

Agence de l'eau  
RHIN MEUSE

Université HENRI  
POINCARÉ de NANCY



20056-2

DOCUMENT

Juillet août 1995

MINE DE SAIZERAIS  
RESSOURCE EN EAU DE LA VILLE DE  
PONT A MOUSSON  
BILAN DE L'OPERATION DE SURPOMPAGE  
ANNEES 1987-1994

Laurent CADILHAC  
Maître de stage  
Ingénieur hydrogéologue

Corinne OUDIN  
Maîtrise des sciences  
de la terre

## TABLE DES MATIERES

Introduction .....	1
Situation géographique (Fig. 1 et 2) .....	2
Situation géologique.....	2
Série lithostratigraphique (Fig. 3).....	2
Lias .....	2
Le Domérien:(90 m.).....	2
Le Toarcien inférieur et moyen :(110 m.).....	2
L'Aalénien (6 m): .....	2
Dogger.....	6
Le Bajocien:(60 m.) .....	6
Le Bathonien:(40 m.) .....	6
Analyse structurale (Fig. 4 et fig. 5) .....	6
Conclusion.....	6
Les caractéristiques hydrogéologiques du secteur (fig. 6).....	9
Les nappes:.....	9
Les circulations souterraines .....	9
Gîtes et processus de mise en solution du sodium du chlore et des sulfates, .....	11
Les sulfates:.....	11
Le sodium: .....	11
Le chlore: .....	12
Minéralisation des eaux liée aux conditions structurales .....	14
Corrélation entre l'activité minière et la mise en solution des sels. ....	14
Conclusion : .....	16
Exploitation minière .....	17
Description du dispositif minier: .....	17
Méthode d'extraction par traçage: .....	17
Conséquence hydrogéologique: .....	17
Exploitation A.E.P. ....	18
Les ressources en eau potable: .....	18
Valorisation des eaux d'exhaure de la mine de Saizerais: .....	18
Utilisation de la ressource en eau constituée par le réservoir minier: .....	18
Justification de la mise en place du surpompage. ....	20
mise en place du dispositif de sut-pompage .....	20
Conséquence sur le métabolisme d'un excès de sodium de chlorures ou de sulfates .....	20
Le sodium (Na) : .....	20
Les chlorures (Cl):.....	21
Les sulfates (SO4): .....	21

Mise en place du dispositif de surpompage et ses conséquences .....	21
description du dispositif de pompage (fig. 11) .....	21
Etude du fonctionnement de la pompe (fig. 12) .....	23
Bilan financier (fig. 13) .....	23
Caractéristiques physico-chimiques des eaux de la mine de Saizerais (Annexe 1) .....	25
Différence de chimisme entre les exutoires du lieu dit "vaux de chanot" et du puits de Dieulouard.(annexe 2 et fig. 17 page 30) .....	25
Evolution des concentrations de 1981 à 1987 (fig. 15 p 28).....	25
Evolution des concentrations de 1987 à 1995 (fig. 14, 15, 16 et 17) .....	26
Résultats obtenus depuis le début du surpompage.. .....	30
Volumes pompés depuis 1987 (Fig 18) .....	30
Le flux de sodium (fig. 19) .....	30
Hydrochimie (fig. 20, 21 et 22). .....	32
Alimentation du réservoir minier ("entrée"). .....	35
Les données climatologiques .....	35
Le ruissellement .....	37
La Réserve Utile (R.U.) en eau du sol .....	37
L'évapotranspiration.....	38
Estimation de l'évapotranspiration potentielle.....	38
-Par la formule de THORNTHWAITE .....	38
-Par la formule de TURC .....	38
-Par la formule de PENMAN .....	39
Estimation de l'évapotranspiration réelle .....	39
La pluie efficace (fig. 24 et ANNEXE 5) .....	39
Les exutoires du réservoir minier ("sortis").....	41
Superficie du bassin versant (fig. 25 et 26).....	42
Niveau de la mine (fig. 27) .....	44
Conclusion .....	45
Liste des figures .....	46
Liste des annexes .....	47
BIBLIOGRAPHIE.. .....	48
ANNEXES .....	50

## INTRODUCTION

La ville de PONT A MOUSSON exploite les eaux d'exhaure de la mine de fer de Saizerais depuis 1972. La mine de fer de Saizerais a définitivement cessé d'être exploitée en 1981. L'arrêt de l'exhaure a ensuite transformé la mine en un vaste réservoir d'eau. Les eaux contenues dans la mine ont vu leur minéralisation augmenter très rapidement.

Dès le début du renouvellement, une diminution des concentrations en sodium, chlore et sulfates des eaux contenues dans le réservoir minier s'est amorcée.

Un dispositif de surpompage a été installé, pour accélérer le renouvellement des eaux de la mine et ainsi d'accélérer le processus de diminution des teneurs. Celles-ci ont effectivement nettement diminué.

Cependant aujourd'hui on constate que les eaux de la mine sont de nouveau sujettes à de fortes variations de concentration. Leurs teneurs en élément vont même jusqu'à dépasser les limites de qualité des eaux brutes destinées à la consommation humaine et ceci malgré les opérations de surpompage.

Ce travail a consisté à rassembler toutes les données en notre possession et à faire une synthèse des activités depuis l'ennoyage de la mine:

- à tenter de dégager les indices qui nous aideraient à expliquer les importantes variations observées sur la minéralisation des eaux contenues dans le réservoir minier,
- et si possible à proposer des solutions afin de garantir le pompage d'eaux de qualité satisfaisante

## **SITUATION GEOGRAPHIQUE (FIG. 1 ET 2)**

La concession minière de Saizerais est située au Sud-Ouest de DIEULOUARD et couvre une superficie inférieure à 6 km<sup>2</sup>. La mine se situe sur la bordure Est du plateau du Dogger qui forme une cuesta dans le paysage (les côtes de Moselle). Et elle fait partie d'une formation qui plonge vers l'Ouest. Elle appartient au bassin ferrifère lorrain.

## **SITUATION GEOLOGIQUE**

### **SERIE LITHOSTRATIGRAPHIQUE (FIG. 3)**

Le site étudié se caractérise par les formations du jurassique inférieur (lias) et moyen (Dogger). De bas en haut de la série on distingue:

#### **Lias**

##### **Le Domérien:(90 m.)**

Ce sont des argilites et des siltites contenant des nodules calcaires passant à des nodules phosphatés vers le haut.

##### **Le Toarcien inférieur et moyen :(110 m.)**

Les seules formations observées sur ce secteur regroupent les "Schistes Cartons" et les Marnes à *Septaria*.

- Les "Schistes Cartons" représentent un faciès typique du Toarcien inférieur. Ils se présentent sous la forme de marnes gris-noir finement feuilletées, pyriteuses et riches en matière organique.
- Les Marnes à *Septaria* correspondent au Toarcien moyen. Elles se subdivisent en trois unités:
  - les Marnes à *Bifrons* sont des marnes noires à plaquettes calcaires et bitumineuses,
  - le niveau à *Crassum* est constitué d'argilites silteuses grises,
  - les Marnes à *Astarte voltzi* sont argilites silteuses micacées bleu sombre,
  - le Grès Supraliasiques

##### **L'Aalénien (6 m):**

Cette formation du Toarcien supérieur correspond à une formation ferrugineuse ("la minette de lorraine"). Elle est peu puissante et présente des lacunes. En effet elle disparaît vers le Nord (anticlinal de PONT A MOUSSON). Et elle se subdivise en quatre couches minéralisées. Seules les couches brune et noire ont été exploitables dans la mine de Saizerais. La minette est une ferriarénite oolithique et bioclastique à matrice argileuse. Elle est surmontée du conglomérat sommital ferrugineux de faible puissance (**Aalénien s.s.**)

Figure 1 : Plan indicatif de localisation.

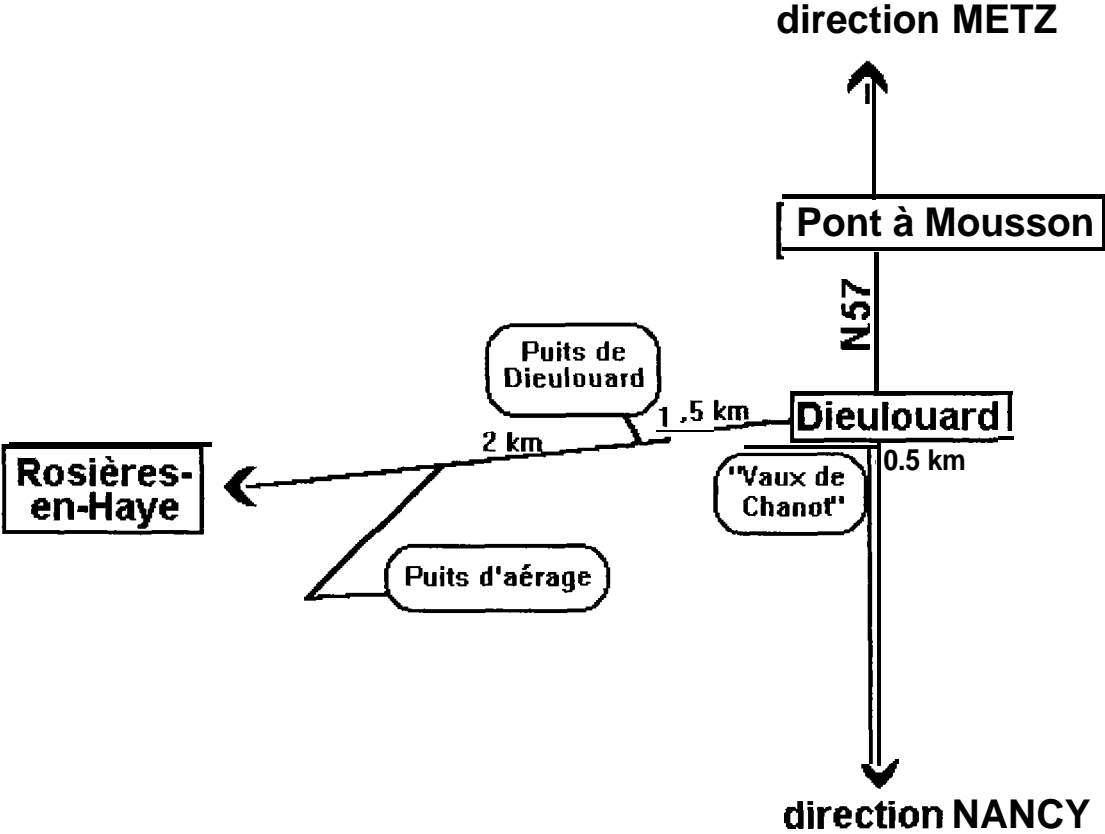
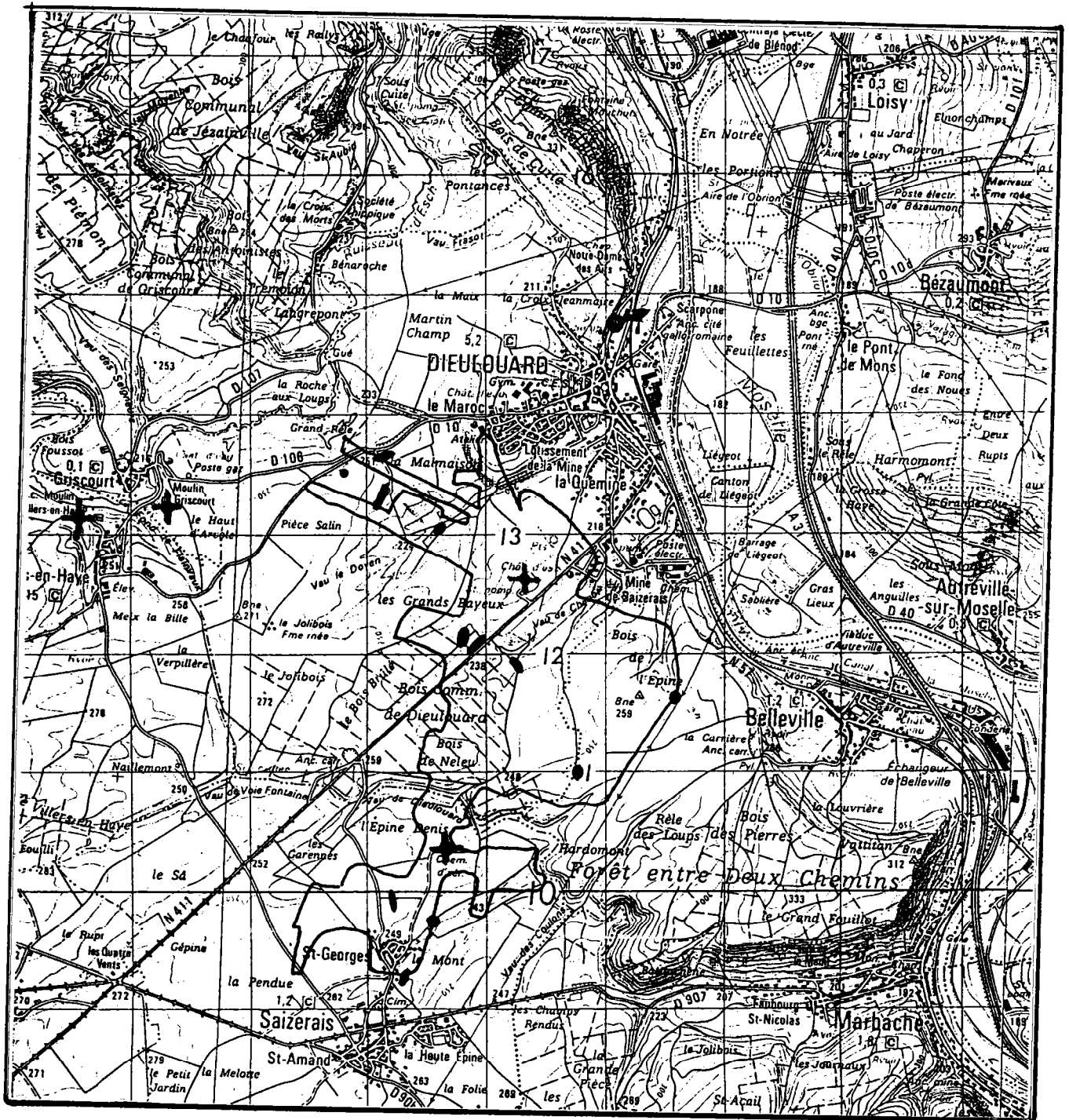


Figure 2 : Situation géographique du secteur de SAIZERAIS.



**Légende:**

- Localisation des venues d'eau
- +
 Forages
- ☞ Zone exploitée et envoyée
- ☞ Source de la Bouillante

échelle: 1/ SO 000

(V. PETIT "Dossier préparatoire à la mise en place des périmètres de protection du captage de la mine de Saizerais.")

## *Dogger*

### **Le Bajocien:(60 m.)**

Il est constitué par:

des marnes micacées et des calcaires sableux du Bajocien inférieur,  
des calcaires à polypiers du Bajocien moyen (formation biodétritique ),  
des calcaires oolithiques du Bajocien supérieur (Marnes de Longwy, Bâlin, Oolithe miliaire inf., Pseudo-Bâlin, Oolithe à Clypéus ploti, et Oolithe miliaire sup.).

### **Le Bathonien:(40 m.)**

N'est représenté que la base du Bathonien: c'est à dire la Caillasse à Anabacia. Elle correspond à des calcaires argileux grisâtres bioclastiques et pseudo-oolithiques.

### **ANALYSE STRUCTURALE (FIG. 4 ET FIG. 5)**

La carte géologique de PONT A MOUSSON (établie au 1/50.000 par le B.R.G.M.) a permis de préciser l'organisation des différentes structures de secteur. Le tracé des isohypses montre une dépression au niveau de DIEULOUARD.

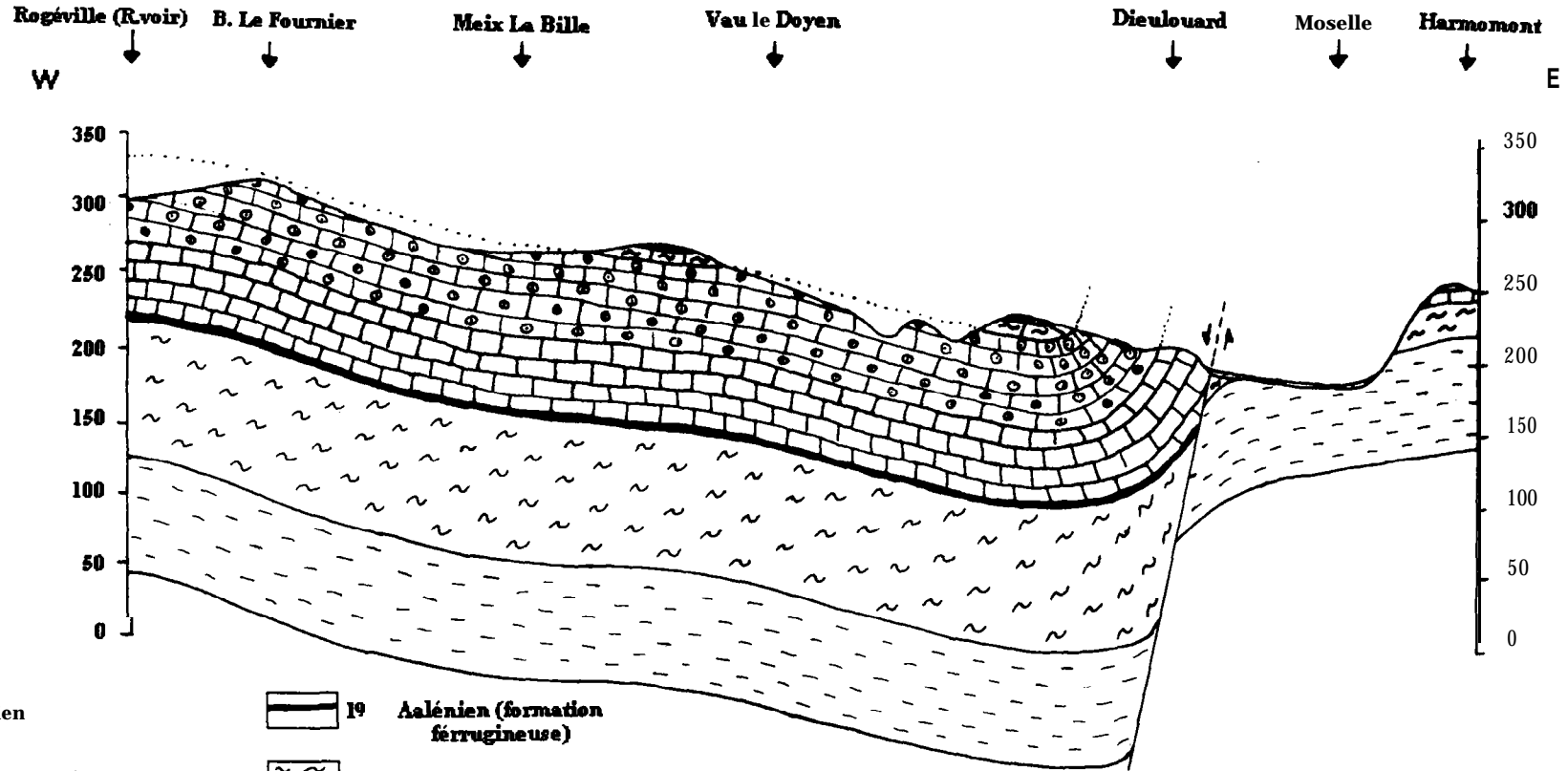
Une faille normale d'orientation N-S, de **pendage** subvertical et de rejet de environ 200 m. Elle passe par DIEULOUARD Le compartiment descendant se situe à l'ouest de cette faille. La descente de ce compartiment a contribué à la formation d'une dépression. Cette dépression est un synclinal de compensation observée grâce aux isohypses et qui donne cette forme en cuvette aux formations.







### **CONCLUSION**

Au niveau de la mine de Saizerais, la série stratigraphique est complète du Toarcien au Bathonien). La minette de Saizerais est limitée à sa base par les Marnes à septarias et les Grès supraliasiques du Toarcien Et elle est limitée à son sommet par les Calcaires à entroques et les Calcaires sableux du Bajocien inférieur. Cette formation se trouve dans la cuvette de DIEULOUARD en lame qui vient se biseauter sur les flans de l'anticlinal de PONT A MOUSSON.



### Coupe géologique de DIEULOUARD



- |  |   |
|--|---|
| <p> <b>j2</b> Bathonien</p> <p> <b>j1 c-d</b> Bajocien supérieur<br/>         Oolithe miliaire supérieur<br/>         Oolithe à Clipéus ploti<br/>         Pseudo-Balin<br/>         Balin<br/>         Marne de Longwy</p> <p> <b>j1 a-b</b> Bajocien inférieur<br/>         Calcaires à polypiers<br/>         Oolithe blanche<br/>         Calcaire → • ntxmque<br/>         Calcaire sableux</p> | <p> <b>19</b> Aalénien (formation ferrugineuse)</p> <p> <b>17-8</b> Toarcien<br/>         Marnes à Septarias<br/>         Schistes carton</p> <p> <b>16</b> Domézien</p> |
|--|---|

Echelle : 1150 000

Figure 4 :

## LES CARACTERISTIQUES HYDROGEOLOGIQUES DU SECTEUR (FIG. 9)

### LES NAPPES:

**1. La nappe de L'Aalénien:** Cette formation nettement moins marneuse que dans le bassin de Briey, contient une nappe conséquente au sein des calcaires et des couches gréseuses. Elle bénéficie, d'un excédent d'alimentation provenant de la nappe sus-jacente (dite nappe du Dogger) dû à la présence de nombreuses fractures affectant le Bajocien moyen et inférieur.

**2. La nappe du Bajocien moyen et inférieur** est donc alimentée par les nappes sus-jacente par l'intermédiaire du réseau karstique. Mais elle est elle-même drainée par la mine de Saizerais par l'intermédiaire du réseau de fissures d'origine karstique ou d'exploitation minière.

**3. De même les nappes du Bajocien supérieur** sont connectées aux aquifère sous-jacents en raison de la karstification ou de la fracturation artificielle formée lors de l'exploitation minière.

**4. La nappe des Caillasses à Anabacias** (Bathonien inférieur) forme une nappe suspendue. Les eaux de cette nappe en raison des variations latérale de faciès percole dans le sens du drainage et va alimenter les nappes des formations inférieures

### LES CIRCULATIONS SOUTERRAINES

(J. LE ROUX et J. SALADO "Fonctionnement des aquifères calcaires lorrains déduit des expériences de traçage colorimétrique" 1980 )

Des communications existent dans le réseau aquifère calcaire du bassin de Rosière en haye-Saizerais-Dieulouard. Elles ont été démontrées par des expériences de traçage colorimétrique. Ces expériences ont également démontré l'absence de communication entre certains sites et la mine de Saizerais.

Ces expériences ont été effectuées dans les années 70 bien avant l'ennoyage de la mine. Elles montrent la présence d'un réseau de communication entre les égouts de la base aérienne de Rosière en Haye et la mine de Saizerais (quartier central de la Mine uniquement). Et elles montrent aussi la présence d'un autre réseau de communication entre les pertes du ruisseau de Rosière en Haye au lieu dit de "Vau Cochatte" et tous les quartiers de la mine.

Par contre, ces traçages ont démontré qu'il n'y a pas de communication entre les égouts situés au bord de la départementale 106 à 1 km environ de la commune de Griscourt. Il y aurait soit des formations imperméables soit une fracturation peu importante.

Les expériences par traçages colorimétriques ont fait apparaître des circulations souterraines d'est en ouest sur plus de 8 km. Les vitesses de circulations des eaux sont comprises entre 10 et 20 m/h

## GITES ET PROCESSUS DE MISE EN SOLUTION DU SODIUM DU CHLORE ET DESSULFATES.

### LES SULFATES:

L'étude menée par Michel AMMOU, Daniel HERVE et Serge RAMON pour le compte de l'AFBRM en 1982 a permis de préciser les processus conduisant à la sulfatation des eaux de la mine de Saizerais.

Il apparaît que la série ferrifère se présente sous la forme d'une alternance de marne et de couches minéralisées correspondant à des dépôts réducteurs et des dépôts oxydants.

Ainsi la série peut ainsi être subdivisée en trois zones:

1. une **zone réductrice** favorable à la présence de pyrite,
2. une **zone limite**, dans laquelle coexistent des conditions d'oxydations et de réductions et ainsi favorable à l'oxydation de la pyrite avec libération de fer ferrique ( $3+$ ) et de sulfates. Le milieu sera donc favorable à la présence de silicates, de calcites ( $\text{CaCO}_3$ ), de sidérose ( $\text{FeCO}_3$ ) et des hydroxydes de fer,
3. une **zone oxydée**, dans laquelle l'oxydation de la pyrite est favorable et dans laquelle la calcite et les hydroxydes de fer coexiste

Entre ces trois zones viennent en plus s'intercaler les formations marneuses où règnent des conditions réductrices. Ces formations produisent une quantité de sulfates bien plus importante que les couches minéralisées.

### LE SODIUM:

D'après les études menées par D. HERVE et reprises par G. DAGALLZER et L. DEMASSIEUX sur les origines des teneurs en sodium des eaux des mines de fer en cours d'exploitation ou après ennoyage, nous avons pu déterminer les processus de mise en solution du sodium et du chlore.

Le sodium peut se rencontrer sous la forme minéralisée ou la forme de sel ( $\text{NaCl}$ ) dans les formations ci-dessous:

- dans le minerai de fer calcaire ou siliceux,
- dans les épontes, le crassin ou les marnes stériles du toit
- dans les calcaires du Bajocien.

Le phénomène de mise en solution peut se décomposer en trois phases:

- imbibition du matériau et mise en solution du Na immédiatement disponible,
- **diffusion** du Na vers l'extérieur du matériau,
- acquisition progressive d'une minéralisation de l'eau d'imbibition.

Le sodium est ainsi emporté sous forme dissoute dans l'eau. Il subit ensuite un transfert: phénomène de lixiviation du sodium.

Le sodium se trouve dans un plagioclase sodique (l'albite:  $Al Na Si_3 O_8$ ). L'albite, qui contient jusqu'à 1% en poids de  $Na_2O$ , est facilement **altérable** du fait de sa structure fine.

L'altération de l'albite rend le sodium accessible et ainsi sa mise en solution est plus facile.

Parmi les différentes couches contenues dans la formation ferrifère, il semble que ce soit **la couche grise** (couche exploitée à la mine de Saizerais) qui **libère le plus facilement du sodium et du chlore**.

L'albite en cours de déstabilisation se trouve en abondance dans cette couche.

#### **LE CHLORE:**

Les hydroxydes de fer ont une très grande surface spécifique et sont capables d'adsorber une grande quantité de chlore. L'association chlore-hydroxyde de fer est possible à pH basique (de même pour le sodium avec les oxydes de fer).

L'oxydation de la pyrite est à l'origine de l'abaissement du pH. Mais dès que le pH augmente de nouveau, les hydroxydes de fer se dissocient du chlore. Le chlore vient alors s'associer au sodium (produit de la lixiviation) sous forme de sel. La formation de ces sels est liée au fait que les fluides en circulation ont dépassé le taux de saturation en sodium et chlore. Ces fluides déposent alors un chlorure de sodium dans les formations qu'il traverse.

Les analyses faites par G. DAGALIER montrent que le chlore est **préférentiellement** associé au sodium.

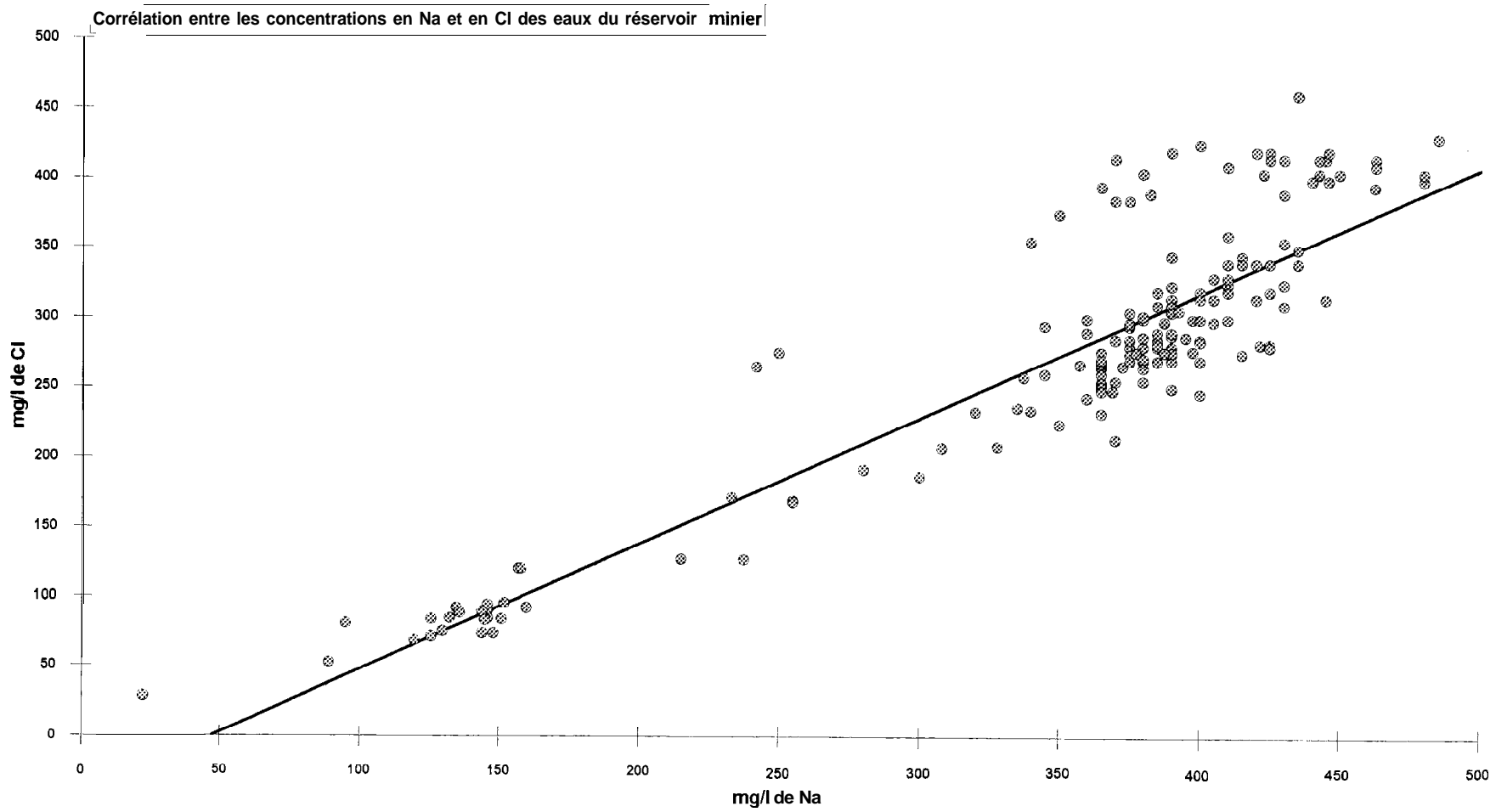
Ils se développent:

- préférentiellement sur les oxydes de fer dans les pores de grande taille ou dans les micropores des oolithes,
- moins souvent sur les bordures de cristaux d'albite, du minerai et des marnes des interstrates.

La courbe de corrélation (**figure 7**) entre les teneurs en sodium et en chlore confirme que la mise en relation entre ces deux éléments donne lieu à la formation d'un sel  $NaCl$ .

(G. DAGALLIER et L. DEMASSIEUX "Origine des teneurs en sodium des eaux des mines de fer en cours d'exploitation ou après ennoyage" 1986)

Figure 7  $\sigma$  suite de corrélation entre [Na] et [Cl]



## MINÉRALISATION DES EAUX LIÉES AUX CONDITIONS STRUCTURALES

La morphologie structurale du réservoir minier de Saizerais contribue à l'apparition d'une minéralisation lors de l'ennoyage de la mine.

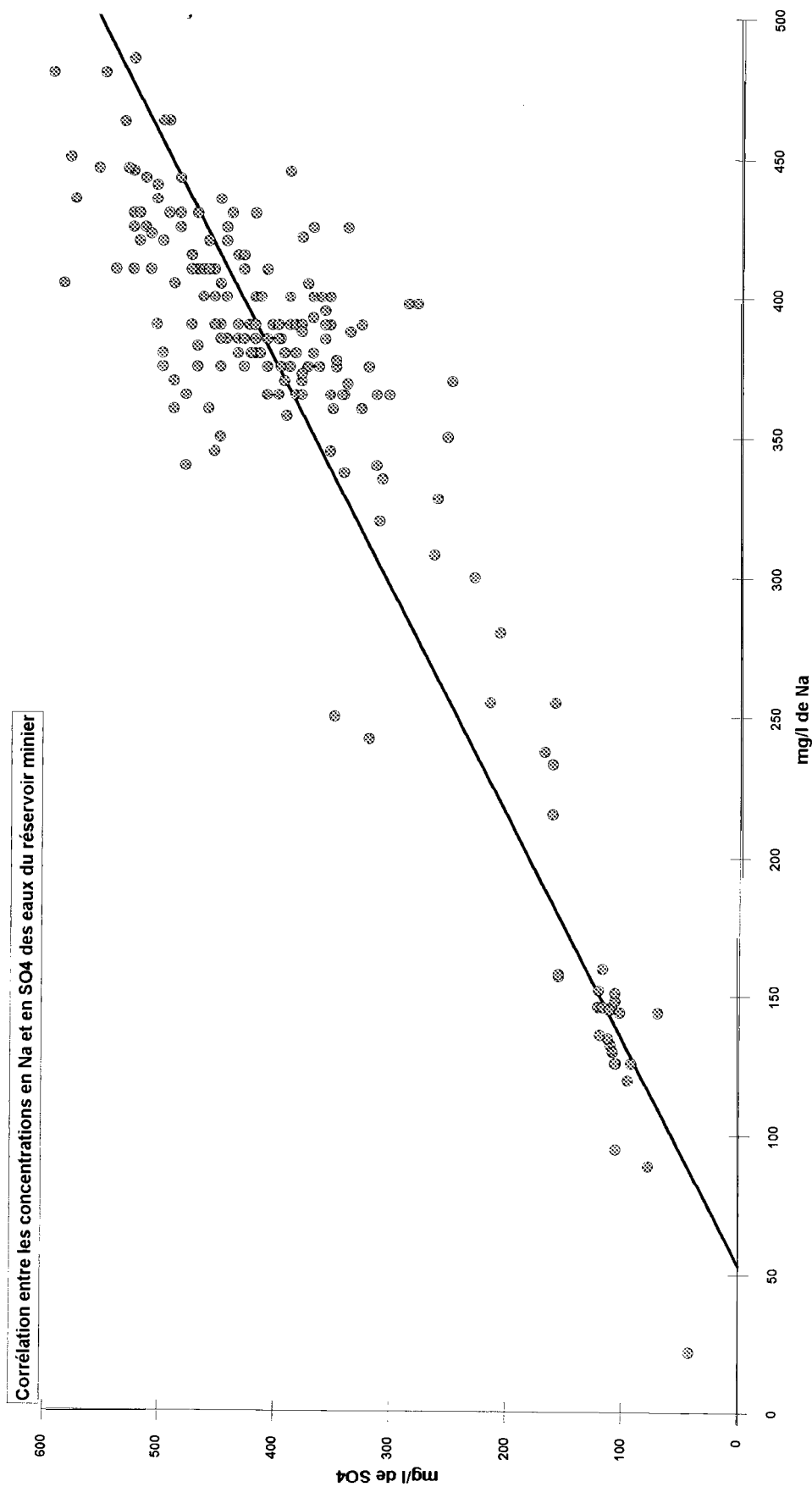
En effet, la mine de Saizerais se trouve à proximité d'une faille normale et au centre d'une cuvette synclinale. La présence de ces deux accidents favorise les écoulements d'eau de la périphérie vers le centre du réservoir (le creux de la cuvette synclinale). Au centre les eaux ne circulant plus favorisent l'accumulation des sels.

### CORRELATION ENTRE L'ACTIVITÉ MINIÈRE ET LA MISE EN SOLUTION DES SELS.

- Avant toute exploitation minière, la pyrite ( $\text{FeS}_2$ ) se trouvait dans les formations marneuses où régnaient des conditions réductrices favorables à sa présence. Et l'oxyde de fer se comportant comme des surfaces électronégatives à pH légèrement basique (7,5 pour la goëuthite et 8,5 à 9 pour les phases amorphes) peut fixer le sodium disponible.
- Au cours de l'exploitation, l'eau de la nappe du Bajocien percole et vient humidifier l'air de la mine favorisant ainsi l'oxydation de la pyrite suivant la réaction suivante:  
$$4\text{FeS}_2 + 15\text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_2\text{SO}_4 + 4\text{Fe} + 6\text{SO}_4$$
Les éléments résultant de cette réaction se retrouvent alors sous la forme de sels sulfatés et entraînent la diminution du pH.  
Le dénoyage et l'accroissement de la fracturation de l'encaissant se traduit par un accélération du phénomène de lixiviation du sodium.  
Et c'est au cours de l'exploitation minière que le chlore s'associe au sodium entraînant la cristallisation d'un sel.
- Lors de l'ennoyage; le sodium, le chlore et les sulfates sont sous la forme de sels facilement mobilisables (chlorures de sodium et sels sulfatés) qui au contact de l'eau de remplissage de la mine sont mis en solution.

Les droites de corrélation (**figure 7 et 8**) montrent qu'il existe une **relation entre la minéralisation** des eaux de la mine en sodium et en sulfates, confirmé par l'allure générale de la courbe des concentrations **en sodium, chlore et sulfates (Annexe 2)** et montrent ainsi la relation entre la mise en solution du stock de chlorure de sodium contenue dans le réservoir minier et la teneur moyenne en sulfate des eaux du réservoir minier.

Figure 8 : Droite de corrélation entre [Na] et [SO4].



**MISEENPLACEDUDISPOSITIFDESURPOMPAGE**

Les eaux d'exhaure présentaient une composition chimique satisfaisante (Cl 28 mg/l, SO<sub>4</sub> 42 mg/l, Na 22 mg/l).

Depuis 1981, la ville de PONT A MOUSSON est alimentée par les eaux d'ennoyages de la mine. Dès le début de l'ennoyage, l'eau présente une importante minéralisation en sulfates, chlorure, mais aussi en sodium: analyse du 16 octobre 1981 Cl 265 mg/l, SO<sub>4</sub> 320 mg/l, Na 242 mg/l. De 1981 à 1986, ce réservoir n'avait été renouvelé qu'une seule fois (eau de prélèvement ou de débordement) soit une quantité de huit Millions de m<sup>3</sup>.

Pour remédier à cette augmentation des concentrations dans l'eau et pour accélérer le renouvellement en eau du réservoir constitué par la mine de SAIZERAI, une pompe a été mise en place le 14 Septembre 1987.

Cela a permis, dès 1988, de passer en dessous des limites de qualité des eaux brutes destinées à la consommation (150 mg/l de sodium, 250 mg/l de sulfates, 200 mg/l de chlorures).

**CONSEQUENCE SUR LE METABOLISME D'UN EXCES DE SODIUM DE CHLORURES OU DE SULFATES**

("Directives de qualité pour l'eau de boisson")

**Le sodium (Na) :**

**La réglementation française fixe la valeur limite à 150 mg/l.**

Cet élément n'aurait pas d'effet indésirable sur la santé des consommateurs. La quantité nécessaire est d'au moins 200 mg/jour pour un enfant et jusqu'à 2000 mg/jour pour un adulte. La seule chose que l'on peut dire et qu'il est déconseillé au sujet atteint d'une hypertension de ne pas boire l'eau dont la concentration en sodium dépasse la limite de 150 mg/l. Un excès de sodium sur un sujet n'ayant aucun antécédent en ce qui concerne des problèmes d'hypertension ne poserait aucun problème. Il faut noter que le sodium est contenu dans la plupart des aliments. Du moins, il n'a pas été établi de relations entre l'hypertension et la forte consommation de sodium provenant de l'eau de boisson. Il faut noter que si un individu consomme dans une journée 2,5 litres d'eau contenant 150 mg/l de sodium (comme c'est souvent le cas en ce qui concerne les eaux d'exhaure de la mine de Saizerais), il absorbe alors 375 mg de sodium soit déjà 187% des apports journaliers recommandés à un enfant et 20% à un adulte. De plus un excédant de sodium dans l'eau lui confère un goût détectable au-delà de 200 mg/.



### Les chlorures (Cl):

#### **La réglementation française fixe la valeur limite à 200 mg/l.**

Ils accélèrent la corrosion des réseaux de distribution (fonction de l'alcalinité de l'eau). Une concentration supérieure à 250 mg/l confère à l'eau un goût détectable (surtout lorsqu'il est associé au sodium : NaCl). Les consommateurs peuvent s'habituer à des teneurs supérieures à 250 mg/l Dans l'eau le Cl forme des acides polychloreux et hypochloriteux. Le Cl n'a aucun effet toxique Le seuil gustatif du chlore est de 5 mg/l Il faut noter que la MEURTHE ET MOSELLE est le département où les teneurs en chlore dans l'eau sont les plus élevées.

### Les sulfates (SO4):

#### **La réglementation française fixe la valeur limite à 250 mg/l.**

Une forte absorption de sulfate peut entraîner des effets purgatifs chez les consommateurs ou une déshydratation et une irritation gastro-intestinale. Une forte concentration de sulfate peut également procurer une gêne gustative et provoquer la corrosion des réseaux de distribution d'A.E.P. Ils peuvent communiquer à l'eau un goût qui varie en fonction des cations avec lesquels ils sont associés. Il peut se former notamment le SNa au-delà de 250 mg/l ce qui lui confère un goût perceptible et gênant. Il provient de l'oxydation des terrains riche en fer. Aucune valeur guide n'a pu être fondée sur des critères de santé.

## M I S E E N P L A C E D U D I S P O S I T I F D E S U R P O M P A G E E T S E S C O N S E Q U E N C E S .

### **DESCRIPTION DU DISPOSITIF DE POMPAGE (FIG. 11)**

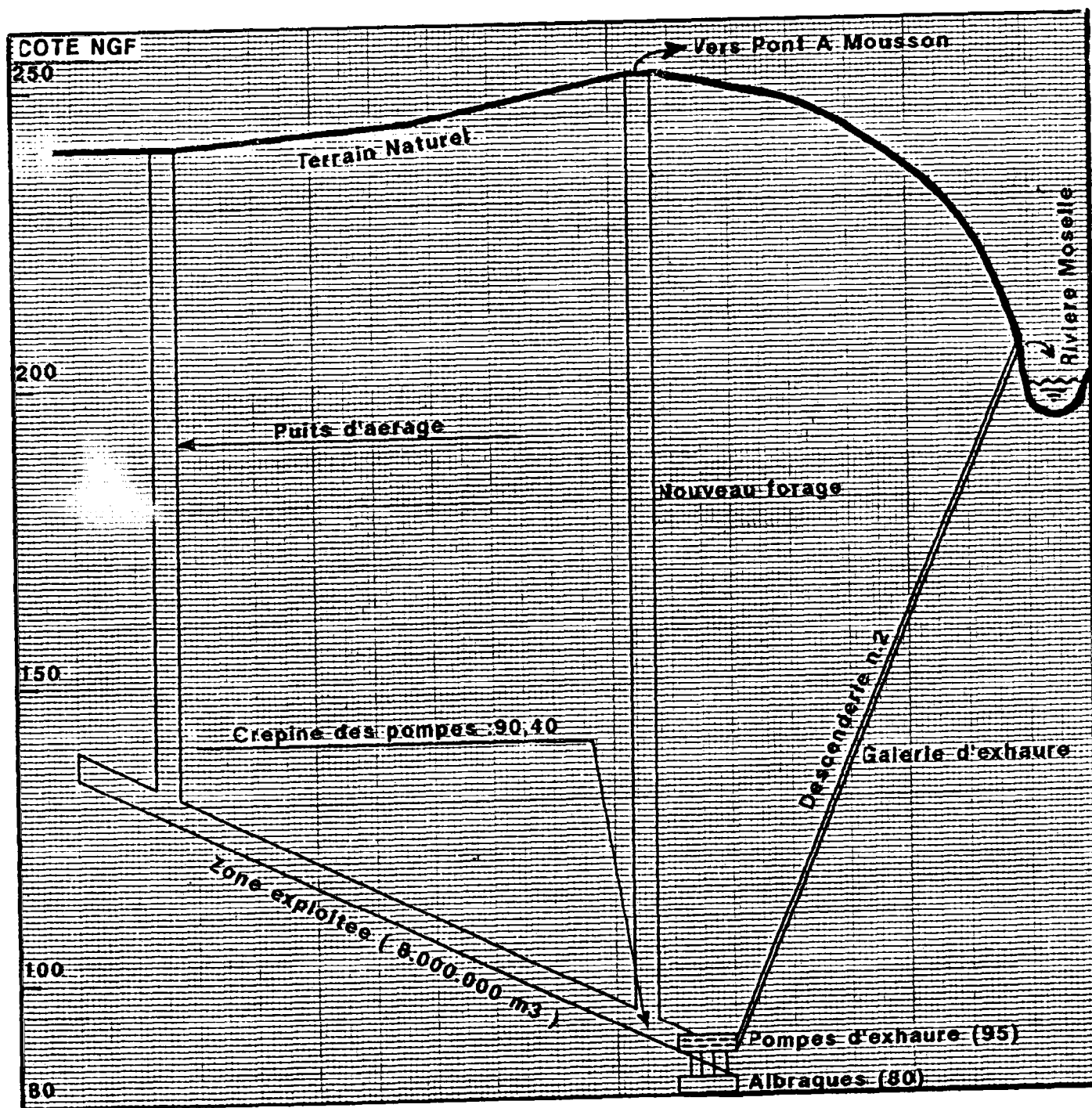
Au lieu dit "Le Vaux de Chanot", Le dispositif de sur-pompage a été installé au niveau de l'une des deux anciennes descenderies de la mine.

La descenderie 1 (par laquelle la main d'œuvre descendait) a été obturée par une succession de vieux rails de récupération, ancrés et recouverts par une épaisseur de 25 cm de béton. Une partie a été remblayée par 700 m<sup>3</sup> de déblais compactés.

La descenderie 2 (par laquelle le minerai était remonté) a été murée et équipée de deux tuyaux d'exhaure de 600 mm de diamètre. L'un reste libre pour permettre à la mine de déborder pendant les périodes de crue. L'autre tuyaux est relié à une pompe.

Cette pompe mise en place par la C.I.S.E. (anciennement SOGEA-SOBEA) est une pompe PLEUGER à débit horaire de 200 m<sup>3</sup>/h et une puissance moteur de 20 kW. Le tout est géré par une armoire électrique de commande avec compteur hydraulique et compteur horaire ce qui permet étudier l'évolution de la consommation électrique et des volumes pompés.

Figure 11 : Coupe simplifiée de la mine et des installations de surpompage et de captage.



## ETUDE DU FONCTIONNEMENT DE LA POMPE (FIG. 12)

**Figure 12 : Bilan annuel du surpompage depuis 1987**

ANNEES	Volumes pompés (m3)	Débit moyen (m3/h)	Puissance moyenne (w/m3)	kW consommés	Heures de pompage par année	Heures de pompage en moyenne par jour
1987	393 640	187	133	52 347	2 107	20
1988	1 346 880	209	126	171 416	6 600	18
1989	1 054 590	169	143	144 996	6 396	18
1990	1 119 902	173	132	145 069	6 443	18
1991	1 020 460	160	127	139 955	5 807	16
1992	1 322 720	187	124	162 108	7 105	19
1993	825 220	178	125	102 375	4 612	13
1994	597 490	209	117	72 859	3 214	9

Depuis la mise en service de la pompe, il a été exhauré par intermittence en tout 7 680 902 m<sup>3</sup> d'eau soit plus de 90% du réservoir de la mine (8.000.000 m<sup>3</sup>). Pour extraire ce volume il a fallu pomper en moyenne 15 heures par jour à débit moyen de 185 m<sup>3</sup>/h.

**Le volume total pompé pour la période du 1/09/1987 au 31/12/94 est de 16 158 505 m<sup>3</sup> soit plus de deux fois le volume du réservoir minier.** (Volumes comprenant les volumes sur-pompés, les volumes pompés au puit de DIEULOUARD). Et ceci ne tient pas compte des volumes débordés, donc on peut supposer que le volume renouvelé est bien supérieur.

Mais il faut savoir que depuis 1987 la pompe a subi des interruptions de fonctionnement: lors de débordements, ou lors de problèmes techniques. Cette pompe a été remplacée en 1993.

### BILAN FINANCIER (FIG. 13)

Il faut également souligner que la mine a débordé au moins une fois par an entraînant une mise à l'arrêt de la pompe pendant des périodes assez variables, mais souvent entre les mois de décembre à mai.

En 1988, La mine a débordé pendant 14 jours au mois de février et au mois de mars.

En 1989 elle a débordé du mois de mars au mois de mai.

Elle a débordé du **12 novembre 1990** au **11 février 1991** la pompe était hors service le **12 novembre 1990** et elle a été remplacée le **8 février 1991**. Plusieurs fois dans l'année, il y a eu des arrêts momentanés du sur-pompage: 7 jours en février, 5 en novembre 1991.

La mine a débordé également en 1992 mais cela n'a pas entraîné d'arrêt de la pompe.

En 1993 la pompe a été arrêtée du 27 mars au 7 avril et a été remplacée.

En 1994 le fonctionnement du dispositif de sur-pompage est, une nouvelle fois, interrompu pour cause de débordement du **30 décembre 1993** au **25 février 1994**.

L'évaluation annuelle du coût de revient du surpompage depuis sa mise en place le 14 septembre 1987 est résumé ci-dessus.

Le coût de revient comprend:

- le matériel,
- l'installation du matériel,
- l'énergie électrique nécessaire au fonctionnement du matériel,
- la main d'oeuvre de maintenance et de surveillance,
- le remplacement du matériel en cas de panne.

**Figure 13 : Résumé du bilan financier annuel du surpompage**

Année	Volumes pompés:	kW consommés:	Coût de revient:	Observations
1987	393 640	52 347	130 080 F	Mise en place du dispositif de surpompage le 14/09/87
1988	897 920	171 416	0	
1989	1 054 590	144 996	0	
1990	1 119 902	145 069	0	
1991	1 020 460	127 916	93 969 F	Arrêt: débordement et pompe hors service
1992	1 322 720	162 108	83 677 F	
1993	825 220	102 375	85 814 F	Arrêt: débordement et pompe hors service
1994	633 600	72 859	95 026 F	Arrêt : débordement

Le coût de revient total est de 488 566 **F TTC**, ce qui fait un prix de 0.12 **F/m<sup>3</sup>**

Le coût de revient global et approximatif pour un volume surpompage de 7 680 902 **m<sup>3</sup>** est donc d'environ 894 **411 F TTC** pour les 8 années de surpompage.

## CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES EAUX DE LA MINE DE SAIZERAIS ~ANNEXE 1)

Les données sur la chimie des eaux de la mine de Saizerais sont issues des prélèvements effectués par la CISE à différents points d'émergence du réservoir constitué par la mine:

- au puits de DIEULOUARD (nouvelle station de traitement, pompage AEP)
- Au lieu dit de la "Vaux de Chanot"(descenderie site du surpompage).

Ces prélèvements ont ensuite été analysés par le laboratoire d'hygiène et de recherche en santé publique.

La dernière analyse complète faite à ce jour (16 juin 1995) montre les caractéristiques chimiques des eaux de la mine de Saizerais. Cette eau possède un pH légèrement basique (=7,65) et son titre est inférieur à 1 N.T.U.

### **DIFFERENCE DE CHIMISME ENTRE LES EXUTOIRES DU LIEU DIT "VAUX DE CHANOT" ET DU PUIS DE DIEULOUARD,(ANNEXE 2 ET FIG. 17 PAGE 30)**

Les eaux prélevées au puits de DIEULOUARD n'ont pas tout à fait les mêmes caractéristiques chimiques que les eaux d'exhaure qui émergent au lieu dit de la "Vaux de Chanot", et particulièrement les teneurs en sodium.

Les concentrations en sodium des eaux prélevées au site de la "Vaux de Chanot" sont supérieures à celles prélevées au puits de DIEULOUARD. La différence est moins flagrante pour les autres éléments (Cl et SO<sub>4</sub>) mais elle existe quand même.

Ceci pourrait être expliqué par le fait que le site où sont prélevées les eaux du lieu dit de la "Vaux de Chanot" se situent en aval par rapport au site où sont prélevés les eaux du puits de Dieulouard. Cf. figure 11 page 22: coupe simplifiée de la mine.

### **EVOLUTION DES CONCENTRATIONS DE 1981 A 1987 (FIG. 15 P 28)**

La figure 15 page 28 (ou annexe 2) montre l'évolution des concentrations en sodium, chlorures et sulfates depuis le début du remplissage de la mine.

une augmentation assez conséquente pendant la phase de l'ennoyage lui-même. Les concentrations en sodium, en chlorures et en sulfates passent respectivement de 20 mg/l en Na, 30 mg/l en Cl, et 40 mg/l en SO<sub>4</sub> avant ennoyage à 480 mg/l en Na, 430 mg/l en Cl, et 520 mg/l en SO<sub>4</sub> à la fin de l'ennoyage

une diminution progressive des teneurs après ennoyage complet, les eaux du réservoir minier commencent à se renouveler naturellement à raison d'environ 800 000 m<sup>3</sup> par ans,

EVOLUTION DES CONCENTRATIONS DE **1987 A 1995** (FIG. 14, 15, 16 ET 17)

La figure 16 page 29 (ou annexe 2) montre l'évolution des concentrations en sodium, chlorures et sulfates depuis 1987.

Les teneurs ont subi des variations importantes:

- une diminution plus rapide des teneurs après l'intervention du surpompage (14/09/87) car le renouvellement du réservoir a ainsi été accéléré,
- une augmentation particulièrement des teneurs en sodium depuis 1993 ([Na]>150 mg/l) et aussi des teneurs en chlorures et en sulfates mais sans jamais dépasser les normes en général.

**Figure 14 : Valeurs moyennes annuelles des concentrations en sodium.**

<b>Année</b>	<b>[Na] (puits)</b>	<b>[Na] (Vaux)</b>	<b>[Na] (total)</b>	<b>Nombre d'analyses effectuées</b>
<b>1987-88</b>	235 mg/l	315 mg/l	261 mg/l	(13+4) 17
<b>1989</b>	135 mg/l	360 mg/l	155 mg/l	(8+5) 13
<b>1990</b>	148 mg/l	--	148 mg/l	<b>11</b>
<b>1991</b>	132 mg/l	130 mg/l	131 mg/l	(3+1) 4
<b>1992</b>	126 mg/l	--	126 mg/l	2
<b>1993</b>	233 mg/l	--	233 mg/l	<b>1</b>
<b>1994</b>	159 mg/l	247 mg/l	183 mg/l	(1+7) 8
<b>1995</b>	--	151 mg/l	137 mg/l	5
<b>Valeur moyenne</b>	155 mg/l	236 mg/l	172 mg/l	<b>61</b>

**VOLUMES POMPES DEPUIS 1987 (FIG 18)**

En Annexe 3 les données volumétriques sont rassemblées et ci-dessous sont résumés les volumes annuels pompés.

**Figure 18 : quantité d'eau pompé au puits de DIEULOUARD et au lieu dit de la "Vaux de Chanot"**

<b>Années</b>	<b>puits (m3)</b>	<b>"Vaux de Chanot" (m3)</b>	<b>totaux (m3)</b>
<b>1987-88</b>	<b>390 650</b>	<b>1403 800</b>	<b>1794 450</b>
<b>1989</b>	<b>1349 428</b>	<b>1054 590</b>	<b>2 404 018</b>
<b>1990</b>	1501730	1119902	<b>2 621632</b>
<b>1991</b>	<b>1513 800</b>	<b>1020 460</b>	<b>2 534 260</b>
<b>1992</b>	1543960	<b>1322 720</b>	<b>2 866 680</b>
<b>1993</b>	<b>1538 640</b>	<b>825 220</b>	<b>2 363 860</b>
<b>1994</b>	<b>976 115</b>	<b>597 490</b>	1573605

**LE FLUX DE SODIUM (FIG. 19)**

Les volumes d'eau considérables retirés de la mine ont naturellement contribué à l'extraction de quantité importante de sodium.

En considérant les concentrations moyennes annuelles en sodium et les volumes d'eau pompés et débordés du réservoir minier, le flux de sodium a pu être estimé.

**Figure 19 : Flux de sodium extrait depuis 1987 du réservoir d'eau de l'ancienne mine de Saizerais**

<b>Années</b>	<b>Flux au puits</b>	<b>Flux à "Vaux de Chanot"</b>	<b>Flux totaux (puits, "Vaux de Chanot" )</b>
<b>1987-88</b>	<b>92 t</b>	<b>442 t</b>	<b>468 t</b>
<b>1989</b>	<b>183 t</b>	<b>380 t</b>	<b>373 t</b>
<b>1990</b>	<b>223 t</b>	<b>403 t</b>	<b>388 t</b>
<b>1991</b>	<b>200 t</b>	<b>133 t</b>	<b>332 t</b>
<b>1992</b>	<b>195 t</b>	<b>172 t</b>	<b>361 t</b>
<b>1993</b>	<b>359 t</b>	<b>107 t</b>	<b>551 t</b>
<b>1994</b>	<b>236 t</b>	<b>148 t</b>	<b>288 t</b>

Une quantité importante de sodium a été extraite de la mine de cette manière: 3 000 tonnes environ de 1987 à 1994.

Lors de débordements, les pertes d'eau sont très importantes induisant une extraction importante en sodium qui ne peut pas être chiffrée.

Nous pouvons quand même indiquer que le débordement de janvier 1991 est à l'origine de l'extraction de 97 tonnes de sodium (produit du volume débordé par la concentration moyenne de l'année 1991 mesurée au lieu dit de la "Vaux de Chanot").

Certaines années il n'a pas été fait d'analyse en sodium, dans ce cas la concentration moyenne en sodium utilisée est celle de l'année précédente. Les valeurs des concentrations en sodium utilisées sont situées dans la figure 11 page 18 (Valeurs moyennes annuelles des concentrations en sodium).



Plusieurs analyses complètes ont été réalisées sur les eaux d'exhaure de la mine de Saizerais, sur l'eau de la source du "Père Hilarion" et sur l'eau de la source de la Bouillante. Elles ont permis de déterminer les tendances hydrochimique de ces eaux. Le diagramme de PIPER permettra de donner d'après les résultats ioniques des analyses chimiques les types d'eaux et de comparer les émergences.

**Figure 20 : tableau récapitulatif des données chimiques (en meq.)**

	[Ca]	[Mg]	[Na]	[K]	[Cl]	[NO3]	[SO4]	[HCO3]
Puits 04/93	3.005	2.225	10.130	0.256	4.823	0.065	3.383	7.279
Puits 04/94	3.005	0.708	6.260	0.205	2.073	0.084	1.458	6.361
Puits 06/95	4.165	1.492	4.187	0.131	1.825	0.253	1.723	5.984
Hilarion	3.800	0.200	0.109	0.008	0.155	0.063	0.510	0.274
Diculouard	5.800	0.300	0.196	0.051	0.423	0.305	0.781	4.951

**Résultats:**

Les caractéristiques chimiques des eaux d'exhaure de la mine de Saizerais prélevées au puits DIEULOUARD se sont modifiées au cours du temps comme le montrent déjà les courbes des concentrations. (Figure 12)

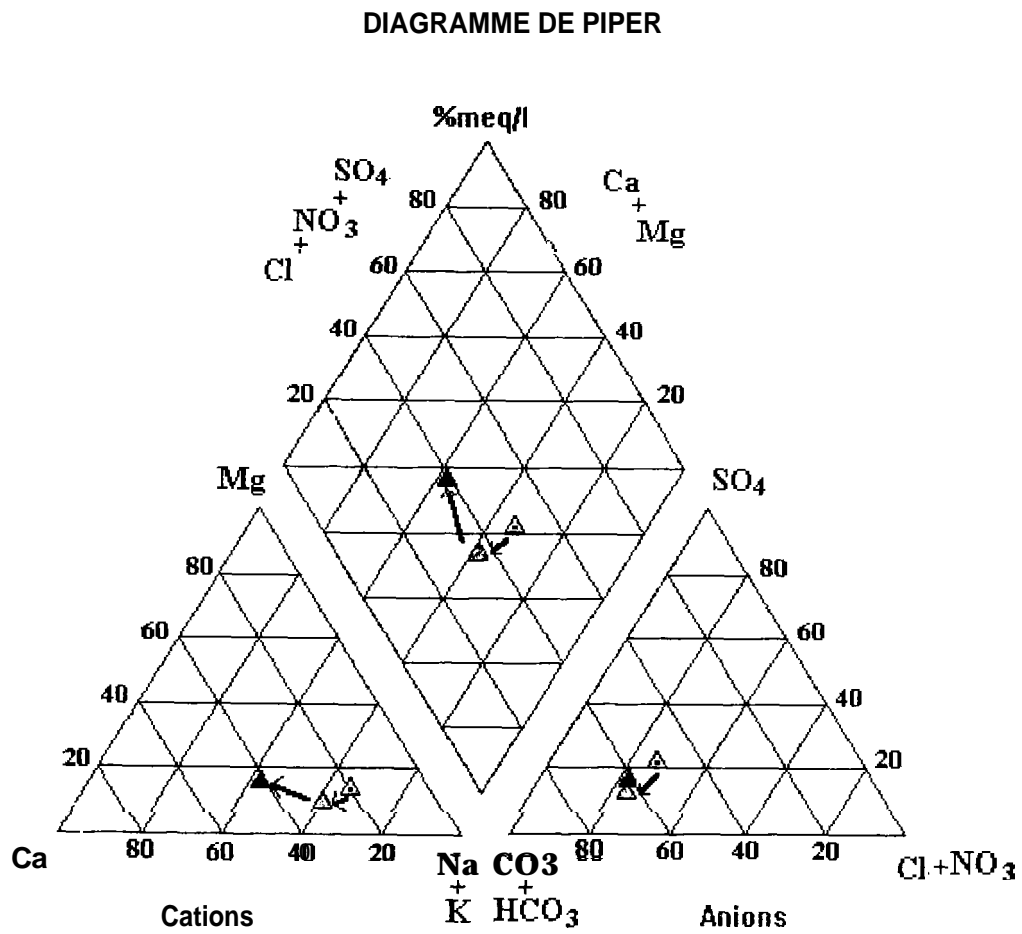
On constate que le faciès des eaux d'exhaure de la mine de Saizerais évolue au cours du temps:

- En 1993 le faciès était chloruré sodi-potassique,
- En 1994 le faciès était hydrogénocarbonaté sodi-potassique,
- En 1995 le faciès est hydrogénocarbonaté calcique et magnésien avec encore une petite tendance sodi-potassique.(Cf diagramme de PIPER figure 15 page suivante)

Les eaux provenant des différentes émergences ont des caractéristiques hydrochimiques différentes.

Les eaux de source du "Père Hilarion" utilisées par PONT A MOUSSON ont une tendance chlorurée sulfatée calcique et magnésienne. Les eaux de la source de la Bouillante à DIEULOUARD ont un faciès de type bicarbonaté calcique et magnésien.(Figure 16)

**Figure 21 : Composition hydrochimique des eaux du puits de DIEULOUARD (années 1993-94-95)**



**Légende:**

**eau du puits de Dieulouard**

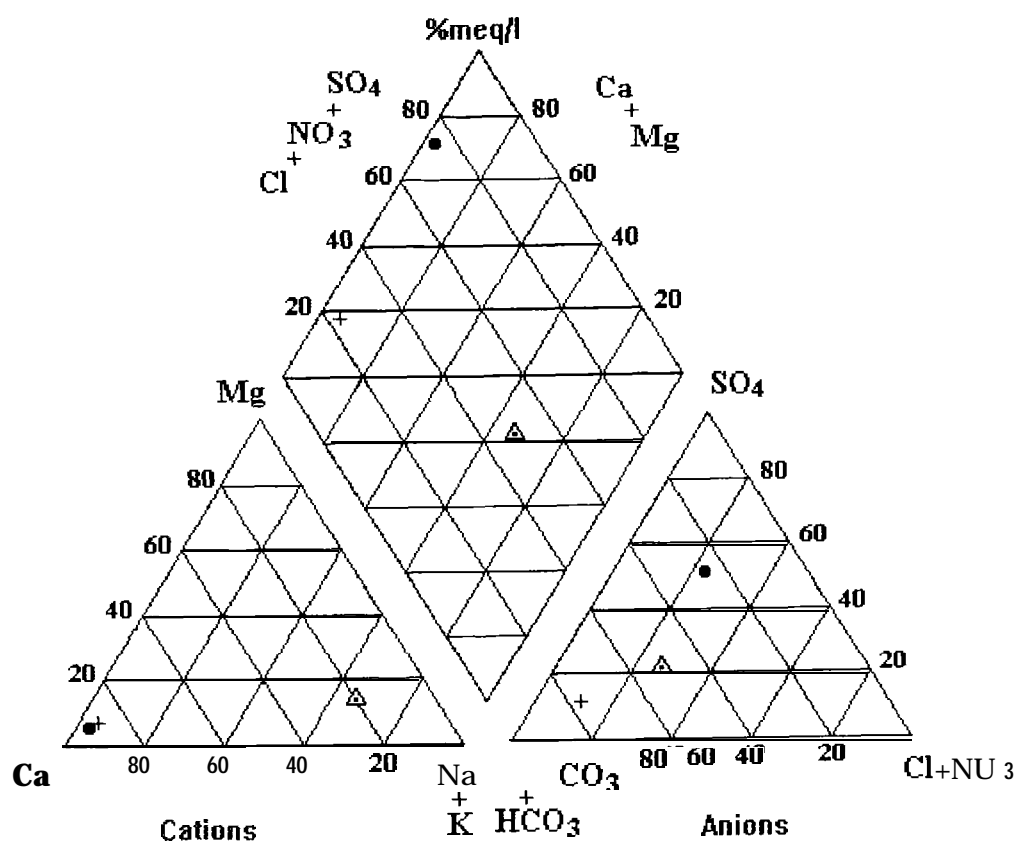
△ 16/04/93

□ 28/04/94

○ 16/06/95

**Figure 22 : Composition hydrochimique des différentes émergences**

**DIAGRAMME DE PIPER**



Légende:

- eau de la source du "Père Hilarion" (Pont à Mousson)
- + eau de la source de "la Bouillante" (Dieulouard)
- △ eau du puits de Dieulouard [16/04/93]

## ALIMENTATION DU RESERVOIR MINIER ("ENTREE")

Ce bilan a été réalisé pour évaluer la superficie du bassin d'alimentation de la ressource en eau de la "mine de Saizerais". Dans la région de DIEULOUARD, où se situe la mine de Saizerais, la morphologie structurale des terrains est déterminante (présence d'une cuvette synclinale, faille, etc..). (**figure 23**)

En premier lieu, la quantité d'eau, qui pénètre dans le sol et le sous-sol et qui alimente le système des eaux souterraines, sera déterminée: l'infiltration. En général, seulement une partie des précipitations alimentent ce système. Car l'eau apportée par les précipitations est distribuée de la manière suivante:

- par **évaporation** et **transpiration**,
- par **ruissellement**,
- par **absorption du** sol (eau de la réserve utile).

L'infiltration des eaux vers les niveaux profonds a été évaluée à partir des différentes formules précisées ultérieurement. Elle sera calculée à l'aide :

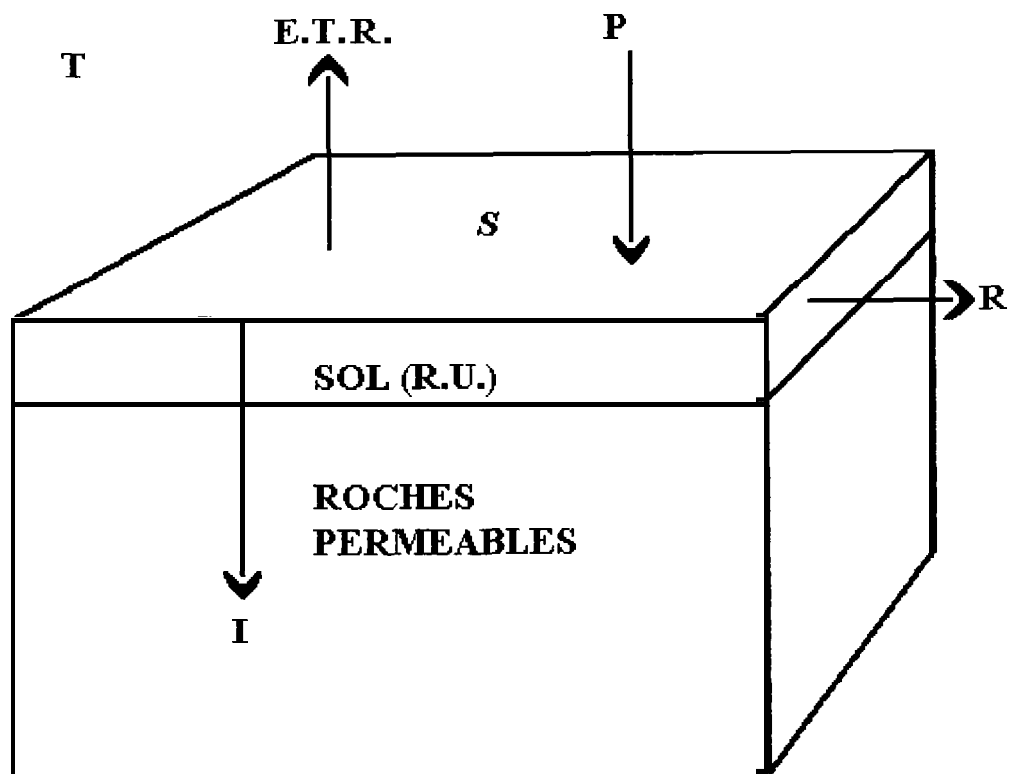
- des **précipitations** mensuelles,
- des **températures** moyennes mensuelles.

### LES DONNEES CLIMATOLOGIQUES

En ce qui concerne la Pluviométrie et les températures , paramètres variables importants, les valeurs ont été mesurées à la station météorologique la plus proche

Cette station se situe à ROSIERES EN HAYE (moins de quatre kilomètres du site à vol d'oiseau), les valeurs obtenues sont prises en compte dans les calculs ultérieurs.

**Figure 23 : Schématisation des échanges entre la nappe et les apports de surface**



P : pluies

T : température

S : surface du secteur étudié

E.T.R. : évapotranspiration réelle calculée en fonction de l'E.T.R.

R : ruissellement total.

R.U. : réserve utile du sol.

I : infiltration drainage profond vers les eaux souterraines.

## LERUISSELLEMENT

Le ruissellement est un écoulement superficiel qui dépend énormément de la perméabilité des terrains étudiés.

Et justement l'étude géologique du secteur a permis montrer que les formations affleurantes étaient perméables:

- Formations superficielles perméables constituées de sables de galets et de graviers
- Formations à perméabilité de fissure dominante.

La perméabilité de ces formations a été accentuée par la fracturation pendant l'exploitation minière.

De plus le secteur n'est pas traversé par des cours d'eau et la topographie ne présente pas de variation très importante,

Dans le bilan Hydrique du bassin étudié les données de ruissellements sont donc considérées comme négligeables.

## LA RESERVE UTILE (R.U.) ENEAUDUSOL

C'est la quantité maximale d'eau qu'un sol peut stocker, et la lame d'eau par unité de surface de sol accessible aux végétaux.

La réserve utile du sol dépend:

- de la composition lithologique et de l'épaisseur du sol,
- du climat
- de la profondeur du niveau piézométrique de la nappe.

Les sols rencontrés sur le secteur sont des sols brun calciques (sol assez argileux) se développant sur un plateau calcaire (plateau de Haye). Ils sont peu épais (entre 50 et 70 cm).

De plus le niveau de la nappe piézométrique ne vient pas à proximité de la base du sol donc il n'y a pas de contacté possible (50 m l'un de l'autre environ).

Il en résulte que la réserve utile en eau des sols peut varier sur toute la surface du secteur entre 30 et 90 mm. La valeur qui a été retenue pour les calculs ultérieurs est une valeur moyenne de

**60 mm**

Biblio: "Connaître les sols lorrains et leur potentiel de production" par la C.R.A. LORRAINE

"Propriétés des sols de la forêt de HAYE (Lorraine) et leur effet sur le bilan hydrique"  
par François BIGORRE

Le terme d'évapotranspiration regroupe l'évaporation des eaux superficielles et la transpiration des végétaux. C'est la somme de toutes les pertes par transformation de l'eau en vapeur d'eau.

L'évapotranspiration réelle (**E.T.R.**) est liée à la quantité d'eau contenue dans le sol (réserve utile du sol). L'évapotranspiration potentielle (**E.T.P.**) est la quantité d'eau qui serait évapotranspirée si la réserve utile pouvait toujours compenser ces pertes.

Si la réserve utile est à son maximum l'évapotranspiration réelle est égale à l'évapotranspiration potentielle, si elle est nulle l'évapotranspiration réelle est inférieure à l'évapotranspiration potentielle.

### Estimation de l'évapotranspiration potentielle

#### -Par la formule de THORNTHWAITE

$$E.T.P. = 16 \left( \frac{10 \cdot T}{I} \right)^\alpha \cdot f(\lambda)$$

E.T.P. : évapotranspiration potentielle mensuelle en mm

T : température mensuelle moyenne

I : la somme des indices mensuels de l'année ( $\sum i$ )

i : indice mensuel

$$i = \left( \frac{T}{5} \right)^{1,514}$$

$$\alpha = 6,75 \cdot 10^{-7} I^3 - 7,71 \cdot 10^{-5} I^2 + 1,79 \cdot 10^{-2} I + 0,49239$$

f(h) : coefficient de correction fonction de la latitude (48°) et du mois:

jan	fev.	mars	avr.	mai	juin	juill.	août	sept	oct.	nov.	dec.
0,76	0,80	1,02	1,14	1,31	1,33	1,34	1,23	1,05	0,93	0,77	0,72

#### -Par la formule de TURC

$$E.T.P. = 0,4 \cdot \frac{T}{T+15} (R_g + 50)$$

E.T.P. : évapotranspiration mensuelle calculée en mm.

T : température moyenne mensuelle mesurée sous abri ("C).

R<sub>g</sub> : radiation solaire globale.

$$R_g = I_{g_a} \cdot \left( 0,18 + 0,62 \cdot \frac{h}{H} \right)$$

h : durée réelle d'insolation.

H : durée maximale d'insolation possible (durée astronomique du jour).

I<sub>g<sub>a</sub></sub> : radiation solaire directe en l'absence d'atmosphère.

I<sub>g<sub>a</sub></sub> et H sont donnés en fonction de la latitude et du mois considéré.

### -Par la formule de PENMAN

$$E.T.P. = \frac{1}{L} \frac{R_n \cdot \frac{F'\theta}{\gamma}}{1 + \frac{F'\theta}{\gamma}} + E_a \frac{1}{1 + \frac{F'\theta}{\gamma}}$$

E.T.P. : évapotranspiration mensuelle calculée.

L : chaleur latente d'évaporation de l'eau.

Rn : rayonnement net calculé.

Ea : pouvoir évaporant de l'air.

$F'\theta$  : pente de la courbe de tension maximale de la vapeur d'eau.

g : constante psychrométrique.

Les données de l'évapotranspiration (E.T.P.) calculées par cette formule ont directement été fournies par le service de METEO. FRANCE.

#### Estimation de l'évapotranspiration réelle

L'évapotranspiration réelle (E.T.R.) est estimée en fonction de la relation: **P-E.T.P.**

Si  $P > E.T.P.$ , alors **E.T.R. = E.T.P.**

Si  $P < E.T.P.$ , alors deux cas peuvent se présenter:

**R.U. = 0** (la réserve en eau du sol est vide) : alors **E.T.R. = P**

**R.U. ≠ 0** : alors **E.T.R. = P + R.U. - E.T.P.**

#### **LA PLUIE EFFICACE (FIG. 24 ET ANNEXE 5)**

Elle se calcule à l'aide du bilan hydrique et en fonction de toutes les données citées précédemment.

Lorsque les apports d'eau sont supérieurs aux pertes d'eau alors la réserve utile se remplit jusqu'au moment où elle va être pleine (maximum à 55 mm pour les sols du secteur); d'eau excédentaire va rejoindre les eaux souterraines: ce sont les pluies efficaces. L'excédent est égal à la valeur P-E.T.P.

Les bilans hydriques calculés ont été estimés à partir des évapotranspirations calculés à partir des formules de Turc, Penman et Thomthwaite.

A titre d'exemple, nous donnons ci-dessous les pluies efficaces évaluées à l'aide des différentes méthodes pour l'année 1994.

Vous trouverez en annexe les bilans hydriques des années 1984 à 1993. (ANNEXE 5)



**Figure 24 : Bilans hydriques de l'année 1994**

TURC	Jan	Fév	Mar.	Avr.	Mai	Jun	Jul.	Aoû.	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	année 9
pluies	81.4	53.2	55.6	60.5	67.6	76.2	41.2	81.2	130.	63.6	23.4	85.8	819.
E.T.P.	2.93	3.39	35.5	47.78	76.58	109.94	134.44	95.07	48.28	39.05	17.32	11.04	621.3
P-E.T.P.	78.47	49.81	20.1	12.72	-8.98	-33.74	-93.24	-13.87	81.72	24.55	6.08	76.76	198.3
dru	0.	0.	0.	0.	-8.98	-33.74	-17.28	0.	60.	0.	0.	0.	(
R.U.	60.	60.	60.	60.	51.02	17.28	0.	0.	60.	60.	60.	60.	
E.T.R.	2.93	3.39	35.5	47.78	76.58	109.94	58.48	81.2	48.28	39.05	17.32	11.04	531.5
Infiltration	78.47	49.81	20.1	12.72					21.72	24.55	6.08	74.76	288.1

PENMAN	Jan	Fév	Mar.	Avr.	Mai	Jun	Jul.	Aoû.	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	année 94
pluies	81.4	53.2	55.6	60.5	67.6	76.2	41.2	81.2	130.	63.6	23.4	85.8	819.7
E.T.P.	3.17	6.77	15.5	21.63	30.73	41.27	51.13	36.13	16.73	11.77	4.17	3.63	242.63
P-E.T.P.	78.23	46.43	40.1	38.87	36.87	34.93	-9.93	45.07	113.27	51.83	19.23	82.17	577.07
dru	0.	0.	0.	0.	0.	0.	-9.93	9.93	0.	0.	0.	0.	0.
R.U.	60.	60.	60.	60.	60.	60.	50.07	60.	60.	60.	60.	60.	
E.T.R.	3.17	6.77	15.5	21.63	30.73	41.27	51.13	36.13	16.73	11.77	4.17	3.63	232.63
Infiltration	78.23	46.43	40.1	38.87	36.87	34.93		35.13	113.27	51.83	19.23	82.17	301.63

THORNTHWAITE	Jan	Fév	Mar.	Avr.	Mai	Jun	Jul.	Aoû.	Sep	Oct.	Nov.	Déc.	année 94
pluies	81.4	53.2	55.6	60.5	67.6	76.2	41.2	81.2	130.	63.6	23.4	85.8	819.7
E.T.P.	9.19	7.41	35.55	38.06	77.18	106.72	146.02	110.51	66.36	39.81	29.11	14.28	680.21
P-E.T.P.	72.21	45.79	20.05	22.44	-9.58	-30.52	-104.82	-29.31	63.64	23.79	-5.71	71.52	139.49
dru	0.	0.	0.	0.	-9.58	-30.52	-19.9	0.	60.	0.	-5.71	5.71	0.
R.U.	60.	60.	60.	60.	50.42	19.9	0.	0.	60.	60.	54.29	60.	
E.T.R.	9.19	7.41	35.55	38.06	77.18	106.72	61.1	81.2	66.36	39.81	29.11	14.28	565.98
Infiltration	72.21	45.79	20.05	22.44					3.64	23.79		65.81	253.72

En comparant les résultats obtenus suivant les différentes formules d'évaluation de l'E.T.P. on constate que la différence sur la tranche d'eau infiltrée en une année atteint 50 mm.

D'après les bilans effectués de 1984 à 1994:

la quantité de **pluies** déversées est de **8 235,8 mm**,

la quantité de **pluies efficaces** (1) est:

de **2 959,7 mm** (formule de TURC),

de **5 604,2 mm** (formule de PENMAN)

de **2 748,25 mm** (formule de THORNTHWAITE),

Selon les méthodes utilisées les valeurs obtenues sont très différentes, surtout celles obtenues par la méthode de Penman.

Cela est dû au fait que les données de l'évapotranspiration (E.T.P.) calculées par cette formule ont directement été fournies par le service de METEO. FRANCE. Ainsi le pourcentage d'erreur statistique est donc moins grand par rapport aux deux autres méthodes de calcul puisque qu'elle tient compte de plus de paramètres.

## **LES EXUTOIRES DU RESERVOIR MINIER ("SORTIS")**

### **(Annexe 3 et 4)**

Dans ce système, les "entrées" proviennent de la surface par l'intermédiaire des pluies efficaces calculées précédemment et sont à l'origine de l'eau du réservoir minier.

Les exutoires ("sorties") connus du réservoir de Saizerais sont:

- naturellement lors des crues (débordement du réservoir d'eau de la mine)
- artificiellement par pompage (le surpompage au site de la "Vaux de Chanot" et le pompage A.E.P. au puits de DIEULOUARD).

### **Débit de remplissage et de renouvellement du réservoir minier:**

Débit de remplissage estimé: 1200 m<sup>3</sup>/h

Débit de renouvellement après remplissage complet: 340 m<sup>3</sup>/h

Ces valeurs ont été calculées à partir des durées de remplissage lors de l'envoyage de la mine et en sachant que le réservoir minier a un volume de 8 000 000 m<sup>3</sup>.

Les volumes **surpompés** de septembre 1987 à décembre 1994 sont de 7 680 900 **m<sup>3</sup>**.

Les volumes **pompés** pour l'exploitation A.E.P. de septembre 1988 à décembre 1994 sont de 9 **098 500 m<sup>3</sup>**.

Seul les volumes débordés des années 1988, et 1991 ont été mesurés:

929 000 m<sup>3</sup> en février-mars 1988

750 000 m<sup>3</sup> en janvier 1991

Les quantités d'eaux totales réelles aux "sorties" sont supérieures à celles estimées. Mais cela permet d'avoir une idée des volumes exaurés de la mine pour une période entre 1988 et 1994 incluse. Ces "sorties" constituent un volume considérable et elles sont rassemblées dans un tableau en annexe 3 : Volumes exaurés

## SUPERFICIE DU BASSIN VERSANT (FIG. 25 ET 26)

L'année 1991 a servi de référence pour l'estimation du bassin versant pour laquelle nous disposons des débits mesurés des volumes débordés.

**Figure 25 : Calcul de la superficie du bassin versant à partir des eaux exhaurées et des pluies efficaces en 1991**

Années	Volumes surpompés	Volumes pompés au puits	Volumes débordés	Volumes totaux
1991	1020 460 m3	1501800 m3	750 000 m3	3 272 260 m3

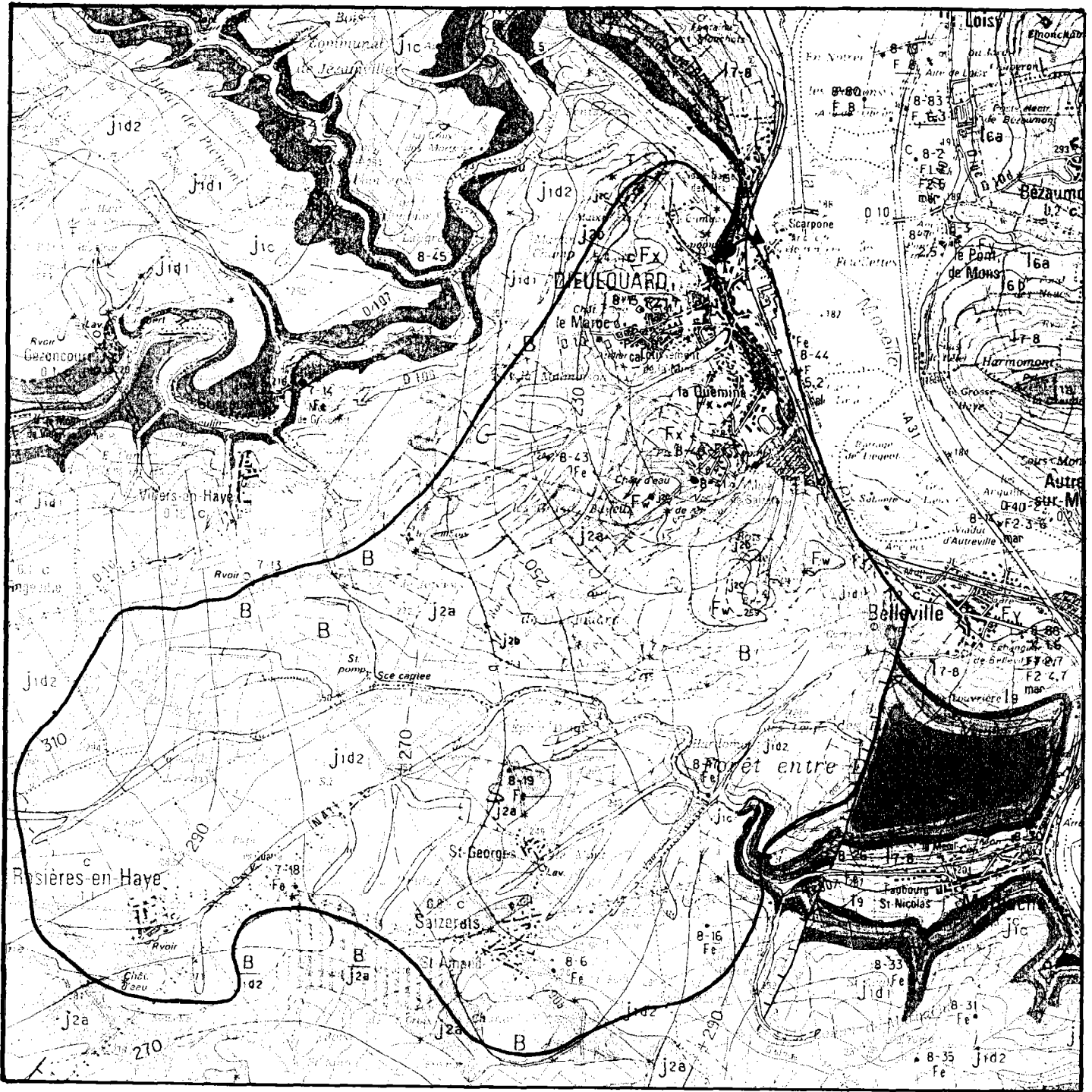
Pluies efficaces (Turc)	Superficie déduite	Pluies efficaces (Thornthwaite)	Superficie déduite	Pluies efficaces (Penman)	Superficie déduite
183,38 mm	17,8 km2	292,27 mm	11,2 km2	159,36 mm	20,5 km2

**Le bassin versant déterminé cartographiquement (Figure 26) à l'aide des courbes de niveau fait 35 km2.**


La différence entre les superficies de bassin versant déterminées par calcul statistique est due au fait que les valeurs ont été déterminées par de méthodes n'utilisant pas les mêmes paramètres. Nous pouvons toutefois remarquer que la superficie du bassin versant obtenue à partir de la méthode utilisant la formule de Penman se rapproche la plus de celle déterminée cartographiquement.

La différence entre les superficies du bassin versant déterminées cartographiquement et celles déterminées par calcul statistique est certainement due au fait que la valeur du volume total des "sorties" du réservoir est bien supérieure à celle déterminée ci-dessus. ( en particulier les volumes débordés. )

**Figure 26 : Délimitation du bassin d'alimentation de la nappe (Carte Hydrologique)**



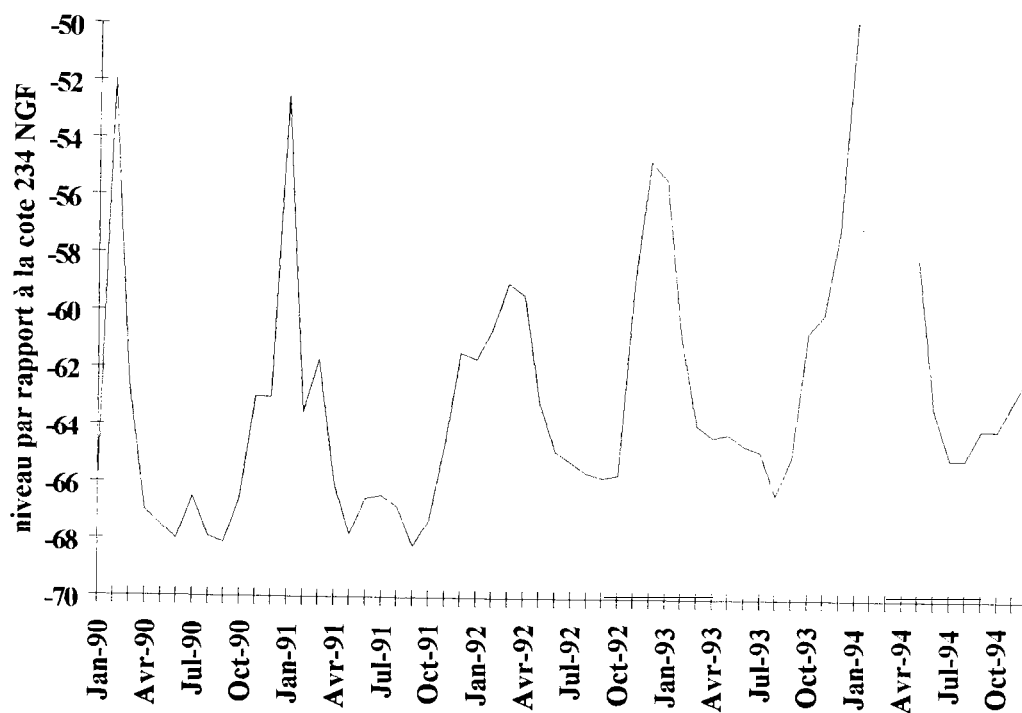
**Légende:**

 limite du bassin versant.

 source de la bouillante.

## NIVEAU DE LA MINE (FIG. 27)

Figure 27 : Niveau de l'eau dans le réservoir minier au puits de DIEULOUARD



Quand le réservoir minier déborde au niveau de la descenderie au lieu dit de la “Vaux de Chanot”, le niveau au puits de DIEULOUARD dépasse la valeur de (-50 m).

En effet, la topographie montre une différence de 50 m entre le site du puits de DIEULOUARD et l’entrée de la descenderie au lieu dit de la “Vaux de Chanot”.

## **CONCLUSION**

Le sodium qui est le principal sujet de préoccupation dans ce rapport proviendrait de la mise en solution des sels accumulés lors de l'exploitation minière.

Toutes les conditions favorisant la minéralisation des eaux en sodium sont rassemblées: les accidents structuraux, les formations porteuses de la minéralisation, et les directions d'écoulement dans le bassin.

En premier lieu on aurait pu conclure, en voyant la chute du taux de sodium après ennoyage total de la mine, qu'un simple renouvellement des eaux du réservoir minier suffirait. Et la mise en place du dispositif de sur-pompage avait pour but d'accélérer le processus.

Mais depuis 1993, les taux de sodium ( et également du chlore et des sulfates), qui ont tendance à augmenter, laissent présager qu'à long terme le simple renouvellement des eaux du réservoir minier ne sera plus suffisant.

## CONCLUSION :

Il faut donc envisager que le sodium des eaux dans la mine de fer de Saizerais provient surtout du lessivage des albites de la couche grise principalement et des marnes associées durant la durée de l'exploitation, du traçage au dépilage. Deux paramètres principaux doivent être considérés de manière précise :

- . d'une part, la teneur moyenne en albite de l'ensemble minerais-intercalaires ;
- . d'autre part, les conditions générales et locales du drainage conditionnant l'altération de ces silicates.

C'est au cours de l'exploitation minière qu'une partie du sodium s'associe éventuellement à du chlore en conduisant à des cristallisations de sel, et cette relation est confirmée par la droite de corrélation figure 7. Ce phénomène est dû à la capacité de fixation des ions sur les surfaces d'hydroxydes ferriques en fonction de l'évolution locale du pH ; ainsi toute acidification par oxydation de la pyrite, du minerai et des marnes, favorise la fixation du chlore en solution et, plus tard, la formation du NaCl. De la sorte, le dépôt de ce sel est un événement qui se produisait pendant l'exploitation du gisement de fer. Et c'est ce qui explique la corrélation positive entre la teneur moyenne en sulfates des eaux d'exhaure et la quantité de sel produite au cours de l'exploitation, et cette idée est confirmée par la droite de corrélation figure 8.

A ceci s'ajoute, les conditions particulières de drainage de la mine qui optimisent l'accrétion de sels sont dues à la présence:

- . d'accidents structuraux comme la faille de Dieulouard et le synclinal de compensation qui en découle;
- . de la couche grise;
- . d'écoulement général des eaux vers l'aval c'est à dire de la périphérie vers le centre de la cuvette en position synclinale.

## EXPLOITATION MINIÈRE

Le siège, de la société des mines, a été installé à DIEULOUARD en 1952 par la fonderie de PONT A MOUSSON et les aciéries de POMPEY. Le minerai, de la région, a été découvert en cherchant de l'eau en 1916.

La concession de la Mine de Saizerais fait une superficie de 3000 hectares. L'épaisseur exploitable était de 2,80 à 4,00 m. à une profondeur de 100 à 140 m.. La production annuelle était de 700 000 tonnes. Le volume total de matériaux extrait correspond à environ 8 hm<sup>3</sup>.

Dans la mine de Saizerais, seules les couches brune et noire ont été exploitées.

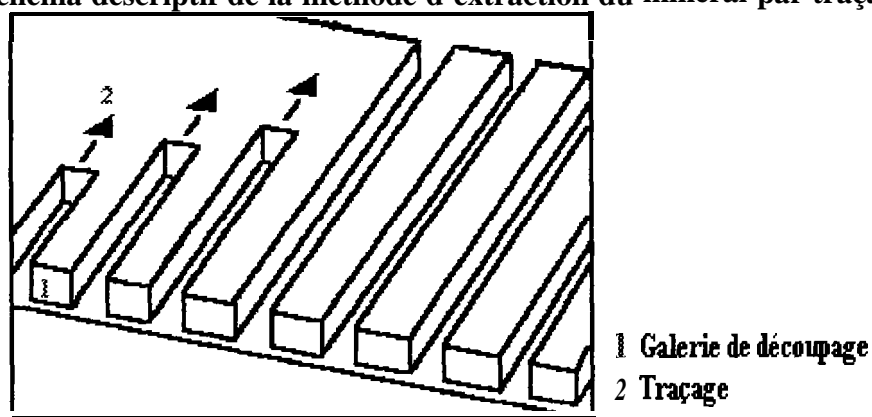
### Description du dispositif minier:

L'exploitation se situe entre 100 et 140 m. de profondeur relié à la surface par deux descenderies: la première servant au aller et venue du personnel et du matériel d'abattage dans un chariot sur rail, la seconde servant à la remontée du minerai sur une bande de caoutchouc. Un puits d'aéragé de 108 m. de profondeur servait à évacuer l'air vicié et le gaz.

### Méthode d'extraction par traçage:

L'extraction du minerai de fer se faisait par abattage à l'explosif. Cette méthode consistait à creuser des galeries de façon à ce qu'il ne reste que des piliers (60% du minerai était extrait). Pour éviter la chute du toit, il a été ancré des boulons de 1,80 m de long. Dans la couche exploitable, les galeries creusées étaient parallèles sans dépilage ultérieur

**Figure 9 : Schéma descriptif de la méthode d'extraction du minerai par traçage**



### Conséquence hydrogéologique:

L'exploitation de la mine a créé un vide, à la suite de quoi est apparue une intense fissuration surmontant le minerai et surtout les marnes micacées, seule formation imperméable séparant les niveaux miniers de l'aquifère du Bajocien.

Les marnes micacées n'étant plus imperméables, il en résulte un drainage totale de la nappe par en dessous et des venues d'eau importante. Ces eaux ont été collectées et stockées dans des albraques (grands réservoirs souterrains de 70 000 m<sup>3</sup>). Elles ont été remontées en surface par pompage en tenant compte des tarifications E.D.F. Elles étaient ensuite rejetées dans la Moselle.