élevé d'opposition politique et de non acceptation par la population.

Le trajet de cet aqueduc (essentiellement en gravitaire le long de la Moselle) rendra par contre sa construction plus aisée que pour le scénario 1.1.a nécessitant des stations de relevage importantes.

Fonctionnement

Entretien de la conduite et des stations.

Développement Durable, Flexibilité et Reconversion

La solution calcoduc consiste globalement à déplacer le point de rejet actuel, ce qui ne peut être considéré comme une amélioration globale de la problématique.

A l'heure actuelle, il est difficile d'imaginer une reconversion sérieuse d'un tel calcoduc.

Par ailleurs, une solution calcoduc peut permettre de dégager des marges de manœuvre pour, à terme, envisager une autorisation d'augmentation de capacité des soudières, ce qui peut être une des clés de leur pérennité.

Conflits d'usage

L'AEP

L'amélioration de la qualité des eaux de la Moselle sur la zone entre Nancy et Metz la plus sensible va régler les problèmes actuels des exploitants des champs captants vis-à-vis des chlorures.

Le non dépassement des normes autorisées au niveau du Rhin ne devrait par ailleurs pas engendrer de problème au niveau de l'exploitation de la ressource, y compris sur la Moselle aval.

L'AEI

La présence d'une eau moins chargée en chlorure peut être un argument à l'implantation d'entreprises, mais reste très relatif (contrainte maintenue en période d'étiage).

Irrigation et agriculture

Bien qu'aucun impact néfaste pour l'irrigation et l'agriculture n'ait été recensé à ce jour, l'arrêt des rejets dans la Meurthe devrait entraîner une certaine satisfaction des utilisateurs de l'eau de la Meurthe et de la Moselle amont.

Pêche, activités de loisirs et « Image de la Moselle »

Accueil favorable des associations de pêche de la Meurthe et de la Moselle amont.

Amélioration globale de l'image de la rivière sur la zone d'étude.

Autres

Ce type de solution qui permet un report des rejets dans un autre bassin est un atout majeur pour les riverains de la Moselle (et ce jusqu'au point de rejet aval), mais ne fait que déplacer le problème (même si la capacité de dilution de la Moselle aval après la confluence avec l'Orne est nettement supérieure à celle de la Moselle amont).

Scénario : 1.1.c

Titre: Caldocuc depuis les soudières jusqu'en Moselle aval

Evaluation pondérée

| | Note | Poids | Note pondérée |
|---|------|-------|---------------|
| Contraintes environnementales | | | |
| Qualité de l'eau | 2 | 15 | 30 |
| Faune | 2 | 1 | 3 |
| Flore | 2 | 1 | 3 |
| Impact sur les autres polluants | 0 | 3 | 0 |
| Nuisances en phase de construction | | | |
| bruit | -2 | 1 | -2 |
| odeur | 0 | 1 | 0 |
| impact visuel | -2 | 1 | -2 |
| Nuisances en phase d'exploitation | | | |
| bruit | 0 | 3 | 0 |
| odeur | 0 | 3 | 0 |
| impact visuel | -3 | 3 | -9 |
| pollution de l'air | 0 | 3 | 0 |
| risque d'accident | -1 | 3 | -3 |
| sous-total | | 38 | 20 |
| Contraintes techniques et réglementaires | | | |
| Implantation et faisabilité réglementaire | -3 | 7 | -21 |
| Difficultés de construction | -2 | 3 | -6 |
| Contraintes d'exploitation | -2 | 7 | -14 |
| Développement Durable, Flexibilité | -1 | 10 | -10 |
| sous-total | | 27 | -51 |
| Conflits d'usage | | | |
| AEP | 4 | 23 | 92 |
| AEI | 4 | 3 | 12 |
| Irrigation | 4 | 1 | 4 |
| Navigation commerciale | 0 | 2 | 0 |
| Navigation de plaisance | 0 | 2 | 0 |
| Pêche, Activités de loisirs et Image | 4 | 4 | 16 |
| sous-total | | 35 | 124 |
| Total | | 100 | 93 |

Tableau 11. Evaluation pondérée du scénario 1.1.c

3.1.1.4. SCENARIO 1.2 : CALCODUC – SAUMODUC DEPUIS LES SOUDIÈRES JUSQU'AU NOUVEAU PROJET DE GDF

Introduction sur les Caractéristiques de cette solution, analogue à celle envisagée en 1999 entre les soudières et les MDPAs (aujourd'hui fermée) avec le projet GDF.

Gaz De France a en effet déposé une demande de concession pour l'exploitation d'un gisement salin au nord de Mulhouse, dans la zone des anciennes Mines De Potasse d'Alsace au niveau des communes d'Ensisheim et Reguisheim dans le Haut Rhin. Le but est de créer une zone de stockage de gaz dans des cavités saline profondes imperméables. Le projet prévoit de créer trois ou quatre cavités salines.

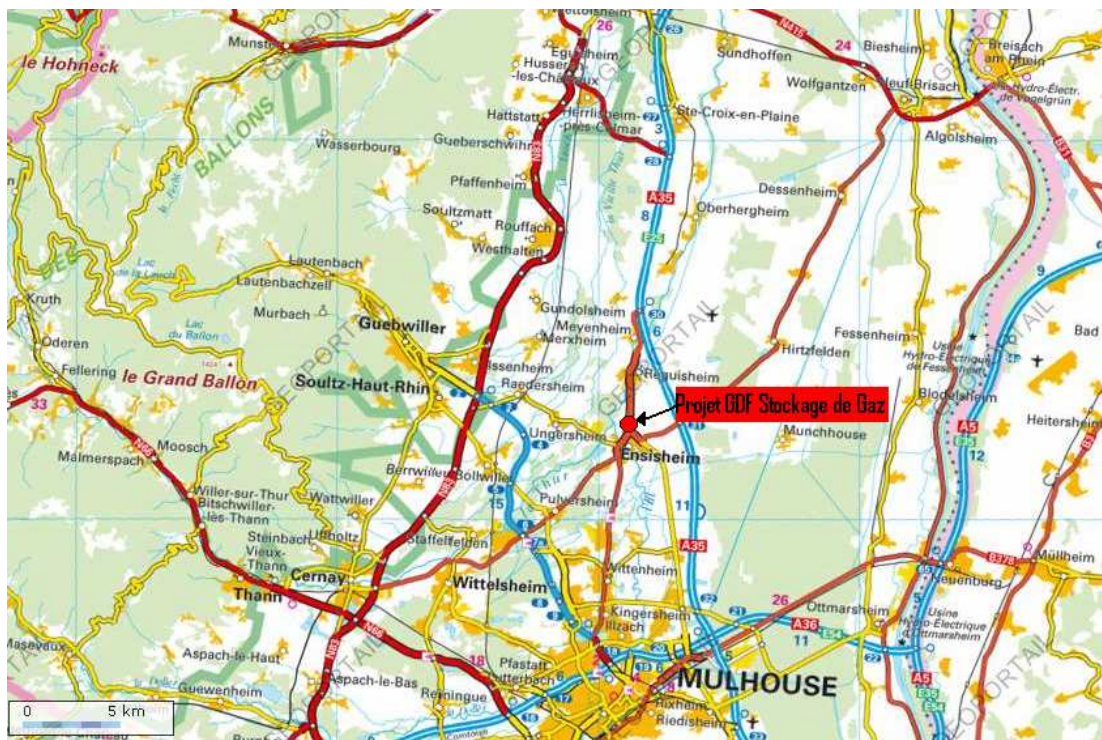


Figure 14. Plan de situation du projet GDF

Le sel extrait de ces cavités sera rejeté au Rhin grâce à la réutilisation d'anciens saumoducs. La demande a été faite pour un rejet maximal de 20 kg/s. Considérant les rejets résiduels des MDPAs à environ 4 kg/s (dépollution de la nappe), cela fait un total de 24 kg/s au maximum. Ces données sont issues de la notice d'impact réalisée pour la demande de concession.

Cette notice d'impact datant de fin 2007 est relativement succincte et ne peut pas servir de référence exhaustive quant aux futurs rejets ; il s'agit cependant du seul document consultable à ce jour dans la mesure où l'étude d'impact détaillée qui précisera l'incidence des rejets de la saumure du projet GDF n'est pas encore finalisée et devrait être déposée d'ici fin 2009 dans le cadre de la demande d'autorisation des travaux de lessivage et de forage.

Elle permet simplement de donner un cadre général pour la demande de concession. A priori, les rejets ne devraient en réalité pas atteindre cette limite de 20kg/s. De plus, l'exploitation du gisement pour la création des différentes cavités ne se fera pas en continu. Les rejets seront donc discontinus.

L'AERM a donné son avis pour la demande de concession et a étudié la possibilité de réutilisation de la saumure extraite. Aucune proposition n'a alors été faite.

L'autorisation de concession n'a, à l'heure actuelle, pas encore été donnée. D'après la DRIRE Alsace, GDF a souligné la difficulté de réutilisation de la saumure extraite dans le futur. Les raisons sont la mauvaise qualité des rejets qui seront faiblement concentrés (pas de saturation) et la discontinuité de ceux-ci.

Ces facteurs, associés à la lourdeur des investissements à mettre en place pour cette réutilisation (environ **140M€** d'investissement et **4 M€** de frais de fonctionnement pour le seul saumoduc) ne laissent pas envisager de débouchés aisés pour la réutilisation des rejets. Dans tous les cas, si une valorisation industrielle des rejets par les soudières peut être mise en place, elle ne sera pas pérenne puisque limitée à la durée de création des cavités à savoir une dizaine d'années.

Pourtant, un représentant de la soudière NOVACARB a remarqué que ce scénario avait été étudié il y a déjà quelques années et que les conclusions avaient amené à considérer celui-ci avec intérêt. Mais les problèmes de discontinuité des rejets et de faibles concentrations de ceux-ci n'avaient pas été relevés à l'époque.

Les délais sont maintenant extrêmement serrés. Une quelconque modification du projet semble peu envisageable. Pour faire aboutir un tel scénario, il aurait sans doute fallu démarrer les démarches il y a déjà plusieurs années.

Aucune conclusion sur l'impossibilité définitive d'une telle solution ne peut cependant être faite en l'état actuel des choses avec les seules données succinctes dont nous disposons (voir annexe 2).

C'est pourquoi cette solution est évaluée sur le même mode que les autres comme détaillé ci-après.

Scénario : création d'un calcoduc – saumoduc entre les soudières et la probable future concession de GDF pour la création de cavités salines destinées au stockage de gaz. L'objectif serait alors de rejeter le chlorure de calcium des industries de Lorraine en compensation d'une réutilisation de la saumure extraite par GDF. Au terme de la période d'extraction de saumure par GDF, les soudières continueraient alors leur rejet au Rhin sans compensation.

Objectif : Evacuation des effluents par calcoduc au-delà de l'agglomération de Metz, en aval de la confluence avec l'Orne, avec un rejet dans la Moselle suffisamment en amont de la frontière pour profiter de la meilleure dilution de la rivière Moselle aval tout en respectant les seuils maximaux en chlorures fixés par les accords internationaux.

Description fonctionnelle :

Calcoduc (Nancy - Mulhouse) :

Réunification par calcoduc des rejets bruts (eaux claires) des deux usines dans un bassin tampon (de capacité assez grande pour stocker les rejets en cas de défaillance du calcoduc).

Conditionnement des rejets par dilution avec de l'eau pour éviter l'entartrage des canalisations (mise en place de mélangeurs et de pompes).

Transport par un calcoduc enterré depuis les soudières jusqu'à Mulhouse.

Arrivée à Mulhouse, un site de rejet devra être mis en place, comprenant un bassin de modulation et des stations de contrôle du type MARISOLOR.

Saumoduc (Mulhouse - Nancy):

Constitution d'une saumure adaptée au transport à partir du projet GDF (dissolution et extraction des insolubles par décantation).

Base du dimensionnement :

Bassins de décantation des rejets :

Propres à chaque usine, ils seront capables d'absorber l'augmentation de production.

Bassin de régulation :

Situé au niveau des soudières et d'une capacité pouvant stocker les rejets des usines (Solvay, Novacarb et de la station de traitement) en cas de défaillance du calcoduc (station de relevage ou canalisation), il sera dimensionné pour absorber, au minimum, 3 mois de production (soit 2 Mm³) : ceci est largement couvert par les bassins de modulation existants.

Station de conditionnement :

Pompes et prise d'eau dans la Meurthe, dimensionnée pour un débit de 0,1 m³/s (30% du volume des rejets nécessaire pour la dilution des rejets).

Cuves - mélangeurs pour conditionner les rejets des usines et de l'unité de traitement.

Calcoduc de liaison entre les deux usines :

Il devra permettre la réunification des eaux claires des deux usines pour le conditionnement et le transport. D'une longueur d'environ 10 km, il pourra être équipé d'une pompe suivant l'emplacement du bassin tampon et de la station de conditionnement.

Calcoduc Nancy / Mulhouse :

Devant relier Nancy à Mulhouse, le calcoduc doit être dimensionné pour un débit de 1200m³/h (rejets dilués pour éviter les dépôts dans la canalisation) : soit pour une vitesse de 1,2 m/s, il faudrait un ø 600 mm en acier protégé.

La distance de la trajectoire optimale entre les soudières et le projet GDF est estimée selon GDF à 162 km.

Tout le parcours ne pouvant se faire en fonctionnement gravitaire, l'emploi de plusieurs stations de relevage sera nécessaire.

Bassin de modulation :

Sa capacité devra permettre de stocker le chlorure de calcium lorsqu'il n'est pas possible de le déverser.

Il faudra donc prévoir un dimensionnement minimal équivalent à 1 mois de production, soit 0,9 Mm³.

Stations de gestion des rejets :

Pour réguler les rejets dans le Rhin, il faudra un système identique au système MARISOLOR, mais réduit à une station amont et une station aval au rejet.

Station de traitement physique des sels GDF :

Stocké en terrils, le sel sera amené à la station de traitement par camion. Là il sera dissous puis nettoyé (séparation des insolubles) et conditionné en une saumure pour son acheminement vers les soudières de Lorraine par saumoduc.

Saumoduc :

La canalisation de transport de la saumure qui a été envisagée par GDF entre Ensisheim et Dombasle mesurerait environ 162 km ; 2 variantes possibles ont été étudiées :

- 1) canalisation de DN450 au départ d'Ensisheim sur environ 124 km, puis canalisation de DN350 jusqu'à Dombasle sur environ 38 km,
- 2) canalisation de DN450 au départ d'Ensisheim sur environ 88 km, puis canalisation de DN400 jusqu'à Dombasle sur environ 74 km.

En \varnothing 450 mm (pour un débit transporté à un flux de 40 kg/s), il devrait emprunter le même trajet que le calcoduc. Tout le parcours ne pouvant se faire en fonctionnement gravitaire, l'emploi de plusieurs stations de relevage sera nécessaire pour franchir les 500 m de dénivelé.

Bassin tampon :

De petite capacité, il permettra de tamponner les pompages distinctifs des deux soudières.

Epuración de la saumure :

Une unité d'épuration sera nécessaire pour enlever les éléments indésirables (K, Ca, Mg).

Dispositif pour chaque soudière :

Un saumoduc d'amener sur leur site de production de sel pour y saturer la saumure.

Coût d'investissement et de fonctionnement

D'après les estimations de GDF, des soudières et intégrées par SOGREAH pour ce scénario, le coût d'investissement global serait de 240 M€ (140 M€ pour le saumoduc et 100 M€ pour la calcoduc) et le coût de fonctionnement de 8 M€/an (réparti environ pour moitié entre le calcoduc et le saumoduc).

Contraintes environnementales

Qualité de l'eau

La Meurthe et la Moselle : Ces deux cours d'eaux auront une diminution de leur flux salin de 80%

Pour le Rhin : difficile de le quantifier à ce stade dans l'attente de l'étude d'impact GDF.

Faune et Flore

Les rejets, contrôlés par des stations de surveillance de la qualité des eaux du Rhin, n'auront pas d'impact notoire sur la faune et la flore du fleuve.

Impact sur les autres polluants : néant

Nuisances pendant la construction

Les travaux de mise en place du calcoduc seront une gêne temporaire pour les riverains, la faune et la flore (bruit, impact visuel, coupe de bois, tranchées ...), et il en sera de même pour la construction des bassins.

Nuisances pendant l'exploitation

olfactives : néant

sonores : néant

visuelles : enterré, le calcoduc n'aura pas ou peu d'impact sur le paysage.

En revanche, les bassins auront un fort impact visuel (surtout dans la plaine du Rhin), mais ils pourront être construits de manière à préserver au maximum l'environnement (espaces verts, lieu de nidification ...).

Potentialité d'accident

Les bassins devront être conformes à la réglementation en vigueur, ainsi que le calcoduc et le saumoduc (vannes de sécurité le long du parcours). En cas de fuite de ce dernier, l'impact sera peu important du fait de la faible toxicité des produits.

Contraintes techniques et réglementaires

Implantation, Faisabilité réglementaire et Construction

Achat ou location des terrains nécessaires au passage de la canalisation et à l'implantation des bassins.

Autorisations de rejeter dans le Rhin.

Fonctionnement

Entretien de la conduite et des stations, ainsi que de l'unité de traitement des sels.

Développement Durable, Flexibilité et Reconversion

Ce projet basé sur les principes de l'écologie industrielle (échange de matières premières / effluents) est exemplaire sur le plan des principes d'un Développement Durable.

En cas d'arrêt des soudières, les canalisations pourront servir pour le transport d'autres produits entre Nancy et Mulhouse. A l'heure actuelle, il est cependant difficile d'imaginer une reconversion sérieuse d'un tel calcoduc.

Par ailleurs, une solution calcoduc peut permettre de dégager des marges de manœuvre pour, à terme, envisager une autorisation d'augmentation de capacité des soudières, ce qui peut être une des clés de leur pérennité.

Conflits d'usage

L'AEP

L'amélioration de la qualité des eaux de la Moselle va régler les problèmes actuels des exploitants des champs captants vis-à-vis des chlorures.

Le non dépassement des normes autorisées au niveau du Rhin ne devrait par ailleurs pas engendrer de problème au niveau de l'exploitation de la ressource.

L'AEI

La présence d'une eau moins chargée en chlorure peut être un argument à l'implantation d'entreprises, mais reste très relatif (contrainte maintenue en période d'étiage).

Irrigation et agriculture

Bien qu'aucun impact néfaste pour l'irrigation et l'agriculture n'ait été recensé à ce jour, l'arrêt des rejets dans la Meurthe devrait entraîner une certaine satisfaction des utilisateurs de l'eau de la Meurthe et de la Moselle amont.

Pêche, activités de loisirs et « Image de la Moselle »

Accueil favorable des associations de pêche de la Meurthe et de la Moselle.

Amélioration globale de l'image de la rivière sur la zone d'étude.

Autres

Ce type de solution qui permet un report des rejets dans un autre bassin est un atout majeur pour les riverains de la Moselle (et ce jusqu'à Coblenche) : en effet, ce projet favorise non seulement la politique de reconquête du milieu naturel, mais permet également une augmentation de la ressource en eau disponible.

Cependant, les soudières exploitent actuellement un gisement de sel de très bonne qualité à proximité des usines avec une ressource sur 50 ans minimum (1000 milliard de tonnes). Il est donc difficile pour elles d'investir dans une nouvelle ressource (sel GDF) lointaine, de moins bonne qualité, de faible quantité et avec des contraintes d'alimentation non négligeables pour une période limitée : l'intérêt est de co-financer des équipements qui pourront servir au-delà à un rejet des effluents dans le Rhin.

Scenario : 1.2.b

Titre: Calcoduc / Saumoduc avec projet GDF

Evaluation pondérée

| | Note | Poids | Note pondérée |
|---|------|-------|---------------|
| Contraintes environnementales | | | |
| Qualité de l'eau | 4 | 15 | 60 |
| Faune | 4 | 1 | 4 |
| Flore | 4 | 1 | 4 |
| Impact sur les autres polluants | 0 | 3 | 0 |
| Nuisances en phase de construction | | | |
| bruit | -2 | 1 | -2 |
| odeur | 0 | 1 | 0 |
| impact visuel | -3 | 1 | -3 |
| Nuisances en phase d'exploitation | | | |
| bruit | 0 | 3 | 0 |
| odeur | 0 | 3 | 0 |
| impact visuel | -3 | 3 | -9 |
| pollution de l'air | 0 | 3 | 0 |
| risque d'accident | -2 | 3 | -6 |
| sous-total | | 38 | 48 |
| Contraintes techniques et réglementaires | | | |
| Implantation et faisabilité réglementaire | -3 | 7 | -21 |
| Difficultés de construction | -5 | 3 | -15 |
| Contraintes d'exploitation | -5 | 7 | -35 |
| Développement Durable, Flexibilité | 2 | 10 | 20 |
| sous-total | | 27 | -51 |
| Conflits d'usage | | | |
| AEP | 4 | 23 | 92 |
| AEI | 4 | 3 | 12 |
| Irrigation | 4 | 1 | 4 |
| Navigation commerciale | 0 | 2 | 0 |
| Navigation de plaisance | 0 | 2 | 0 |
| Pêche, Activités de loisirs et Image | 4 | 4 | 16 |
| sous-total | | 35 | 124 |
| Total | | 100 | 121 |

Tableau 12. Evaluation pondérée du scénario 1.1.c

3.1.1.5. SCENARIO 1.3 : CALCODUC DEPUIS LES SOUDIÈRES JUSQU'À LA MER

Objectif : Evacuation des effluents par calcoduc hors du bassin de la Meurthe avec un rejet dans la Mer du Nord ou dans la Manche.

Deux projets existent : celui d'un rejet dans la Mer du Nord avec un transport des rejets par calcoduc en fonctionnement majoritairement gravitaire le long de la Moselle puis du Rhin. Et celui d'un rejet dans la Manche tout en restant sur le territoire français.

Description fonctionnelle :

Après décantation, réunification des rejets bruts (eaux claires) des deux usines dans un bassin tampon (de capacité assez grande pour stocker les rejets en cas de défaillance du calcoduc).

Conditionnement des rejets par dilution avec de l'eau (mise en place de mélangeurs et de pompes) pour le transport et éviter le colmatage du pipe par précipitation de carbonate de calcium et de gypse.

Projet mer du Nord :

Transport par un calcoduc enterré depuis les soudières jusqu'à l'embouchure du Rhin en suivant le cours de la Moselle puis du Rhin (fonctionnement majoritairement gravitaire).

A l'embouchure, un site de rejet devra être mis en place, comprenant un émissaire.

Projet Manche :

Transport par un calcoduc enterré depuis les soudières jusqu'à l'embouchure de la Somme en suivant les différents canaux de navigation tout en optimisant le fonctionnement gravitaire. A l'embouchure, un site de rejet devra être mis en place, comprenant un émissaire.

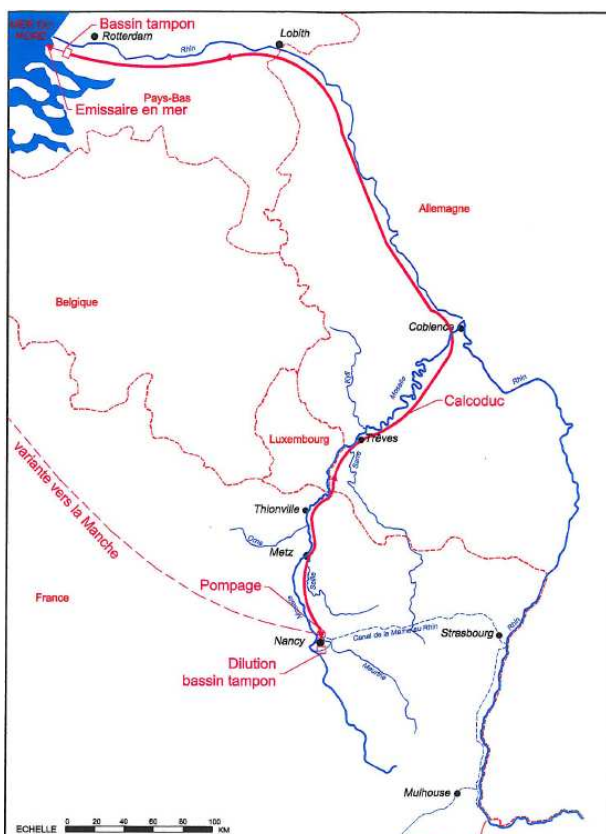


Figure 15. Calcoduc depuis les soudières jusqu'à la mer

Base du dimensionnement :

Bassins de décantation :

Propres à chaque usine, ils seront capables d'absorber l'augmentation de production.

Bassin de régulation :

D'une capacité pouvant stocker les rejets des usines en cas de défaillance du calcoduc (station de relevage ou canalisation). Il faut donc prévoir un dimensionnement équivalent, au minimum, à 3 mois de production (soit environ 2 Mm³) : en réutilisant les bassins existants.

Station de conditionnement :

Pompes et prise d'eau dans la Meurthe, dimensionnée pour un débit de 0,1 m³/s (30% du volume des rejets nécessaire pour la dilution des rejets).

Cuves - mélangeurs pour conditionner 0,25 m³/s de rejet (dilution des eaux claires par ajout de 30% d'eau pour limiter les concrétions dans le calcoduc).

Calcoduc de liaison entre les deux usines :

Il devra permettre la réunification des eaux claires des deux usines pour le conditionnement et le transport. D'une longueur d'environ 10 km, il pourra être équipé d'une pompe suivant l'emplacement du bassin tampon et de la station de conditionnement.

Stations de gestion des rejets :

Le rejet en mer se fera à l'aide d'un émissaire d'une longueur suffisante pour optimiser la gestion des rejets en fonction des marées.

Projet Manche :

Calcoduc Nancy / Embouchure du Rhin :

Une canalisation de ø 600 mm, sur une distance estimée à 800 km, est nécessaire pour transporter les rejets des deux usines à raison d'une vitesse de 1,2 m/s. L'utilisation de quelques stations de relevage sera tout de même nécessaire.

Projet mer du Nord :

Calcoduc Nancy / Saint Valéry sur Somme :

Utilisation du même type de canalisation que le projet mer du Nord, mais sur une distance estimée à 540 km. La traversée de plusieurs bassins versant oblige l'utilisation de nombreuses stations de relevage.

Coût d'investissement et de fonctionnement

D'après les estimations de SOGREAH pour le scénario, le coût d'investissement est de plus de 550 M€ et le coût de fonctionnement de 9 M€/an pour le projet Mer du Nord, et de 390 M€ d'investissement et de 6 M€/an de fonctionnement pour le projet en Manche.

Contraintes environnementales

Qualité de l'eau

La Meurthe et la Moselle : ces deux cours d'eaux auront une diminution de leurs flux salins totaux de plus de 80%, soit une concentration moyenne inférieure à 200 mg/l, pouvant dépasser le seuil de potabilité en étiage.

Le Rhin : il verra nettement diminuer sa teneur en chlorures par rapport aux scénarii précédents et même à la situation actuelle.

Faune et Flore

Meurthe et Moselle : L'étude réalisée, à partir de données existantes avant 1993, par le CETE EST et le bureau d'études AREA Eau - Environnement, montre que les chlorures rejetés par les soudières n'ont pas d'effet direct sur la faune et la flore avec les concentrations de l'époque. La diminution de ces concentrations n'entraînera, a priori que la réduction des espèces halophiles qui se sont développées à cause du rejet.

Rhin : cette solution conduira à une nette amélioration de la salinité du Rhin, autorisant peut-être la réimplantation d'espèces moins résistantes aux fortes concentrations en chlorures.

Les mers : Si le rejet en mers est bien positionné (bonne dispersion du panache) et si la gestion des rejets est bien réalisée (utilisation des marées), l'impact des rejets sera négligeable.

Impact sur les autres polluants : néant

Nuisances pendant la construction

Les travaux de mise en place du calcoduc seront une gêne temporaire pour les riverains, la faune et la flore (bruit, impact visuel, coupe de bois, tranchées ...), et il en sera de même pour la construction des bassins.

Nuisances pendant l'exploitation

- olfactives : néant
- sonores : néant
- visuelles : enterré, le calcoduc n'aura pas ou peu d'impact sur le paysage.

En revanche, les bassins des soudières auront toujours un impact visuel non négligeable.

Potentialité d'accident

Les bassins devront être conformes à la réglementation en vigueur, ainsi que le calcoduc (vannes de sécurité le long du parcours pour limiter au maximum le volume de perte en cas de fuite). En cas de fuite de ce dernier, l'impact sera peu important du fait de la faible toxicité du produit.

Contraintes techniques et réglementaires

Implantation, Faisabilité réglementaire et Construction

Achat ou location des terrains nécessaires au passage de la canalisation.

Fonctionnement

Entretien de la conduite et des stations de relevage.

Autorisation de rejeter dans la mer.

Développement Durable, Flexibilité et Reconversion

En cas d'arrêt des rejets, le calcoduc pourra servir pour le transport d'autres matières entre Nancy et la mer.

Par ailleurs, une solution calcoduc peut permettre de dégager des marges de manœuvre pour, à terme, envisager une autorisation d'augmentation de capacité des soudières, ce qui peut être une des clés de leur pérennité.

Conflits d'usage

L'AEP

L'amélioration de la qualité des eaux de la Moselle va régler les problèmes actuels des exploitants des champs captants vis-à-vis des chlorures.

L'AEI

La présence d'une eau moins chargée en chlorure peut être un argument à l'implantation d'entreprises, mais reste très relatif (contrainte maintenue en période d'étiage). Ce scénario bénéficiera également au bassin du Rhin sur ce plan.

Irrigation et agriculture

Bien qu'aucun impact néfaste pour l'irrigation et l'agriculture n'ait été recensé à ce jour, l'arrêt des rejets dans la Meurthe devrait entraîner une certaine satisfaction des utilisateurs de l'eau de la Meurthe et de la Moselle. Ceci sera moins visible sur le Rhin.

Pêche, activités de loisirs et « Image de la Moselle »

Accueil favorable des associations de pêche de la Meurthe et de la Moselle. Le produit étant rejeté en mer, ce projet ne devrait pas rencontrer d'autres oppositions.

Autres

Ce type de solution qui permet un report des rejets dans un autre bassin est un atout majeur pour les riverains de la Moselle : non seulement il favorise la politique de reconquête du milieu naturel, mais il permet également une augmentation de la ressource en eau disponible ; une telle solution pourrait par ailleurs être mutualiser avec d'autres industries cherchant une solution d'évacuation de leurs propres rejets salins (en particulier pour un passage du calcoduc le long du Rhin vers la mer du Nord).

Scenario : 1.3

Titre: Calcoduc depuis les soudières jusqu'à la mer

Evaluation pondérée

| | Note | Poids | Note pondérée |
|---|------|-------|---------------|
| Contraintes environnementales | | | |
| Qualité de l'eau | 5 | 15 | 75 |
| Faune | 5 | 1 | 5 |
| Flore | 5 | 1 | 5 |
| Impact sur les autres polluants | 0 | 3 | 0 |
| Nuisances en phase de construction | | | |
| bruit | -2 | 1 | -2 |
| odeur | 0 | 1 | 0 |
| impact visuel | -3 | 1 | -3 |
| Nuisances en phase d'exploitation | | | |
| bruit | 0 | 3 | 0 |
| odeur | 0 | 3 | 0 |
| impact visuel | -3 | 3 | -9 |
| pollution de l'air | 0 | 3 | 0 |
| risque d'accident | -1 | 3 | -3 |
| sous-total | | 38 | 68 |
| Contraintes techniques et réglementaires | | | |
| Implantation et faisabilité réglementaire | -5 | 7 | -35 |
| Difficultés de construction | -5 | 3 | -15 |
| Contraintes d'exploitation | -2 | 7 | -14 |
| Développement Durable, Flexibilité | -1 | 10 | -10 |
| sous-total | | 27 | -74 |
| Conflits d'usage | | | |
| AEP | 5 | 23 | 115 |
| AEI | 5 | 3 | 15 |
| Irrigation | 5 | 1 | 5 |
| Navigation commerciale | 0 | 2 | 0 |
| Navigation de plaisance | 0 | 2 | 0 |
| Pêche, Activités de loisirs et Image | 5 | 4 | 20 |
| sous-total | | 35 | 155 |
| Total | | 100 | 149 |

Tableau 13. Evaluation pondérée du scénario 1.3

3.1.1.6. SCENARIO 1.4.A : REJET PARTIEL DES EFFLUENTS SALINS DANS LE RHIN, TRANSPORT PAR CANALISATION ENTRE LES SOUDIÈRES ET STRASBOURG+ MODULATION DES REJETS RESTANTS DANS LA MEURTHE

Objectif : Evacuation d'une partie des effluents par rejet modulé dans la Meurthe, et le complément par calcoduc hors du bassin de la Meurthe et de la Moselle avec un rejet dans le Rhin à l'aval de Strasbourg, dans un objectif de limiter la concentration en chlorures dans la Moselle à 250 mg/l.

Ce système mixte prévoit une certaine flexibilité dans la répartition du flux entre les 2 milieux récepteurs (hypothèse de dimensionnement : 15 kg/s dans la Moselle, le reste dans le Rhin comme envisagé lors du scénario 1.1.a pour la totalité des rejets salins).

Description fonctionnelle :

Une partie du débit sera orientée vers les bassins de modulation, puis rejetée dans la Meurthe à un débit variable modulé en fonction du débit et de la concentration en chlorures dans la Moselle.

Pour l'autre partie du débit : après décantation, réunification des rejets bruts (eaux claires) des deux usines dans un bassin tampon (de capacité assez grande pour stocker les rejets en cas de défaillance du calcoduc).

Conditionnement des rejets par dilution avec de l'eau (mise en place de mélangeurs et de pompes) pour le transport et éviter le colmatage du pipe par précipitation de carbonate de calcium et de gypse.

Transport par un calcoduc enterré depuis les soudières jusqu'à Strasbourg en suivant le canal Marne/Rhin. L'emploi de pompes sera nécessaire pour atteindre le point haut du parcours.

Arrivée sur Strasbourg, un site de rejet devra être mis en place, ne nécessitant pas forcément un bassin de modulation.

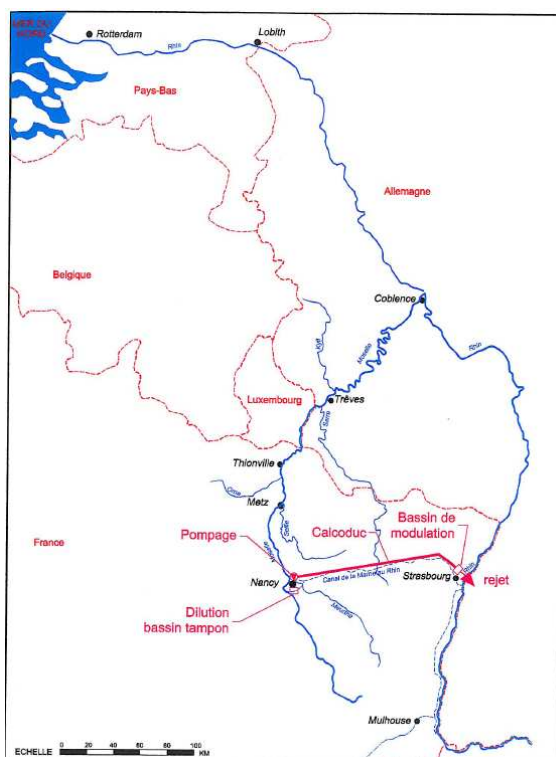


Figure 16. Calcoduc partiel depuis les soudières jusqu'à Strasbourg

Base du dimensionnement :

Bassins de décantation et de modulation :

Propres à chaque usine, ils seront capables d'absorber l'augmentation de production. D'une capacité pouvant stocker les rejets des usines en cas de défaillance du calcoduc (station de relevage ou canalisation) : en réutilisant les bassins existants.

Stations de gestion des rejets en Meurthe :

Pour réguler les rejets dans la Moselle, le système MARISOLOR sera maintenu avec des valeurs d'asservissement modifiées pour une concentration maximale de 250 mg/l à Hauconcourt.

Station de conditionnement pour le calcoduc vers le Rhin :

Pompes et prise d'eau dans la Meurthe, dimensionnée pour un débit de 0,05 m³/s (30% du volume des rejets nécessaire pour la dilution des rejets).

Cuves - mélangeurs pour conditionner 0,15 m³/s de rejet (dilution des eaux claires par ajout de 30% d'eau pour limiter les concrétions dans le calcoduc).

Calcoduc de liaison entre les deux usines :

Il devra permettre la réunification des eaux claires des deux usines pour le conditionnement et le transport. D'une longueur d'environ 10 km, il pourra être équipé d'une pompe suivant l'emplacement du bassin tampon et de la station de conditionnement.

Calcoduc Nancy / Strasbourg :

Devant relier Nancy à Strasbourg, il doit être dimensionné pour le débit de rejet dilué, soit environ 600 m³/h.

Pour une vitesse de 1,0 m/s, il faut un ø 500 mm en acier protégé.

Le trajet Nancy / Strasbourg semblant être le plus adéquat est celui du canal Marne/Rhin. Soit une longueur de 150 km (dont 1/3 seulement seront en fonctionnement gravitaire). Il faudra donc prévoir des stations de relevages pour franchir les 200 m de dénivelé.

Coût d'investissement et de fonctionnement

D'après les estimations de SOGREAH pour le scénario, le coût d'investissement est de 95 M€ et le coût de fonctionnement de 3 M€/an.

Contraintes environnementales

Qualité de l'eau

La Meurthe et la Moselle : ces deux cours d'eaux auront une diminution de leurs flux salins totaux visant au respect d'une concentration maximale de 250 mg/l à Hauconcourt.

Le Rhin : S'il n'y a pas de contraintes de concentration entre la France et l'Allemagne sur le Rhin, il existe un seuil de concentration maximale en ions chlorure à ne pas dépasser dans les eaux du Rhin à la frontière des Pays Bas (fixé à 200 mg/l par la convention de Bonn).

Encore plus que pour les scénarii 1.1, l'impact des rejets ainsi maîtrisés restera négligeable dans le Rhin au fort pouvoir de dilution, surtout depuis l'arrêt des MDPAs.

Faune et Flore

Meurthe et Moselle : L'étude réalisée, à partir de données existantes avant 1993, par le CETE EST et le bureau d'études AREA Eau - Environnement, montre que les chlorures rejetés par les soudières n'ont pas d'effet direct sur la faune et la flore avec les concentrations de l'époque. La diminution de ces concentrations n'entraînera, à priori que la réduction des espèces halophiles qui se sont développées à cause du rejet.

Rhin : La convention de Bonn fixe la teneur maximale en ions chlorure à 200 mg/l dans les eaux du Rhin aux Pays Bas. Cette limite a été établie dans le souci de protéger l'environnement ; ceci permet de déduire que les rejets contrôlés par des stations de surveillance de la qualité des eaux du Rhin n'auront pas d'impact notable sur la faune et la flore du fleuve.

Impact sur les autres polluants : néant

Nuisances pendant la construction

Les travaux de mise en place du caloduc seront une gêne temporaire pour les riverains, la faune et la flore (bruit, impact visuel, coupe de bois, tranchées ...), et il en sera de même pour la construction des bassins.

Nuisances pendant l'exploitation

- olfactives : néant
- sonores : néant
- visuelles : enterré, le caloduc n'aura pas ou peu d'impact sur le paysage.

En revanche, les bassins auront toujours un impact visuel local.

Potentialité d'accident

Les bassins devront être conformes à la réglementation en vigueur, ainsi que le caloduc (vannes de sécurité le long du parcours pour limiter au maximum le volume de perte en cas de fuite). En cas de fuite de ce dernier, l'impact sera peu important du fait de la faible toxicité du produit.

Contraintes techniques et réglementaires

Implantation, Faisabilité réglementaire et Construction

Achat ou location des terrains nécessaires au passage de la canalisation et à l'implantation des bassins.

Autorisations de rejeter dans le Rhin à obtenir.

Le projet (plus proche du scénario 1.1), avancé par NOVACARB en 2002-2003, a été rejeté par les collectivités concernées par la traversée de cette infrastructure hydraulique. Et surtout, les élus du Bas-Rhin se sont opposés au principe de rejet de chlorures dans le Rhin. Une solution partielle pourrait rencontrer un peu moins de résistance.

Fonctionnement

Entretien de la conduite et des stations de relevage.

Gestion des rejets dans la Moselle à optimiser.

Développement Durable, Flexibilité et Reconversion

En cas d'arrêt des rejets, le calcoduc pourra servir pour le transport d'autres matières entre Nancy et Strasbourg, ou être modifié (déplacement des stations de relevage) pour permettre un transport dans le sens Strasbourg - Nancy (ex : oléoduc). Mais de telles hypothèses sont difficilement imaginables à ce jour.

Par ailleurs, une solution calcoduc, même partielle, peut permettre de dégager des marges de manœuvre pour, à terme, envisager une autorisation d'augmentation de capacité des soudières, ce qui peut être une des clés de leur pérennité.

Conflits d'usage

L'AEP

L'amélioration de la qualité des eaux de la Moselle (même partielle par rapport aux solutions 100% calcoduc) va permettre de régler les problèmes actuels des exploitants des champs captants vis-à-vis des chlorures, notamment pendant la période estivale.

L'AEI

La présence d'une eau moins chargée en chlorure peut être un argument à l'implantation d'entreprises, mais reste très relatif (contrainte maintenue en période d'étiage).

Irrigation et agriculture

Bien qu'aucun impact néfaste pour l'irrigation et l'agriculture n'ait été recensé à ce jour, l'arrêt des rejets dans la Meurthe devrait entraîner une certaine satisfaction des utilisateurs de l'eau de la Meurthe et de la Moselle.

Pêche, activités de loisirs et « Image de la Moselle »

Accueil favorable des associations de pêche de la Meurthe et de la Moselle.

Amélioration globale de l'image de la rivière sur la zone d'étude.

Autres

Ce type de solution qui permet un report des rejets dans un autre bassin est un atout majeur pour les riverains de la Moselle, mais ne fait que déplacer une partie du problème (même si la capacité de dilution du Rhin est nettement supérieure à celle de la Moselle).

Scenario : 1.4.a

Titre: Calcoduc partiel depuis les soudières jusqu'à Strasbourg

Evaluation pondérée

| | Note | Poids | Note pondérée |
|---|------|------------|---------------|
| Contraintes environnementales | | | |
| Qualité de l'eau | 2 | 15 | 30 |
| Faune | 2 | 1 | 2 |
| Flore | 2 | 1 | 2 |
| Impact sur les autres polluants | 0 | 3 | 0 |
| Nuisances en phase de construction | | | |
| bruit | -2 | 1 | -2 |
| odeur | 0 | 1 | 0 |
| impact visuel | -2 | 1 | -2 |
| Nuisances en phase d'exploitation | | | |
| bruit | 0 | 3 | 0 |
| odeur | 0 | 3 | 0 |
| impact visuel | -2 | 3 | -6 |
| pollution de l'air | 0 | 3 | 0 |
| risque d'accident | -1 | 3 | -3 |
| sous-total | | 38 | 21 |
| Contraintes techniques et réglementaires | | | |
| Implantation et faisabilité réglementaire | -4 | 7 | -28 |
| Difficultés de construction | -4 | 3 | -12 |
| Contraintes d'exploitation | -2 | 7 | -14 |
| Développement Durable, Flexibilité | 1 | 10 | 10 |
| sous-total | | 27 | -44 |
| Conflits d'usage | | | |
| AEP | 3 | 23 | 69 |
| AEI | 3 | 3 | 9 |
| Irrigation | 3 | 1 | 3 |
| Navigation commerciale | 0 | 2 | 0 |
| Navigation de plaisance | 0 | 2 | 0 |
| Pêche, Activités de loisirs et Image | 3 | 4 | 12 |
| sous-total | | 35 | 93 |
| Total | | 100 | 70 |

Tableau 14. Evaluation pondérée du scénario 1.4.a

AGENCE DE L'EAU RHIN - MEUSE
ETUDE DES SOLUTIONS DE REDUCTION DE L'IMPACT DES REJETS DE SEL EN MOSELLE
RAPPORT R2 v2

3.1.1.7. SCENARIO 1.4.B : REJET PARTIEL DES EFFLUENTS SALINS DANS LA MOSELLE AVAL AVEC TRANSPORT PAR CANALISATION + MODULATION DES REJETS RESTANTS DANS LA MEURTHE

Objectif : Evacuation d'une partie des effluents par rejet modulé dans la Meurthe, et le complément par calcoduc hors du bassin de la Meurthe et de la Moselle amont avec un rejet en Moselle aval (cf scénario 1.1.c), dans un objectif de limiter la concentration en chlorures dans la Moselle à 250 mg/l.

Cette variante de « calcoduc partiel » est analogue à l'approche précédente vis-à-vis du scénario de base 1.1.c.

D'après les estimations de SOGREAH pour ce scénario, le coût d'investissement serait réduit à 30 M€ et le coût de fonctionnement à 0,5 M€/an.

Scenario : 1.4.b

Titre: Calcoduc partiel depuis les soudières jusqu'en Moselle aval

Evaluation pondérée

| | Note | Poids | Note pondérée |
|---|------|------------|---------------|
| Contraintes environnementales | | | |
| Qualité de l'eau | 2 | 15 | 30 |
| Faune | 2 | 1 | 2 |
| Flore | 2 | 1 | 2 |
| Impact sur les autres polluants | 0 | 3 | 0 |
| Nuisances en phase de construction | | | |
| bruit | -2 | 1 | -2 |
| odeur | 0 | 1 | 0 |
| impact visuel | -2 | 1 | -2 |
| Nuisances en phase d'exploitation | | | |
| bruit | 0 | 3 | 0 |
| odeur | 0 | 3 | 0 |
| impact visuel | -2 | 3 | -6 |
| pollution de l'air | 0 | 3 | 0 |
| risque d'accident | -1 | 3 | -3 |
| sous-total | | 38 | 21 |
| Contraintes techniques et réglementaires | | | |
| Implantation et faisabilité réglementaire | -2 | 7 | -14 |
| Difficultés de construction | -2 | 3 | -6 |
| Contraintes d'exploitation | -2 | 7 | -14 |
| Développement Durable, Flexibilité | 1 | 10 | 10 |
| sous-total | | 27 | -24 |
| Conflits d'usage | | | |
| AEP | 3 | 23 | 69 |
| AEI | 3 | 3 | 9 |
| Irrigation | 3 | 1 | 3 |
| Navigation commerciale | 0 | 2 | 0 |
| Navigation de plaisance | 0 | 2 | 0 |
| Pêche, Activités de loisirs et Image | 3 | 4 | 12 |
| sous-total | | 35 | 93 |
| Total | | 100 | 90 |

Tableau 15. Evaluation pondérée du scénario 1.4.b

3.1.2. SCENARII PAR AQUEDUC

3.1.2.1. SCÉNARIO 3.1.B: AQUEDUC DE NANCY À METZ

Objectif : Rejet des effluents dans la Meurthe et installation d'une canalisation d'eau douce, pour l'alimentation des secteurs mosellans influencés par les rejets actuels de chlorures, partant de l'amont des sites industriels jusqu'à Metz, avec une alimentation en eau brute équivalente à la consommation moyenne annuelle.

Cette solution vient en complément au dispositif actuel de modulation des rejets par les soudières.

Description fonctionnelle :

Captage de l'eau brute sur la Moselle en amont de la confluence avec la Meurthe au niveau de Liverdun (eau classée de bonne qualité - classe 1B - par l'agence de l'eau Rhin Meuse).

Adduction gravitaire le long de la Moselle jusqu'à Metz avec présence de pompes au niveau de la prise d'eau pour augmenter le débit si nécessaire.

Distribution de l'eau brute aux AEP concernés le long du parcours par l'intermédiaire de bassin d'infiltration et de la nappe.

Bien que classiquement mise en œuvre, cette méthode nécessitera de études locales approfondies pour définir les modalités pratiques de diffusion des eaux brutes dans le champ captant considéré (dimensionnement d'un réseau de drains, positionnement du dispositif à distance optimale des puits,...).

En effet, il est possible a priori d'envisager 2 dispositifs de réinjection d'eau dans la nappe : les bassins de réinfiltration ou les tranchées de réinfiltration.

Le bassin d'infiltration est un ouvrage plus rustique que l'on pourra curer en fonction de l'état de colmatage du bassin. Par contre les capacités d'infiltration d'un bassin peuvent rapidement se réduire si l'eau est turbide.

Les tranchées d'infiltration permettent de réinjecter des débits très importants, (facilement plusieurs centaines de l/s), mais en contrepartie exigent de disposer d'une eau parfaitement décantée et exempte de matière en suspension.

Les dispositifs de réinjection, qui pourraient être mis en place, devront être dimensionnés en tenant compte :

- de la géologie des sites (nature des alluvions et recouvrement),
- des caractéristiques hydrogéologiques des nappes (profondeur, perméabilité et granulométrie)
- de la qualité de l'eau réinjectée qui nécessitera un traitement correcteur plus ou moins poussé.

Il existe déjà sur ce mode dans le secteur de Montigny les Metz des bassins de réinfiltration d'un mélange d'eau du canal, de la Moselle et du ruisseau de Mad. Ces bassins sont uniquement utilisés en période d'étiage de la nappe alluviale.

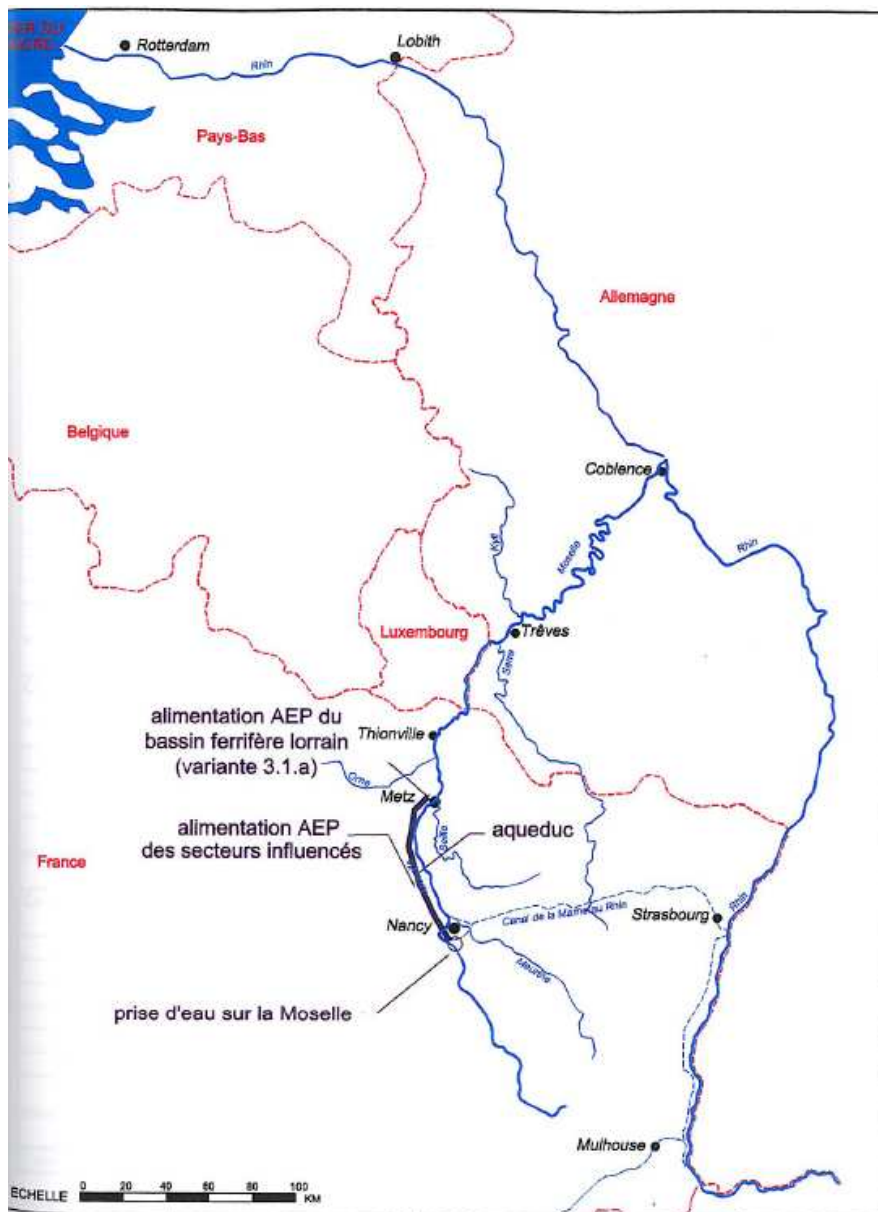


Figure 17. Aqueduc de Nancy à Metz

Base du dimensionnement :

Prise d'eau :

Située en amont de Pompey, elle sera dimensionnée pour un débit de 180 l/s (débit calculé sur le débit moyen annuel des besoins en eau des AEP critiques).

Aqueduc :

Enterré dans le lit de la Moselle, il relie la prise d'eau en amont de Pompey à la ville de Metz (environ 45 km).

D'un diamètre de 600 mm, il permettra d'acheminer les 180 l/s nécessaires aux stations AEP considérées comme impactées par les chlorures dans les chapitres précédents..

La présence d'une station de pompage et de refoulement à l'amont permettra une utilisation plus souple de l'aqueduc (augmentation des débits en période de basses eaux de la nappe pour répondre aux besoins de la population et à la protection des pompages).

Bassins d'infiltration :

Chaque station AEP subissant la contrainte des chlorures devra posséder son bassin d'infiltration calibré pour lui permettre de subvenir à ses besoins et à sa protection vis à vis de la Moselle (barrière hydraulique).

Coût d'investissement et de fonctionnement

D'après les estimations de SOGREAH pour ce scénario, le coût d'investissement est de 30M€ et le coût de fonctionnement de moins de 0.3 M€/an. Ces estimations seraient cependant à affiner en particulier pour cerner les incertitudes pesant à ce stade sur le dimensionnement des bassins d'infiltration.

Contraintes environnementales

Qualité de l'eau

On n'améliorera pas la situation actuelle de la Moselle dans ce scénario.

Faune et Flore

Meurthe et Moselle : pas d'amélioration à envisager.

Impact sur les autres polluants : le caractère « épurateur » des sols pourra permettre de retenir une partie des composés physico-chimiques présents dans l'eau brute prélevée et réinfiltrée. Par ailleurs, l'apport d'une ressource en eau alternative, permettant de diluer les teneurs en chlorures présentes dans la nappe alluviale de la Moselle, pourra avoir un effet similaire sur d'autres types de polluants.

Nuisances pendant la construction

Les travaux de mise en place de l'aqueduc provoqueront une gêne temporaire pour les riverains, la faune et la flore (bruit, impact visuel, coupe de bois, tranchées...).

Nuisances pendant l'exploitation

olfactives : néant

sonores : néant

visuelles : enterré, l'aqueduc n'aura pas ou peu d'impact sur le paysage.

En revanche, les bassins auront toujours un impact visuel local.

Potentialité d'accident

De part les qualités physico-chimiques du produit transporté (eau brute), l'aqueduc n'est pas une source de pollution potentielle.

Contraintes techniques et réglementaires

Implantation, Faisabilité réglementaire et Construction

Achats ou location des terrains traversés par l'aqueduc.

Vu la faible épaisseur de l'aquifère et de la zone non saturée, et vu la disposition des AEP vis à vis de la Moselle, il n'est pas sûr que la solution des bassins d'infiltration soit faisable pour chaque site. Dans ce cas une petite station de traitement des eaux brutes devra être mise en place.

Fonctionnement

Entretien de la prise d'eau, des pompes, de la conduite et des bassins.

Surveillance de la qualité des eaux brutes.

Développement Durable, Flexibilité et Reconversion

En cas d'arrêt des rejets, l'aqueduc restera toujours une solution d'appoint dans la gestion des ressources en eau. La solution par aqueduc pourrait également être considérée comme une première phase à la construction d'un caloduc. Une telle reconversion serait possible en étant envisagée dès la conception de ce projet.

La solution « aqueduc » ne permet cependant pas d'agir à la source de la problématique chlorures, et demeure une solution curative. Elle peut par contre permettre d'envisager à nouveau un développement possible des besoins en eau.

Conflits d'usage

L'AEP

L'amélioration de la qualité de l'eau pompée le long de l'axe Nancy - Metz va entraîner une gêne moindre des exploitations d'eau potable vis-à-vis des concentrations en chlorures mais aussi des nitrates et des produits phytosanitaires qui menacent les AEP par les coteaux. Le suivi et le respect de la qualité de l'eau de la Moselle (présence de micropolluants organiques) en amont de la prise d'eau restera la clef d'une AEP de qualité.

L'AEI

La présence de l'aqueduc peut être un argument à l'implantation d'entreprises sur les bords de la Moselle, mais ceci reste très relatif car dépendant des besoins AEP.

Irrigation et agriculture

Bien qu'aucun impact néfaste pour l'irrigation et l'agriculture n'ait été recensé à ce jour, l'arrêt des rejets dans la Meurthe devrait entraîner une certaine satisfaction des utilisateurs de l'eau de la Meurthe et de la Moselle.

Pêche, activités de loisirs et « Image de la Moselle »

Ce scénario n'améliore pas la qualité de l'eau de la Moselle, ce qui ne peut que rencontrer le scepticisme des associations de pêcheurs.

Autres

Ce type de solution ne modifie pas la situation actuelle de la Moselle, mais améliore la gestion possible de la ressource en eau sur le secteur d'étude.

Scenario : 3.1.b
Titre: Aqueduc de Nancy à Metz
Evaluation pondérée

| | Note | Poids | Note pondérée |
|---|------|------------|---------------|
| Contraintes environnementales | | | |
| Qualité de l'eau | 0 | 15 | 0 |
| Faune | 0 | 1 | 0 |
| Flore | 0 | 1 | 0 |
| Impact sur les autres polluants | 2 | 3 | 6 |
| Nuisances en phase de construction | | | |
| bruit | -2 | 1 | -2 |
| odeur | 0 | 1 | 0 |
| impact visuel | -1 | 1 | -1 |
| Nuisances en phase d'exploitation | | | |
| bruit | 0 | 3 | 0 |
| odeur | 0 | 3 | 0 |
| impact visuel | -2 | 3 | -6 |
| pollution de l'air | 0 | 3 | 0 |
| risque d'accident | 0 | 3 | 0 |
| sous-total | | 38 | -3 |
| Contraintes techniques et réglementaires | | | |
| Implantation et faisabilité réglementaire | -1 | 7 | -7 |
| Difficultés de construction | -2 | 3 | -6 |
| Contraintes d'exploitation | -1 | 7 | -7 |
| Développement Durable, Flexibilité | 3 | 10 | 30 |
| sous-total | | 27 | 10 |
| Conflits d'usage | | | |
| AEP | 3 | 23 | 69 |
| AEI | 3 | 3 | 9 |
| Irrigation | -1 | 1 | -1 |
| Navigation commerciale | -2 | 2 | -4 |
| Navigation de plaisance | -2 | 2 | -4 |
| Pêche, Activités de loisirs et Image | -1 | 4 | -4 |
| sous-total | | 35 | 65 |
| Total | | 100 | 72 |

Tableau 16. Evaluation pondérée du scenario 3.1.b

3.1.2.2. SCÉNARIO 3.1.C: AQUEDUC DE NANCY À ARNAVILLE

Objectif : Rejet des effluents dans la Meurthe et installation d'une canalisation d'eau douce, pour l'alimentation des principaux secteurs de la Moselle Sud influencés par les rejets actuels de chlorures, partant de l'amont des sites industriels jusqu'à Arnaville seulement, avec une alimentation en eau brute équivalente à la consommation moyenne annuelle.

Cette solution vient en complément au dispositif actuel de modulation des rejets par les soudières, et constitue une variante réduite du scénario précédent, pour acheminer de l'eau au niveau des champs captants considérés comme impactés au sud de l'agglomération de Metz.

D'après les estimations de SOGREAH pour ce scénario, le coût d'investissement est de 22 M€ et le coût de fonctionnement de moins de 0.3 M€/an. Ces estimations seraient cependant à affiner en particulier pour cerner les incertitudes pesant à ce stade sur le dimensionnement des bassins d'infiltration.

Scenario : 3.1.c
Titre: Aqueduc de Nancy à Arnaville
Evaluation pondérée

| | Note | Poids | Note pondérée |
|---|------|-------|---------------|
| Contraintes environnementales | | | |
| Qualité de l'eau | 0 | 15 | 0 |
| Faune | 0 | 1 | 0 |
| Flore | 0 | 1 | 0 |
| Impact sur les autres polluants | 2 | 3 | 6 |
| Nuisances en phase de construction | | | |
| bruit | -2 | 1 | -2 |
| odeur | 0 | 1 | 0 |
| impact visuel | -1 | 1 | -1 |
| Nuisances en phase d'exploitation | | | |
| bruit | 0 | 3 | 0 |
| odeur | 0 | 3 | 0 |
| impact visuel | -2 | 3 | -6 |
| pollution de l'air | 0 | 3 | 0 |
| risque d'accident | 0 | 3 | 0 |
| sous-total | | 38 | -3 |
| Contraintes techniques et réglementaires | | | |
| Implantation et faisabilité réglementaire | -1 | 7 | -7 |
| Difficultés de construction | -1 | 3 | -3 |
| Contraintes d'exploitation | -1 | 7 | -7 |
| Développement Durable, Flexibilité | 3 | 10 | 30 |
| sous-total | | 27 | 13 |
| Conflits d'usage | | | |
| AEP | 2 | 23 | 46 |
| AEI | 2 | 3 | 6 |
| Irrigation | -1 | 1 | -1 |
| Navigation commerciale | -1 | 2 | -2 |
| Navigation de plaisance | -1 | 2 | -2 |
| Pêche, Activités de loisirs et Image | -1 | 4 | -4 |
| sous-total | | 35 | 43 |
| Total | | 100 | 53 |

Tableau 17. Evaluation pondérée du scénario 3.1.c

3.1.2.3. SCENARIO 3.1.D : AQUEDUC DEPUIS LA RESSOURCE DU BASSIN DE SAIZERAIS

Introduction sur les Caractéristiques de cette solution :

La mine de Saizerais est une ancienne mine de fer réennoyée dans les années 1970 / 1980. La ressource en eau qu'elle représente est notamment exploitée aujourd'hui pour l'alimentation en eau potable de la ville de Pont à Mousson (captages de la mine de Saizerais et du Vaux de Chanot).

En raison de l'ancienneté de la fermeture de la mine, l'exploitation de l'eau ne rencontre plus aujourd'hui de problèmes de teneurs élevées en sulfates, ce qui rend ce gisement intéressant car ne nécessitant pas de traitement des eaux brutes.

Cette exploitation est encadrée par DUP du 13 novembre 2000, qui fixe notamment les conditions suivantes (voir annexe 3):

- Volume maximal capté de 6500 m³/j au total soit 270 m³/h (ou 9000 m³/j pendant 5 jours par mois si le débit moyen de 6500 m³/j à l'échelle de l'année est respecté) ;
- Débit maximal capté de 450 m³/h pour la Mine de Saizerais et de 200 m³/h pour Vaux de Chanot ;
- Cote minimale du niveau d'eau : 185 m NGF.

Les contraintes sur cette ressource en eau existent donc, mais il demeure une marge de manœuvre certaine pour une exploitation plus importante : pour l'année 2008 en effet, le volume journalier moyen capté c l'exploitant (la SAUR) est de seulement 3000 m³/j, et la cote minimale de 185 m NGF n'a jamais été approchée.

En supposant que la ressource ainsi disponible (3500 m³/j) soit compatible avec le maintien d'une cote respectant la contrainte DUP, elle pourrait théoriquement couvrir la quasi-totalité des besoins des champs captants impactés par les chlorures hormis celui de Metz Sud.

En dépit de contraintes de construction d'un aqueduc pour traverser à la fois la Moselle, le canal grand gabarit, la ligne SNCF Nancy Metz et l'autoroute, cette ressource a par ailleurs le mérite d'être localisée à proximité des champs captants impactés comme le SIE Atton et celui de Seille Obrion Moselle.

Sans évoquer les problèmes certains de répartition des coûts induits par l'exploitation accrue de cette ressource et l'alimentation alternative des SIE touchés par la problématique chlorures au niveau de leurs captages actuels, cette solution semble donc au moins partiellement fournir une réponse possible aux situations les plus critiques évoquées dans les chapitres précédents.

Sur la base d'une canalisation en DN 450 qui permettrait de desservir depuis le gisement de Saizerais via une station de pompage et de refoulement à l'amont les syndicats d'Atton, de Seille Obrion Moselle voire de Verny, l'estimation à ce stade des coûts d'investissement pour implanter cette solution partielle serait d'après SOGREAH d'environ 10 M€ pour un coût de fonctionnement de 0.2 M€/an.

Ce chiffrage serait néanmoins à affiner en fonction des résultats d'une analyse plus détaillée de la réelle marge de manœuvre de l'exploitation de cette ressource (compte tenu de la contrainte de cote minimale des eaux), et donc des possibilités d'alimentation de tout ou partie des besoins des syndicats d'Atton, de Seille Obrion Moselle voire de Verny.

L'évaluation de cette solution (partielle) sur le même mode que les précédentes est présentée dans le tableau ci-après.

AGENCE DE L'EAU RHIN - MEUSE
ÉTUDE DES SOLUTIONS DE RÉDUCTION DE L'IMPACT DES REJETS DE SEL EN MOSELLE
RAPPORT R2 v2

D'un impact limité donc en termes de quantité d'eau disponible ou d'amélioration possible de la qualité de l'environnement vis-à-vis de la problématique chlorures, cette solution a cependant le mérite de présenter des caractéristiques intéressantes sur le plan de l'utilisation durable des ressources disponibles.

Scenario : 3.1.d

Titre: Aqueduc depuis Mines de Saizerais

Evaluation pondérée

| | Note | Poids | Note pondérée |
|---|------|-------|---------------|
| Contraintes environnementales | | | |
| Qualité de l'eau | 0 | 15 | 0 |
| Faune | 0 | 1 | 0 |
| Flore | 0 | 1 | 0 |
| Impact sur les autres polluants | 2 | 3 | 6 |
| Nuisances en phase de construction | | | |
| bruit | -2 | 1 | -2 |
| odeur | 0 | 1 | 0 |
| impact visuel | -1 | 1 | -1 |
| Nuisances en phase d'exploitation | | | |
| bruit | 0 | 3 | 0 |
| odeur | 0 | 3 | 0 |
| impact visuel | -2 | 3 | -6 |
| pollution de l'air | 0 | 3 | 0 |
| risque d'accident | 0 | 3 | 0 |
| sous-total | | 38 | -3 |
| Contraintes techniques et réglementaires | | | |
| Implantation et faisabilité réglementaire | -1 | 7 | -7 |
| Difficultés de construction | -3 | 3 | -9 |
| Contraintes d'exploitation | -2 | 7 | -14 |
| Développement Durable, Flexibilité | 4 | 10 | 40 |
| sous-total | | 27 | 10 |
| Conflits d'usage | | | |
| AEP | 2 | 23 | 46 |
| AEI | 2 | 3 | 6 |
| Irrigation | -1 | 1 | -1 |
| Navigation commerciale | 0 | 2 | 0 |
| Navigation de plaisance | 0 | 2 | 0 |
| Pêche, Activités de loisirs et Image | -1 | 4 | -4 |
| sous-total | | 35 | 47 |
| Total | | 100 | 54 |

Tableau 18. Evaluation pondérée du scénario 3.1.d

3.1.2.4. SCENARIO 3.1.E : AQUEDUC DEPUIS LA RESSOURCE DU BASSIN FERRIFERE

Introduction sur les Caractéristiques de cette solution :

La ressource en eau constituée par le bassin ferrifère a été étudiée de façon approfondie pour l'élaboration du SAGE bassin ferrifère. Suivent ci-après les principales conclusions du document approuvé par la CLE dès le 5 mars 2007.

Dans la deuxième moitié du 19^{ème} siècle s'est développée, dans le bassin ferrifère situé principalement dans le nord-ouest mosellan et le nord de la Meurthe et Moselle, une activité minière importante d'extraction. L'exploitation du bassin ferrifère a souvent conduit au foudroyage de galeries abandonnées et à la fracturation de l'écran imperméable sus-jacent. Ainsi, au droit des zones exploitées, la quasi-totalité de la nappe principale du Dogger a été drainée vers les exploitations minières.

L'activité minière n'a alors pu continuer à se développer que grâce à la mise en œuvre de pompages permanents d'exhaure minière destinés à maintenir les travaux d'extraction à sec. De plus, des interconnexions hydrauliques entre les mines ont été créées lors de regroupements de sièges d'exploitation au sein de chaque bassin.

L'exhaure minière moyenne annuelle du bassin ferrifère est estimée à 179 millions de m³ par an sur la période 1946-1993. Une faible proportion de cette eau d'exhaure (10% environ), facilement disponible, a été utilisée pour l'alimentation en eau potable des communes du bassin ferrifère ainsi que pour les usages industriels.

La prolongation de ce système de fonctionnement a rendu possible l'installation d'un nouvel état d'équilibre dynamique « artificiel ».

L'arrêt progressif de l'exploitation des mines a engendré de nouvelles modifications du régime des eaux et de leur qualité lors des 20 dernières années. Dans un réservoir, l'arrêt des pompages a pour conséquence l'envoyage progressif des galeries minières, s'accompagnant de la reconstitution partielle de la nappe des calcaires du Dogger. Cependant, la remontée des niveaux piézométriques ne permet pas de retrouver l'équilibre naturel antérieur à l'exploitation des mines. La remontée du niveau des eaux dans ce système hydrodynamique complexe s'effectue donc jusqu'à l'atteinte d'un nouvel état d'équilibre.

Cet envoi s'est également accompagné de la détérioration de la qualité de l'eau souterraine. Alors que l'eau des calcaires du Dogger, qui alimente par drainage descendant les réservoirs miniers, présente une faible minéralisation, **les eaux circulant dans les anciennes mines de fer sont très minéralisées.**

En effet, au contact des roches du bassin ferrifère lorrain, l'eau d'envoyage se charge en sulfate, magnésium, sodium, calcium, potassium et bore, et, dans une moindre mesure, en strontium, manganèse et chlorure. Cette augmentation des concentrations rend **l'eau impropre à la consommation humaine** au regard des concentrations maximales admissibles. Cependant, il faut noter que les éléments concernés ne sont pas toxiques pour l'homme. Cette minéralisation engendrée par l'envoyage des mines décroît au fur et à mesure du renouvellement de l'eau du réservoir.

Ainsi **la situation actuelle est transitoire.** Le renouvellement naturel du stock d'eau minéralisée par le jeu des circulations souterraines permettra de recouvrer une qualité satisfaisante des eaux. Cette situation transitoire peut durer quelques années à quelques dizaines d'années en fonction du temps de résidence de l'eau dans le réservoir.

Les projections de ces tendances d'évolution de la qualité des eaux ne sont pas aujourd'hui connues, même si l'expérience de l'envoyage d'autres réservoirs montre que le **retour à des concentrations compatibles avec l'alimentation en eau potable pourrait être réalisé d'ici quelques dizaines d'années.**

A noter que les données nécessaires à la construction et à la mise en œuvre d'un outil de prévision sont disponibles mais encore partiellement exploitées (voir annexe 4).

Différentes publications ont été réalisées sur le sujet, notamment pour présenter les résultats de recherche effectués au sein du GISOS (en particulier dans la foulée de la thèse de Pauline Collon soutenue en 2003), destinés à démontrer l'intérêt de différentes approches de modélisation, mais ne concluant pas encore sur l'échéance à partir de laquelle la ressource serait à nouveau utilisable pour l'AEP.

La réponse à cette dernière question n'a toujours pas été apportée (divers chiffres ont été avancés dans le passé, et toujours contredits par les faits), mais le sera a priori, avec des incertitudes qui devront être déterminées, grâce au travail de recherche que le GISOS (équipe BRGM) a lancé depuis cette année, qui vise à construire et mettre en œuvre un simulateur de fonctionnement hydrochimique des 3 grands réservoirs Sud, Centre, Nord qui constitue le bassin ferrifère.

Ce nouveau travail de recherche-développement, conduit sous la direction de Mr Vaute du BRGM, s'appuie sur les travaux de la thèse et de l'article cité en annexe 4, mais également sur des travaux postérieurs qui ont permis de développer de nouvelles méthodes et de nouveaux outils pour traiter le problème. Les résultats sont attendus pour le premier semestre 2010.

Lorsque les concentrations en sulfates seront descendues en deçà de la limite de potabilisation d'une eau brute, **les réservoirs miniers constitueront alors des réserves d'eau d'une importance considérable** :

- Réservoir Sud : 229 Mm³
- Réservoir Centre : 154 Mm³
- Réservoir Nord : 53 Mm³

Pour faire face à cette disparition de l'une des plus importantes ressources en eau potable du secteur, de très nombreuses collectivités ont été contraintes de s'associer dans un projet de restructuration de l'AEP.

Trois types de solutions ont pu être globalement adoptés :

- Création de stations de nano-filtration permettant de traiter l'eau minéralisée,
- Exploitation de nouvelles ressources non sulfatées,
- Mise en place d'une série d'interconnexions avec des collectivités proches du bassin ferrifère et prélevant essentiellement des eaux de surface ou de nappe alluviale.

Les schémas de fonctionnement des systèmes d'adduction d'eau potable sont présentés en pages suivantes. Y sont visibles les volumes produits, les ressources utilisées et les interconnexions. Ceux-ci sont extraits d'une étude menée par le Bureau d'Etudes ANTEA pour la société NOVACARB en janvier 2006.

Enfin, il ne faut pas négliger la **vulnérabilité de l'eau des réservoirs miniers vis-à-vis des pollutions de surface**. En effet, les grands vides et les fractures issues de l'activité minière, ainsi que les cavités karstiques, facilitent l'infiltration d'éventuels polluants de surface vers ces réservoirs et rendent leur cheminement aléatoire.

AGENCE DE L'EAU RHIN - MEUSE
ÉTUDE DES SOLUTIONS DE RÉDUCTION DE L'IMPACT DES REJETS DE SEL EN MOSELLE
RAPPORT R2 v2

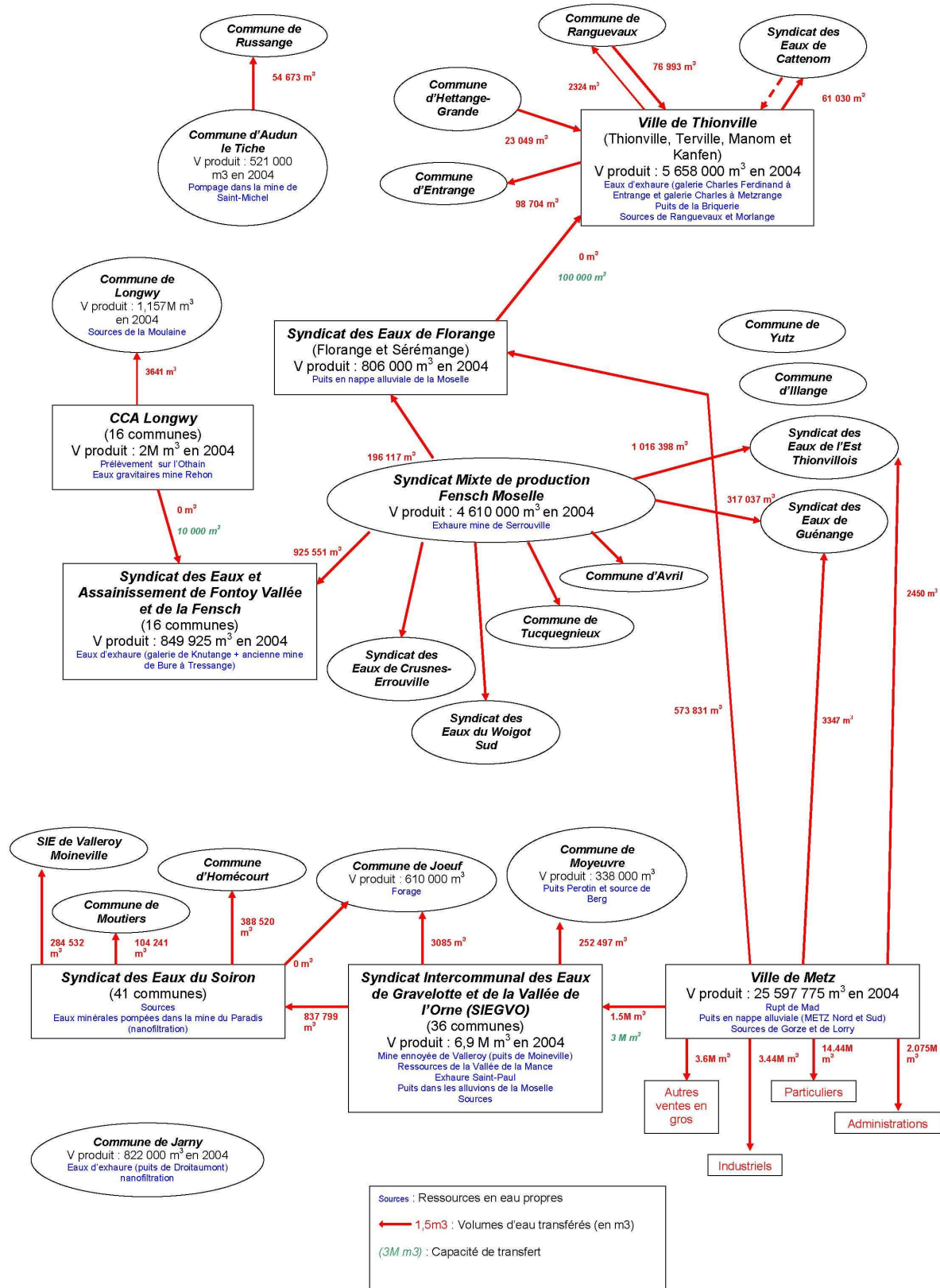


Figure 18. Schéma de l'alimentation du bassin ferrifère en 2004

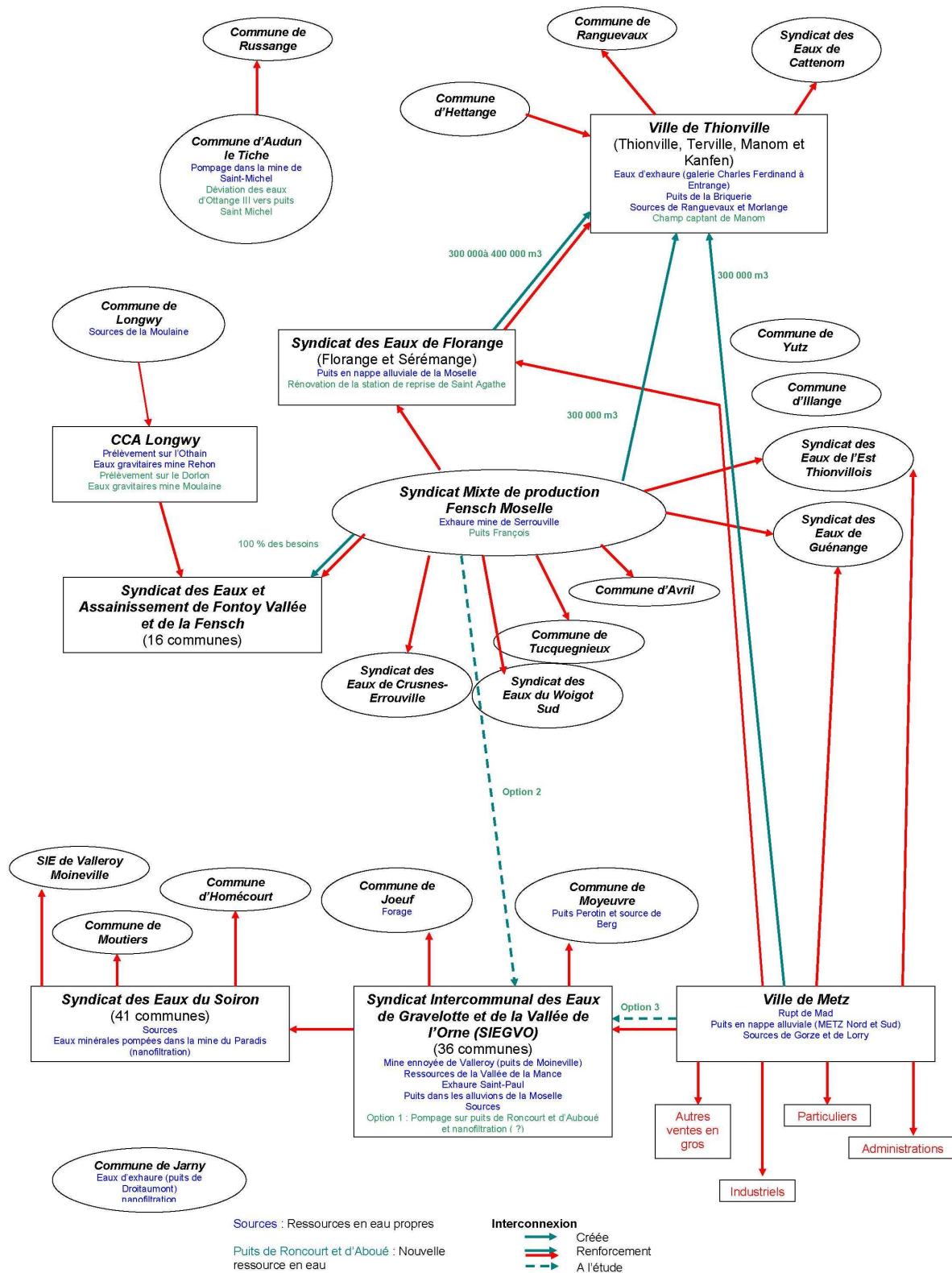


Figure 19. Schéma de l'alimentation du bassin ferrifère après ennoyage du bassin Nord (étude ANTEA 2006)

Données actuelles sur la qualité des eaux de la ressource « Bassin Ferrifère »

Le présent paragraphe reprend les conclusions des chroniques d'information sur les eaux du bassin ferrifère publiées par la DIREN Lorraine à ce jour. Ces chroniques sont rédigées à partir d'un suivi réalisé par le BRGM, en partenariat avec l'AERM, la DRIRE Lorraine et la DIREN Lorraine.

La présente synthèse permet d'évaluer l'évolution des concentrations en sulfates dans les différents bassins miniers lorrains.

L'objectif est ici de déterminer si la ressource en eau des réservoirs miniers peut être exploitable à court terme pour la sécurisation des systèmes AEP touchés par une forte contrainte chlorure le long de la Moselle, dans quelles conditions et avec quelles incertitudes (spatiales et temporelles).

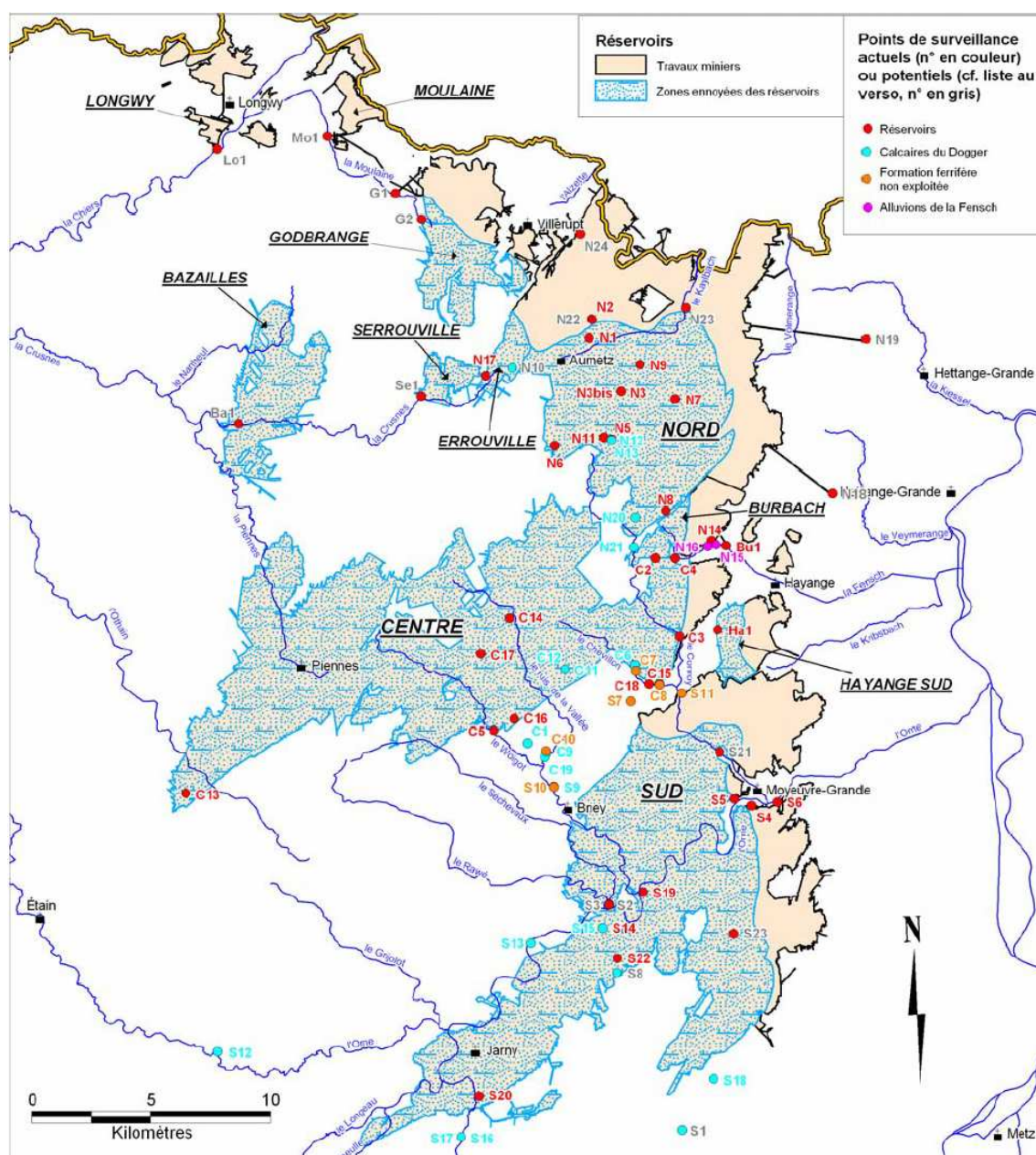


Figure 20. Localisation des points de surveillance actuels du Bassin Ferrifère

Evolution des concentrations en sulfate dans le Bassin Nord :

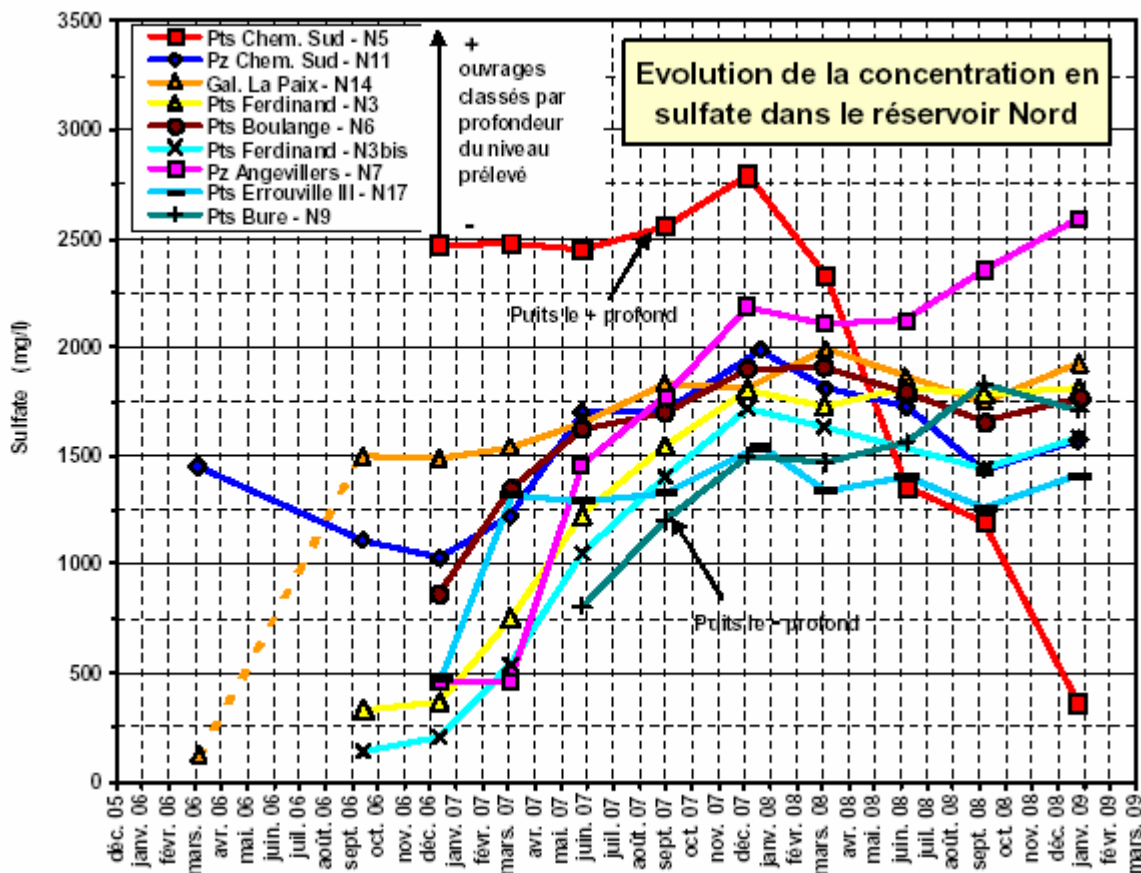


Figure 21. Evolution des concentrations en sulfates aux différents points de surveillance du Bassin Nord

15 puits ou forages sont surveillés dans le Bassin Ferrifère Nord. Le graphique ci-dessus présente l'évolution des concentrations en sulfates qui y sont mesurées. Le plan de localisation des points de suivi présenté en première page permet de resituer ceux-ci par rapport aux différents aquifères. On rappelle que la limite de potabilité de l'eau est de 250 mg/l de sulfate.

On remarque que les concentrations en sulfates sont, de manière générale et depuis septembre 2006, à la hausse dans le Bassin Nord. Une tendance à la stabilisation apparaît pour la majeure partie des points de surveillance depuis début 2008. Cependant, au point n°7, la tendance à la hausse perdure. Le point n°5 est le plus profond du réseau de suivi et se démarque largement par l'évolution des concentrations en sulfates. La baisse spectaculaire des concentrations qui y est observée pourrait être expliquée par un début de « lessivage » du réservoir nord par le fond.

Finalement, les valeurs de concentration restent aujourd'hui très largement supérieures à la limite de potabilité pour les sulfates. Elles sont en effet généralement comprises entre 1250 et 2000 mg/l. L'évolution des concentrations en profondeur au point n°5 laisse espérer un retour sous la barre des 250 mg/l dans les prochains mois sans pour autant laisser entrevoir une reprise des pompages. En effet, cette baisse de concentration est très localisée et un changement des écoulements souterrains par captage pourrait revoir la distribution des concentrations et des tendances.

Evolution des concentrations en sulfate dans les Bassin Sud et Centre

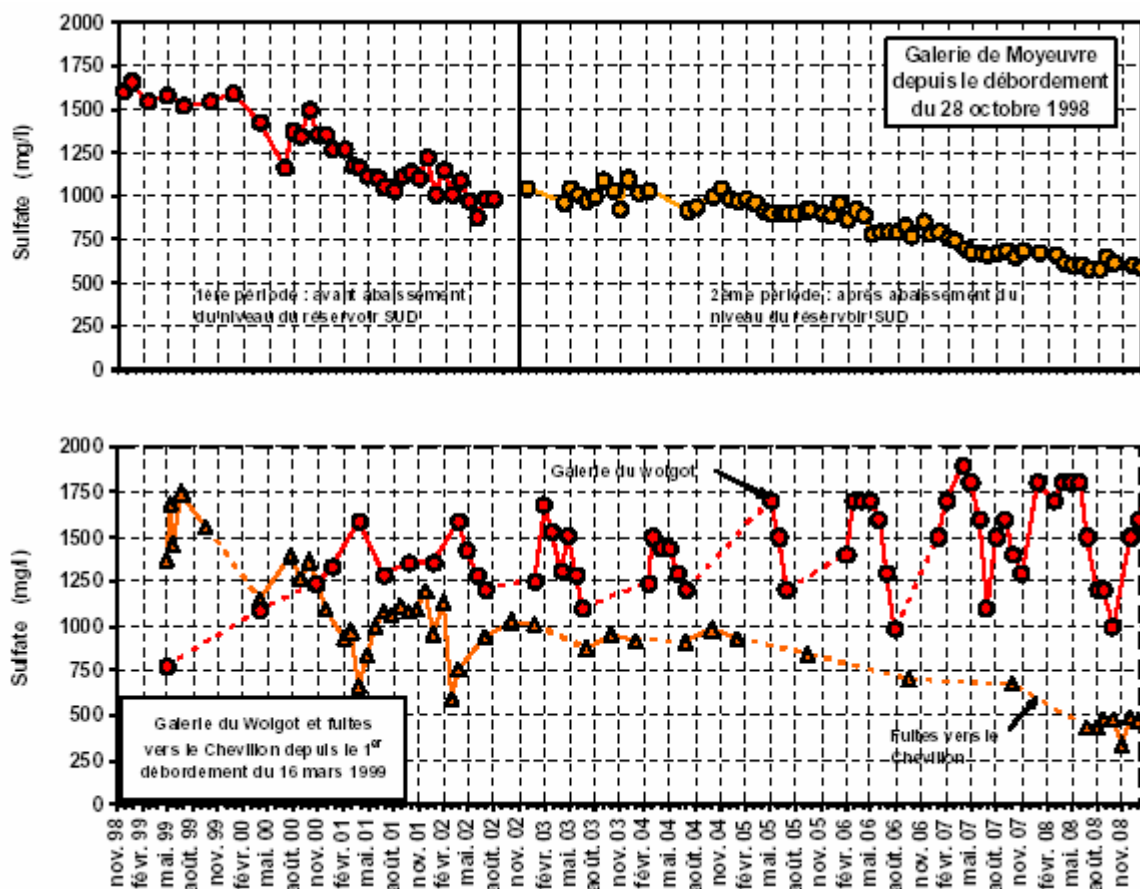


Figure 22. Evolution des concentrations en sulfates pour les Bassins sud et centre

Dans le réservoir sud (graphique du haut), l'évolution de la concentration en sulfates au point de débordement montre une tendance à la baisse. Cette évolution est découpée en deux étapes à cause d'une variation des circulations au sein de la zone enoyée en septembre 2002, du fait de la mise en service d'une nouvelle galerie de débordement. En décembre 2008, la concentration en sulfates était de 590 mg/l, ce qui reste bien supérieur à la limite visée, malgré une baisse de près de 65% en 10 ans.

Pour le réservoir centre, le point de débordement principal (Woigot) et le point de fuite dans la vallée du Cheillon ne montre pas de tendance générale à la baisse des concentrations. Depuis novembre 2000, la concentration en sulfates à la galerie du Woigot fluctue entre 980 mg/l et 1900 mg/l.

Conclusion à ce stade :

L'évolution des concentrations en sulfates dans les différents bassins miniers est variable. Ces variations dépendent le plus souvent de la profondeur et de la distance à l'exutoire du réservoir. Les fluctuations de concentration dépendent à la fois des variations saisonnières et des écoulements au sein des zones enoyées. Les concentrations observées aujourd'hui ne permettent pas d'envisager une exploitation pour l'AEP dans l'immédiat.

Une exploitation future de cette ressource n'est pourtant pas à exclure. Il s'agira de poursuivre un suivi détaillé et de compléter les études réalisées ou en cours (par le BRGM).

Traitement des eaux minéralisées de la ressource « Bassin Ferrifère »

Compte tenu des contraintes du contexte local de la zone étudiée, les eaux actuellement disponibles du « bassin ferrifère » sont donc aujourd'hui trop minéralisées et notamment chargées en sulfates pour être utilisées comme une ressource alternative à l'alimentation en eau potable sans traitement. Et l'état des connaissances scientifiques à ce jour rend difficile à ce stade la prédiction fiable d'une échéance à partir de laquelle la ressource serait à nouveau utilisable pour l'AEP.

Néanmoins, la prise en compte de la ressource « Bassin ferrifère » dans le cadre de cette étude a reposé sur les principes suivants :

- Alimentation alternative possible depuis le bassin ferrifère des champs captants impactés par les chlorures (en particulier au niveau de l'agglomération de Metz comme indiqué dans les schémas ci-dessus) ;
- Possibilités de mélange des eaux encore trop sulfatées aujourd'hui avec les ressources existantes ;
- Besoins supposés néanmoins à court terme de mesures de traitement additionnelles des **sulfates**.

Sur ce dernier point, 2 procédés potentiels se dégagent de l'ensemble des solutions disponibles étudiées lors des phases précédentes de l'étude (voir rapport R1): la nanofiltration et l'osmose inverse, qui sont finalement des techniques très proches et se distinguent uniquement par le seuil de coupure des membranes (i.e la masse de la plus grosse entité retenue par les membranes) et en conséquence la qualité du perméat, ainsi que la pression d'alimentation (10 bars pour la nanofiltration, 16 bars pour l'osmose inverse dans le cas des sulfates).

Ce dernier critère de choix peut mener à privilégier la **nanofiltration**, même si les membranes associées sont plus chères en investissement, et doivent obtenir par ailleurs le renouvellement de leur agrément « eau potable » (en cours d'examen à ce jour).

De plus, la reminéralisation des eaux en aval de l'osmose inverse doit être plus poussée qu'après la nanofiltration, car tous les ions sont éliminés et pas seulement des ions divalents.

La nanofiltration s'avère ainsi être le procédé intéressant si les besoins d'élimination des composés inorganiques sont limités aux ions divalents comme les sulfates.

Trois rapports nationaux décrivent des applications concernant l'élimination de concentrations élevées de sulfates (jusqu'à 1000 mg/l) dans les eaux souterraines pour la production d'eau potable. Des applications existent ainsi en France, dont dans la région étudiée : par exemple à Jarny et Batilly en Meurthe et Moselle, à Méry sur Oise.

Pour permettre à ce stade une comparaison avec les autres alternatives de gestion, les ratios suivants de coûts globaux approximatifs et moyens de traitement peuvent être cités: environ 700 € par m³/jour (coûts d'investissements) et 0,8 € / m³ traité (coûts de fonctionnement).

Pour satisfaire aux besoins à court terme des champs captants de la zone étudiés impactés par les chlorures, une alimentation depuis le bassin ferrifère demanderait selon SOGREAH un investissement de 11 M€ et des frais de fonctionnement de 4,5 M€ pour le seul traitement des eaux sulfatées, à ajouter à la création des alimentations et interconnexions (voir SAGE Bassin ferrifère).

AGENCE DE L'EAU RHIN - MEUSE
ÉTUDE DES SOLUTIONS DE RÉDUCTION DE L'IMPACT DES REJETS DE SEL EN MOSELLE
RAPPORT R2 v2

Une étude plus détaillée des possibilités de mélange des eaux avec les ressources actuelles, ainsi que des possibilités présentées par l'alternative de la réinjection des eaux du bassin ferrifère dans la nappe alluviale aux points d'usage (par analogie avec le scénario aqueduc 3.1.b) permettrait de mieux évaluer le potentiel de rétention des sulfates par les sols sans ajouter une installation de traitement par nanofiltration. A ce stade, il est délicat de s'avancer plus avant sur l'optimisation d'une solution partielle ou totale pour gérer la problématique chlorures au niveau des champs captants impactés sur la zone d'étude à partir de la ressource « Bassin ferrifère ».

Scénario : 3.1.e

Titre: Aqueduc depuis bassin ferrifère

Evaluation pondérée

| | Note | Poids | Note pondérée |
|---|------|------------|---------------|
| Contraintes environnementales | | | |
| Qualité de l'eau | 0 | 15 | 0 |
| Faune | 0 | 1 | 0 |
| Flore | 0 | 1 | 0 |
| Impact sur les autres polluants | 2 | 3 | 6 |
| Nuisances en phase de construction | | | |
| bruit | -2 | 1 | -2 |
| odeur | 0 | 1 | 0 |
| impact visuel | -1 | 1 | -1 |
| Nuisances en phase d'exploitation | | | |
| bruit | 0 | 3 | 0 |
| odeur | 0 | 3 | 0 |
| impact visuel | -2 | 3 | -6 |
| pollution de l'air | 0 | 3 | 0 |
| risque d'accident | 0 | 3 | 0 |
| sous-total | | 38 | -3 |
| Contraintes techniques et réglementaires | | | |
| Implantation et faisabilité réglementaire | -1 | 7 | -7 |
| Difficultés de construction | -2 | 3 | -6 |
| Contraintes d'exploitation | -2 | 7 | -14 |
| Développement Durable, Flexibilité | 4 | 10 | 40 |
| sous-total | | 27 | 13 |
| Conflits d'usage | | | |
| AEP | 3 | 23 | 69 |
| AEI | 3 | 3 | 9 |
| Irrigation | -1 | 1 | -1 |
| Navigation commerciale | 0 | 2 | 0 |
| Navigation de plaisance | 0 | 2 | 0 |
| Pêche, Activités de loisirs et Image | -1 | 4 | -4 |
| sous-total | | 35 | 73 |
| Total | | 100 | 83 |

Tableau 19. Evaluation pondérée du scénario 3.1.e

3.1.3. SCENARII PAR RÉDUCTION DES REJETS SALINS

3.1.3.1. SCENARIO 4.1.B : TRAITEMENT DE TOUT OU PARTIE DES REJETS LIQUIDES ET ÉLIMINATION DES SOUS-PRODUITS

Introduction sur les Caractéristiques de cette solution :

En fonction du niveau de salinité des eaux à traiter, différents procédés de dessalement existent et peuvent être utilisés, comme détaillé dans les phases précédentes de l'étude (voir rapport R1). Les technologies actuelles de dessalement des eaux sont généralement classées en deux catégories, selon le principe appliqué :

- Les procédés thermiques faisant intervenir un changement de phases, comme étudié en 1999 : distillation MSF ou MED, compression de vapeur
- Les procédés utilisant des membranes : l'osmose inverse et l'électrodialyse.

Parmi ces procédés, la distillation et l'osmose inverse sont des technologies dont les performances ont été particulièrement prouvées pour le dessalement d'eau de mer. En effet, ces deux procédés sont les plus commercialisés sur le marché mondial (42 % de part du marché pour l'osmose inverse et 52 % pour la distillation).

La figure suivante permet d'avoir une idée du type de traitement à utiliser en fonction de la concentration en sel dans l'eau (en mg/l ou ppm).

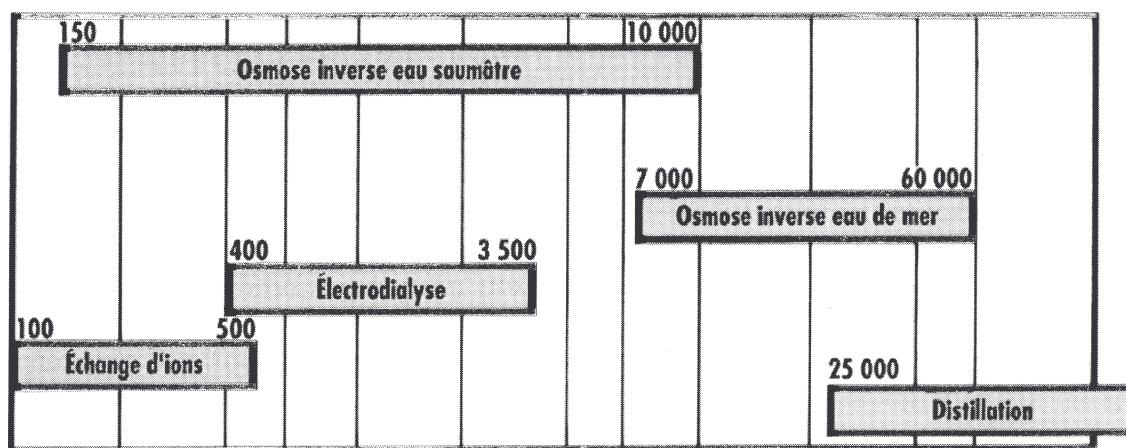


Figure 23. Procédés en fonction de la salinité des eaux à traiter (en mg/l / ppm)

Le tableau suivant précise plus largement les domaines d'utilisation possible des différentes techniques disponibles.

| Source | Quantité de matière dissoute en ppm | Osmose Inverse eau saumâtre | Electro-dialyse reversible | MED | MSF | CV mécanique | Osmose inverse eau de mer |
|----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------|------------|--------------|---------------------------|
| Potable (moins de 10 ppm de sel) | 1 000 | utilisable | utilisable | utilisable | utilisable | utilisable | X |
| Eau saumâtre | 7 500 | utilisable | utilisable | utilisable | utilisable | utilisable | X |
| Eau de mer | 35 000 | X | utilisable | utilisable | utilisable | utilisable | utilisable |
| Saumure | 60 000 | X | X | utilisable | utilisable | utilisable | X |

Tableau 20. Techniques de dessalement utilisées de nos jours pour différentes catégories d'eau

Quel que soit le procédé de séparation du sel et de l'eau envisagé, toutes les installations de dessalement comportent 4 étapes :

- une prise d'eau avec une pompe et une filtration grossière ;
- un pré-traitement avec une filtration plus fine, l'addition de composés biocides et de produits anti-tarte ;
- le procédé de dessalement lui-même ;
- le post-traitement avec une éventuelle re-minéralisation de l'eau produite.

Pour traiter les effluents salins rejetés par les soudières (ou les eaux brutes destinées à produire de l'eau potable, voir scénario n°6), les procédés membranaires (non étudiés en 1999) apparaissent aujourd'hui largement plus dimensionnés et adaptés aux teneurs en chlorures relativement faibles (par rapport à de l'eau de mer) et aux débits rencontrés.

On peut noter d'une manière générale que le coût du dessalement par membrane croît considérablement avec la concentration en sel contrairement à la distillation au coût quasi constant, et qui pour cette raison représente des coûts astronomiques pour le cas étudié (3300 MF évalués en 1999 pour le cas des soudières ...).

Dans le cas général, on préférera en effet la distillation surtout pour des eaux de salure supérieure à 40 g/l ou pour fabriquer de l'eau ultra-pure (5 à 30 ppm après traitement) ou finalement lorsque le site possède des énergies dégradées (vapeurs ou eaux à 110-120 °C) à faible coût.

L'osmose inverse est donc désormais largement utilisée dans les autres cas (comme donc en théorie le cas étudié ici), son coût étant généralement moins élevé à la construction comme à l'utilisation. Son fort développement récent a permis de mettre au point et développer des unités de traitement de capacités variées allant de quelques centaines de m³/j à plusieurs centaines de milliers de m³/j. Il existe même de très petites unités pour particuliers. Lors du dimensionnement, il est alors nécessaire d'adapter le niveau de prétraitement à la qualité de l'eau (fouling index pour les risques de colmatage, pH, ...).

Les coûts d'investissements moyens se situent entre 250 et 600 € par m³/jour pour l'osmose inverse (tarifs unitaires supérieurs pour les petites unités). Les coûts moyens de traitement (charges financières, coût de l'énergie et exploitation) de l'eau saumâtre peuvent aller généralement de 0.30 €/m³ à 0.90 €/m³.

La gestion des sous-produits du traitement reste cependant une question clé pour la faisabilité d'une telle solution : les pistes de valorisation semblent inexistantes (le marché des sels de déneigement en France représente environ 150 000 tonnes / an alors que le traitement de l'intégralité des rejets salins des soudières en génèreraient plus de 1 million de t/an en chlorures, soit 1,5 million de t/an en NaCl, CaCl₂...

Les solutions d'élimination apparaissent peu disponibles :

- élimination par transport par barges pour rejet en mer (comme étudié en 1999) ;
- élimination en tant que déchets, avec acceptation possible en remblaiement de carrières de sel (par analogie avec la gestion plus classique des déchets inertes du BTP). L'identification de sites potentiels d'acceptation de ces résidus du traitement des effluents salins n'a pas été cependant menée à ce stade.

Pour ces 2 types d'approche, le coût d'élimination évalué par SOGREAH reste du même ordre de grandeur, et ne saurait être inférieur à 15€/t soit environ 22 M€/an.

Cette solution est toutefois présentée sur le même mode que les précédentes pour être confrontés sur les mêmes bases en termes de bilan environnemental et économique.

Objectif : Traitement par osmose inverse des rejets des deux usines pour récupérer, sous forme solide les sels présents dans la solution pour une élimination par barges en mer.

Description fonctionnelle :

Récupération, puis traitement des rejets des deux usines grâce à une unité de dessalement des eaux saumâtres du type osmose inverse.

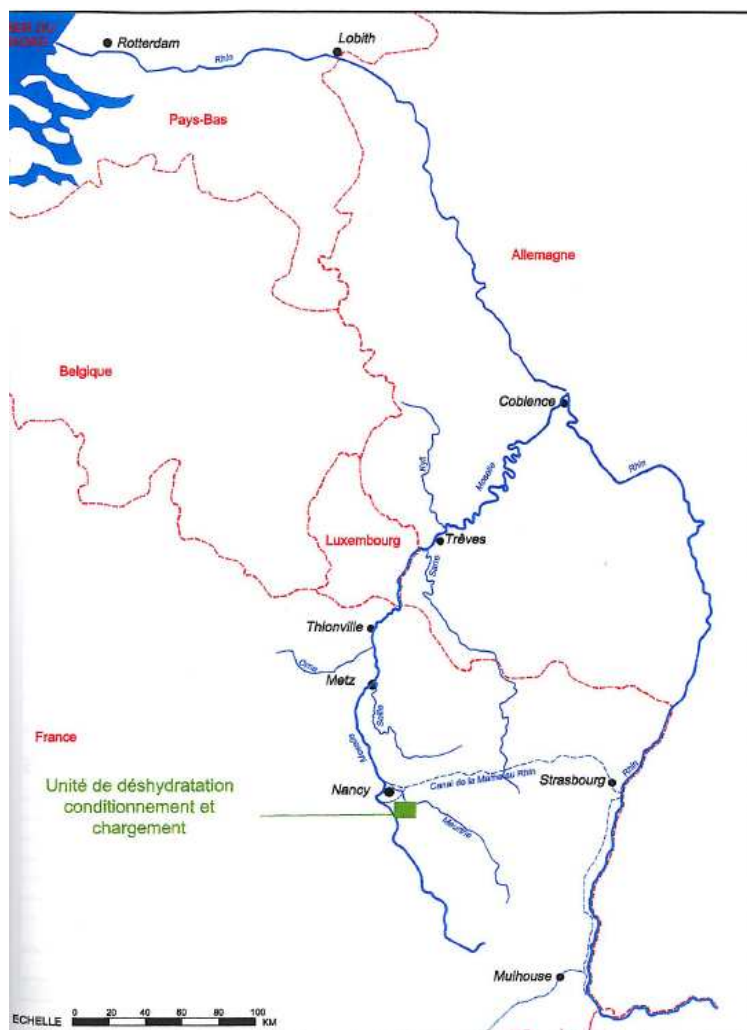


Figure 24. Traitement des rejets

Base du dimensionnement :

Caloduc de liaison entre les deux usines :

Il transportera les eaux claires des deux usines vers la station de déshydratation. D'une longueur d'environ 10 km, il pourra être équipé d'une pompe suivant l'emplacement du bassin tampon et de la station de traitement.

Bassin tampon :

Situé au niveau des soudières et d'une capacité pouvant stocker les rejets des usines en cas de défaillance de l'unité de déshydratation, il sera dimensionné pour absorber, au minimum, un mois de production (soit 0,65 Mm³).

Unité d'osmose inverse:

Dimensionnée pour absorber le rejet des deux soudières soit 0.25 l/s et une production annuelle d'environ 1 Mt par an de résidus de traitement.

Unité de stockage :

D'une capacité équivalente à 3 mois de production (période d'étiage ou de crue pendant laquelle les péniches risquent d'être immobilisées à quai), soit 0,33 Mm³.

Poste de chargement :

Il serait installé dans le port fluvial de Frouard et sera équipé pour le chargement et l'entretien de barges de 1100 tonnes.

Flotte de péniches :

Pour une vitesse moyenne de 5 km/h (passage d'écluses compris) et un tonnage maximal de 1100 tonnes (gabarit maximal que peut accueillir le segment du canal de la Moselle), il serait nécessaire d'affréter une flotte d'au moins 30 péniches (avec un fonctionnement de 24h/24 - 7j/7, un chargement / déchargement sans manœuvre et sans compter les péniches de remplacement en cas de problème technique et de surcroît de volume après une sévère période d'étiage).

Poste de déchargement :

Il sera équipé pour le déchargement et l'entretien de péniches de 1100 tonnes.

Bassin tampon :

De petite capacité et situé au niveau du site de déchargement, il aura pour but de dissoudre les sels en provenance de Nancy pour permettre leur transport par l'émissaire.

Emissaire de rejet :

D'une longueur suffisante, il permettra le rejet en mer loin des côtes.

Coût d'investissement et de fonctionnement

D'après les estimations de SOGREAH pour ce scénario et ce type de techniques de traitement :

- le coût d'investissement serait d'environ 50 M€ pour l'installation de traitement des effluents par osmose inverse + 50 M€ pour les équipements nécessaires à l'élimination des sels en mer ;
- le coût de fonctionnement serait d'environ 5 M€/an pour le seul traitement des effluents salins et de 22 M€/an pour l'élimination des résidus salins.

Ces estimations sont plus « réalistes » que celles du scénario « déshydratation MSF » de 1999, mais restent bien sûr très élevées et peu concevables, en investissement mais surtout en fonctionnement.

Contraintes environnementales

Qualité de l'eau

La Moselle verra nettement diminuer son flux salin. Seul restera le flux produit par les tiers.

Faune et Flore

L'étude réalisée à partir des données existantes avant 1993, par le CETE Est et le Bureau d'études AREA Eau - Environnement montre que les chlorures rejetés par les soudières à l'époque n'ont pas entraîné d'effet direct sur la faune et la flore de ce cours d'eau. La diminution de ces concentrations n'entraînera, à priori, que la réduction des espèces halophiles qui s'étaient développées à cause des rejets.

Par ailleurs, une pollution atmosphérique pourra être notée à proximité de l'unité de traitement.

Actions sur les autres polluants : néant (on ne traite ici que les effluents des soudières)

Nuisances pendant la construction

Les travaux de construction de l'usine de traitement et de ses annexes provoquera une gêne temporaire pour les riverains, la faune et la flore (bruit, impact visuel,...).

Nuisances pendant l'exploitation

Nuisances sonores : faibles et limitées aux alentours de l'usine.

Nuisances visuelles : produites par les installations et panaches de vapeur d'eau s'élevant de l'usine.

Potentialité d'accident

Les dangers proviendront surtout du fonctionnement de l'usine de traitement.

Les accidents de péniches peuvent également générer des déversements ponctuels de sel dans la Moselle, dont les conséquences pourront être localement non négligeables sur la faune et la flore, même si une dilution rapide (spatiale et temporelle) est attendue.

Contraintes techniques et réglementaires

Implantation, Faisabilité réglementaire et Construction

Achat ou location des terrains nécessaires à l'installation de l'usine et de ses annexes (silos de stockage, site de chargement, bassin tampon, etc.).

Fonctionnement

Entretien de l'usine.

Energie importante à mobiliser (450 MWh environ, basé sur la demande énergétique du fonctionnement du système multiflash).

Développement Durable, Flexibilité et Reconversion

Aucune reconversion possible des installations, mais cette solution permet de traiter la question à la source. La note « Développement Durable » est cependant pénalisée par les difficultés d'élimination des sous-produits du traitement.

Conflits d'usage

L'AEP

L'amélioration de la qualité des eaux de la Moselle va permettre de régler les problèmes actuels des exploitants des champs captants vis-à-vis des chlorures.

L'AEI

La présence d'eau moins chargée en ions chlorures peut être un argument à l'implantation d'entreprises sur les bords de la Moselle, mais ceci reste très relatif.

Irrigation et agriculture

Bien qu'aucun impact néfaste pour l'irrigation et l'agriculture n'ait été recensé à ce jour, l'arrêt des rejets dans la Meurthe devrait entraîner une certaine satisfaction des utilisateurs de l'eau de la Meurthe et de la Moselle.

Pêche, activités de loisirs et Image de la Moselle

Accueil favorable des associations de pêche de la Moselle, et amélioration sensible de l'image de la rivière

Autres

Le marché français (150 000 tonnes) ne représentant que 15 % de la production des soudières pour l'année 2007, il est difficile d'imaginer un débouché de valorisation des sous-produits du traitement pour une telle solution. Une forte incertitude demeure donc sur la faisabilité de cette solution vis-à-vis de l'élimination des sous-produits de traitement, que seul un examen plus poussé pourrait lever (éventail des filières ou modes de stockage envisageables, pistes éventuellement offertes par les recherches et développements en cours relatifs aux technologies de traitement des chlorures dans l'eau – cf pôle de compétitivité Axelera notamment).

Scenario : 4.1.b

Titre: Traitement des rejets salins + élimination des sous-produits

Evaluation pondérée

| | Note | Poids | Note pondérée |
|---|------|------------|---------------|
| Contraintes environnementales | | | |
| Qualité de l'eau | 5 | 15 | 75 |
| Faune | 5 | 1 | 5 |
| Flore | 5 | 1 | 5 |
| Impact sur les autres polluants | 2 | 3 | 6 |
| Nuisances en phase de construction | | | |
| bruit | -1 | 1 | -1 |
| odeur | 0 | 1 | 0 |
| impact visuel | -1 | 1 | -1 |
| Nuisances en phase d'exploitation | | | |
| bruit | -1 | 3 | -3 |
| odeur | -1 | 3 | -3 |
| impact visuel | -1 | 3 | -3 |
| pollution de l'air | -3 | 3 | -9 |
| risque d'accident | -1 | 3 | -3 |
| sous-total | | 38 | 68 |
| Contraintes techniques et réglementaires | | | |
| Implantation et faisabilité réglementaire | 2 | 7 | 14 |
| Difficultés de construction | -1 | 3 | -3 |
| Contraintes d'exploitation | -5 | 7 | -35 |
| Développement Durable, Flexibilité | -3 | 10 | -30 |
| sous-total | | 27 | -54 |
| Conflits d'usage | | | |
| AEP | 5 | 23 | 115 |
| AEI | 5 | 3 | 15 |
| Irrigation | 4 | 1 | 4 |
| Navigation commerciale | 0 | 2 | 0 |
| Navigation de plaisance | 0 | 2 | 0 |
| Pêche, Activités de loisirs et Image | 5 | 4 | 20 |
| sous-total | | 35 | 154 |
| Total | | 100 | 168 |

Tableau 21. Evaluation pondérée du scénario 4.1.b

3.1.4. SOLUTIONS N°6 PAR ACTIONS AU NIVEAU DES POINTS DE CAPTAGE ACTUELS

Déjà évoquées au travers des études de l'ENSG dans le cadre de l'étude d'impact de 1998 (voir chapitre 2), certaines modifications locales pourraient permettre d'améliorer significativement la qualité des eaux prélevées au niveau des principaux champs captants impactés par les chlorures.

Ces modifications pourraient d'abord être caractérisées par des déplacements de puits de captage dans des zones moins sensibles aux chlorures. Ainsi, la modification des sites de prélèvement pour les syndicats de Verny et d'Atton permettrait effectivement d'effacer, au moins pour la partie la plus pénalisante, l'impact des chlorures pour ces secteurs.

Cependant, ces scénarii ne sont pas envisageables pour tous les secteurs critiques. En effet, ce genre « d'ajustements » ne semble pas efficace dans le cas des champs captants de Loisy pour les SIE Seille Moselle et Obron Moselle et de Metz Sud, où les marges de manœuvres pour le déplacement des puits de captages touchés paraissent très faibles.

Une forte pression anthropique est en effet à considérer au niveau de l'exploitation possible de la nappe alluviale, en particulier bien sûr pour l'agglomération de Metz (voir figure ci-après fournie plus en détails en annexe 6).

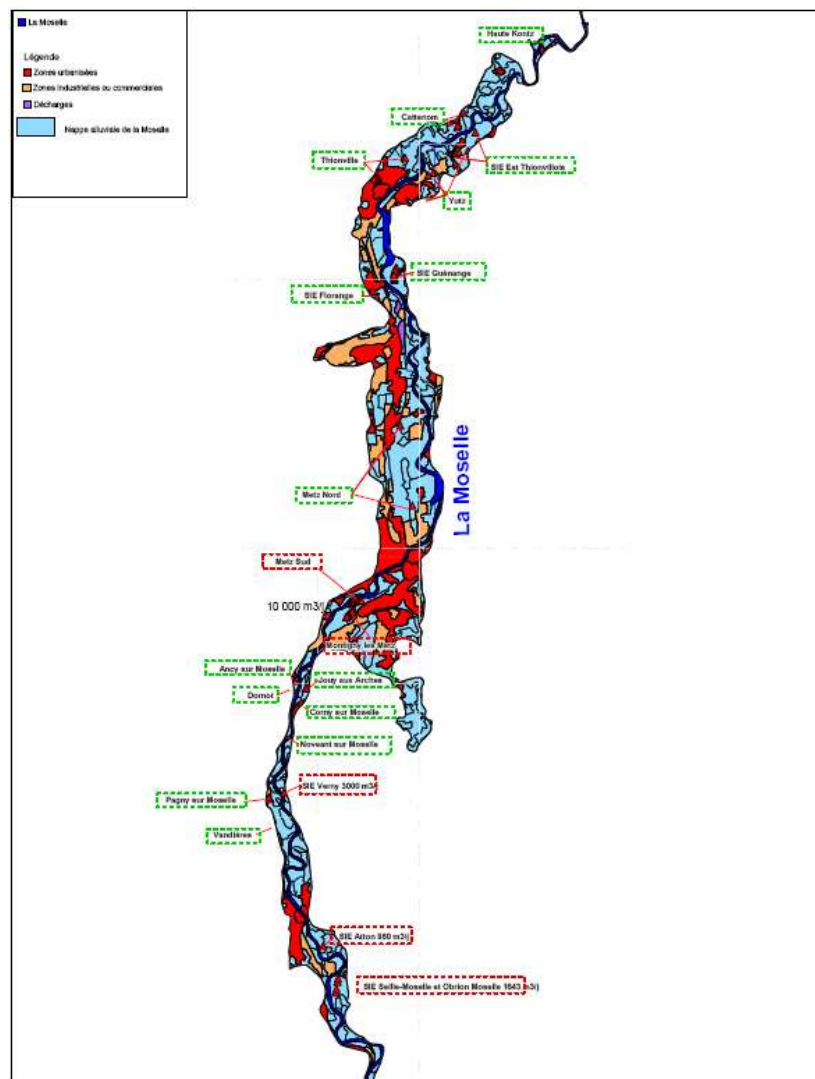


Figure 25. Pression anthropique sur la nappe alluviale de la Moselle

De manière quasi-générale, il ressort par ailleurs des différentes études de champs captants menées par l'ENSG en 1998 que la piézométrie des nappes est encore insuffisamment connue et demanderait la mise en place de réseaux piézométriques plus denses, des essais de perméabilité voire la réalisation d'opérations de traçage pour :

- viser une encore meilleure optimisation de l'exploitation des captages actuels en fonction notamment des conditions hydrologiques de la rivière;
- mieux évaluer au cas par cas l'impact des chlorures en termes de sous-capacité d'exploitation par rapport aux autorisations DUP non atteintes actuellement ;
- puis donc implanter des solutions alternatives au mieux selon chaque contexte local.

Par rapport aux études réalisées par l'école des Mines de Nancy et à la modélisation hydrogéologique qui a pu être effectuée sur certains champs captants, il apparaît difficile de proposer dans l'état actuel des connaissances des écoulements de nappe autour des champs captant des solutions de déplacement des puits plus pertinentes que celles qui ont été proposées par l'école des Mines.

Pour cela, nous recommandons donc fortement la réalisation de réseaux piézométriques plus denses autour des principaux champs captants, avec instrumentation des ouvrages permettant un suivi continu des niveaux de nappe et des paramètres physiques de l'eau (température, conductivité).

Cependant, pour évaluer à ce stade cette solution (partielle ou totale) de déplacement des puits impactés en les éloignant de la rivière Moselle, un chiffrage estimatif des coûts d'investissement nécessaires peut être fait par SOGREAH à hauteur de **4 M€**.

Pour les champs captants pour lesquels la solution de déplacement des puits les plus impactés par les chlorures serait finalement impossible en raison de l'absence d'accès sécurisé à la ressource compte tenu de la pression anthropique, des dispositifs de traitement des chlorures dans l'eau brute captée pourraient être envisagés.

Comme évoqué pour le scénario 4.1.b précédent, l'osmose inverse est désormais une technique utilisable au niveau d'unités de traitement de capacités variées allant de quelques centaines de m³/j à plusieurs centaines de milliers de m³/j. Il existe même de très petites unités pour particuliers. Lors du dimensionnement, il est alors nécessaire d'adapter le niveau de prétraitement à la qualité de l'eau (fouling index pour les risques de colmatage, pH, ...).

Les coûts d'investissements moyens se situent pour de petites unités à environ 600 € par capacité unitaire exprimée en m³/jour. Les coûts moyens de traitement (charges financières, coût de l'énergie et exploitation) de l'eau saumâtre peuvent se monter généralement à 0.90 €/m³.

L'enjeu représenté par le traitement en chlorures des eaux captées au niveau des champs les plus impactés sur la zone d'étude se monte ainsi à un coût global d'investissement d'environ **9 M€**, pour un coût de traitement annuel de **5 M€** (incluant frais de fonctionnement et coûts d'élimination des résidus de traitement, selon les mêmes hypothèses que celles retenues pour scénario global 4.1.b).

Dans l'hypothèse où il s'agirait de mettre en place uniquement ces 2 méthodes au niveau des champs captants impactés par les chlorures sans tenir compte des autres solutions alternatives étudiées, l'approche recommandée serait donc :

- de mener les études hydrogéologiques nécessaires pour valider la faisabilité de déplacement des puits les plus impactés lorsque cela est possible ;

- de prendre le recul nécessaire pour tenir compte des possibilités d'interconnexions entre champs captants, pouvant dégager des solutions communes plus optimisées que si elles sont étudiées séparément (en particulier vis-à-vis de la sécurisation des AEP de chaque zones) ;
- pour les autres, envisager des unités de traitement localisées des chlorures, bien sûr largement plus coûteuses en termes de fonctionnement.

Au global, la présente étude retiendra donc l'enveloppe de coûts maximale représenté par un traitement complet par osmose inverse des eaux trop chlorurées captées pour l'AEP, même si des marges de manœuvre existent donc via le déplacement de certains puits.

Une évaluation de ces solutions sur le même mode que les autres est fournie dans le tableau synthétique ci-après.

Scenario : 6

Titre: Traitement de l'eau aux points d'usage et déplacements de puits

Evaluation pondérée

| | Note | Poids | Note pondérée |
|---|------|------------|---------------|
| Contraintes environnementales | | | |
| Qualité de l'eau | 0 | 15 | 0 |
| Faune | 0 | 1 | 0 |
| Flore | 0 | 1 | 0 |
| Impact sur les autres polluants | 2 | 3 | 6 |
| Nuisances en phase de construction | | | |
| bruit | -1 | 1 | -1 |
| odeur | 0 | 1 | 0 |
| impact visuel | -1 | 1 | -1 |
| Nuisances en phase d'exploitation | | | |
| bruit | -1 | 3 | -3 |
| odeur | -1 | 3 | -3 |
| impact visuel | -1 | 3 | -3 |
| pollution de l'air | -1 | 3 | -3 |
| risque d'accident | -1 | 3 | -3 |
| sous-total | | 38 | -11 |
| Contraintes techniques et réglementaires | | | |
| Implantation et faisabilité réglementaire | -1 | 7 | -7 |
| Difficultés de construction | -2 | 3 | -6 |
| Contraintes d'exploitation | -3 | 7 | -21 |
| Développement Durable, Flexibilité | -2 | 10 | -20 |
| sous-total | | 27 | -54 |
| Conflits d'usage | | | |
| AEP | 4 | 23 | 92 |
| AEI | 4 | 3 | 12 |
| Irrigation | 0 | 1 | 0 |
| Navigation commerciale | 0 | 2 | 0 |
| Navigation de plaisance | 0 | 2 | 0 |
| Pêche, Activités de loisirs et Image | 4 | 4 | 16 |
| sous-total | | 35 | 120 |
| Total | | 100 | 55 |

Tableau 22. Evaluation pondérée du scenario 6

3.1.5. SOLUTIONS N°7 PAR RECHERCHE DE NAPPE PLUS PROFONDE

Pour les champs captants affectés par des pics de chlorures excessifs, il peut en théorie être opportun d'examiner le potentiel géologique de captage en nappe profonde sous les marnes qui forment le substratum des alluvions de surface de la Moselle.

Les grès vosgiens sont présents sur tout le territoire de la Lorraine. Les grès affleurent actuellement sur toute la bordure Est et s'enfoncent progressivement vers l'Ouest.



Figure 26. Nappe des grès vosgiens

Ces formations constituent un réservoir naturel très important d'eau, la nappe des grès du Trias inférieur, qui sont recouverts par des niveaux imperméables qui rendent la nappe captive sur sa plus grande partie. Certains puits profonds existent d'ailleurs pour capter et exploiter cet aquifère profond (voir annexe 5 et figure ci-après).

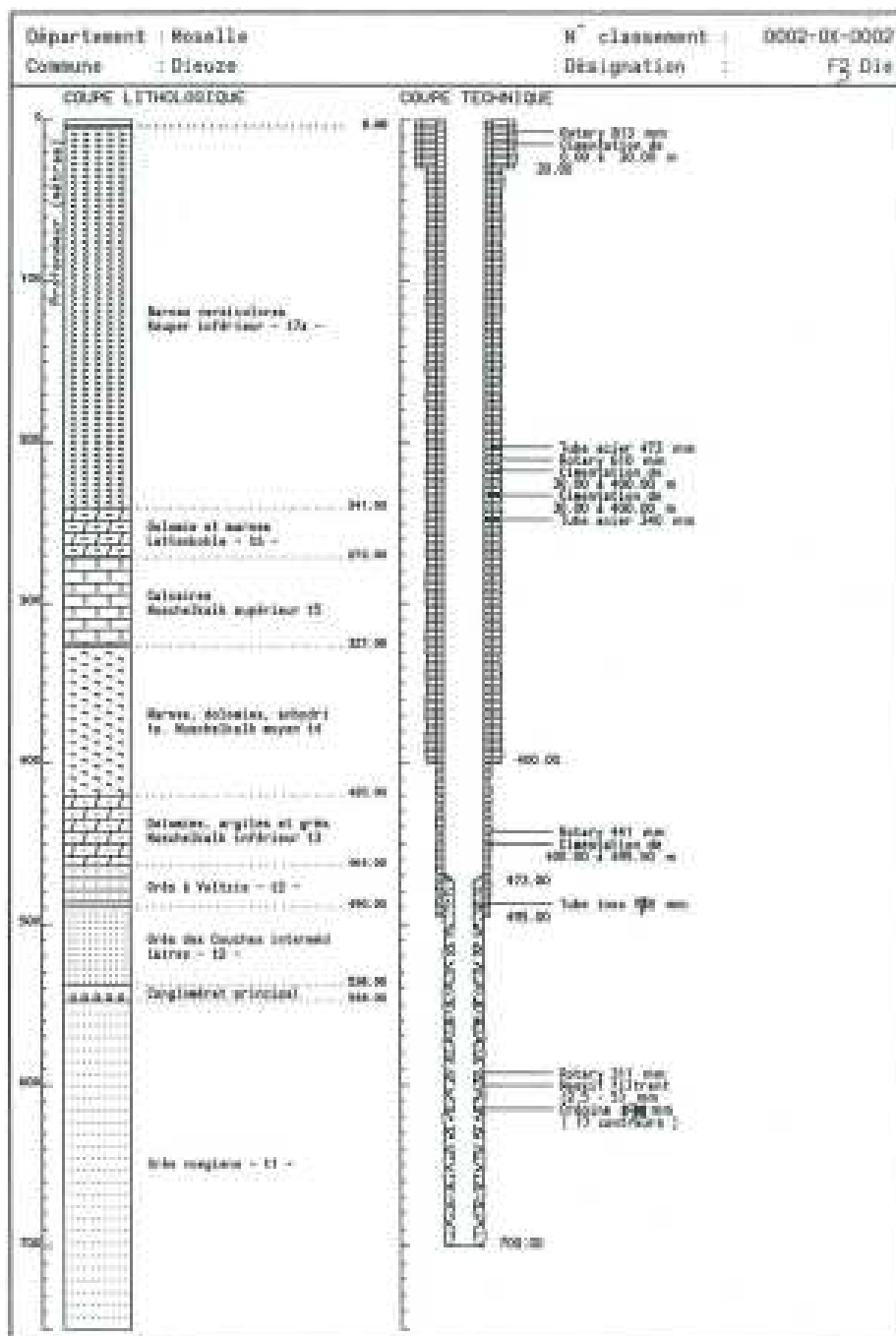


Figure 27. Exemple du captage profond de Dieuze dans la nappe des grès vosgiens

La minéralisation de la nappe augmente cependant à mesure que l'on s'éloigne des affleurements et que l'on s'enfonce en profondeur. Dans le secteur de Metz, la minéralisation des eaux est proche de 1 g/l (rapport BRGM 52822-FR, janvier 2004).

Il est toujours possible d'exploiter ces ressources à partir d'un forage dont la profondeur varierait au droit de la zone d'étude entre 300 à 800 m avec des débits envisageables de 80 à 100 m³/h.

Le prix d'un forage AEP avec tubages d'isolement, cimentation et équipement en acier inox est de l'ordre de 0,5 M€ pour une profondeur de 300 m et 1,4 M€ pour des profondeurs de 800 m.

Cependant, la forte minéralisation attendue des eaux pouvant être captées au droit de la zone d'étude réduit considérablement l'intérêt d'une telle solution, dans la mesure où des traitements additionnels de l'eau seraient requis, ce qui n'améliore pas la situation par rapport au scénario précédent qui repose sur le traitement des eaux au niveau de puits de captages actuels.

Cette solution ne paraît donc pas pertinente et n'apporte aucune marge de manœuvre intéressante par rapport aux précédentes.

3.1.6. SCENARIO N°8 PAR RECHERCHE D'OPTIMISATION DES REJETS

3.1.6.1. APPLICATION DES MEILLEURES TECHNOLOGIES DISPONIBLES (MTD)

3.1.6.1.1. LES TECHNIQUES PRISES EN COMPTE POUR LA DÉTERMINATION DES MTD VISANT À RÉDUIRE L'IMPACT DES REJETS SALINS

Le terme "Meilleures Techniques Disponibles" (MTD) est défini dans l'article 2(11) de la Directive IPPC comme étant "*le stade de développement le plus efficace et avancé des activités et de leurs modes d'exploitation, démontrant l'aptitude pratique de techniques particulières à constituer, en principe, la base de valeurs limites d'émission visant à éviter et, lorsque cela s'avère impossible, à réduire de manière générale les émissions et l'impact sur l'environnement dans son ensemble*". Cette définition se poursuit de la manière suivante :

- par "*techniques*", on entend aussi bien les techniques employées que la manière dont l'installation est conçue, construite, entretenue, exploitée et mise à l'arrêt ;
- les techniques "*disponibles*" sont celles mises au point sur une échelle permettant de les appliquer dans le contexte du secteur industriel concerné, dans des conditions économiquement et techniquement viables, en prenant en considération les coûts et les avantages, que ces techniques soient utilisées ou produites ou non sur le territoire de l'État membre intéressé, pour autant que l'exploitant concerné puisse y avoir accès dans des conditions raisonnables ;
- par "*meilleures*" on entend les techniques les plus efficaces pour atteindre un niveau général élevé de protection de l'environnement dans son ensemble.

Un examen détaillé du BREF (Best REFErences) concernant l'industrie des produits chimiques inorganiques solides en grands volumes solides et autres (PCISGV), et plus particulièrement l'industrie de production du carbonate de calcium qui constitue l'activité de base des sites de Novacarb et de Solvay, permet de préciser les pistes « MTD » identifiées pour les sites étudiés :

- **Récupération de l'ammoniac dans la phase de distillation** : la quantité d'eaux résiduelles de l'unité de distillation ne doit pas dépasser la plage de fonctionnement de 8,5 à 10,7 m³ par tonne de carbonate de sodium. L'efficacité de l'unité de distillation se matérialise par une récupération importante de l'ammoniac dans le procédé de production du carbonate de sodium et une incidence moindre des eaux résiduelles de cette production sur l'environnement ;

- **Gestion des eaux usées de la production de carbonate de sodium** : il existe plusieurs possibilités de réduction de l'impact des eaux résiduelles provenant de la production du carbonate de sodium sur l'environnement. L'accent est mis généralement sur la qualité élevée des matières premières et sur le traitement et le rejet de ces eaux usées :
- **Choix de la qualité appropriée du calcaire, de la saumure de sel et du coke** : la qualité des matières premières de base joue un rôle important dans la production de carbonate de sodium. ***Plus les matières premières sont pures et réactives, plus l'impact global de la production de carbonate de sodium sur l'environnement est limité, en particulier pour ce qui est des eaux résiduelles de l'unité de distillation*** et de la charge de solides en suspension et de métaux lourds contenus dans les eaux usées ;
 - **Dispersion totale des eaux usées via un exutoire en mer** : lorsque cela est possible, le point de déversement est situé de telle sorte que les eaux usées sont dispersées en haute mer par les courants naturels. Cette technique permet aux ***chlorures et autres sels solubles présents dans les eaux résiduelles d'être dispersés dans une mer qui les contient déjà en grande partie***. Cette technique peut être ***appliquée aux usines de production de carbonate de sodium de l'UE situées à proximité de la mer et à distance rentable d'un point de déversement en haute mer adapté*** ;
 - **Élimination des solides grossiers des eaux usées** ;
 - **Dépôt/dispersion : bassins de décantation** : clarification par décantation de grandes quantités de solides en suspension présents dans les effluents aqueux. Afin de contrôler le drainage et le rejet des sels du dépôt, il est fréquent de placer le dépôt sur un sol imperméable sans aquifère superficiel ou de recourir à un confinement hydraulique. Étant donné que la majorité des solides en suspension sont séparés des eaux résiduelles, des eaux usées plus claires sont déversées dans le cours d'eau, ayant ainsi une incidence réduite sur l'environnement aquatique. **(les bassins de décantation de la société Novacarb sont pris à titre d'exemple dans les documents européens)** ;
 - **Dépôt/dispersion : rejet en sous sol** : le rejet en sous sol assure une grande efficacité de la sédimentation des matières solides en suspension dans les eaux résiduelles de la distillation. Étant donné que la majorité des solides sont séparés de ces eaux résiduelles, ce sont des eaux usées plus pures qui quittent les cavités de saumure saline souterraines et sont rejetées dans le cours d'eau local. Cette technique est applicable à toutes les installations de production de carbonate de sodium de l'UE-25, lorsque les cavités de saumure de sel ne sont pas utilisées pour stocker du gaz naturel, et lorsque celles-ci satisfont aux paramètres techniques requis pour le rejet en sous sol des solides de la production de carbonate de sodium.

3.1.6.1.2. CRITERES MTD

Les meilleures techniques disponibles auxquelles il faut se référer dans le cadre de la limitation de l'impact des rejets salins sur l'environnement sont dans ce cadre caractérisées par les critères suivants :

- Consommation totale de sel dans la saumure brute de l'ordre de 1.5 à 1.7 tonne de NaCl par tonne de carbonate de sodium produit (possibilité d'aller jusqu'à 1.8t sous conditions) ;

- Consommation totale de calcaire en entrée de l'installation de l'ordre de 1.1 à 1.5 tonne par tonne de carbonate de sodium produit (possibilité d'aller jusqu'à 1.8t sous conditions) ;
 - Choix d'un calcaire de qualité appropriée avec notamment:
 - Haute teneur en CaCO_3 , de préférence de l'ordre de 95 à 99%
 - Caractéristiques physiques du calcaire appropriées au procédé
- Dans le cas où la qualité du gisement de calcaire exploité est médiocre, avec une teneur en CaCO_3 en 85 et 95%, s'il n'est pas possible d'utiliser un autre calcaire de meilleure qualité, les conditions évoquées ne sont alors pas toutes applicables.
- Récupération élevée de l'ammoniac dans le procédé, avec des pertes totales d'ammoniac dans les eaux résiduaires de l'unité de distillation inférieures à 0.9 kg de N-NH_3 par tonne de carbonate de sodium produit ;
 - Volume des eaux résiduaires rejetées par l'unité de distillation dans un cours d'eau local compris entre 8.5 et 10.7 m^3 par tonne de carbonate de sodium produit ;
 - Quantité de solides en suspension dans les eaux résiduaires de l'unité de distillation comprise entre 0.9 et 0.24 tonne de solides par tonne de carbonate de sodium produit ;
 - Concernant l'impact du déversement des eaux usées de la production de carbonate de sodium dans une masse d'eau douce, il convient de minimiser les rejets de solides en suspension par l'application d'au moins une des techniques citées au paragraphe précédent.

3.1.6.1.3. LA POSITION DES SOUDIÈRES VIS-A-VIS DE CES TECHNIQUES

Au regard des données collectées concernant les procédés de production utilisés par les sociétés Novacarb et Solvay, une comparaison des pratiques actuelles avec les meilleures techniques disponibles citées précédemment peut être menée.

Relativement aux critères MTD peuvent ainsi être examinés :

- la qualité des matières premières utilisées;
- la comparaison des rendements effectifs avec les rendements suggérés dans les MTD ;
- l'efficacité de la récupération de l'ammoniac ;
- le volume des eaux résiduaires rejetées par l'unité de distillation ;
- la quantité de solides en suspension dans les eaux résiduaires de l'unité de distillation.

Les données disponibles et les études menées par les industriels dans ce cadre permettent d'affirmer que les soudières lorraines répondent à ces niveaux d'exigence, et bien sûr notamment à la demande d'application de l'une des techniques destinées à minimiser les rejets solides : au travers des bassins de décantation.

Les soudières ne disposent pas cependant de marges de progrès significatives vis-à-vis de ces questions, qu'elles ont déjà cherché à optimiser par souci il est vrai premier d'amélioration des capacités de production compte tenu des limites réglementaires fixées pour leurs rejets.

Les moyens suivants, non cités pour la détermination des MTD, permettent même d'améliorer la gestion des rejets aqueux des soudières :

- Les sociétés Novacarb et Solvay ont une longueur d'avance en ce qui concerne l'égalisation de leurs rejets d'eaux résiduaires, puisqu'elles disposent dès à présent de bassins de modulation de capacité importante leur permettant de stocker l'effluent liquide décanté avant son rejet sur une période équivalente à plus de 10 mois de production.
- Ces bassins ont déjà été agrandis de la manière suivante :
 - SOLVAY :
 - Capacité 1999: 2 700 000 m³
 - Capacité actuelle: 3 700 000 m³
 - Capacité projetée à l'horizon 2009: 4 150 000 m³
 - NOVACARB :
 - Capacité 1999: 2 800 000 m³
 - Capacité actuelle: 3 200 000 m³
- Ils permettent déjà d'adapter autant que faire se peut les niveaux de rejets aux conditions hydrologiques des milieux récepteurs, tout en permettant l'application d'un facteur de sécurité (ou d' « auto-limitation ») d'en moyenne 0,8 / 1 pour faire face à la variabilité des apports en chlorures considérés comme « naturels ».

Ainsi, compte tenu de l'état des lieux précédent, des moyens et mesures déjà prises par les soudières dans le cadre de l'application des MTD, de leur respect actuel des seuils réglementaires qui leur sont fixés, et des faibles marges de manœuvre dont elles disposent, seules les deux pistes d'amélioration significatives suivantes ont été examinées dans le cadre de la présente étude :

- la question du traitement des effluents salins, avec récupération voire valorisation du CaCl₂ dissous dans les eaux résiduaires de traitement (voir scénario 4.1.b).
- la question de l'optimisation de la modulation actuelle des rejets est par ailleurs abordée ci-après.

3.1.6.2. HISTORIQUE DE LA GESTION DES EFFLUENTS SALINS

Les soudières sont vieilles d'environ 130 ans. Initialement, aucune gestion particulière des effluents salins vers la Meurthe n'était opérée. Les concentrations en chlorures étaient alors bien supérieures à ce qu'elles sont actuellement et se répartissaient de façon beaucoup plus hétérogène dans le temps. La part de salinité artificielle ajoutée à la salinité naturelle de la Moselle n'est donc pas récente.

La gestion des rejets de chlorures a évolué selon les étapes suivantes :

- 1973 : Construction des premiers bassins de modulation.
- 1975 : Début de gestion des rejets grâce aux bassins de modulation et constat d'une diminution nette des pics de concentration en chlorures dans la Moselle.
- 1983 : Création d'un GIE (MARISOLOR, Modulation Automatique des Rejets Industriels des Soudières de LORraine) entre NOVACARB et SOLVAY, pour contrôler et réguler en commun par télégestion informatique la concentration en

sel à Hauconcourt. Mise en place par le GIE, sous le contrôle des administrations concernées, d'une installation de mesure des débits (Toul, Damelevières, La Madeleine) et des concentrations (Laneuveville, La Madeleine, St Nicolas, Damelevières) en temps réel et télétransmission des mesures à un ordinateur central qui, après traitement, envoie les consignes de rejets des effluents aux deux usines.

- 1995 : Modernisation de l'installation MARISOLOR avec :
 - Création de stations de contrôle prédictif en aval des usines à Pont à Mousson (en service en 2001) et Hauconcourt (en service en 1996).
 - Déplacement de la station de Toul vers Pont-Saint-Vincent de façon à fiabiliser la mesure du débit de la Moselle.
 - Collecte des fuites des bassins de modulations et repompage suivant les débits d'étiage.

- 1999 : Prescription pour la réalisation de nouveaux bassins de modulation et l'adaptation des anciens bassins par arrêté préfectoral, suite à la demande d'autorisation pour l'augmentation de la production.

- 2002-2003 : NOVACARB étudie un projet de caldocuc au Rhin. Ce projet a été rejeté par les collectivités concernées par la traversée de cette infrastructure hydraulique. Et surtout, les élus du Bas-Rhin se sont opposés au principe de rejet de chlorures dans le Rhin.

Le graphique suivant présente l'évolution des concentrations en chlorures dans la Moselle à la station de Hauconcourt au fil des aménagements, démontrant l'efficacité des investissements réalisés.

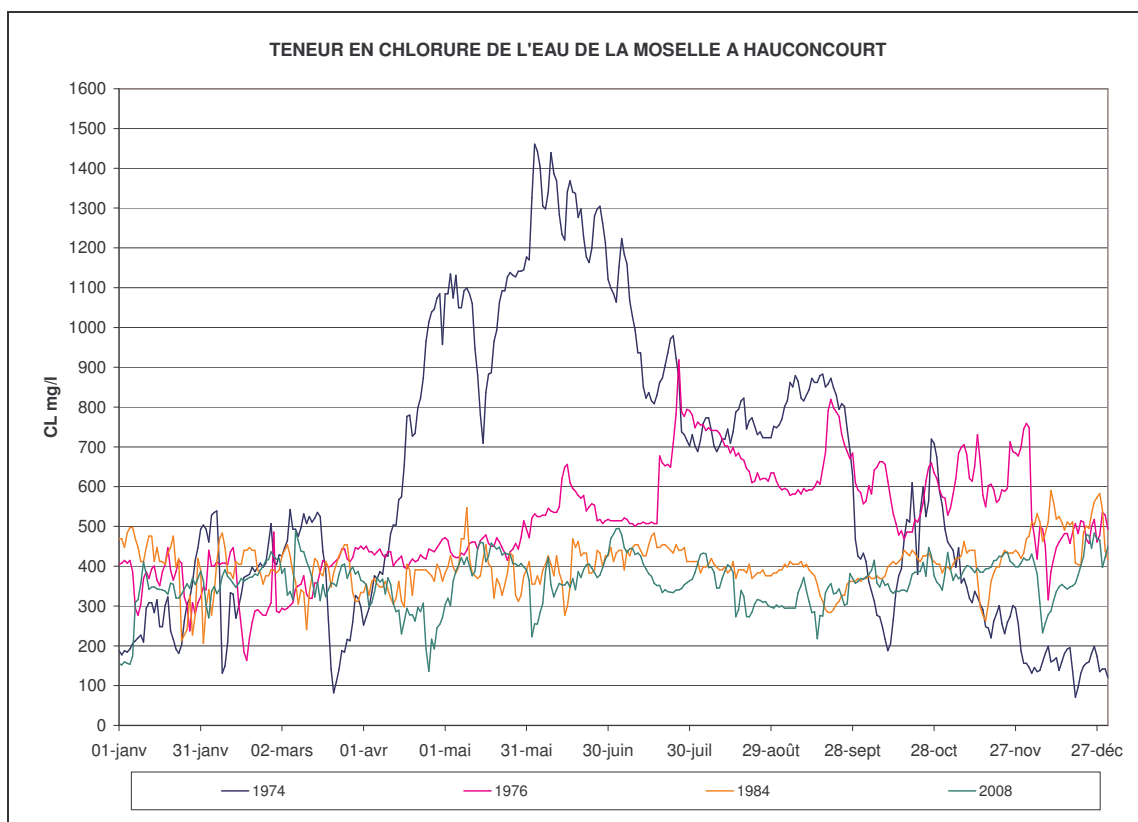


Figure 28. Evolution de la teneur en chlorures dans la Moselle (1974 – 2008)

3.1.6.3. MODE ACTUEL DE GESTION DES EFFLUENTS SALINS ET AUTORISATIONS

Les bassins de modulation ont aujourd'hui une capacité cumulée de 7.1 millions de m³. Ces bassins permettent une gestion pluriannuelle des rejets.

La gestion des rejets passe par l'exploitation de plusieurs stations de mesures qui comprennent :

- **5 stations de mesure de débit** des rivières à Pont St Vincent, Damelevières, Hauconcourt, bassin NOVACARB et bassin SOLVAY. Ces stations sont gérées par la DIREN.
- **6 stations de mesure de la concentration en chlorures** à St Nicolas, La Madeleine, Laneuveville, Pont à Mousson, Hauconcourt et bassins SOLVAY et NOVACARB.

Les stations des bassins NOVACARB et SOLVAY sont communes à plusieurs mesures. A celles citées précédemment s'ajoute une mesure du niveau des bassins et une mesure des débits de rejets. NOVACARB et SOLVAY possèdent toutes deux une centrale qui regroupent l'ensemble des données. C'est par ces centrales que passent le calcul et l'envoi des consignes de rejets.

Le schéma en page suivante présente la localisation et la fonction des différents points de mesure de manière à comprendre l'algorithme de calcul des consignes de rejets qui sera détaillé à la suite.

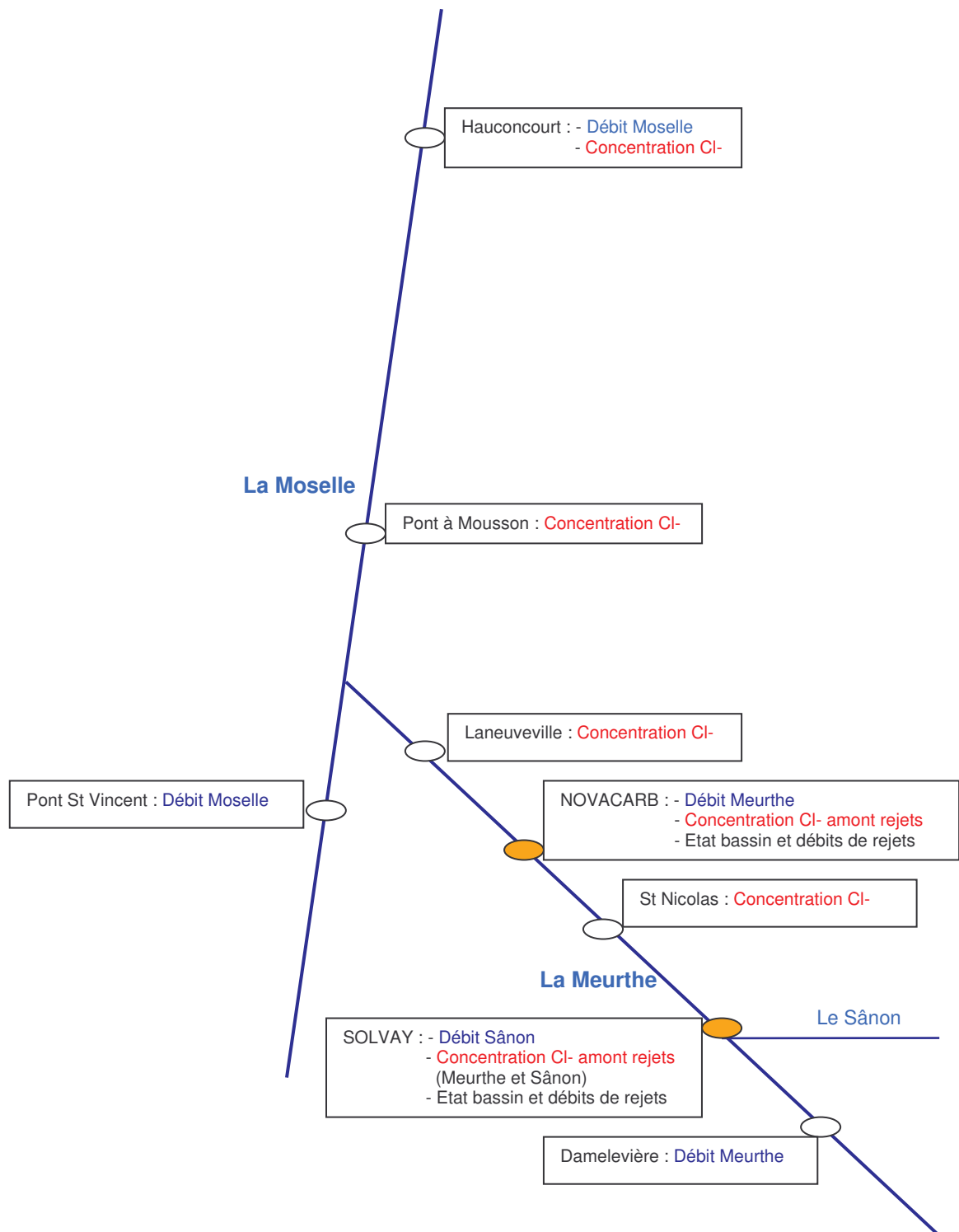


Figure 29. Schéma synthétique des points de régulation des rejets des soudières

Ainsi, toutes les deux heures, après interrogation des différentes stations et calcul des consignes de rejets, la station « NOVACARB Central » envoie aux deux usines une consigne de débit de rejet.

Pour calculer les consignes de rejet de chaque site sur les deux heures à venir, la station centrale va :

○ **Calculer le débit de la rivière à Hauconcourt :**

Tel que stipulé dans les arrêtés préfectoraux de 1999, les débits de Pont St Vincent et Damelevières sont utilisés pour calculer le débit total de dilution de la Moselle à Hauconcourt :

$$Q_H = 1.266 * Q_{PSV} (t-8h) + 1.83 * Q_D (t-5h) - 1 \text{ en m}^3/\text{s}$$

○ **En déduire le flux rejetable par les deux soudières :**

Le flux maximal rejetable autorisé par les deux soudières selon les termes des arrêtés est donné par le respect de l'incrément maximal ajouté en chlorures à Hauconcourt, de 400 mg/l, soit :

$$F (t+2h) < 0.400 * Q_H$$

Cependant, les soudières limitent leurs rejets par sécurité en appliquant un **coefficient d'auto-limitation** compris entre 0 et 1 (moyenne de **0.8**) :

- pour respecter la consigne de 400 mg/l des deux prochaines heures,
- pour pouvoir tenir un seuil de concentration absolue à Hauconcourt sous le seuil de 530 mg/l, la présence des rejets de tiers et de salinité naturelle non modulés et potentiellement variables incitant la prudence.

Remarque : en étiage, la proportion des rejets de tiers et de la salinité naturelle dépasse les rejets des soudières qui doivent auto-limiter leur droit à rejet voire le supprimer. A noter dans ce cas que les **rejets résiduels** dus aux fuites sont inférieurs à 1 kg/s pour NOVACARB et 1.5 kg/s pour SOLVAY. Cela a été vérifié lors d'un arrêt des rejets en rivière accompagné du pompage d'une partie de ces fuites.

○ **Calculer les consignes de rejet de chacun :**

Les flux rejatables sont calculés de manière à ce que le niveau des bassins de modulation des deux sites monte et descende de la même manière.

Cette technique permet d'homogénéiser les flux rejetés et les volumes stockés entre les sites.

Remarque : les rejets liés aux fuites résiduelles sont pris en compte dans le calcul du flux de rejet admissible.

Toutes les données sont conservées et une partie est envoyée mensuellement à l'administration de manière à ce que **des contrôles soient effectués**.

Remarque : En cas d'événement exceptionnel (étiage prolongé et remplissage des bassins de modulation), les sociétés NOVACARB et SOLVAY proposent de se soumettre à un arrêt de la production pour le respect des seuils de rejet réglementaires.

Les soudières s'efforcent donc de respecter scrupuleusement les arrêtés préfectoraux auxquels elles sont soumises. A ce titre, une certaine **marge de sécurité** est même donc conservée.

3.1.6.4. PERSPECTIVES D'OPTIMISATION ENCORE POSSIBLE DE LA MODULATION DES REJETS DES SOUDIÈRES

3.1.6.4.1. ÉVALUATION DES MARGES DE MANŒUVRE EN CONSIDÉRANT 2 ANNÉES SUCCESSIVES DÉFAVORABLES

Dans une logique économique évidente, les usines NOVACARB et SOLVAY cherchent constamment à optimiser leur procédé (vis-à-vis notamment des MTD) de manière à s'assurer une **capacité de production maximale à rejets constants** (soit 31 kg/s).

Toute amélioration envisageable à ce jour quant au procédé industriel lui-même ne viserait donc pas une diminution de la production des effluents salins (déjà optimisée), mais bien une augmentation de la capacité de production.

Les seules marges de manœuvre encore possibles concernent ainsi la **modulation des rejets salins en fonction des conditions hydrologiques et des contraintes réglementaires actuelles**.

Pour mémoire (voir paragraphe 1.5.4), les rejets des soudières sont donc soumis à l'arrêté préfectoral du 24 décembre 1999, qui répond aux exigences de la convention de 1976 et stipule que l'**augmentation maximale de la concentration** résultant des rejets des soudières ne doit pas dépasser **400 mg/l en Moselle à Hauconcourt**, avec une répartition entre les soudières à hauteur de 183 mg/l pour NOVACARB et 217 mg/l pour Solvay.

Les soudières ont la possibilité de compenser entre elles deux leurs rejets en cas de dépassement de ces valeurs fixées pour modulation, ce qu'elles font bien sûr grâce à la mise en place des dispositifs de modulation des rejets, qui permettent de gérer la concentration totale en chlorures mesurée à Hauconcourt en répondant aux critères suivants:

- dépassement de **530 mg/l** au maximum 18 jours par an.
- dépassement de 600 mg/l au maximum 2 jours par an.

Les volumes importants des bassins de modulation créés par les soudières peuvent laisser à penser a priori que des adaptations de la modulation sont possibles.

Pour analyser le mode de gestion actuelle des rejets par modulation et les perspectives d'évolution, des calculs ont été réalisés par SOGREAH, basés sur l'année sèche type 2003.

Les données hydrologiques journalières de la Moselle à Hauconcourt, nécessaires à ces calculs, ont été obtenues auprès de la banque HYDRO. Les limites de rejets sont celles imposées par les arrêtés préfectoraux des soudières (400 mg/l d'incrément à Hauconcourt).

L'hypothèse a été faite de rejets se limitant statistiquement à 60% du temps, les rejets étant nuls les 40% de l'année où les eaux sont les plus basses. Cette hypothèse permet de donner une certaine marge de manœuvre par rapport aux flux de chlorures d'origine naturelle ou provenant des tiers. D'après les classes de débits de la banque HYDRO pour la station de la Moselle à Hauconcourt, cette limite correspond à un **débit de 62.3m³/s**.

Pour l'année 2003, le débit de la Moselle à Hauconcourt dépasse ce débit limite de 62.3 m³/s pendant seulement 123 jours (34% du temps).

La simulation de **deux années 2003 consécutives** permet de constater qu'**une marge de manœuvre significative** réside actuellement dans la modulation des rejets. En effet, après ces deux années sèches, les volumes stockés dans les bassins de modulation des soudières s'élèveraient à 2 045 441 et 2 982 051 m³ respectivement pour NOVACARB et SOLVAY.

Nous rappelons que les volumes des bassins de modulation de NOVACARB et SOLVAY sont respectivement de 3.2 et 4.1 millions de m³.

La comparaison entre volumes à stocker dans cette situation extrême et volumes de stockage disponibles permet de conclure avec ces hypothèses sur la **possibilité**,

- soit d'augmenter la production des soudières en maintenant une concentration identique en chlorures dans la Moselle à Hauconcourt,
- soit de réduire cette même concentration en chlorures en maintenant la production des soudières constante.

3.1.6.4.2. *EVALUATION DES MARGES DE MANŒUVRE EN CONSIDERANT 3 ANNEES SUCCESSIVES DEFAVORABLES*

Néanmoins, suite aux observations récentes faisant état d'une situation critique engendrée par l'enchaînement des 3 années « sèches » 2003, 2004 et 2005, une nouvelle simulation a été réalisée.

Celle-ci reprend les mêmes hypothèses de base que la précédente, à savoir essentiellement des rejets qui débutent uniquement à partir d'un débit de 62.3 m³/s à Hauconcourt.

Au terme de cette simulation et après ces trois années, les volumes stockés dans les bassins de modulation des soudières s'élèveraient à 2 677 740 et 3 900 185 m³ respectivement pour NOVACARB et SOLVAY.

Ayant considéré un incrément de 400mg/l de chlorures à Hauconcourt sur la totalité de la période de rejet, l'incrément réel étant la plupart du temps inférieur à cette valeur, nous devons constater que la marge de manœuvre pour la modulation qui avait été mise en évidence lors de la simulation précédente (2 années sèches successives) est à remettre en question pour pouvoir faire face à 3 années sèches consécutives.

En effet, après simulation des **trois années critiques**, les bassins de modulation des soudières stockent des effluents dans des quantités qui se rapprochent de leur capacité maximale.

La succession de 3 années sèches peut paraître une hypothèse exceptionnelle pour servir de base à la fixation des règles de modulation des rejets des soudières. Cependant :

- elle le sera de moins en moins compte tenu des évolutions climatiques globales attendues ;
- la marge de manœuvre qu'elle dégage en théorie est actuellement utilisée par les industriels comme une **sécurité** visant à maintenir une concentration en chlorures imputable à leurs activités toujours inférieure à 400mg/l à Hauconcourt (même en cas d'étiage sévère, et compte tenu des imprécisions inévitables quant au calcul des rejets à réguler en temps réel complexé notamment par les rejets des tiers non connus).

En considérant ces dernières hypothèses (faire face à 3 années sèches successives), il semble donc difficile d'envisager de modification substantielle quant à la gestion des effluents salins actuels par modulation.

3.1.6.4.3. *LIMITATION DES REJETS EN PERIODE DE HAUTES EAUX*

En période de crue avec inondations, un risque de transfert des chlorures des eaux de débordement vers la nappe est en théorie à prendre en compte, même si l'évaluation réelle de ce risque reste discutée dans des terrains saturés en eau.

Pour cette raison, les arrêtés d'autorisation des soudières ont fixé des limites de rejets qui imposent une réduction de la concentration en chlorures imputée aux soudières, proportionnellement à l'importance des crues.

Une modification de ces limites de rejet autorisé en période de crues pourrait en théorie être une piste pour dégager des marges de manœuvre pour la régulation des rejets, et mieux profiter des périodes de très hautes eaux, favorables à la dilution des rejets salins.

En considérant une gestion commune et concertée des rejets des 2 soudières (ce qui est le cas), il est possible de calculer le débit limitant de la rivière à partir duquel les seuils réglementaires « hautes eaux » sont atteints pour les rejets des soudières, et de le comparer aux périodes de retour des différents débits de crue à Hauconcourt :

| Partenariat | | | Débits de crue de la Moselle calculés à hauconcourt | |
|---|---------|-----------|--|------------------|
| Autorisation de rejet | | | Fréquence | |
| kg/s | t/an | QJ (m3/s) | | |
| 31 | 977000 | t/j | Biennale | 840 [780;920] |
| | | kg/s | Quinquennale | 1200 [1100;1300] |
| | | 635 | Décennale | 1400 [1300;1600] |
| Incrément de concentration à Hauconcourt autorisé | | | Vicennale | 1600 (1500;1900) |
| 400 | [] mg/l | | Cinquantennale | 1900 [1700;2200] |
| Débit de dilution nécessaire à Hauconcourt (m3/s) | | | Centennale | non calculé |
| | | 1589 | | |

On constate ainsi en période de hautes eaux que ***l'arrêté préfectoral régissant les activités des soudières les contraint au-delà de leur autorisation d'incrément de concentration habituel à Hauconcourt (400 mg/l) seulement à partir d'un débit de crue de fréquence décennale et vicennale.***

Dans le cas de l'année 2003 étudiée, les débits de la Moselle n'ont pas dépassé pour mémoire 870 m³/s.

Une modification des conditions de rejet autorisé en période de hautes eaux ne constitue donc pas une piste réelle et efficace d'optimisation de la régulation des rejets des soudières.

3.1.6.4.4. OPTIMISATION DE LA DÉFINITION DES DÉPASSEMENTS DE CONCENTRATION A HAUCONCOURT

La concentration totale en chlorures dans la Moselle, mesurée à Hauconcourt, doit donc répondre aux critères suivants, atteints actuellement grâce à la mise en place des dispositifs de modulation des rejets:

- dépassement de 530 mg/l au maximum 18 jours par an.
- dépassement de 600 mg/l au maximum 2 jours par an.

La ***dernière piste d'optimisation de la régulation des rejets*** pourrait consister à modifier la définition de ces niveaux de dépassements autorisés, en abaissant les seuils des dépassements autorisés et en redéfinissant à la hausse le nombre maximal de jours de dépassements par an en fonction de l'examen détaillé des données disponibles.

Cette mesure permettrait d'entamer à court terme une démarche volontariste d'amélioration de la qualité globale de la Moselle ; elle devrait cependant être évaluée précisément pour ne pas rogner trop fortement la marge de sécurité actuelle retenue par les soudières pour tenir compte des variations des niveaux salins de la Moselle en amont de son rejet.

L'objectif de réduction possible des seuils de dépassement ci-dessus pourrait ainsi faire l'objet d'une étude détaillée de faisabilité et des contraintes que cela supposerait sur la régulation des rejets.

3.2. BILAN TECHNIQUE, ENVIRONNEMENTAL ET ECONOMIQUE

3.2.1. SYNTHESE DE L'EXAMEN ACTUALISE DES SCENARI

Les résultats des évaluations des scénarios et les estimations des coûts sont résumés dans le tableau ci-après (bilan environnemental et économique des solutions étudiées) :

| Scénario | Description | Note totale pondérée | Commentaires | Coût d'investissement (million €) | Coût de fonctionnement (million €/an) |
|----------|--|----------------------|--|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 1.1.a | Calcoduc depuis les soudières jusqu'à Strasbourg | 95 | <ul style="list-style-type: none"> - Dilution favorable dans le Rhin - Plus aucun rejet dans la Moselle - Difficulté technique (non gravitaire) - Pb d'acceptation sociale/politique | 135 | 5 |
| 1.1.b | Calcoduc depuis les soudières jusqu'à Coblenz | 106 | <ul style="list-style-type: none"> - Dilution favorable dans le Rhin - Plus aucun rejet dans la Moselle - Moindre difficulté technique mais trajet plus long donc coûteux - Accord avec Allemagne à trouver | 220 | 5 |
| 1.1.c | Calcoduc depuis les soudières jusqu'en Moselle aval (après la confluence avec l'Orne) | 93 | <ul style="list-style-type: none"> - Dilution favorable en Moselle aval - Pb de qualité saline des eaux réglés pour les exploitations AEP impactées - Autorisation réglementaire à obtenir après études environnementales, besoin éventuel d'un bassin aval | 50 | 1 |
| 1.2.b | Calcoduc-saumoduc avec Projet GDF | 121 | <ul style="list-style-type: none"> - Dilution favorable dans le Rhin - Plus aucun rejet dans la Moselle - Pertinence d'une solution croisée (« Ecologie industrielle ») - Difficulté technique et coût | 240 | 8 |
| 1.3 | Calcoduc depuis les soudières jusqu'à la Mer du Nord | 149 | <ul style="list-style-type: none"> - Dilution favorable en mer et soulagement des cours d'eau - Rejet idéal...mais autorisation à obtenir sur le plan international et réalisation complexe et coûteuse ! | 550 | 9 |

AGENCE DE L'EAU RHIN - MEUSE
ÉTUDE DES SOLUTIONS DE RÉDUCTION DE L'IMPACT DES REJETS DE SEL EN MOSELLE
RAPPORT R2 v2

| Scénario (suite) | Description | Note totale pondérée | Commentaires | Coût d'investissement (million €) | Coût de fonctionnement (million €/an) |
|------------------|---|----------------------|---|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 1.4.a | Calcoduc partiel depuis les soudières jusqu'à Strasbourg + modulation Moselle | 70 | <ul style="list-style-type: none"> - Dilution favorable dans le Rhin - Optimisation des rejets dans la Moselle - Pb d'acceptation sociale/politique | 95 | 3 |
| 1.4.b | Calcoduc partiel depuis les soudières jusqu'en Moselle aval (après la confluence avec l'Orne) + modulation Moselle | 90 | <ul style="list-style-type: none"> - Dilution favorable en Moselle aval - Optimisation des rejets dans la Moselle grâce aux bassins existants - Autorisation réglementaire à obtenir après études environnementales | 30 | 0,5 |
| 3.1.b | Canalisation d'eau douce de Nancy à Metz | 72 | <ul style="list-style-type: none"> - Pb de qualité saline des eaux réglés pour les exploitations AEP impactées - Pas d'amélioration de la qualité de la Moselle - Coûts de fonctionnement réduits | 30 | 0,3 |
| 3.1.c | Canalisation d'eau douce de Nancy à Arnaville | 53 | <ul style="list-style-type: none"> - Solution partielle - Pb de qualité saline des eaux réglés pour les exploitations AEP impactées en amont de Metz - Pas d'amélioration de la qualité de la Moselle | 22 (solution partielle) | 0,3 |
| 3.1.d | Canalisation d'eau douce depuis Saizerais | 54 | <ul style="list-style-type: none"> - Solution partielle et limitée - Pb de qualité saline des eaux réglés pour les champs impactés en amont de Metz - Ressource de qualité disponible à proximité des champs captants les plus touchés - Projet économiquement réaliste - Pas d'amélioration de la qualité de la Moselle | 10 (solution partielle) | 0,2 |
| 3.1.e | Canalisation d'eau douce depuis Bassin Ferrifère | 83 | <ul style="list-style-type: none"> - Ressource alternative en quantité mais pas utilisable à court terme sans traitement - Incertitudes sur la qualité du gisement à moyen terme et Interconnexions à étudier | 11 + interconnexions | 4,5 |

AGENCE DE L'EAU RHIN - MEUSE
ÉTUDE DES SOLUTIONS DE RÉDUCTION DE L'IMPACT DES REJETS DE SEL EN MOSELLE
RAPPORT R2 V2

| Scénario (suite) | Description | Note totale pondérée | Commentaires | Coût d'investissement (million €) | Coût de fonctionnement (million €/an) |
|------------------|--|----------------------|---|-----------------------------------|---------------------------------------|
| 4.1.b | Traitement des rejets salins et élimination des sous-produits | 168 | - Solution idéale (traitement du problème à la source) - Valorisation impossible des sous-produits et donc élimination difficile et coûteuse | 100 | 27 |
| 6 | Traitement de l'eau aux points d'usage et déplacements de puits | 55 | - Somme de solutions locales au cas par cas (déplacement des puits et/ou traitement des eaux salines pompées) - « Faible » investissement mais exploitation coûteuse | 9 | 5 |
| 7 | Approfondissement des captages | - | - Non pertinent (ressource moins accessible et traitement toujours nécessaire ...) | - | - |

Tableau 23. Bilan économique, technique et environnemental des solutions étudiées

AGENCE DE L'EAU RHIN - MEUSE
ÉTUDE DES SOLUTIONS DE RÉDUCTION DE L'IMPACT DES REJETS DE SEL EN MOSELLE
RAPPORT R2 v2

| | | 1.1.a | 1.1.b | 1.1.c | 1.2.b | 1.3 | 1.4.a | 1.4.b | 3.1.b | 3.1.c | 3.1.d | 3.1.e | 4.1.b | 6 |
|---|------------|--|--|---|-------------------------------------|--|--|---|-------------------------|------------------------------|----------------------------------|---------------------------------|--|---|
| | | Calcoduc depuis les souduères jusqu'à Strasbourg | Calcoduc depuis les souduères jusqu'à Coblence | Calcoduc depuis les souduères jusqu'en Moselle aval | Calcoduc / Saumoduc avec projet GDF | Calcoduc depuis les souduères jusqu'à la mer | Calcoduc partiel depuis les souduères jusqu'à Strasbourg | Calcoduc partiel depuis les souduères jusqu'en Moselle aval | Aqueduc de Nancy à Metz | Aqueduc de Nancy à Arnaville | Aqueduc depuis Mines de Sizerais | Aqueduc depuis bassin ferrifère | Traitement des rejets salins + élimination des sous-produits | Traitement de l'eau aux points d'usage et déplacements de puits |
| Bilan technique et environnemental | Poids | | | | | | | | | | | | | |
| Contraintes environnementales | | | | | | | | | | | | | | |
| Qualité de l'eau | 15 | 45 | 60 | 30 | 60 | 75 | 30 | 30 | 0 | 0 | 0 | 0 | 75 | 0 |
| Faune | 1 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| Flore | 1 | 3 | 3 | 3 | 4 | 5 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 |
| Impact sur les autres polluants | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Nuisances en phase de construction | | | | | | | | | | | | | | |
| bruit | 1 | -2 | -2 | -2 | -2 | -2 | -2 | -2 | -2 | -2 | -2 | -2 | -1 | -1 |
| odeur | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| impact visuel | 1 | -2 | -2 | -2 | -3 | -3 | -2 | -2 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 | -1 |
| Nuisances en phase d'exploitation | | | | | | | | | | | | | | |
| bruit | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -3 | -3 |
| odeur | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -3 | -3 |
| impact visuel | 3 | -9 | -9 | -9 | -9 | -9 | -6 | -6 | -6 | -6 | -6 | -6 | -3 | -3 |
| pollution de l'air | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -9 | -3 |
| risque d'accident | 3 | -3 | -3 | -3 | -6 | -3 | -3 | -3 | 0 | 0 | 0 | 0 | -3 | -3 |
| sous-total | 38 | 35 | 50 | 20 | 48 | 68 | 21 | 21 | -3 | -3 | -3 | -3 | 68 | -11 |
| Contraintes techniques et réglementaires | | | | | | | | | | | | | | |
| Implantation et faisabilité réglementaire | 7 | -28 | -35 | -21 | -21 | -35 | -28 | -14 | -7 | -7 | -7 | -7 | 14 | -7 |
| Difficultés de construction | 3 | -12 | -9 | -6 | -15 | -15 | -12 | -6 | -6 | -3 | -9 | -6 | -3 | -6 |
| Contraintes d'exploitation | 7 | -14 | -14 | -14 | -35 | -14 | -14 | -14 | -7 | -7 | -14 | -14 | -35 | -21 |
| Développement Durable, Flexibilité | 10 | -10 | -10 | -10 | 20 | -10 | 10 | 10 | 30 | 30 | 40 | 40 | -30 | -20 |
| sous-total | 27 | -64 | -68 | -51 | -51 | -74 | -44 | -24 | 10 | 13 | 10 | 13 | -54 | -54 |
| Conflits d'usage | | | | | | | | | | | | | | |
| AEP | 23 | 92 | 92 | 92 | 92 | 115 | 69 | 69 | 69 | 46 | 46 | 69 | 115 | 92 |
| AEI | 3 | 12 | 12 | 12 | 12 | 15 | 9 | 9 | 9 | 6 | 6 | 9 | 15 | 12 |
| Irrigation | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 3 | 3 | -1 | -1 | -1 | -1 | 4 | 0 |
| Navigation commerciale | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -4 | -2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Navigation de plaisance | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | -4 | -2 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Pêche, Activités de loisirs et Image | 4 | 16 | 16 | 16 | 16 | 20 | 12 | 12 | -4 | -4 | -4 | -4 | 20 | 16 |
| sous-total | 35 | 124 | 124 | 124 | 124 | 155 | 93 | 93 | 65 | 43 | 47 | 73 | 154 | 120 |
| Total | 100 | 95 | 106 | 93 | 121 | 149 | 70 | 90 | 72 | 53 | 54 | 83 | 168 | 55 |

Tableau 24. Synthèse de l'évaluation technique et environnementale qualitative

3.2.2. COMMENTAIRES GÉNÉRAUX ET RECOMMANDATIONS

Parmi les solutions partielles ou totales examinées au cours de cette étude et soumises à la concertation, il s'agit de sélectionner la ou les solutions qui apportent le plus d'avantages à la collectivité pour laquelle elles sont destinées, tout en ouvrant des marges de manœuvre possible pour viser des objectifs d'amélioration du « bon état écologique » des masses d'eau dans le cadre de la DCE et du SDAGE.

Le choix doit s'opérer en fonction d'avantages et de contraintes dont la plupart sont finalement très difficilement quantifiables directement, et donc plutôt évalués selon des critères techniques, environnementaux et d'amélioration de la gestion des conflits d'usage.

Les scénarii privilégiés par l'analyse multicritères en 1999 se rapportaient à des solutions **d'exportation de tout ou partie des effluents par calcoduc**. Néanmoins, les investissements pour ce type de solutions restent lourds et il est légitime de s'interroger tant sur les charges d'exploitation que sur la durabilité de ces équipements. Leur évaluation actualisée au sein de la présente étude leur maintient des notes d'appréciation technique et environnementale bonnes, notamment parce que ces solutions permettent un **retour à l'état naturel de la Moselle** sur la zone d'étude, et donc une atteinte possible d'objectifs SAGE à fixer dans le cadre des orientations de la DCE. En tenant compte de leur coûts respectifs, les scénarios calcoduc « **Moselle aval** », voire à nouveau « **Rhin Strasbourg** » malgré les difficultés d'acceptation politique et sociale, ainsi que leurs versions « **partielles** » restent des solutions intéressantes sur le long terme, dégagant même des marges de manœuvre possibles pour envisager une augmentation des capacités des soudières à terme.

Les solutions de **substitution des eaux « contaminées par les rejets salins » par des apports d'eau brute par aqueduc** ont également été qualifiées d'intéressantes dès 1999, car elles permettent à terme d'envisager une transformation de l'infrastructure en calcoduc ; elles comportent cependant à court et moyen terme le gros inconvénient de laisser perdurer les rejets salins à la rivière et d'occulter ainsi tous les enjeux environnementaux liés à la qualité des milieux aquatiques en lien avec la Meurthe aval et la Moselle, même si ceux-ci sont finalement à relativiser au regard des données collectées lors de l'établissement de l'état des lieux actualisé pour 2009 de la problématique chlorures sur la région étudiée.

Leur évaluation actualisée au sein de la présente étude dégrade sensiblement leurs notes d'appréciation technique et environnementale, notamment parce que ces solutions « **curatives** » ne permettent pas une amélioration globale de la qualité de l'eau sur la zone d'étude, et donc une atteinte possible d'objectifs SAGE en dehors de points d'usage de ces nouveaux apports d'eau.

Des solutions partielles (notamment depuis la Mine de Saizerais, voire à moins court terme et avec plus d'incertitudes depuis le Bassin ferrifère) restent pertinentes et attractives par leurs coûts moindres et leur disponibilité à proximité des zones impactées (ceci est vrai en particulier pour la Mine de Saizerais qui dispose d'une marge d'exploitation intéressante). Certes, le potentiel des ressources des Bassins Ferrifères reste aujourd'hui difficilement évalué en termes de quantités et surtout de dates à partir desquelles les eaux pourront être exploitées sans traitement. Il est donc, en parallèle des travaux en cours du BRGM sur la qualité de ces eaux, de procéder à des études de valorisation possible en AEP au fur et à mesure des levées d'incertitudes et résultats de modélisation spatiale et temporelle.

En élargissant l'approche de 1999 dans le contexte actuel de 2009 à la recherche de solutions alternatives à la gestion des effluents salins des soudières et de la ressource en eau des collectivités pour la production d'eau potable, il a été possible de faire émerger d'autres pistes de réflexion pouvant contribuer à améliorer tout ou partie de la situation :

- Le **traitement des effluents salins** des soudières par de nouvelles techniques désormais rodées et plus pertinentes pour ce type de rejets (débit / concentration en chlorures), notamment l'**osmose inverse** dont la faisabilité économique est aujourd'hui largement améliorée que les techniques de distillation inabordables étudiées en 1999 ; les coûts d'investissement et surtout de fonctionnement (en particulier pour éliminer le volume énorme de résidus salins du traitement des effluents) demeurent cependant difficilement envisageables dans le contexte actuel et au regard des coûts des autres solutions, même si la note d'appréciation technique et environnementale est bien sûr excellente pour cette solution de traitement à la source.

Une forte incertitude demeure donc sur la faisabilité de cette solution vis-à-vis de **l'élimination des sous-produits de traitement**, que seul un **examen plus poussé** pourrait lever (éventail des filières ou modes de stockage envisageables, pistes éventuellement offertes par les recherches et développements en cours relatifs aux technologies de traitement des chlorures dans l'eau – cf pôle de compétitivité Axelera notamment).

- Le **recours potentiel aux eaux minéralisées** (notamment chargées en sulfates) du « **bassin ferrifère** », comme ressource alternative en eau brute exploitable à court terme au moyen de procédés de traitement du type nanofiltration ou plutôt à moyen / long terme après décroissance suffisante des teneurs en sulfates, ainsi que dès maintenant aux eaux disponibles du **gisement de Saizerais** (ressource plus restreinte mais de meilleure qualité car la mine a cessé son activité depuis plus longtemps), apparaît donc comme une alternative intéressante au scénario « Aqueduc avec prise d'eau en Moselle amont », en particulier par leurs coûts moindres et leur disponibilité à proximité des zones impactées. Des **études plus poussées de faisabilité technique, de phasage optimal en fonction des résultats des études BRGM en cours et d'évaluation des volumes possibles** sont néanmoins fortement recommandées pour réduire les nombreuses incertitudes pesant à ce jour sur ces solutions séduisantes.

- **L'optimisation ou les adaptations possibles au cas par cas au niveau des points de captage des eaux souterraines** pour les rendre moins vulnérables à la problématique « chlorures » présente des pistes d'amélioration moins ambitieuses en termes d'impact global sur la qualité de l'eau sur la zone d'étude, mais ont le mérite d'être plus abordables et de régler ponctuellement les situations les plus tendues:
 - o Quand cela est possible, par déplacement de certains points après études plus fines de chaque contexte hydrogéologique et de chaque mode d'exploitation actuel en fonction de l'hydrologie de la Moselle,
 - o Sinon, par traitement complémentaire possible des eaux brutes par unités localisées de traitement des chlorures au point d'usage (coûts de fonctionnement tout de même non négligeables ...),
 - o La recherche de nappes plus profondes et moins impactées ne semble par contre pas présenter de perspectives intéressantes au droit de la zone d'étude.

- **L'optimisation des solutions d'interconnections**, à concevoir à l'échelle régionale pour lever des leviers peu évidents à identifier à une échelle trop locale, reste au-delà une ambition plus globale à ne surtout pas négliger dans le cadre des réflexions initiées au niveau départemental, à élargir autant que possible en impliquant les acteurs Nancéiens.

Enfin, les pistes d'**amélioration de la modulation actuelle des rejets salins** par les soudières n'ont finalement pas permis de dégager de réelles marges de manœuvre (optimisation des rejets en temps de crues ou de forts débits, optimisation éventuelle de la limite imposées sur les rejets des soudières), compte tenu du risque d'enchaînement possible d'années sèches comme en 2003-2004-2005. Seul un **ajustement de la consigne en chlorures fixée à Hauconcourt** (teneurs globales maximales et percentiles de jours de dépassements autorisés) pourrait faire l'objet d'une étude plus détaillée pour examiner les gains possibles en termes de teneurs maximales atteintes dans la Moselle.

Les éléments fournis dans le cadre de cette étude sont destinés à alimenter les réflexions menées dans le cadre de l'élaboration du SAGE, pour viser en fonction des objectifs à fixer à une **hiérarchisation des solutions élémentaires** entre elles, et de **dégager** probablement **des solutions mixtes** alliant une encore meilleure gestion des effluents salins au niveau des soudières avec une optimisation de la gestion au cas par cas des points d'usage de la ressource en eau.

Ces éléments d'aide à la décision permettront aux acteurs impliqués d'orienter leur choix et d'évaluer les volumes d'investissements à envisager, voire leur répartition entre les parties prenantes.

Un plan d'actions peut sur cette base être dressé en concertation, avec a priori 2 grandes catégories de mesures pour 2 types d'échéances :

- à court terme (disons 2010-2015) : mise en œuvre de solutions locales pertinentes et lancement des études nécessaires pour affiner la réflexion sur des solutions plus globales et sur le long terme ;
- au-delà (2015-2027) : mise en œuvre des solutions permettant le retour à l'état naturel de la qualité de la Moselle, qui reste un objectif pertinent à se fixer.

oOo

ANNEXES

Annexe 1. Compte-rendu de la Commission SDAGE d'avril 2009

Annexe 2. Documents pertinents sur la convention de Bonn

Annexe 3. Carte des points de captages sur la nappe alluviale de la Moselle et des contraintes associées



COMMISSION SDAGE

REUNION DU 28 AVRIL 2009

Point V - NOUVELLES REGLES D'ESTIMATION DU BON ETAT

Ce qui est attendu de la Commission SDAGE :

- Prendre connaissance des ajustements apportés aux règles d'estimation du bon état des eaux douces de surface et des eaux souterraines
- Prendre connaissance des modalités de fixation des valeurs seuils de bon état chimique des masses d'eau souterraine

Contexte

L'évaluation de l'état des masses d'eau est une étape incontournable de la mise en œuvre de la directive cadre sur l'eau (DCE), qui doit répondre à des exigences précises requises par la directive notamment en matière de modalités d'évaluation et pour les représentations cartographiques à inclure dans les plans de gestion. Par ailleurs, l'état initial des masses d'eau est un des éléments indispensables à la définition des objectifs qui leurs sont fixés par les SDAGE et à celle des programmes de mesures à conduire pour atteindre ces objectifs. Enfin, la déclinaison des Programmes de mesures en plans d'action et la définition des priorités d'actions s'appuieront également sur des évaluations de l'état des milieux (voir point 4).

Partant des dispositions provisoires adoptées lors de l'élaboration des états des lieux (2005), les bassins et la Direction de l'eau et de la biodiversité ont travaillé à l'ajustement des règles d'évaluation du bon état des eaux de surface et souterraine. Ces évolutions permettent de tenir compte des derniers travaux européens et français sur ce sujet et d'intégrer les dispositions des deux « directives filles » concernant d'une part les eaux souterraines (directive 2006/118/CE) et d'autre part les paramètres et normes de qualité environnementales (NQE) à respecter pour le bon état chimique des eaux de surface (directive 2008/105/CE).

5.1. Guide technique actualisant les règles d'évaluation des eaux douces de surface

Un guide technique relatif aux règles d'évaluation de l'état des masses d'eau douce de surface vient d'être élaboré au niveau national. L'objet de ce guide est de donner les éléments permettant d'évaluer l'état écologique et l'état chimique des masses d'eau douce de surface, ainsi que les modalités de représentations cartographiques à suivre, conformément aux obligations de rapportage européennes. Ce texte intègre l'ensemble des règles permettant d'évaluer l'état d'une masse d'eau de surface : état ou potentiel écologique (éléments de qualité biologiques, physico-chimiques et substances spécifiques de l'état écologique), état chimique et niveau de confiance à ces résultats.

Des éléments provisoires de ce guide mais déjà significatifs ont été produits dès 2005 pour la définition du bon état des eaux de surface, complétées par des instructions publiées en décembre 2007. Les résultats de l'exercice européen d'intercalibration et sa déclinaison nationale, les travaux récents relatifs aux règles d'agrégation entre biologie et physico-chimie ainsi qu'à la définition du potentiel écologique de masses d'eau fortement modifiées, l'établissement d'une liste de substances pour l'état écologique et l'adoption de la directive fille relative aux substances prioritaires de l'état chimique permettent aujourd'hui de disposer de règles consolidées.

Ces règles resteront en vigueur jusqu'à l'évaluation à mi-parcours des Programmes de mesures requises par la DCE à échéance 2013. Pour cette date, les travaux menés aux niveaux européen et national fourniront des résultats supplémentaires permettant d'établir des règles d'évaluation plus abouties scientifiquement et plus complètes. Ces « nouvelles règles » seront à appliquer pour la révision à mi-parcours de 2013 et la préparation des SDAGE 2016-2021.

Il convient de souligner que ces nouvelles règles se placent dans la continuité des règles produites depuis 2005 et utilisées pour l'élaboration des projets de SDAGE et de Programmes de mesures soumis à la consultation du public, puis à celle des assemblées. Bien que susceptibles de modifier l'état de quelques masses d'eau, elles ne sont pas de nature dans notre bassin à modifier les diagnostics et les propositions sur lesquels sont fondés ces projets.

5.2. Modalités d'évaluation du bon état chimique des eaux souterraines

La Directive 2006/118/CE sur la protection des eaux souterraines contre la pollution et leur détérioration, adoptée le 12 décembre 2006, définit le bon état des eaux souterraines selon des critères et une « procédure d'évaluation de l'état chimique des eaux souterraines » (article 3 et 4). La transposition de ces dispositions au niveau national a été faite par l'arrêté du 17 décembre 2008 « établissant les critères d'évaluation et les modalités de détermination de l'état des eaux souterraines et des tendances significatives et durables de dégradation de l'état chimique des eaux souterraines ».

Procédure d'évaluation

Partant du "guide bon état" élaboré en 2007 en le complétant par les travaux européens qui se sont achevés fin 2008, un guide technique relatif aux règles d'évaluation de l'état des masses d'eau souterraine a été élaboré au niveau national. Il détaille le contenu de l'article 6 de l'arrêté du 17 décembre 2008 relatif à la procédure d'évaluation de l'état chimique d'une masse d'eau.

Globalement, ces règles reprennent la procédure utilisée tant pour établir l'état des lieux que pour l'élaboration des projets de SDAGE et de programme de mesures. Elles ne s'appliquent qu'aux masses d'eau à risque, c'est-à-dire à celles identifiées dans l'état des lieux comme risquant de ne pas atteindre le bon état chimique en 2015. La mise à jour de cette liste au regard des données acquises depuis 2004 est toutefois nécessaire. Les masses d'eau qui ne sont pas à risque sont d'office classées en bon état.

La démarche distingue deux étapes :

- Etape 1 : poser un diagnostic à partir des résultats de surveillance : la masse d'eau est en bon état si aucun dépassement est observé,
- Etape 2 : si un dépassement est observé sur un ou plusieurs points de surveillance alors une « enquête appropriée » doit être menée.

Il faut entendre par « dépassement » le dépassement d'une valeur seuil donnée sur un site de surveillance en moyenne sur une période donnée.

« L'enquête appropriée » consiste quant à elle à étudier en détail si les conditions qui définissent le bon état chimique d'une masse d'eau souterraine sont remplies : étendue de la dégradation, invasion salée, impact sur les milieux associés (cours d'eau, zones humides) et sur les usages humains (en particulier AEP). L'apport essentiel de la procédure nationale en cours de finalisation est de préciser les modalités selon lesquelles cette enquête doit être conduite. Pour faciliter cette étape, une série de tests y est proposée. Chaque test correspond à une condition. Seuls les tests « pertinents », c'est-à-dire correspondant à un risque identifié doivent être menés. Si, par exemple, une masse d'eau ne présente aucun risque d'invasion salée ou autre, il est inutile d'appliquer ce test.

Une première application de ces tests confirme en première approche les diagnostics déjà posés sur l'état des masses d'eau souterraine des bassins Rhin et Meuse pour ce qui concerne les nitrates et les pesticides.

Valeurs seuils

La directive fille prescrit :

- des normes de qualité, fixées au niveau européen, pour deux paramètres (nitrates et pesticides),
- des valeurs seuils à fixer par les Etats membres pour les paramètres qui « ont été identifiés comme contribuant à caractériser les masses ou groupes de masses d'eau souterraine comme étant à risque pour les éléments suivants :
 - Substances ou ions qui peuvent à la fois être naturellement présents et résulter de l'activité humaine : As, Cd, Pb, Hg, NH₄⁺, Cl⁻, SO₄²⁻
 - Substances artificielles : trichloréthylène, tétrachloréthylène.
 - Paramètres indiquant les invasions d'eau salée ou autre : conductivité.

Ces deux groupes de valeurs seuils / normes de qualité sont reprises respectivement dans les annexes I et II de l'arrêté du 17 décembre 2008 relatif à la procédure d'évaluation de l'état chimique d'une masse d'eau. L'annexe II de l'arrêté fixe au niveau national français des valeurs seuils maximales pour 7 des paramètres dont les valeurs sont à fixer par les Etats membres : As, Cd, Pb, Hg, NH₄⁺, trichloréthylène et tétrachloréthylène. Il prévoit par ailleurs :

- la possibilité pour le préfet coordonnateur de bassin d'arrêter des valeurs seuils plus strictes que les valeurs fixées au niveau européen en cas d'impact avéré sur des eaux de surface ou autres milieux associés à la masse d'eau (annexe I de l'arrêté),
- la fixation par le préfet coordonnateur de bassin, après avis du comité de bassin, des valeurs seuils pour les polluants identifiés comme responsables d'un risque de non atteinte du bon état chimique parmi ceux dont les valeurs sont à fixer par les Etats membres. Ces valeurs doivent au minimum être égales aux valeurs définies au niveau national (annexe II de l'arrêté).

Le préfet coordonnateur de bassin fixera ces seuils qui seront intégrés au SDAGE lors de la prise de l'arrêté d'approbation des SDAGE.

En ce qui concerne les nitrates et les pesticides, les analyses réalisées à partir des connaissances disponibles ne mettent pas en évidence d'impact avéré d'une masse d'eau souterraine sur des eaux de surface ou autres milieux associés. Il n'y a donc pas lieu à ce stade d'envisager de fixer des valeurs seuils plus strictes que les valeurs fixées au niveau européen pour ces paramètres.

Parmi les paramètres du deuxième groupe (valeurs à fixer par les Etats), seuls trois paramètres ont été identifiés comme à risque de non atteinte du bon état chimique dans le district Rhin et aucun dans le district Meuse (voir tomes 19 et 20 des projets de SDAGE). Il s'agit des **chlorures** (masses d'eau 2001 : pliocène d'Haguenau et nappe d'Alsace et 2016 : alluvions de la Moselle en aval de la confluence avec la Meurthe), des **sulfates** (masse d'eau 2026 : réservoir minier bassin ferrifère) et des **solvants chlorés** (masse d'eau 2001).

En application de l'arrêté du 17 décembre 2008, des valeurs seuils sont donc à fixer dans le SDAGE Rhin pour ces trois paramètres. Pour les solvants chlorés, il est proposé que ces valeurs soient calées sur les valeurs seuils nationales de l'arrêté du 17 décembre 2008, soit 10 µg/l par substance.

Des valeurs seuils doivent également être fixées dans le SDAGE Rhin pour les chlorures et les sulfates. Conformément aux dispositions de l'arrêté du 17 décembre 2008, une procédure nationale, en cours d'élaboration, prévoit que ces valeurs soient fixées en tenant compte notamment des fonds géochimiques naturels, des valeurs seuils fixées pour les eaux brutes et distribuées (se réfèrent à l'arrêté du 11 janvier 2007, soit respectivement 200 mg/l et 250 mg/l pour les chlorures et les sulfates), ainsi que des concertations internationales.

Pour les sulfates, il est également proposé de se caler sur la valeur seuil proposée au niveau national en référence aux normes pour l'alimentation en eau potable soit 250 mg/l. A noter que le choix de cette valeur seuil aura en tout état de cause, une incidence limitée, la masse d'eau la plus concernée, qui est celle des calcaires du bassin ferrifère, ayant été proposée en dérogation pour ce paramètre.

Pour les chlorures, et compte tenu des précisions encore attendues sur la procédure nationale et des enjeux liés à la fixation de ces seuils, en particulier pour la masse d'eau 2016 (alluvions de la Moselle en aval de la confluence avec la Meurthe), il est proposé à la Commission SDAGE de mandater le « groupe de travail chlorures » pour proposer d'ici juin 2009 une valeur seuil chlorures.

L'avis de la Commission sera ensuite sollicité lors de sa réunion du 15 juin 2009 sur ces propositions.

Convention relative à la protection du Rhin contre la pollution par les chlorures

Conclue à Bonn le 3 décembre 1976

Approuvée par l'Assemblée fédérale le 19 septembre 1977¹

Instrument de ratification déposé par la Suisse le 28 novembre 1977

Modifiée par échange de lettres les 29 avril/13 mai 1983

Entrée en vigueur pour la Suisse le 5 juillet 1985

*Le Gouvernement de la République fédérale d'Allemagne,
le Gouvernement de la République Française,
le Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg,
le Gouvernement du Royaume des Pays-Bas,
et le Gouvernement de la Confédération Suisse,*

se référant à l'Accord du 29 avril 1963² concernant la Commission internationale pour la protection du Rhin contre la pollution,

considérant la charge actuelle du Rhin en ions-chlore, conscients des dommages qui pourraient en résulter,

se référant aux constatations et aux résultats de la conférence ministérielle sur la pollution du Rhin des 25 et 26 octobre 1972 à La Haye, au cours de laquelle avait été exprimé le souhait d'une amélioration progressive de la qualité des eaux du Rhin, de sorte que la teneur de 200 mg/l d'ions-chlore ne soit pas dépassée à la frontière germano-néerlandaise,

sont convenus de ce qui suit:

Art. 1

(1) Les Parties contractantes renforcent leur collaboration en vue de lutter contre la pollution du Rhin par les ions-chlore sur la base, dans une première étape, des dispositions de la présente Convention.

(2) L'annexe A à la Convention précise ce que les Parties contractantes entendent par «Rhin» pour l'application de ladite Convention.

Art. 2

(1) Les rejets d'ions-chlore dans le Rhin seront réduits d'au moins 60 kg/s d'ions-chlore (moyenne annuelle). Cet objectif sera réalisé progressivement sur le territoire français.

RO 1985 1045; FF 1977 I 1033

¹ Art. premier, al. 1 de l'AF du 19 sept. 1977 (RO 1979 91)

² RS 0.814.284

(2) Pour mettre en œuvre l'engagement prévu au paragraphe précédent, le Gouvernement français fera réaliser dans des conditions prévues à l'annexe 1 de la présente Convention une installation d'injection dans le sous-sol alsacien en vue de réduire pendant une durée de dix ans les rejets des Mines de Potasse d'Alsace d'une première quantité de l'ordre de 20 kg/s d'ions-chlore. L'installation est mis en place dès que possible, au plus tard dans un délai de dix-huit mois après l'entrée en vigueur de la Convention. Le Gouvernement français en informe régulièrement la Commission internationale pour la protection du Rhin contre la pollution (ci-après dénommée «la Commission internationale»).

(3) Les Parties contractantes sont convenues que le Gouvernement français prendra, après considération des résultats obtenus dans la première phase prévue au paragraphe 2, toutes les mesures pour faire atteindre avant le 1^{er} janvier 1980, par injection dans le sous-sol alsacien ou par d'autres moyens, l'objectif fixé au paragraphe 1, sous réserve d'un accord sur les modalités techniques du projet et sur le financement des coûts y afférents.

(4) Le Gouvernement français présente un plan global sur les modalités techniques et les coûts des mesures à prendre pour l'application du paragraphe 3.

Art. 3³**Art. 4**

(1) Le Gouvernement français, de sa propre initiative ou à la requête d'une autre Partie contractante, peut faire interrompre l'opération d'injection ou de résorption d'ions-chlore lorsque de graves dangers se manifestent pour l'environnement et notamment la nappe phréatique.

(2) Le Gouvernement français, ou toute autre Partie requérante, informe immédiatement la Commission internationale de la situation et lui communique des données sur l'étendue et la nature des dangers.

(3) Le Gouvernement français prend immédiatement les mesures que la situation rend nécessaires. Il en informe la Commission internationale. Lorsque la situation n'est plus estimée dangereuse, l'opération d'injection ou de résorption d'ions-chlore est à reprendre sans délai.

(4) Les Parties contractantes, à la demande de l'une d'entre elles, se consultent au sein de la Commission internationale en vue de prendre le cas échéant des mesures complémentaires.

Art. 5

Si l'opération d'injection ou de résorption d'ions-chlore donne lieu à des dommages dont l'indemnisation ne peut être assurée en tout ou en partie par les constructeurs de l'ouvrage ou des tiers, les Parties contractantes se consultent à la demande de l'une d'entre elles sur une contribution éventuelle qu'il pourrait y avoir lieu de verser au Gouvernement français.

³ Abrogé pour l'art. 6 du prot. add. du 25 sept. 1991 (RS **0.814.284.62**)

Art. 6⁴**Art. 7**

(1) Les dépenses résultant de l'injection prévue au paragraphe 2 de l'article 2 et des travaux préparatoires sont prises en charge par la Partie française.

(2) Les Parties contractantes ci-dessous mentionnées contribuent, par le versement d'une somme forfaitaire, aux coûts totaux d'un montant de cent trente-deux millions de francs français selon la répartition suivante:

| | |
|---------------------------------|-------------------------|
| République fédérale d'Allemagne | trente pour cent |
| Royaume des Pays-Bas | trente-quatre pour cent |
| Confédération suisse | six pour cent |

Les contributions sont versées au plus tard trois mois après l'entrée en vigueur de la présente Convention.

(3) Les Parties contractantes délibèrent, après présentation du plan global prévu au paragraphe 4 de l'article 2 et à la demande du Gouvernement français, du financement des mesures à réaliser en vue de l'application du paragraphe 3 de l'article 2, sur la base de la clé utilisée au paragraphe 2 ci-dessus. Sont également compris dans le plan de financement les coûts des recherches préparatoires notamment ceux qui sont relatifs aux études et aux explorations, et d'autre part les dépenses imprévisibles pour autant qu'elles n'ont pas pu être couvertes par le financement de la première phase.

Art. 8

Les versements prévus à l'article 7, paragraphe 2, sont effectués, en francs français, au compte n° 440-09/ligne 1 auprès de l'Agence Comptable Centrale du Trésor français.

Art. 9

Lorsque, après l'entrée en vigueur de la présente Convention, la Commission internationale constate qu'à l'un des points de mesure, la charge et la concentration en ions-chlore présentent une tendance continue à s'accroître, elle demande à chaque Partie contractante sur le territoire de laquelle se situe la cause de cet accroissement de prendre les dispositions nécessaires pour y mettre fin.

Art. 10

(1) Si des difficultés résultent de l'application de l'article 9, et qu'un délai de six mois s'est écoulé depuis leur constatation par la Commission internationale, celle-ci, aux fins de présenter un rapport aux Gouvernements, peut recourir, sur la demande d'une Partie contractante, aux services d'un expert indépendant.

⁴ Abrogé pour l'art. 6 du prot. add. du 25 sept. 1991 (RS 0.814.284.62)

(2) Les frais afférents à l'enquête, y inclus les honoraires de l'expert, sont répartis entre les Parties contractantes ci-dessous mentionnées de la manière suivante:

| | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| République fédérale d'Allemagne | deux septièmes ($\frac{2}{7}$) |
| République française | deux septièmes ($\frac{2}{7}$) |
| Royaume des Pays-Bas | deux septièmes ($\frac{2}{7}$) |
| Confédération suisse | un septième ($\frac{1}{7}$) |

La Commission internationale peut, dans certains cas, déterminer une autre répartition.

Art. 11

Lorsqu'une Partie contractante constate dans les eaux du Rhin un accroissement soudain et notable en ions-chlore ou a connaissance d'un accident dont les conséquences sont susceptibles de menacer gravement la qualité de ces eaux, elle en informe sans retard la Commission internationale et les Parties contractantes susceptibles d'en être affectées selon une procédure à élaborer par la Commission internationale.

Art. 12

- (1) Chaque Partie contractante concernée prend à sa charge aux stations de mesure convenues l'installation et le fonctionnement des appareils et des systèmes de mesure servant à contrôler la concentration en ions-chlore dans les eaux du Rhin.
- (2) Les charges en ions-chlore seront déterminées sur la base des mesures effectuées conformément aux recommandations de la Commission internationale.
- (3) Les Parties contractantes informent régulièrement et au moins tous les six mois la Commission internationale des résultats des contrôles effectués en application du paragraphe 1 ci-dessus.

Art. 13

Tout différend entre des Parties contractantes relatif à l'interprétation ou à l'application de la présente Convention et qui n'aura pu être réglé par voie de négociation est, sauf si les Parties au différend en disposent autrement, soumis, à la requête de l'une d'entre elles, à l'arbitrage conformément aux dispositions de l'annexe B. Celle-ci, ainsi que les annexes A, I et II, fait partie intégrante de la présente Convention.

Art. 14

Chaque Partie signataire notifiera au Gouvernement de la Confédération suisse l'exécution des procédures requises en ce qui la concerne pour l'entrée en vigueur de la présente Convention. Celle-ci entrera en vigueur le premier jour du deuxième mois suivant la réception de la dernière notification.

Art. 15

A l'expiration d'un délai de trois ans après son entrée en vigueur, la présente Convention pourra être dénoncée à tout moment par chacune des Parties contractantes par une déclaration adressée au Gouvernement de la Confédération suisse. La dénonciation prendra effet, pour la Partie qui dénonce, six mois après réception de la déclaration par le Gouvernement de la Confédération suisse. Elle n'aura pas pour effet de compromettre la continuité de l'exécution des tâches, pour lesquelles un financement international aura été acquis.

Art. 16

Le Gouvernement de la Confédération suisse informera les Parties contractantes de la date de réception de toute notification ou déclaration reçue en application des articles 14 et 15.

Art. 17

(1) Si l'Accord du 29 avril 1963⁵ concernant la Commission internationale pour la protection du Rhin contre la pollution est dénoncé par l'une des Parties audit Accord, les Parties contractantes procéderont sans délai à des consultations au sujet des dispositions nécessaires en vue d'assurer la continuité de l'exécution des tâches qui, aux termes de la présente Convention, incombent à la Commission internationale.

(2) Si un accord n'est pas intervenu dans les six mois suivant l'ouverture des consultations, chacune des Parties contractantes pourra dénoncer à tout moment la présente Convention conformément à l'article 15, sans attendre l'expiration du délai de trois ans.

Art. 18

La présente Convention rédigée en un exemplaire unique, en langues allemande, française et néerlandaise, les trois textes faisant également foi, sera déposée dans les archives du Gouvernement de la Confédération suisse qui en remettra une copie certifiée conforme à chacune des Parties contractantes.

Fait à Bonn, le 3 décembre 1976.

(Suivent les signatures)

Annexe A

Pour l'application de la présente Convention, le Rhin commence à la sortie du Lac inférieur et il inclut les bras, jusqu'à la limite des eaux douces, par lesquels il écoule librement ses eaux dans la mer du Nord, y compris l'IJssel jusqu'à Kampen.

La limite des eaux douces est l'endroit dans le cours d'eau où, à marée basse et en période de faible débit d'eau douce, une augmentation notable de la teneur en chlorures est à constater du fait de la présence de l'eau de mer. Cet endroit se trouve pour le Nieuwe Maas à 1000 kilomètres-Rhin en aval du Pont de Constance sur le Rhin. Les autres points de la limite des eaux douces seront fixés par la Commission internationale, en tenant compte des modalités de détermination de la limite définie ci-dessus.

Arbitrage

(1) A moins que les parties au différend n'en disposent autrement, la procédure d'arbitrage est conduite conformément aux dispositions de la présente annexe.

(2) Le tribunal arbitral est composé de trois membres – chacune des parties au différend nomme un arbitre, les deux arbitres ainsi nommés désignent d'un commun accord le troisième arbitre qui assume la présidence du tribunal.

Si, au terme d'un délai de deux mois à compter de la désignation du deuxième arbitre, le Président du tribunal n'a pas été désigné, le Président de la Cour Européenne des Droits de l'Homme procède, à la requête de la partie la plus diligente dans un nouveau délai de deux mois, à sa désignation.

(3) Si, dans un délai de deux mois après la réception de la requête prévue à l'article 13 de la Convention, l'une des parties au différend n'a pas procédé à la désignation qui lui incombe d'un membre du tribunal, l'autre partie peut saisir le Président de la Cour Européenne des Droits de l'Homme qui désigne le Président du tribunal arbitral dans un nouveau délai de deux mois. Dès sa désignation le Président du tribunal arbitral demande à la partie qui n'a pas nommé d'arbitre de le faire dans un délai de deux mois. Passé ce délai, il saisit le Président de la Cour Européenne des Droits de l'Homme qui procède à cette nomination dans un nouveau délai de deux mois.

(4) Si, dans les cas visés aux paragraphes précédents, le Président de la Cour Européenne des Droits de l'Homme se trouve empêché ou s'il est le ressortissant de l'une des parties au différend, la désignation du Président du tribunal arbitral ou la nomination de l'arbitre incombe au vice-président de la Cour, ou au membre le plus ancien de la Cour qui ne se trouve pas empêché et qui n'est pas le ressortissant de l'une des parties au différend.

(5) Les dispositions qui précèdent s'appliquent, selon le cas, pour pourvoir aux sièges devenus vacants.

(6) Le tribunal arbitral décide selon les règles du droit international et, en particulier, selon les dispositions de la présente Convention.

(7) Les décisions du tribunal arbitral, tant sur la procédure que sur le fond, sont prises à la majorité des voix de ses membres, l'absence ou l'abstention d'un des membres du tribunal désignés par les parties n'empêchant pas le tribunal de statuer. En cas de partage égal des voix, la voix du Président est prépondérante. Les décisions du tribunal lient les parties. Celles-ci supportent les frais de l'arbitre qu'elles ont désigné et se partagent à parts égales les autres frais. Sur les autres points le tribunal arbitral règle lui-même sa procédure.

Eléments techniques pour l'installation d'injection prévue au paragraphe 2 de l'article 2

L'injection des saumures résiduelles dans le sous-sol est réalisée dans un horizon de roches-magasin calcaires, dénommé «Grande Oolithe», à une profondeur de 1500 à 2000 m, au sud-ouest de Mulhouse.

Compte tenu des études et essais déjà effectués, l'injection est réalisée à l'aide d'une installation conforme à la description suivante:

1. un atelier de fabrication de saumure concentrée situé à l'intérieur du périmètre des installations de surface de la Mine «Amélie» et capable de fournir un volume de saumure correspondant à 20 kg/s d'ions-chlore (moyenne annuelle);
2. des bassins de stockage étanches pour la saumure concentrée et les eaux de gisement soutirées;
3. un réseau de conduites pour le transport de saumure depuis le bassin jusqu'aux puits d'injection, sur une distance de 10 km environ, avec la station de pompage correspondante, située en aval du bassin de stockage de saumure;
4. deux nouveaux puits d'injection qui, avec celui de Schweighouse, seront équipés d'un système double permettant l'injection de saumure soit par simple gravité, soit avec l'appoint d'une pompe;
5. trois puits de soutirage équipés de pompes immergées à grande profondeur pour l'extraction des eaux de gisement;
6. un réseau de conduites d'eaux de gisement soutirées, sur une distance de 22 km environ, à partir des puits de soutirage jusqu'au bassin de stockage de ces eaux;
7. un réseau de télécommande et télécontrôle, nécessaire pour la conduite et la surveillance de l'exploitation.

L'exploitation de l'installation comprend la mise en œuvre de l'injection d'ions-chlore dans les conditions prévues par la Convention, la fourniture de l'énergie, l'exécution des travaux d'entretien et la surveillance du réservoir souterrain.

Charges nationales (en kg/s) résultant des rejets en ions-chlore supérieurs à 1 kg/s dans différentes sections du fleuve

| Sections du fleuve | en Suisse | | en France | |
|-------------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|-------------------------------|
| | Valeur moyenne ¹⁾ | Valeur maximale ²⁾ | Valeur moyenne ¹⁾ | Valeur maximale ²⁾ |
| Stein am Rhein–Kembs | 10 | | 130 ³⁾ | |
| Kembs–Seltz/Maxau | | | | |
| Seltz/Maxau–Mayence | | | 38 ⁴⁾ | |
| Mayence–Braubach/ Coblence | | | | |
| Braubach/Coblence– Bimmen/Lobith | | | | |
| Bimmen/Lobith– embouchure | | | | |
| Total jusqu'au 31.12.1998 | 10 | | 168 ³⁾ | |
| Total à partir du 1.1.1999 | 5 | | 108 ⁵⁾ | |
| <hr/> | | | | |
| Sections du fleuve | en Allemagne | | aux Pays-Bas | |
| | Valeur moyenne ¹⁾ | Valeur maximale ²⁾ | Valeur moyenne ¹⁾ | Valeur maximale ²⁾ |
| Stein am Rhein–Kembs | | | | |
| Kembs–Seltz/Maxau | 4,2 | 4,2 | | |
| Seltz/Maxau–Mayence | 15,8 | 17,5 | | |
| Mayence–Braubach/ Coblence | 9,9 | 10,0 | | |
| Braubach/Coblence– Bimmen/Lobith | 105 | 123,6 | | |
| Bimmen/Lobith– embouchure | | | | |
| Total jusqu'au 31.12.1998 | 134,9 | | | |
| Total à partir du 1.1.1999 | 134,9 | | | |

- 1) La valeur moyenne s'entend de la valeur moyenne annuelle de longue durée après mesures sur les rejets.
- 2) La valeur maximale s'entend de la charge maximale admise, (atteinte de temps à autre, par exemple à l'occasion d'un débit plus élevé).
- 3) Cette valeur diminue en fonction de la réalisation des mesures prévues à l'article 2, paragraphe 2, de la Convention et à l'article 1 du protocole additionnel.
- 4) Les rejets en ions-chlore sont modulés de façon telle que la concentration résultant des rejets supérieurs à 1 kg/s d'ions-chlore ne dépasse pas 400 mg/l d'ions-chlore à la station de mesure d'Hauconcourt sur la Moselle. La charge moyenne annuelle indiquée ne doit pas être dépassée.
- 5) Sur le tronçon Kembs–Seltz/Maxau, la valeur de 75 kg/s ne doit pas être dépassée.

⁶ Nouvelle teneur selon l'art 6 du prot add. du 25 sept. 1991, en vigueur depuis le 1^{er} nov. 1994 (RS 0.814.284.62).

Champ d'application de la convention le 5 juillet 1985

| Etats parties | Ratification | | Entrée en vigueur | |
|---------------|--------------|------|-------------------|------|
| Allemagne | 7 décembre | 1978 | 5 juillet | 1985 |
| France | 2 février | 1984 | 5 juillet | 1985 |
| Luxembourg | 3 mai | 1978 | 5 juillet | 1985 |
| Pays-Bas | 18 septembre | 1978 | 5 juillet | 1985 |
| Suisse | 28 novembre | 1977 | 5 juillet | 1985 |

Protocole additionnel à la Convention du 3 décembre 1976 relative à la protection du Rhin contre la pollution par les chlorures

Conclu à Bruxelles le 25 septembre 1991
Approuvé par l'Assemblée fédérale le 18 décembre 1992¹
Instrument de ratification déposé par la Suisse le 25 février 1993
Entré en vigueur pour la Suisse le 1^{er} novembre 1994

*Le Gouvernement de la République fédérale d'Allemagne,
le Gouvernement de la République Française,
le Gouvernement du Grand-Duché de Luxembourg,
le Gouvernement du Royaume des Pays-Bas
et le Gouvernement de la Confédération Suisse,*

se référant aux résultats des conférences ministérielles sur la pollution du Rhin des 11 octobre 1988 à Bonn et 30 novembre 1989 à Bruxelles,

se référant à la Convention du 3 décembre 1976² relative à la protection du Rhin contre la pollution par les chlorures, aux échanges de lettres du 29 avril, des 4 et 14 mai 1983³ et à la déclaration des chefs de délégation du 11 décembre 1986⁴ (désignée ci-après par «la Convention»),

soucieux d'améliorer la qualité des eaux du Rhin de sorte que les dépassements de la teneur de 200 mg/l d'ions-chlore à la frontière germano-néerlandaise soient limités, tant en ce qui concerne leur importance que leur durée,

résolus à faciliter l'approvisionnement en eau potable à partir du Rhin et de l'Ijsselmeer,

convaincus que, en dehors des réductions déjà obtenues et des mesures prévues par le présent protocole, d'autres mesures de réduction de la charge en chlorures sur l'ensemble du cours du Rhin ne sont ni nécessaires du point de vue écologique ni justifiées au regard de critères techniques et économiques,

et décidés à régler définitivement, à l'échelon international, le problème de la réduction de la charge en chlorures dans le Rhin,

sont convenus de ce qui suit:

RO 1994 2277; FF 1992 II 633

1 RO 1994 2276

2 RS 0.814.284.6

3 RS 0.814.284.61

4 Pas publiée au RO.

Art. 1

1. Pendant les périodes durant lesquelles la concentration en chlorures dans le Rhin dépasse la valeur d'orientation de 200 mg/l à la frontière germano-néerlandaise, le Gouvernement français procédera, en plus de la réduction de 20 kg/s d'ions-chlore réalisée depuis le 5 janvier 1987 conformément à l'article 2, paragraphe 2, de la Convention, à une réduction modulée sur le territoire français conformément aux précisions et aux éléments techniques de l'annexe I. Les quantités de chlorures résultant de la réduction modulée seront provisoirement stockées à terre.

2. Le Gouvernement français informera chaque année les autres Parties contractantes des quantités de chlorures stockées par suite de la réduction modulée et des coûts y afférents.

3. La réduction modulée réalisée conformément au présent protocole additionnel constitue la mise en œuvre des obligations prévues aux paragraphes 1, 3 et 4 de l'article 2 et au paragraphe 3 de l'article 7 de la Convention.

Art. 2

Les quantités de chlorures stockées en application de la réduction modulée conformément à l'article 1^{er} du présent protocole additionnel pourront, après la réduction de la production des mines de potasse d'Alsace et selon des modalités à fixer ultérieurement par les Parties contractantes sur la base d'une proposition de la Commission Internationale, être déversées dans le Rhin de manière acceptable du point de vue écologique et en tenant compte des différentes utilisations de l'eau. Pendant cette période, la valeur d'orientation de 200 mg/l d'ions-chlore à la frontière germano-néerlandaise continuera à servir et la charge nationale en moyenne annuelle figurant au tableau annexe II de la Convention dans la version modifiée par le présent protocole additionnel ne sera pas dépassée.

Art. 3

Le Gouvernement néerlandais prendra sur le territoire néerlandais des mesures pour limiter les charges en chlorures dans les eaux de l'IJsselmeer servant à l'approvisionnement en eau potable, et ce par le rejet dans la mer des Wadden des eaux salées du Wieringermeer déversées jusqu'à présent dans l'IJsselmeer. Les bases techniques de ces mesures sont exposées dans l'annexe II au présent protocole additionnel.

Art. 4

Les coûts des mesures prises sur le territoire français conformément aux articles 1 et 2 et s'élevant au maximum à 400 millions de francs français et ceux des mesures prises sur le territoire néerlandais conformément à l'article 3 et s'élevant au maximum à 32,37 millions de florins néerlandais sont répartis comme suit:

| | En % |
|---------------------------------|------|
| République fédérale d'Allemagne | 30 |
| République française | 30 |
| Royaume des Pays-Bas | 34 |
| Confédération suisse | 6 |

Les modalités de paiement sont indiquées en annexe III au présent protocole additionnel.

La réduction permanente des charges en chlorures du Rhin en Suisse sera prise en compte dans le calcul du montant de la contribution suisse conformément aux dispositions de l'annexe III.

Ce montant est fixé à 12 millions de francs français.

Art. 5

1. Les Parties contractantes prennent sur leur territoire les mesures nécessaires pour éviter une augmentation des quantités d'ions-chlore rejetées dans le bassin du Rhin. Les valeurs des charges nationales sont mentionnées en annexe IV en tenant compte des mesures prévues par le présent protocole additionnel.
2. Les augmentations des quantités d'ions-chlore provenant de rejets isolés ne sont admissibles que dans la mesure où les Parties contractantes concernées procèdent sur leur territoire à une compensation de la charge ou si une compensation globale peut être trouvée dans le cadre de la Commission Internationale.
3. Une Partie contractante peut exceptionnellement, pour des raisons impératives et après avoir demandé l'avis de la Commission Internationale, autoriser une augmentation sans qu'une compensation immédiate soit opérée.
4. Les Pays-Bas ne compenseront ni totalement, ni partiellement la réduction de la charge en sel dans l'Ijsselmeer obtenue à la suite de la mesure prise conformément à l'article 3 du présent protocole par d'autres apports dans l'Ijsselmeer ou dans le Rhin.
5. Les Etats contractants contrôlent sur leur territoire tous les rejets d'ions-chlore supérieurs à 1 kg/s dans le bassin du Rhin, ainsi que dans l'Ijsselmeer.
6. Chaque Partie contractante adresse une fois par an à la Commission Internationale un rapport qui fait ressortir l'évolution de la charge en ions-chlore des eaux du Rhin et de l'Ijsselmeer.

Art. 6

Les articles 3 et 6 de la Convention sont abrogés.

L'annexe II de la Convention est remplacée par l'annexe IV du présent protocole additionnel.

Art. 7

1. Les articles 13, 14, 16 et 17 de la Convention s'appliquent de la même manière au présent protocole additionnel.

2. L'article 15 de la Convention s'applique compte tenu des dispositions suivantes:

La Convention et le présent protocole additionnel ne peuvent être dénoncés que conjointement; cette dénonciation peut avoir lieu à tout moment après l'entrée en vigueur du présent protocole additionnel.

Art. 8

Ce protocole additionnel à la Convention rédigé en un exemplaire original, en langues allemande, française et néerlandaise, les trois textes faisant également foi, sera déposé dans les archives du Gouvernement de la Confédération suisse qui en remettra une copie certifiée conforme à chacune des Parties contractantes.

Fait à Bruxelles le 25 septembre 1991.

Suivent les signatures

Modalités techniques de la réduction supplémentaire des rejets de chlorures des Mines de Potasse d'Alsace (MDPA)

La réduction modulée sur le territoire français est obtenue par un stockage provisoire à terre de sels résiduels par les Mines de Potasse d'Alsace, jusqu'à la décroissance de leur activité prévue pour 1998, selon les modalités suivantes:

1. Le stockage à terre est démarré dès que la concentration en chlorures dépasse sur une période de 24 h consécutives la valeur d'orientation de 200 mg/l à la frontière germano-néerlandaise (mesurée à la station internationale de Lobith) et si une évolution à la baisse des débits est prévue simultanément pour les quatre prochains jours, selon le modèle de prévision décrit par la Commission Internationale de l'Hydrologie du Bassin du Rhin (Rapport n° 1-7, 1988 de la CHR).
2. Le stockage est arrêté dès que la concentration en chlorures, sur une période de 24 h consécutives, revient à une valeur inférieure ou égale à 200 mg/l et si une évolution à la hausse des débits est prévue simultanément pour les quatre prochains jours, selon le même modèle de prévision.
3. A chaque mise en route, la mise en œuvre du stockage est opérée progressivement jusqu'à atteindre, en 5 jours ouvrés au plus, sa pleine capacité.
4. La quantité de sel à stocker est limitée par la production de sel résiduel solide stockable des fabriques. Les Mines de Potasse d'Alsace s'efforceront de stocker la plus grande quantité possible du sel disponible pendant les périodes de dépassement de la valeur de 200 mg/l à la frontière germano-néerlandaise; cette quantité est comprise entre 42 kg/s et 56 kg/s, selon la quantité de sel de déneigement produite, et pour une activité normale des fabriques.
5. A compter du versement par toutes les parties contractantes de leurs contributions financières, les Mines de Potasse d'Alsace disposent d'un an pour la mise en œuvre du stockage provisoire prévu au titre du présent protocole. Dans cette attente, les MDPA utiliseront au mieux les équipements déjà en place pour la première phase de stockage provisoire afin de limiter leurs rejets.

Bases techniques pour les mesures à prendre sur le territoire néerlandais prévues à l'article 3

Les eaux saumâtres du polder du Wieringermeer ne seront plus évacuées dans l'Ijsselmeer. Elles seront rejetées directement dans la mer des Wadden. A cet effet seront prises les mesures suivantes:

1. La station de pompage méridionale, la station «Lely», sera mise hors service, toutes les eaux excédentaires du polder étant désormais évacuées par la station de pompage septentrionale, la station «Leemans». Pour ce faire, tout le système de drainage des quatre zones du polder sera modifié. Les eaux excédentaires de la zone II seront évacuées sur la zone III par les canaux existants. Celles de la zone IV seront également évacuées sur la zone III au moyen d'une nouvelle station de pompage d'une capacité de 2,5 m³/s. Quant à la zone III, elle sera drainée entièrement par la station «Leemans» grâce à l'aménagement d'un raccordement entre le Waterkaaptocht et le Hooge Kwelvaart. Dans la zone III, le Robbevaart sera élargi sur environ 2 km entre la jonction avec le Hooge Kwelvaart et la station «Leemans», afin de pouvoir absorber le débit plus élevé. En cas de surcharge, la zone III sera partiellement drainée vers la zone I au moyen d'une nouvelle station de pompage d'une capacité de 6,8 m³/s.
2. La station de pompage «Leemans», qui évacuera les eaux excédentaires des zones I et III, sera adaptée pour un débit moyen plus élevé. Les moteurs diesel qui entraînent les pompes à rouet seront adaptés pour pouvoir fonctionner en continu, grâce à l'installation d'un système électronique de mesure et de régulation et d'un dispositif de sécurité. Les pompes à rouet seront adaptées en conséquence, de manière à pouvoir pomper l'eau à un niveau plus élevé.
3. La station de pompage «Leemans» pompera les eaux excédentaires du polder vers le bassin d'attente des écluses «Stevin», qui est en relation directe avec la mer des Wadden.
4. Dans le cadre de ces travaux, des câbles, des conduites et des canalisations, des routes et des voies de raccordement, ainsi que d'autres ouvrages devront être aménagés ou reconstruits.
5. Les coûts totaux des investissements sont évalués à 32,37 millions de florins néerlandais.

Modalités financières

1. Plafond de dépenses

1.1 *Pay-Bas*

1.1.1 Pour les travaux à réaliser aux Pays-Bas, le coût maximal retenu par les parties contractantes est fixé à un maximum de 32,37 millions de florins néerlandais.

1.2 *France*

1.2.1 Les travaux à réaliser en France sont limités à un montant maximal de dépenses de 400 millions de francs français courants, comprenant à la fois des dépenses d'investissements et de fonctionnement correspondant aux frais de stockage et de déstockage ultérieur. Ce montant constitue un plafond de dépenses au-delà duquel la France est libérée de ses obligations de stockage.

1.2.2 Le programme de la 2^e phase sera décomposé en trois périodes: (1991 à 1993 inclus; 1994 à 1996 inclus et 1997 à 1998). Chacune d'entre elles donnera lieu au versement annuel par les parties contractantes d'un préfinancement permettant à la France de faire face aux dépenses prévues pour chaque période par le paragraphe suivant.

1.2.3 Pour chacune des périodes, les parties contractantes fixent comme suit les plafonds de dépenses devant être engagées par la France:

- 155 millions de francs français courants pour la période initiale
- 145 millions de francs français courants pour la seconde période
- 100 millions de francs français courants pour la troisième période

1.2.4 Ces montants seront réduits à concurrence de la somme visée au point 2.1.4 de cette annexe.

1.2.5 Les dépenses de fonctionnement seront dans la pratique variables suivant l'hydraulicité du Rhin.

1.2.6 A chaque année, la France est libérée de ses obligations de stockage dès lors que les dépenses effectuées au cours de l'année considérée atteignent le plafond de dépenses résultant du point 2 et du point 3.2.3. A cette fin, le calcul des dépenses de fonctionnement engagées par la France s'effectue en multipliant les quantités stockées par 61,5 francs français par tonne (francs français 1988 ajustés). Pour la première année, il convient d'ajouter les dépenses d'investissement (40 millions de francs français 1988 ajustés).

1.2.7 Si des conditions climatiques exceptionnelles risquent de conduire à atteindre le plafond annuel de dépenses résultant du point 2 et du point 3.2.3 avant la fin de l'année considérée et en conséquence à arrêter durablement les opérations de stockage jusqu'à l'année suivante, la France pourra, après consultation au sein de la CIPR et dans la limite du plafond de dépenses de

l'année en cours, abaisser temporairement les quantités à stocker ou augmenter la valeur d'orientation, au plus tard jusqu'au début de l'année suivante.

2 Les modalités de calcul des financements

2.1.1 Le règlement des dépenses de chaque période, exprimées en valeur de leur année d'engagement, s'effectuera conformément au tableau ci-dessous:

| | Année | Millions de francs français | Total partiel | Total général |
|-------------------|-------|-----------------------------|---------------|---------------|
| Première période | 1991 | 90 | | |
| | 1992 | 38 | | |
| | 1993 | 27 | 155 | |
| Deuxième période | 1994 | 73 | | |
| | 1995 | 36 | | |
| | 1996 | 36 | 145 | |
| Troisième période | 1997 | 50 | | |
| | 1998 | 50 | 100 | 400 |

2.1.2 Les parties contractantes régleront leur contribution à ces coûts par versement annuel unique et préalable.

2.1.3 Les dépenses sont réparties entre les parties contractantes selon la clé de répartition prévue par l'article 4 du présent protocole.

2.1.4 Le montant de la contribution dont la Suisse s'est déjà acquittée en vue de la réduction durable des charges en chlorures du Rhin, s'élève après calcul à 12 millions de francs français, comme mentionné à l'article 4. Ce montant sera pris en compte à partir de la deuxième période de paiement.

3 Paiement des dépenses

3.1 *Dépenses des Pays-Bas*

3.1.1 Le financement des travaux aux Pays-Bas sera effectué par les parties prenantes au plus tard 3 mois après l'entrée en vigueur du protocole additionnel mais pas avant le 31 mars 1994.

3.1.2 Les dépenses seront réparties entre les parties contractantes selon la clé de répartition prévue par l'article 4 du présent protocole. Les versements seront effectués en florins néerlandais au compte n° 60 01 13 019 auprès de «Nederlandse Bank N.V.» à Amsterdam au profit de «Ministerie van Verkeer en Waterstaat (RWS)» en indiquant la destination «Wieringermeer-projekt».

3.2 *Dépenses françaises*

3.2.1 Le lancement des travaux en 1991 est subordonné au versement préalable de l'ensemble des contributions pour l'année concernée. Les contributions pour chacune des années postérieures seront réglées par chaque partie contrac-

tante par un versement annuel unique et préalable, au plus tard le 31 janvier de l'année en cause. En cas de non-paiement à cette date, après épuisement des fonds disponibles et après information des autres parties contractantes, la France est libérée pour l'année concernée de ces obligations de stockage modulé jusqu'au versement complet de l'ensemble des contributions.

- 3.2.2 Au terme de chaque année, une information sur les quantités stockées et les coûts y afférents calculés selon les modalités prévues au point 1.2.6 sera présentée par la partie française.
- 3.2.3 Dans l'hypothèse où le coût ainsi calculé des stockages effectivement réalisés serait inférieur au plafond initialement fixé pour l'année concernée (point 2.1.1), la somme correspondant à la différence entre ces deux termes (majorée des intérêts portés par cette somme sur les $^{11}/_{12}^{\circ}$ de l'année au taux d'intérêt annuel à long terme du crédit national) est reportée sur l'année suivante. Elle augmente ainsi à due concurrence le plafond des dépenses de l'année suivante.

4 Apurement des contributions

4.1 Pays-Bas

- 4.1.1 Pour les dépenses en territoire néerlandais, les versements ne sont pas libératoires et un apurement définitif des comptes sera réalisé au plus tard le 31 décembre 1998 par comparaison des dépenses effectuées avec le plafond des dépenses prévues au 1.1 ci-dessus. Dans l'hypothèse où les dépenses effectuées par les Pays-Bas seraient inférieures à 32,37 millions de florins, les Pays-Bas s'engagent à restituer le trop perçu majoré des intérêts portés sur un an au taux d'intérêt à long terme du crédit national.

4.2 France

- 4.2.1 Pour les dépenses en territoire français, les versements préalables ne sont pas libératoires et un apurement définitif des comptes sera réalisé au plus tard le 31 décembre 1998 par comparaison des dépenses engagées calculées selon les modalités prévues aux points 1.2.3, 1.2.4 et 1.2.6 ci-dessus et les plafonds de dépenses prévus au point 2 éventuellement augmentés des reports prévus au point 3.2.3 ci-dessus. Dans l'hypothèse où les dépenses effectuées par la France seraient inférieures au montant indiqué sous le point 1.2, la France s'engage à restituer le trop perçu majoré des intérêts portés sur les $^{11}/_{12}^{\circ}$ d'une année au taux d'intérêt à long terme du crédit national. A cet égard, il convient de tenir compte aussi bien du taux de hausse des prix.

*Annexe IV*⁵

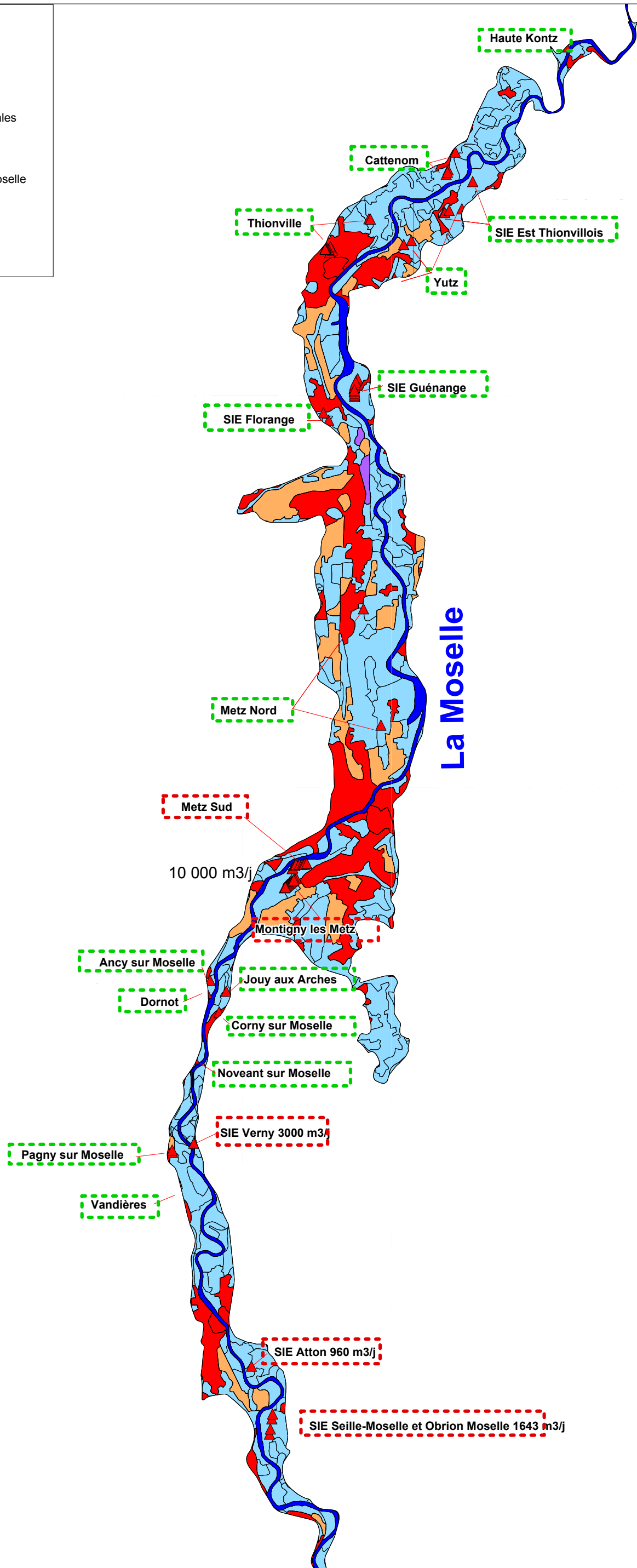
⁵ Texte introduit comme Annexe II dans cette Convention.

Champ d'application du protocole le 1^{er} novembre 1994

| Etats parties | Ratification | | Entrée en vigueur | |
|---------------|--------------|------|--------------------------|------|
| Allemagne | 15 septembre | 1994 | 1 ^{er} novembre | 1994 |
| France | 20 septembre | 1993 | 1 ^{er} novembre | 1994 |
| Luxembourg | 20 avril | 1994 | 1 ^{er} novembre | 1994 |
| Pays-Bas | 25 août | 1994 | 1 ^{er} novembre | 1994 |
| Suisse | 25 février | 1993 | 1 ^{er} novembre | 1994 |



- La Moselle
- Légende
- Zones urbanisées
 - Zones industrielles ou commerciales
 - Décharges
 - Nappe alluviale de la Moselle



Maitre de l'ouvrage : SIMVER de Puttelange aux lacs
Département : 57 - 54

ETUDE DES SOLUTIONS DE REDUCTION
DE L'IMPACT DES REJETS
DE SEL EN MOSELLE

| | | | | | | |
|--------------|-------------------|------------------|-------------------|---------|--------|--------|
| N° Affaire : | 4 63 1076 | Etabli par : FGX | Vérifié par : PES | N° Plan | Indice | Format |
| Phase | 1 | Date : Mai 2009 | Date : Mai 2009 | 1 | A | A3 |
| Echelle : | 1/200 000e | | | | | |

Maitre d'oeuvre/Bureau d'études
AGENCE DE STRASBOURG
Valparc - Immeuble Indogo - 9b rue du Parc -
67 205 OBERHAUSBERGEN
Tel : 03 88 27 11 50 Fax : 03 88 27 11 57
E-mail : strasbourg@sogreah.fr



Localisation des captages
d'eau potable en nappe alluviale de la Moselle
et analyse des contraintes