



COMPAGNIE DES SALINS DU MIDI
ET DES SALINES DE L'EST

Clichy Pouchet – Bâtiment A
92-98, Boulevard Victor HUGO
92 115 Clichy

DÉCLARATION D'ARRÊT DÉFINITIF DES TRAVAUX MINIERS ET D'UTILISATION DES INSTALLATIONS ASSOCIÉES

CONCESSION DE MINES DE SEL GEMME
DE GOUHENANS ET DES EPOISSES (HAUTE-SAÔNE)

Document D

Bilan des effets des travaux miniers et de l'arrêt de
l'exploitation sur le régime et la qualité
des eaux de toute nature

Signataire de la demande

*Patrick DALLA VALLE, Directeur Industriel
Compagnie des Salins du Midi et des Salines de l'Est*

Clichy Pouchet – Bâtiment A
92-98, Boulevard Victor HUGO
92 115 Clichy

☎ : 01.75.61.78.00

Chargés du dossier

*Emmanuel HERTZ, Responsable Pôle Technique Minier
Cédric LHEUR, Géologue
Compagnie des Salins du Midi et des Salines de l'Est*

17, rue Gabriel PERI
54 110 Varangéville

☎ : 03.83.18.73.00

NOVEMBRE 2018

1. PREAMBULE	5
2. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET STRUCTURAL LOCAL	5
3. CONTEXTE HYDROLOGIQUES ET HYDROGEOLOGIQUES	9
3.1. RESEAU HYDROGRAPHIQUE LOCAL.....	9
3.1. AQUIFERES SOUTERRAINS.....	10
3.2. AQUIFERES AU NIVEAU DE LA CONCESSION DE GOUHENNANS ET DES EPOISSES.....	11
3.2.1. <i>Les alluvions du ruisseau de la saline</i>	11
3.2.2. <i>Les aquifères du Keuper</i>	11
4. IMPACT DES TRAVAUX MINIERES ET DE LEUR ARRET SUR LE REGIME ET LA QUALITE DES EAUX DE TOUTES NATURES	11
4.1. IMPACT DES FORMATIONS SALIFERES SUR L'ETAT INITIAL	11
4.2. IMPACT DES TRAVAUX MINIERES DURANT L'EXPLOITATION	12
4.3. IMPACT DES TRAVAUX MINIERES A L'ARRET DE L'EXPLOITATION	13
4.4. IMPACTS POTENTIELS DES TRAVAUX MINIERES POSTERIEURS A L'ARRET DE L'EXPLOITATION	15
5. BILAN DES EFFETS DES TRAVAUX SUR LE REGIME ET LA QUALITE DES EAUX DE TOUTE NATURE	15

**CONCESSION DE MINES DE SEL GEMME
DE GOUHENANS ET DES EPOISSES (Haute-Saône)
DÉCLARATION D'ARRÊT DEFINITIF DES TRAVAUX MINIERS
ET D'UTILISATION DES INSTALLATIONS ASSOCIEES**

1. PREAMBULE

Ce document s'appuie sur l'étude de novembre 2018 (voir Document J – « Etude préalable à la DADT ») du bureau d'étude MINELIS.

Durant la période d'exploitation ou après l'arrêt, les sondages de reconnaissance ou d'exploitation du sel peuvent induire les impacts suivants :

- Minéralisation des nappes d'eau douce sus-jacentes au gisement ;
- Minéralisation des cours d'eau de surface à l'aval hydraulique des ouvrages ;
- Rabattement des nappes ou assèchement des cours d'eau par pompage.

L'étude a permis de vérifier l'impact des travaux miniers de la concession de GOUHENANS et des EPOISSES sur le régime et la qualité des eaux de toute nature et d'évaluer les éventuels effets résiduels consécutifs à l'exploitation du sel par sondages.

2. CONTEXTE GEOLOGIQUE ET STRUCTURAL LOCAL

Le bassin salifère du secteur de Gouhenans s'inscrit au sein des formations sédimentaires du Trias qui affleurent et marquent la bordure septentrionale du massif jurassien.

Ce secteur correspond à une zone d'accommodation des mouvements tectoniques qui opèrent à l'échelle régionale et se traduisent par l'existence d'un cisaillement senestre (N40°), le long duquel s'ouvrent de petits bassins en pull-apart dans la vallée de l'Ognon.

En réalité, ce cisaillement se prolonge vers le massif central et le massif vosgien, affectant au passage les formations sédimentaires plus récentes du Mésozoïque. Il semble donc hérité d'un accident tectonique d'origine hercynienne réactivé plus récemment sous la poussée alpine.

L'environnement géologique local est donc particulièrement perturbé par un ensemble de failles associées à ce cisaillement et aux mouvements des entités adjacentes :

- un réseau de nombreuses failles globalement orientées nord-sud ;
- des failles orientées N60° à N70° et parfois même est-ouest.

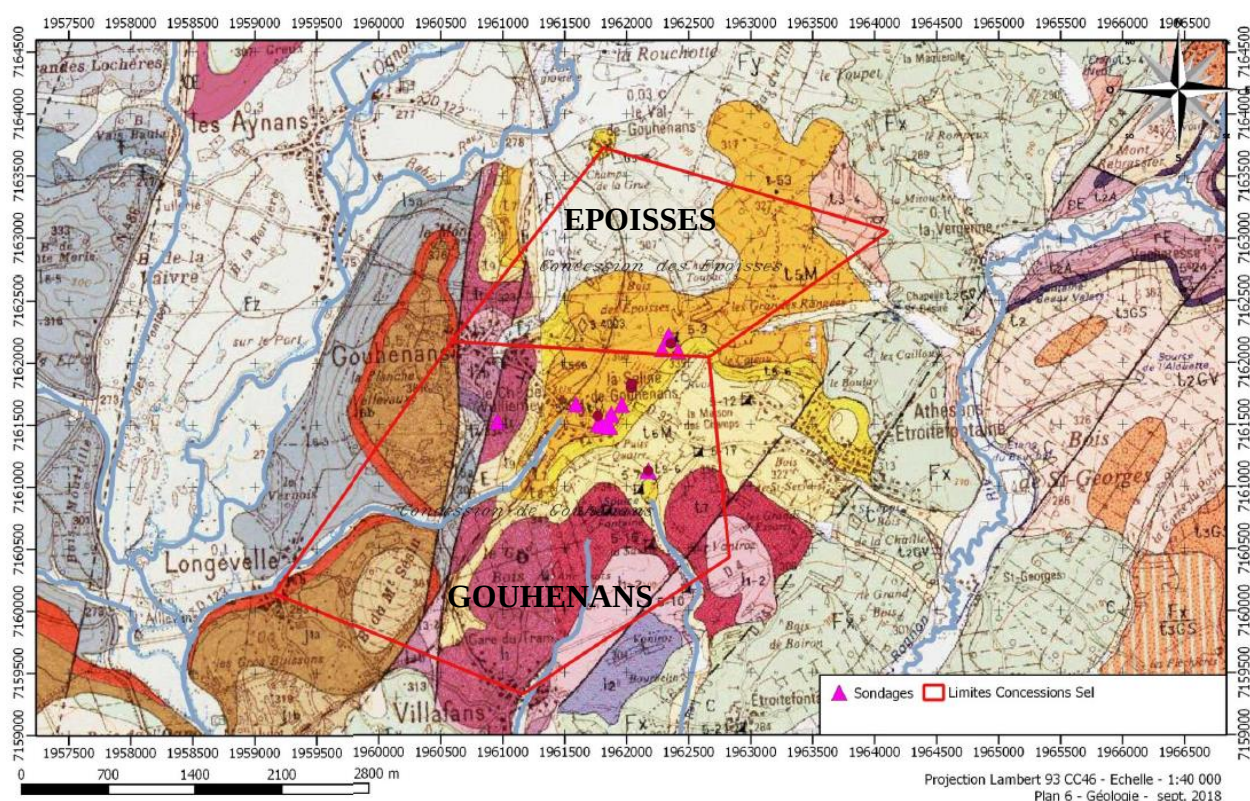
Du point de vue stratigraphique, les couches de sel de Gouhenans sont situées dans les formations du Keuper inférieur (formation des Marnes irisées inférieures) et présentent des épaisseurs très variables allant de quelques centimètres à plusieurs mètres, regroupées en faisceaux plus ou moins épais.

Les terrains rencontrés à l'affleurement dans l'emprise de la concession de GOUHENANS et des EPOISSES sont rattachés aux étages stratigraphiques du Trias supérieur et du Jurassique moyen (entre 235 et 165 Ma environ), ou encore au Quaternaire pour ce qui concerne les dépôts les plus récents. Les terrains rencontrés de haut en bas sont :

- **Eboulis (E)** : Eboulis de pente, fréquents au pied des escarpements. En particulier, les grès rhétiens glissent sur les marnes irisées et en masquent les affleurements,
- **Quaternaire (Fz)** : Alluvions récentes ; **(Fy)** : Alluvions anciennes, basses terrasses,
- **Bajocien moyen (J1b)** : Calcaire à Polypiers d'une épaisseur de 33 à 40 mètres. Complexe calcaire et marno-calcaire,

CONCESSION DE MINES DE SEL GEMME
DE GOUHENANS ET DES EPOISSES (Haute-Saône)
DECLARATION D'ARRÊT DEFINITIF DES TRAVAUX MINIERES
ET D'UTILISATION DES INSTALLATIONS ASSOCIEES

- **Bajocien inférieur (J1a)** : Formation des calcaires à entroques d'une épaisseur de 30 à 35 mètres.
- **Aalénien supérieur (I6b)** : Le sommet de l'Aalénien est représenté localement par des marnes peu épaisses avec parfois un faciès ferrugineux,
- **Aalénien marneux et Toarcien supérieur (I5-6)** : Formation composée de marnes,
- **Toarcien inférieur (I5a)** : Formation composée de schistes bitumineux sur environ 18 mètres d'épaisseur,
- **Pliensbachien inférieur (Carixien) et Lotharingien supérieur (I4-3)** : Cette formation est constituée de calcaires compacts gris bleu sur 8 mètres d'épaisseur et de marnes à nodules calcaires sur 2 mètres d'épaisseur.
- **Pliensbachien supérieur (Domérien) (I4)** : Calcaire marneux gris noirâtre en nodules cloisonnés formant plusieurs bancs discontinus,
- **Sinemurien supérieur (I3b)** : Marnes d'une puissance de 25 mètres et marnes grises à nodules calcaires et de marnes feuilletées dites « pauvres en fossiles »,
- **Sinemurien inférieur et Hettangien (I2-3)** : Calcaire à Gryphées formé de 9 à 10 mètres de calcaires bleus en bancs épais de 20 à 30 cm alternant avec des délits marneux,
- **Hettangien-Sinemurien (I1-2)** : Ces niveaux renferment des calcaires bleus à gryphées d'une dizaine de mètres de puissance,
- **Rhétien (I1)** : D'une puissance maximale de 18 mètres, cette formation est constituée de deux sous-étages distincts : la base est constituée de bancs de grès argileux (« Grès du Rhétien ») ou calcaires en alternance avec des marnes schistoïdes micacées noires (10 à 12 m d'épaisseur). Le niveau supérieur correspondant à la formation des « Marnes de Levallois » sur une épaisseur de 0,30 à 1,5 m,
- **Keuper supérieur – Norien (t6M – t9)** : Marnes irisées supérieures d'une puissance de 30 à 40 mètres. Les marnes bariolées de couleurs vives à la base (marnes rouges et marnes vertes dolomitiques) renferment de petits bancs de dolomie dans les 10 mètres supérieurs,
- **Keuper moyen – Carnien-Norien (t5-6 – t8)** : Cet étage correspond en réalité à la transition entre le Carnien et le Norien. Ils sont constitués de trois formations successives :
 - La « Dolomie-moellon » est caractérisée par des bancs de dolomie grenue, grise à jaunâtre, compacte mais parfois vacuolaire selon le degré d'altération.
 - Les « Marnes irisées intermédiaires » (ou moyennes) sont des marnes bariolées à rouges de 8 à 15 m de puissance et qui tendent à disparaître progressivement vers l'est (absentes à Corcelles).
 - Les « Grès à roseaux » (quelques mètres à 12 m de puissance) sont des grès gris-verdâtre, friable et argileux contenant des niveaux de lignite qui furent exploités par le passé (cf. § 0). Cette formation témoigne d'une régression marine et du développement de chenaux fluviaux bordés d'une végétation marécageuse luxuriante.
- **Keuper inférieur – Carnien (t5M – t7)** : Formation des « Marnes irisées inférieures » correspondant aux marnes à sel gemme et à gypse. Ces marnes bariolées ou grisâtres renferment des évaporites. C'est au sein de cette puissante formation (environ 100 m) qu'a été exploité le sel gemme à Gouhenans
- **Lettenkhole** : en dessous se trouve des niveaux dolomitiques avec parfois de l'argile à lignite (10 à 25 m).



Légende*	lithologie (stratigraphie)
E	Eboulis
Fz	Alluvions récentes (Quaternaire)
Fx	Alluvions anciennes - basses terrasses (Quaternaire)
J ₁₉	Calcaire à Polypiers (Bajocien moyen)
J ₁₈	Calcaires à entroques (Bajocien inférieur)
L _{6b}	Marnes peu épaisses à Graphoceras (Aalénien supérieur)
L _{5c}	Marnes de l'Aalénien (Aalénien marneux et Toarcien supérieur)
L _{5a}	Schistes bitumineux (Toarcien inférieur)
L _{4c}	Calcaires à Bélemnites et calcaire ocreux (Pliensbachien inférieur et Lotharingien supérieur)
L ₄	Calcaire marneux (Pliensbachien supérieur)
L _{3b}	Marnes du lotharingien (Sinémurien supérieur)
L _{3c}	Calcaire à Gryphées (Sinémurien inférieur et Hettangien)
L _{3a}	Calcaires bleus à gryphées (Hettangien-Sinémurien)
L ₁	Marnes de Levallois, grès argileux et marnes schistoïdes (Rhétien)
t ₉	Marnes irisées supérieures à gypse, dolomite (Keuper supérieur = Norien)
t ₈	Marnes irisées moyennes à gypse, grès à roseaux, dolomie-moellon (Keuper moyen = Carnien-Norien)
t ₇	Marnes irisées inférieures à sel gemme et gypse (Keuper inférieur = Carnien)

Figure D-1 : Extrait de la carte géologique au 1/50000 du secteur d'étude
Contours des concessions de GOUHENANS et des EPOISSES et position des ouvrages miniers (sel)
(d'après BRGM modifié – Etude MINELIS 2018)

**CONCESSION DE MINES DE SEL GEMME
DE GOUHENANS ET DES EPOISSES (Haute-Saône)
DÉCLARATION D'ARRÊT DEFINITIF DES TRAVAUX MINIERES
ET D'UTILISATION DES INSTALLATIONS ASSOCIEES**

La coupe géologique des sondages n°7-8 de la concession de GOUHENANS constitue une bonne référence. Elle est présentée ci-dessous :

Lithologie	Épaisseur (m)	Stratigraphie interprétée	Profondeur de la base (m)	Altitude de la base (m)
Terre végétale	2,00	Terrains superficiels (sols)	2,00	300,60
Marne bleuâtre	17,98	Keuper Moyen	19,98	282,62
Marne rouge	2,66		22,64	279,96
Marne grisâtre et grains de gypse	5,17		27,81	274,79
Marne rouge et gypse dure	1,37		29,18	273,42
Gypse	5,24		34,42	268,18
Marne gypseuse	5,06		39,48	263,12
Gypse rouge et blanc	7,15		46,63	255,97
Gypse rouge et marne rouge	2,56		49,19	253,41
Marne grisâtre et gypse	4,10		53,29	249,31
Sel gemme	5,64	Keuper Inférieur	58,93	243,67
Marne salifère	3,90		62,83	239,77
Marne salifère grisâtre et gypse	5,58		68,41	234,19
Marne et sel gemme rouge et blanc	1,80		70,21	232,39
Marne rouge et sel gemme	3,44		73,65	228,95
Marne rouge grisé mêlée de gypse	6,85		80,50	222,10
Sel gemme	10,40		90,90	211,70
Sel gemme avec marne grise	2,49		93,39	209,21
Sel gemme	3,74		97,13	205,47
Marne salifère	1,65		98,78	203,82
Gypse très dur	0,67		99,45	203,15
Marne salifère	1,95		101,40	201,20
Marne salifère grisâtre mêlée de gypse	4,98		106,38	196,22
Sel gemme	1,30		107,68	194,92
Marne salifère	1,72		109,40	193,20
Sel gemme	1,45		110,85	191,75
Marne salifère	0,92		111,77	190,83
Sel gemme	1,17		112,94	189,66
Marne et gypse	2,87		115,81	186,79
Gypse dur	1,37		117,18	185,42
Marne grise et gypse blanc	1,86		119,04	183,56

Figure D-2 : Coupe géologique des sondages n°7-8 de la concession de GOUHENANS

Toutefois, il est important de garder à l'esprit la grande variabilité des coupes géologiques disponibles selon de sondages (données d'archives). Ces ouvrages ont été réalisés à différentes époques par des sondeurs différents. Ainsi, le rattachement des couches entre les logs de sondages peut s'avérer délicat. Dans son étude (1944), RICOUR conclut que « *le Keuper inférieur de Gouhenans est fait d'amas lenticulaires de marnes, gypses et de sel gemme. Les masses de gypse étant localisées au-dessus des masses de sel gemme* ».

3. CONTEXTE HYDROLOGIQUES ET HYDROGEOLOGIQUES

3.1. RESEAU HYDROGRAPHIQUE LOCAL

Le secteur étudié couvre deux sous bassins versants distincts :

- Le sous bassin versant du Rahin qui conflue avec l'Ognon au nord-ouest de la concession de GOUHENANS et des EPOISSES. Ce ruisseau prend sa source au nord-est de cette zone sur la commune de Plancher-les-Mines ;
- Le sous bassin versant du Ru de la Saline. Ce ruisseau prend sa source sur la commune de Gouhenans au niveau de la Saline en s'écoulant vers le sud-ouest avant de rejoindre l'Ognon.

La Figure D-3 présente le tracé des différents ruisseaux et cours d'eau du périmètre d'étude.

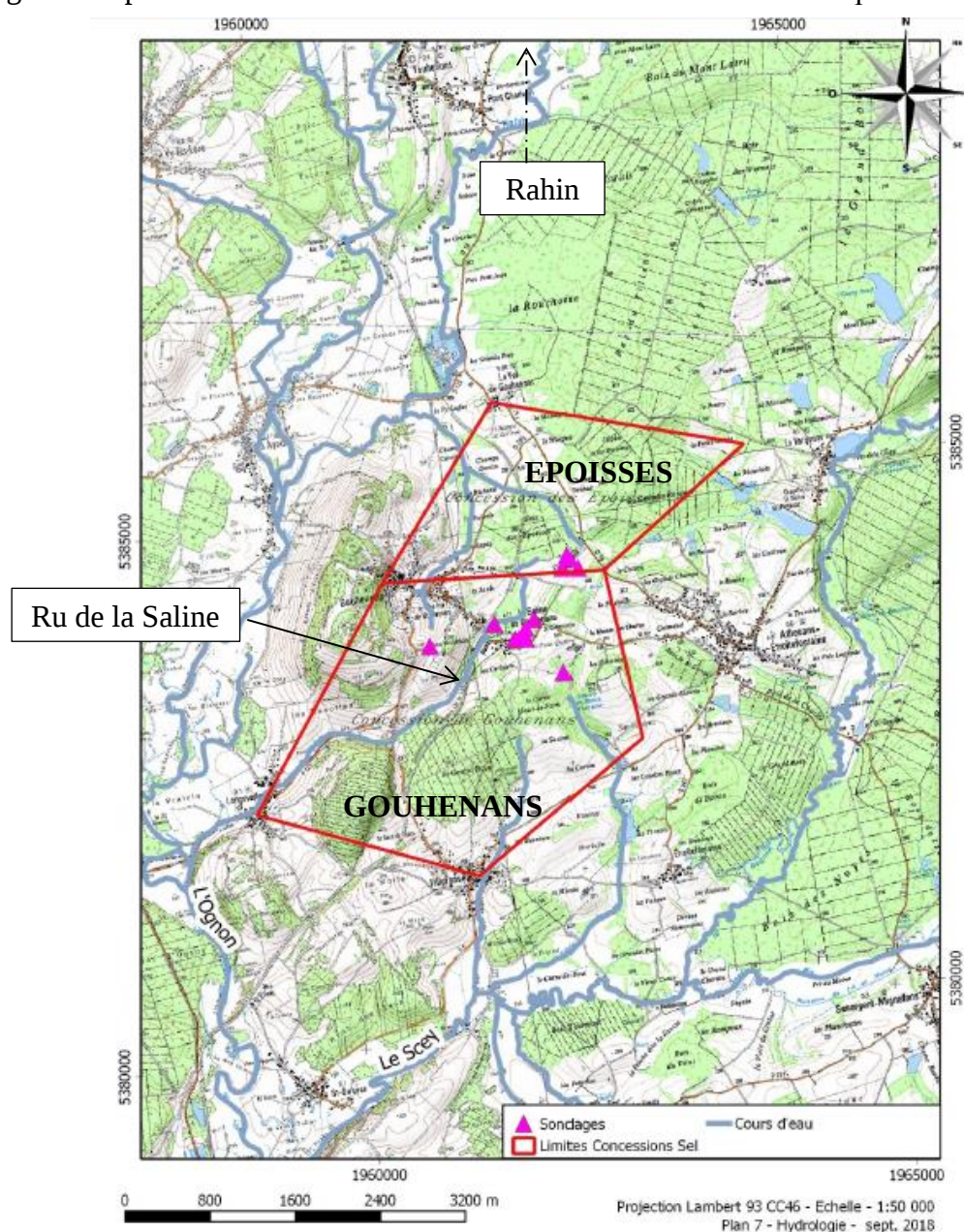


Figure D-3 : Carte du réseau hydrographique sur l'emprise de la concession de GOUHENANS et des EPOISSES (Fond IGN - d'après MINELIS 2018)

3.1. AQUIFERES SOUTERRAINS

D'une manière générale, les aquifères principaux suivants sont identifiés (MINELIS, 2018) dans le secteur d'étude sont :

Les aquifères du Quaternaire :

La **nappe alluviale de l'Ognon** qui est largement exploitée (Autrey-le-Vay, Esprels, Les Aynans, etc.). Aucun ouvrage de prélèvement des eaux souterraines n'est recensé dans le périmètre de la concession de GOUHENANS et des EPOISSES.

Les aquifères du Jurassique :

De modestes circulations existent également dans les calcaires à gryphées du Lias inférieur (circulations karstiques) et à la base des « schistes carton ». Ces aquifères sont de dimensions restreintes et de qualité médiocre. Ils ne sont que fort peu utilisés en général et ne sont pas exploités dans le secteur d'étude.

Les **calcaires jurassiques** qui forment le plateau de Vesoul au nord-ouest, en rive droite de l'Ognon, sont le siège d'importantes circulations karstiques facilitées par la fracturation. Ces circulations souterraines sont alimentées par des dolines et des pertes sur le plateau et offrent des exurgences de débits parfois importants (Borey, Longeville, Saint-Sulpice, Moimay, Oppenans, etc.). Bien que fortement dépendant de la pluviométrie, les débits de ces eaux karstiques sont globalement intéressants pour l'exploitation. En revanche, leur qualité est globalement médiocre (eaux dures riches en calcium et magnésium et parfois turbides lors d'épisodes de fortes précipitations).

Les aquifères du Trias inférieur :

Les **grès du Trias inférieur (Buntsandstein)** forment un aquifère qui offre des eaux de bonne qualité en quantité importante. Pour cette raison, il est exploité pour l'alimentation en eau potable (AEP). Dans le secteur d'étude, cet aquifère est exploité plus au nord et au nord-est de la concession à Mignavillers, Moffans, Faymont, Lomont, Courmont, Héricourt, etc.

En rive gauche de l'Ognon au nord-ouest de la concession, les **calcaires coquilliers du Trias moyen (Muschelkalk)** (calcaires à entroques et cératites) présentent des développements karstiques importants avec de nombreuses dolines et pertes dans la région de Villersexel, Villers-la-Ville ou Les Magny juste au nord-ouest de la concession. Les résurgences karstiques présentent des eaux fortement minéralisées résultant de la dissolution des évaporites et circulant souvent dans les niveaux dolomitiques très altérés.

Les aquifères du Trias supérieur (Keuper) :

De petites sources de faible débit circulent à travers les **grès à roseaux** du Keuper moyen. Ces sources très minéralisées ne sont pas utilisées pour l'AEP.

La **Dolomie de Beaumont** (ou « dolomie-moellon ») constitue un petit aquifère localement karstifié fournissant des eaux magnésiennes en lien avec la composition de la dolomie. Ces eaux très ne sont pas utilisées pour l'AEP.

Les **Grès du Rhétien** alimentent de nombreuses petites sources d'assez faible débit, mais dont l'eau est d'assez bonne qualité. Ces sources sont localement exploitées (en dehors de la concession de GOUHENANS et des EPOISSES) et elles alimentent de manière non négligeable le réseau hydrographique dans le secteur d'étude notamment.

Les formations de **marnes irisées** du Keuper peuvent être le siège de circulation d'eaux d'infiltration. Les évaporites et dolomies présentes en quantité dans ces formations subissent une dissolution plus ou moins intense. Les eaux douces qui s'infiltreront au sein de ses couches se minéralisent ainsi naturellement et de manière parfois très importante. Ces eaux salées ne peuvent être utilisées en agriculture ou en AEP, mais étaient exploitées localement par pompage.

3.2. AQUIFERES AU NIVEAU DE LA CONCESSION DE GOUHENANS ET DES EPOISSES

Dans le secteur des sondages de la concession de GOUHENANS et des EPOISSES, les unités hydrogéologiques à considérer sont :

- Les formations alluviales,
- Les aquifères du Trias supérieur (Keuper).

3.2.1. Les alluvions du ruisseau de la saline

Les alluvions sablo-graveleuses du Ru de la Saline sont le siège d'une nappe d'eau souterraine. Ces alluvions sont récentes et de très faible épaisseur dans le périmètre de la concession de GOUHENANS.

3.2.2. Les aquifères du Keuper

Deux aquifères sont potentiellement présents : la Dolomie de Beaumont (Keuper moyen) et les Grès du Rhétien (Keuper supérieur).

- Les Grès du Rhétien: cette formation n'est pas signalée dans les carnets de sondages de la concession de GOUHENANS et des EPOISSES. Aucun aquifère n'a été rencontré au niveau des ouvrages miniers,
- La Dolomie de Beaumont : ce niveau représente la partie supérieure des formations géologiques du Keuper moyen. Parfois dénommé "Dolomie moellon", cette dolomie est constituée par une roche souvent vacuolaire, sur une épaisseur moyenne de 10 mètres, tout au plus, lorsqu'elle se trouve en profondeur. Dans le secteur de Gouhenans, là où elle est cartographiée, la dolomie se trouve près de la surface et est donc altérée. Elle peut être le siège de circulations.

4. IMPACT DES TRAVAUX MINIERES ET DE LEUR ARRET SUR LE REGIME ET LA QUALITE DES EAUX DE TOUTES NATURES

4.1. IMPACT DES FORMATIONS SALIFERES SUR L'ETAT INITIAL

La présence d'une nappe ou d'émergences salées naturelles liée à la présence de formations salifères dans un secteur donné peut impacter la qualité des eaux de toutes natures en l'absence d'activités anthropiques (vallée de la Seille en Lorraine par exemple avec la présence de « mares salées » et de zones humides).

Dans le principe, l'existence d'une nappe salée ou d'une émergence salée requiert la conjonction de quatre éléments :

- Une ou plusieurs zones d'alimentation d'eau douce,
- un gisement de sel et une zone de circulation,
- un ou plusieurs exutoires pour les eaux salées,
- un gradient hydraulique entre la zone d'alimentation et l'exutoire.

Les archives sont suffisamment documentées pour affirmer qu'aucune source salée naturelle ancienne n'était présente dans le périmètre de la concession de GOUHENANS et des EPOISSES avant l'exploitation du sel.

**CONCESSION DE MINES DE SEL GEMME
DE GOUHENANS ET DES EPOISSES (Haute-Saône)
DÉCLARATION D'ARRÊT DEFINITIF DES TRAVAUX MINIERES
ET D'UTILISATION DES INSTALLATIONS ASSOCIEES**

Une telle ressource étant si précieuse dans les temps reculés que l'existence même d'une source salée aurait été détectée tout comme cela été le cas dans d'autres gisements salifère de la région (Saulnot en Haute-Saône).

Il n'y a donc pas eu de dissolution du gisement de sel initial et donc pas d'impact, avant l'exploitation du 19^{ème} siècle.

4.2. IMPACT DES TRAVAUX MINIERES DURANT L'EXPLOITATION

Les travaux miniers rattachés à la concession de GOUHENANS et des EPOISSES couvrent la durée des travaux de reconnaissance du sel, celles des travaux préparatoires et celle de l'exploitation minière proprement dite du gisement.

Dans la concession de GOUHENANS, la Société PARMENTIER, GRILLET et Cie (déjà titulaire d'une concession de houille à Gouhenans) trouve du sel en 1826 dans l'un de ses ouvrages. Celui-ci aurait été exploité tout d'abord entre juillet 1831 et février 1835 (voir 1. Historique de l'exploitation du Document B). L'ouvrage a fait l'objet d'une exploitation (autorisée) à partir de 1843. Les couches de sel étaient exploitées par dissolution, l'eau douce provenant des niveaux supérieurs.

Dans la concession des EPOISSES, un sondage fut foré au fond d'un puits réalisé en 1832 par M. PRINET. L'ouvrage avait permis de montrer l'existence d'un gîte salifère dans ce secteur (Bois des Epoisses). L'exploitation a été considérée comme illicite en 1833 par l'Administration. Ceci a eu pour conséquence le comblement intégral de l'ouvrage (voir 2.4.1 du Document B).

Tous les autres sondages d'exploitation ont été forés dans les deux concessions réunies ainsi que tous les sondages de reconnaissance. Aucun des ouvrages n'a rencontré de nappe salée naturelle.

Les sondages d'exploitation de la concession de GOUHENANS et des EPOISSES ont alimentés la saline PARMENTIER à Gouhenans de 1843 à 1945 (jusqu'au mois de novembre) ; d'après les archives, la production totale de sel s'élève à près de 1.083.200 tonnes. La saline a fonctionné pendant 102 ans (époque industrielle c'est-à-dire à partir de l'attribution d'une concession minière¹).

Les impacts envisageables pour le type d'exploitation du sel qui a été menée sont de plusieurs natures, tant sur le régime que sur la qualité des eaux sur les eaux souterraines et les eaux de surface.

➤ Cas des eaux souterraines

Les opérations de reconnaissance ou d'exploitation du sel par sondage ont eu un impact très limité sur le régime des eaux souterraines dans la mesure où aucune injection ou aucun pompage significatif n'est réalisé lors de ces opérations.

En phase d'exploitation, il s'est vraisemblablement produit un abaissement du débit des aquifères et rabattement des nappes par utilisation des eaux souterraines pour injection dans les sondages, si ces ressources étaient utilisées sans qu'aucun élément tangible ne vienne confirmer ou infirmer ces hypothèses.

¹ On distingue deux périodes : période 1°) 1831-1835 - Période ancienne/exploitation illicite (indiquée pour mémoire – production inconnue) et période 2°) 1843-1945 - Période industrielle.

Si les ouvrages miniers exploités étaient hydrauliquement indépendant au début de leur mise en production, des circulations au toit du sel ont dû se créer entre les sondages en fonction de leur éloignement au cours de l'exploitation. La zone de dissolution est localisée autour des différents sondages et est dépendante des tonnages extraits et des relations éventuelles entre les zones de dissolutions d'un sondage à l'autre. Une ou des nappes salées artificielles de petites dimensions se sont ainsi formées très localement dans les zones d'exploitation et au toit du sel.

Concernant la qualité des nappes, les opérations de reconnaissance ou d'exploitation du sel ont vraisemblablement induit les impacts suivants :

- Infiltration d'eaux superficielles et mélange avec les nappes d'eau souterraines ;
- Infiltration d'eaux superficielles vers une nappe ou un réservoir d'eaux salées, favorisant la dilution des eaux et leur désaturation. Ce mécanisme peut générer une dissolution active de sel localement et de ce fait la création de terrains déstructurés,
- Minéralisation d'éventuelles nappes d'eau douce par mélange avec de la saumure par l'intermédiaire du trou de forage.

L'exploitation a été réalisée par injection d'eau douce et pompage de saumure dans le réservoir d'eaux salées résultant de la dissolution des évaporites. L'extraction de saumure peut produire les impacts suivants :

- Minéralisation des nappes d'eau douce sus-jacentes au gisement de sel par remontée de saumure ;
- Minéralisation des nappes d'eau douce par mélange de la saumure au niveau de failles mettant en contact le gisement et les aquifères

➤ **Cas des eaux de surface**

L'impact en phase travaux sur les eaux superficielles des opérations de forages a été minime compte tenu de la durée de ces derniers et des prélèvements très limités réalisés pour la conduite des forages. En revanche, lors de l'exploitation, les opérations de prélèvements pour injection dans les sondages ont pu entraîner un abaissement du débit des cours d'eau par pompage si ces derniers étaient utilisés comme ressource.

Un impact attendu en phase d'exploitation concerne la minéralisation des cours d'eau de surface à l'aval hydraulique des ouvrages. Compte tenu des techniques disponibles et utilisées à l'époque, il est fortement vraisemblable que les cours d'eau aient été impactés par les opérations d'extraction de saumure et de traitement de sel à cette époque.

En conclusion, Au-delà de cet aspect théorique, et au regard des éléments d'époque disponibles, il est impossible d'apporter de manière précise une évaluation quantitative et qualitative de ces impacts lors de la phase d'exploitation. L'absence d'incidents ou d'accidents documentés laisse cependant penser que les impacts, s'il y en a eu, n'ont pas été significatifs.

4.3. IMPACT DES TRAVAUX MINIERES A L'ARRET DE L'EXPLOITATION

A l'arrêt de l'exploitation, les impacts envisageables sont de plusieurs natures, tant sur le régime que sur la qualité des eaux souterraines et les eaux de surface.

➤ **Cas des eaux souterraines**

Les impacts résiduels à l'arrêt de l'exploitation peuvent provenir d'une contamination par circulations d'eau dans le sol et/ou communication avec des nappes d'eau douce :

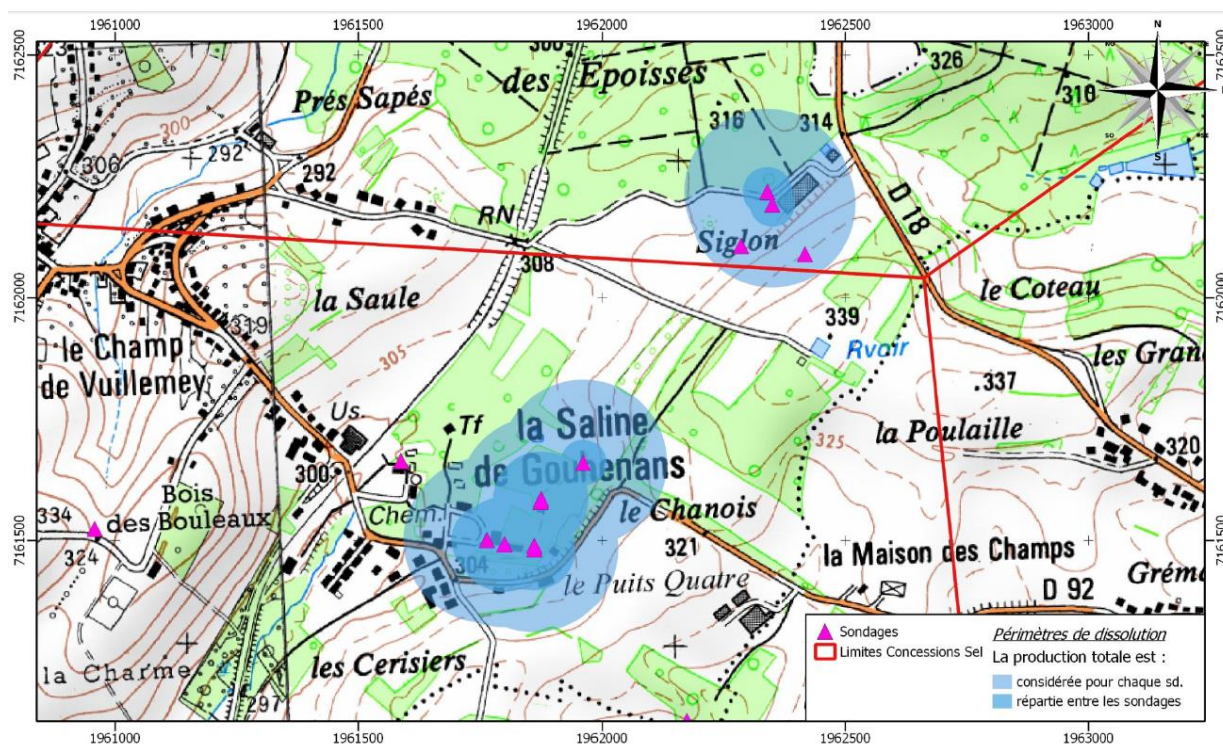
**CONCESSION DE MINES DE SEL GEMME
DE GOUHENANS ET DES EPOISSES (Haute-Saône)
DÉCLARATION D'ARRÊT DÉFINITIF DES TRAVAUX MINIERES
ET D'UTILISATION DES INSTALLATIONS ASSOCIEES**

- Minéralisation des nappes d'eau douce sus-jacentes au gisement,
- Minéralisation des nappes d'eau douce par mélange de la saumure résiduelle au niveau de failles mettant en contact le gisement et les aquifères,
- Drainage des nappes superficielles vers des nappes profondes.

Aucune minéralisation n'a été recensée dans les archives à l'arrêt de l'exploitation du sel.

L'exploitation du sel par dissolution a conduit à la formation d'une zone imprégnée de saumure saturée, assimilable à une nappe salée artificielle. Pendant l'exploitation le niveau de saumure de cette nappe salée artificielle était rabattu au pied des sondages. Cette nappe était alors en régime dynamique, ce qui n'a plus été le cas lorsque un sondage était abandonné et surtout définitivement à partir de 1945 avec l'arrêt de la saline.

La Figure D-4 présente la zone d'extension horizontale maximale de dissolution considérée à l'arrêt de l'exploitation et dont les limites correspondent à celles de la zone imprégnée artificiellement de saumure saturée. On distingue ainsi plusieurs nappes salées souterraines, une dans la concession de GOUHENANS et une seconde dans celle des EPOISSES.



À l'arrêt des pompes, le réservoir d'eau salée formé au pied des sondages d'exploitation n'a plus été sollicité. Le rabattement des aquifères supérieurs d'eau douce étant modeste, ils n'ont pu contribuer à une modification notable du régime des eaux des autres nappes.

➤ **Cas des eaux de surface**

Aucun phénomène d'artésianisme ou de minéralisation des cours d'eau induit par l'exploitation n'a été mis en évidence à l'arrêt de l'exploitation. Aucun impact sur le régime des eaux superficielles n'est attribuable aux ouvrages miniers.

L'étude du secteur qui a été conduite a montré l'absence d'impact significatif sur les eaux de surface pouvant être révélateur d'une dissolution active des horizons salifères comme en témoignent les campagnes de prélèvements réalisées sur le terrain. Par ailleurs, les sondages retrouvés ne sont le siège d'aucun phénomène d'artésianisme. Dès lors, en l'absence de circulation et donc de dissolution complémentaire, l'évolution de l'emprise de la ou des nappes salées artificielles locales est vraisemblablement très limitée.

Aucun éléments d'archive ne relate le moindre impact (minéralisation, modification de débit) en relation avec les sondages de reconnaissance et d'exploitation de la concession de GOUHENANS et des EPOISSES ce que confirme l'étude qui a été menée (MINELIS, 2018). En conclusion, l'arrêt des travaux miniers n'a eu aucun impact significatif sur le régime et la qualité des eaux de toutes natures.

4.4. IMPACTS POTENTIELS DES TRAVAUX MINIERES POSTERIEURS A L'ARRET DE L'EXPLOITATION

Afin de vérifier l'existence d'un impact éventuel des travaux miniers sur les eaux plusieurs campagnes de mesure de la conductivité avec des prélèvements d'eau de surface ont été conduite en hautes eaux et en basses eaux entre 2014 et 2018.

Les mesures des campagnes de terrain sont présentées dans l'étude de MINELIS (1.4.2 – Etude hydrologique et géologique à l'échelle de la zone d'étude) ainsi que l'impact des travaux miniers à l'arrêt de l'exploitation (3.2 – Impact après l'arrêt de l'exploitation).

Les campagnes de conductivité avec analyses ponctuelles des eaux de surface montrent l'absence d'impact significatif dans le milieu environnant et sur les eaux de toutes nature. Aucune évolution de la situation d'équilibre actuelle, que ce soit spontanément ou sous l'effet d'éléments extérieurs, n'est à envisager.

5. BILAN DES EFFETS DES TRAVAUX SUR LE REGIME ET LA QUALITE DES EAUX DE TOUTE NATURE

Il a été mis en évidence dans les paragraphes précédents, que les ouvrages miniers et les travaux miniers de la concession de GOUHENANS et des EPOISSES n'ont pas eu d'influence sur le régime et la qualité des eaux ni pendant, ni à l'arrêt de l'exploitation.

Pendant toute la durée de l'exploitation et à son arrêt, aucun phénomène de minéralisation des eaux de surface et souterraines n'a été recensé.

Il a été montré que l'exploitation n'a aucune incidence sur les eaux actuellement. Il n'y a en outre aucune incidence à attendre non plus.