JR

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE

Service des Matières Premières
et du Sous-Sol

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT

Délégation à la Qualité de la Vie

Atelier Central de l'Environnement

SUIVI DES IMPACTS RÉELS DE LA RECHERCHE MINIÈRE

LE CAS DE LA PORTE-AUX-MOINES

(Côtes-du-Nord)

B.R.G.M.
- 0. SEP. 1982
BIBLIOTHÈQUE

BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

Département environnement

Rapport du B.R.G.M.

81 SGN 551 ENV

MINISTÈRE DE L'INDUSTRIE

Service des Matières Premières
et du Sous-Sol

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT

Délégation à la Qualité de la Vie

Atelier Central de l'Environnement

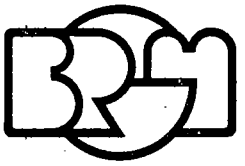
SUIVI DES IMPACTS RÉELS DE LA RECHERCHE MINIÈRE

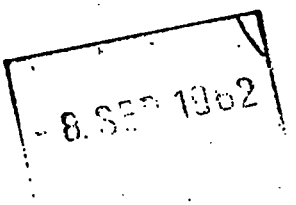
LE CAS DE LA PORTE-AUX-MOINES

(Côtes-du-Nord)

par

M. SAUTER





BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES

SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL

Département environnement

B.P. 6009 - 45060 Orléans Cedex - Tél.: (38) 63.80.01

Rapport du B.R.G.M.

81 SGN 551 ENV

Mai 1982

Réalisation : Département des Arts Graphiques

SUIVI DES IMPACTS REELS DE LA RECHERCHE MINIERE
LE CAS DE LA PORTE-AUX-MOINES (Côtes du Nord)

par

M. SAUTER

81 SGN 551 ENV Mai 1982

RESUME

Dans le déroulement de la recherche minière, il existe plusieurs phases, successives ou simultanées : la prospection géochimique stratégique puis tactique, les sondages percutants, la géophysique, les sondages carottés et les travaux miniers souterrains.

A la demande du Ministère de l'Environnement (Atelier Central de l'Environnement, Délégation à la Qualité de la Vie), le B.R.G.M. a effectué le suivi des impacts de la recherche ayant abouti au gisement de La Porte-aux-Moines, les impacts de la prospection géochimique sont pratiquement nuls et les impacts des sondages ou de la prospection géophysique sont apparus faibles ou négligeables.

Seuls les travaux miniers de reconnaissance ont eu des conséquences notables sur l'environnement. Parmi celles-ci la plus importante a été la modification du régime des eaux souterraines (baisse du niveau piézométrique) qui a provoqué l'assèchement de captages pendant la durée des travaux (2 ans).

S O M M A I R E

pages

INTRODUCTION 1

1. LA RECHERCHE MINIERE - PRESENTATION 2

1.1. Les méthodes employées pour la recherche minière 2
1.1.1. La prospection stratégique 2
1.1.2. La prospection tactique 2
1.1.2.1. La prospection géochimique tactique .. 2
1.1.2.2. La prospection géophysique tactique .. 3
1.1.2.3. Les tranchées et les sondages légers . 3
1.1.3. La reconnaissance du corps minéralisé et l'évaluation du gisement 3
1.1.3.1. Les sondages carottés 3
1.1.3.2. Les travaux miniers 3

1.2. Aspect réglementaire de la recherche minière 4
1.2.1. Les prescriptions du Code Minier 4
1.2.2. Le permis exclusif de recherche 4
1.2.3. La déclaration d'ouverture des travaux 5
1.2.4. Notices et études d'impact sur l'environnement. 5

2. LE CAS DU GISEMENT DE LA PORTE-AUX-MOINES 6

2.1. Le cadre de la recherche 6
2.1.1. Contexte économique 6
2.1.2. La tradition minière dans le Massif Armoricain 6
2.1.3. Le développement des recherches métallogéniques 7

2.2. Historique de la recherche entreprise par le BRGM 7

2.3. Statistiques de la recherche minière 10
2.3.1. La prospection géochimique 10
2.3.2. Les sondages wagon-drill 10
2.3.3. La prospection géophysique 10
2.3.4. Les sondages carottés 11
2.3.5. Les travaux miniers 11
2.3.6. Coûts des travaux de recherche minière 11

3. LE MILIEU PHYSIQUE ET HUMAIN 12

3.1. Localisation 12
3.2. Relief et paysage 12
3.3. Le milieu humain 13
3.4. Données climatiques 14
3.5. Hydrologie 14
3.6. Hydrogéologie 16
3.7. Etat initial de l'eau 16
3.8. Le cadre géologique 17
3.9. Le gisement 17

pages

4. CONSTAT D'IMPACTS DE LA RECHERCHE MINIERE 19

4.1. Introduction 19
4.2. Les impacts de la prospection géochimique 19
4.3. Les impacts de la prospection géophysique 20
4.3.1. *La circulation des personnes* 20
4.3.2. *cas particulier de la prospection électrique* 20
4.3.3. *Les sondages* 21
4.3.4. *Atteintes au milieu naturel* 21
4.4. Les impacts des sondages 22
4.4.1. *Description du matériel et déroulement des opérations* 22
4.4.1.1. Le sondage percutant (ou wagon-drill) 22
4.4.1.2. Le sondage carotté 23
4.4.2. *Les dégâts aux cultures* 23
4.4.3. *Les dommages et gênes à long terme* 24
4.4.4. *Les besoins en eau* 24
4.4.5. *Les fluides de forage* 25
4.4.6. *Les poussières* 26
4.4.7. *Le bruit* 26
4.4.8. *Les tranchées* 27
4.4.9. *Les indemnisations* 27
4.5. Impact des travaux miniers de reconnaissance 28
4.5.1. *Situation* 28
4.5.2. *Description du chantier* 28
4.5.3. *Choix du site* 29
4.5.4. *Consommation de terrain* 29
4.5.5. *Impact visuel* 30
4.5.6. *Impact sur l'atmosphère* 30
4.5.7. *Le bruit* 30
4.5.8. *Les stockages en surface* 32
4.5.8.1. Le minerai 32
4.5.8.2. Les déblais 33
4.5.9. *Impact sur les infrastructures* 34
4.5.10. *Impact sur les eaux* 34
4.5.10.1. Modification du régime des eaux souterraines et superficielles 34
4.5.10.2. Modification de la qualité des eaux souterraines et superficielles 36
4.5.11. *Les impacts socio-économiques* 44
4.5.11.1. Occupation des terrains et emprise foncière 44
4.5.11.2. Création d'emplois 44
4.5.11.2. Impact sur l'économie locale 45
4.5.11.4. Impact psychologique 45

5. CONCLUSION

5.1. Synthèse des impacts constatés 46
5.2. Représentativité du constat d'impact 46
5.3. Quelques recommandations 47
5.3.1. *Caractérisation de l'état initial* 47
5.3.2. *Mesures réductrices* 47
5.4. Conclusion 48

Documents consultés

Liste des planches et annexes

INTRODUCTION

A la demande du Ministère de l'Environnement (Atelier Central de l'Environnement, Délégation à la Qualité de la Vie), le département Environnement du Bureau de Recherches Géologiques et Minières a réalisé un suivi et un constat des impacts des travaux de recherche minière ayant abouti au gisement de La Porte-aux-Moines (Côtes du Nord).

Après un bref rappel sur les méthodes de prospection, le cadre réglementaire et économique de la recherche, les impacts des différentes phases sont abordés depuis la prospection géochimique qui a débuté en 1958 jusqu'à la phase finale qui a consisté en travaux miniers souterrains en 1979 et 1980.

1. LA RECHERCHE MINIERE - PRESENTATION

La recherche minière consiste en un certain nombre de phases séparées par des périodes de réflexion-décision. Chaque phase est engagée en fonction des résultats de la précédente. Les phases successives sont caractérisées par des surfaces décroissantes d'intérêt croissant et des dépenses croissantes.

On trouvera ci-contre un tableau résumant ces différentes phases.

1.1. Les méthodes employées pour la recherche minière

1.1.1. La prospection stratégique

Elle commence par une étude gitologique sur les secteurs géographiques et les formations susceptibles de receler le minerai ou la substance désirée. Les moyens utilisés sont l'étude cartographique, la photogéologie, la télédétection.

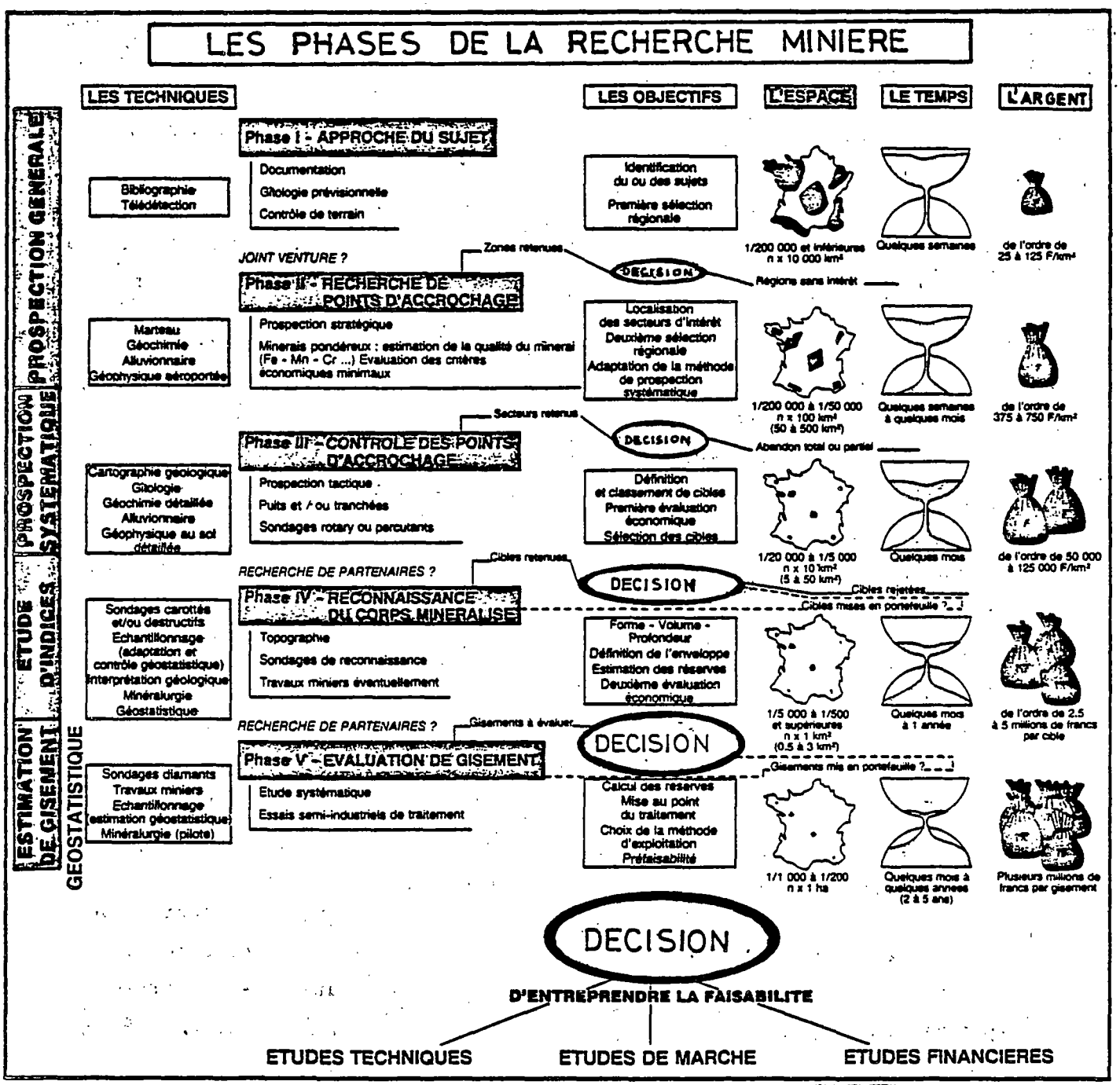
La deuxième étape est la prospection sur le terrain qui doit s'adapter aux zones sélectionnées (zone forestière, désertique, arctique, à recouvrement important). Suivant le cas et le minerai recherché, les techniques employées sont la prospection au marteau, la prospection géochimique à large maille (stream-sediment), la prospection alluvionnaire (batée), la prospection géophysique aéroportée.

1.1.2. La prospection tactique

A ce stade est faite une cartographie géologique avec des études de pétrologie, structurologie, minéralogie et sédimentalogie. La prospection tactique au sens strict s'applique à des zones restreintes sélectionnées par les phases stratégiques. Les méthodes utilisées sont les suivantes :

1.1.2.1. LA PROSPECTION GEOCHIMIQUE TACTIQUE

Les auréoles de dispersion de la minéralisation primaire sont localisées par dosage d'échantillons de sol prélevés à une maille serrée géométrique (par exemple une maille carrée de 50 m). Les zones anomales peuvent ensuite être recoupées par des profils de contrôle (par exemple un échantillon tous les 5 m).


LES PHASES DE LA RECHERCHE MINIERE
LES TECHNIQUES
LES OBJECTIFS
L'ESPACE
LE TEMPS
L'ARGENT
PROSPECTION GENERALE
PROSPECTION SYSTEMATIQUE
ETUDE D'INDICES
ESTIMATION DE GISEMENT
GEOSTATISTIQUE
Phase I - APPROCHE DU SUJET
Documentation
Géologie prévisionnelle
Contrôle de terrain
Bibliographie
Télédétection
Identification du ou des sujets
Première sélection régionale
1/200 000 et inférieures
n x 10 000 km²
Quelques semaines
de l'ordre de 25 à 125 F/km²
JOINT VENTURE ?
Zones retenues
DECISION
Régions sans intérêt
Phase II - RECHERCHE DE POINTS D'ACCROCHAGE
Prospection stratégique
Minerais pondéreux : estimation de la qualité du minerai (Fe - Mn - Cr ...) Evaluation des critères économiques minimaux
Marteau
Géochimie
Alluvionnaire
Géophysique aéroportée
Localisation des secteurs d'intérêt
Deuxième sélection régionale
Adaptation de la méthode de prospection systématique
1/200 000 à 1/50 000
n x 100 km²
(50 à 500 km²)
Quelques semaines à quelques mois
de l'ordre de 375 à 750 F/km²
Secteurs retenus
DECISION
Abandon total ou partiel
Phase III - CONTROLE DES POINTS D'ACCROCHAGE
Prospection tactique
Puits et / ou tranchées
Sondages rotary ou percutants
Cartographie géologique
Gîtologie
Géochimie détaillée
Alluvionnaire
Géophysique au sol détaillée
Définition et classement de cibles
Première évaluation économique
Sélection des cibles
1/20 000 à 1/5 000
n x 10 km²
(5 à 50 km²)
Quelques mois
de l'ordre de 50 000 à 125 000 F/km²
RECHERCHE DE PARTENAIRES ?
Cibles retenues
DECISION
Cibles rejetées
Cibles mises en portefeuille ?
Phase IV - RECONNAISSANCE DU CORPS MINERALISE
Topographie
Sondages de reconnaissance
Travaux miniers éventuellement
Sondages carottés et/ou destructifs
Echantillonnage (adaptation et contrôle géostatistique)
Interprétation géologique
Minéralurgie
Géostatistique
Forme - Volume - Profondeur
Définition de l'enveloppe
Estimation des réserves
Deuxième évaluation économique
1/5 000 à 1/500
et supérieures
n x 1 km²
(0.5 à 3 km²)
Quelques mois à 1 année
de l'ordre de 2.5 à 5 millions de francs par cible
RECHERCHE DE PARTENAIRES ?
Gisements à évaluer
DECISION
Gisements mis en portefeuille ?
Phase V - EVALUATION DE GISEMENT
Etude systématique
Essais semi-industriels de traitement
Sondages diamants
Travaux miniers
Echantillonnage
estimation géostatistique
Minéralurgie (pilote)
Calcul des réserves
Mise au point du traitement
Choix de la méthode d'exploitation
Préfaisabilité
1/1 000 à 1/200
n x 1 ha
Quelques mois à quelques années
(2 à 5 ans)
Plusieurs millions de francs par gisement
DECISION
D'ENTREPRENDRE LA FAISABILITE
ETUDES TECHNIQUES
ETUDES DE MARCHE
ETUDES FINANCIERES

1.1.2.2. LA PROSPECTION GEOPHYSIQUE TACTIQUE

Elle est utilisée comme méthode directe lorsque le minerai recherché présente des propriétés physiques différentes de celles de la roche encaissante (susceptibilité magnétique, conductivité électrique, polarisabilité, densité) ou comme méthode indirecte lorsque la minéralisation est liée aux conditions géologiques (contacts, faille, niveau susceptible d'être minéralisé). De nombreuses méthodes géophysiques sont applicables à la prospection minière : les méthodes électriques, magnétiques, la gravimétrie, la sismique réfraction.

1.1.2.3. LES TRANCHEES ET LES SONDAGES LEGERS

La prospection au sol peut être complétée par des tranchées sur des structures visibles ou par des lignes de sondages légers (jusqu'à 40 m de profondeur avec les sondages percutants au wagon-drill).

1.1.3. La reconnaissance du corps minéralisé et l'évaluation du gisement

Cette phase consiste à reconnaître le gisement, depuis la définition de l'enveloppe jusqu'à l'échantillonnage géostatistique permettant d'évaluer véritablement le gisement. Elle est réalisée par sondages carottés et par des travaux miniers. Dans le même temps se poursuit la reconnaissance géophysique en surface et au fond avec utilisation des sondages.

1.1.3.1. LES SONDAGES CAROTTES

Ce sont des sondages profonds (plusieurs centaines de mètres) destinés à reccueillir des échantillons (carottes) permettant des études à la fois sur le gisement et sur le minerai (première approche de valorisation)

1.1.3.2. LES TRAVAUX MINIERS

Ils ont pour but d'accéder à certains niveaux du gisement. L'accès peut se faire soit au moyen d'un puits, soit au moyen d'une descenderie. Au niveau du gisement sont réalisés des sondages percutants et carottés systématiques et des traçages. Ces travaux sont susceptibles de s'intégrer dans la future exploitation.

1.2. Aspect réglementaire de la recherche minière

1.2.1. Les prescriptions du Code Minier (voir annexe n° 10)

Le Code Minier fixe un cadre réglementaire à toute activité de recherche minière.

Les travaux de recherches ne peuvent être entrepris que : (Art. 7)

- soit par le propriétaire de la surface ou avec son consentement
- soit à défaut de consentement, avec l'autorisation du Ministre chargé des mines
- soit en vertu d'un permis exclusif de recherches.

Un certain nombre d'articles (Art. 69 à 76) définissent les périmètres autour des habitations, les servitudes d'occupation et de passage, ainsi que les droits à indemnité.

La protection de l'environnement est prise en compte dans les articles 83 à 86. Le Préfet dispose des pouvoirs de prescrire des travaux ayant pour objet notamment la sauvegarde des caractéristiques essentielles du milieu environnant, des voies de communication, de la solidité des édifices publics ou privés et de l'usage, du débit ou de la qualité des eaux de toute nature. Il peut prendre toutes mesures utiles et si nécessaire, recourir à la force publique.

1.2.2. Le permis exclusif de recherche

(Article 12 et 13 du Code Minier)

Le permis exclusif de recherche confère à son titulaire le droit d'effectuer dans son périmètre tous travaux de recherches, à l'exclusion de toute autre personne, y compris les propriétaires de la surface, et de disposer librement des produits extraits à l'occasion de ces recherches.

Le permis est accordé par décret en Conseil d'Etat pour une durée de trois ans au plus.

Le titulaire doit souscrire un certain engagement financier et justifier de ses capacités techniques et financières à effectuer la recherche de mines.

Le permis peut être prolongé à deux reprises, chaque fois de trois ans au plus dans les mêmes conditions. Cependant la prolongation peut permettre de réduire la superficie du permis jusqu'à la moitié de son étendue précédente.

1.2.3. *La déclaration d'ouverture de travaux*

(article 7 du Code Minier et décret du 7 mai 1980 relatif à la Police des Mines et des Carrièrs).

Avant l'ouverture des travaux de recherche, une déclaration d'ouverture de travaux doit être adressée au Préfet. Le dossier présente le programme des travaux avec un exposé relatif à la méthode d'exploitation et un mémoire sur la comptabilité du projet avec la sauvegarde de la sécurité et de l'hygiène. Chaque dossier fourni doit traiter globalement d'un programme de travaux techniquement et géographiquement cohérent, et non correspondre à un détail plus grand des déclarations prévues à l'article 131 du Code Minier, qui vise l'obtention des informations géologiques détaillées de toute activité touchant au sous-sol en dessous de 10 m de profondeur et non le contrôle technique de cette activité comme le fait la Police des Mines et des Carriers.

1.2.4. *Notices et études d'impact sur l'environnement*

(décret du 11 mars 1980 relatif aux titres miniers et décret du 7 mai 1980 relatif à la Police des Mines et des Carriers).

La demande d'institution d'un titre minier (permis de recherche ou permis d'exploitation) est soumise à une enquête d'une durée d'un mois au cours duquel un dossier d'enquête publique, comportant la demande elle-même, un document cartographique et une notice (dite notice d'impact) indiquant les incidences éventuelles des travaux projetés sur l'environnement et les conditions dans lesquelles l'opération projetée satisfait aux préoccupations d'environnement, est déposé à la Préfecture où le public peut en prendre connaissance.

La déclaration d'ouverture des travaux de recherche est accompagnée d'une nouvelle notice d'impact ou bien d'une étude d'impact si ces travaux provoquent un terrassement total d'un volume supérieur à 20.000 m3 ou entrainent la dissolution de certaines couches du sous-sol.

2. LE CAS DU GISEMENT DE LA PORTE-AUX-MOINES

2.1. Le cadre de la recherche

2.1.1. Contexte économique

La découverte des indices et leur certification par un premier sondage carotté ont été effectuées par le B.R.G.M. dans le cadre de ses missions de prospection générale et d'étude préliminaire d'incides. Notons que depuis 1975 ces travaux seraient conduits dans le cadre de l'Inventaire du Territoire Métropolitain décidé par un conseil interministériel en janvier 1975.

Les travaux vont jusqu'au stade de l'identification des "cibles" par un premier sondage, la poursuite de l'exploration devant être prise en charge par les opérateurs industriels qui sollicitent l'octroi des Permis Exclusifs de Recherches correspondants.

Les travaux de reconnaissance et d'évaluation du gisement ont été réalisés par un syndicat paritaire B.R.G.M.-S.N.E.A. (P) dont le B.R.G.M. était gérant. Leur financement a bénéficié de fonds de concours provenant du plan cuivre et du plan minier breton.

2.1.2. La tradition minière dans le Massif Armoricain

Un certain nombre de métaux ont été exploités dans le Massif Armoricain à des époques diverses dont certains dès l'Antiquité. C'est le cas de l'étain, de l'or et notamment du plomb exploité très certainement dès l'âge du Bronze final.

Au 19ème siècle, la mine de Pontpéan (Ille et Vilaine) et les mines de Huelgoat et de Poullaouen (Finistère) ont produit près de 150.000 T métal en plomb et zinc. Plus récemment, au début du 20ème siècle pour l'or et pour l'antimoine La Lucette (Mayenne) et Rochetrejoux (Vendée) étaient les premières mines françaises à une époque où la France était le premier producteur mondial.

Par contre, un des traits les plus frappants de la métallogénie du Massif Armoricain résidait dans sa pauvreté en cuivre. La présence du cuivre n'étant signalée que dans de rares indices et aucune exploitation de ce métal n'avait lasssé de traces certaines.

2.1.3. *Le développement des recherches métallogéniques*

Les premières études scientifiques datent du début du 19ème siècle notamment à l'occasion de la première carte géologique de la France entreprise par Elie de Beaumont. De nombreux catalogues minéralogiques et des études de gisements et d'indices ont été publiés au 19ème et début du 20ème siècle. Mais c'est depuis une vingtaine d'année que les recherches métallogéniques connaissent en Armorique un véritable renouveau.

En particulier l'étude de l'indice de Bodennec a été le point de départ d'une relance de la prospection de cette province. Les gisements à cuivre-zinc-plomb de type volcano-sédimentaire dans le Devonien étaient en effet totalement insoupçonnés auparavant.

C'est cette prospection qui a conduit à la découverte d'autres indices, dont le gisement de Pb-Cu-Zn de La Porte-aux-Moines.

2.2. Historique de la recherche entreprise par le B.R.G.M.

La prospection géochimique stratégique pour le plomb et le zinc a démarré en mai 1958 dans le Massif Armoricain à la suite des recherches effectuées en 1956 et 1957 sur les sites sédimentaires du Détroit Poitevin.

La prospection géochimique stratégique a été étendue à toute la bordure antécarbonifère du synclinal de mai 1959 à juillet 1961. Les échantillons sont prélevés le long du réseau hydrographique tous les 250 m avec une densité moyenne de 18 échantillons/km^2. Cent quarante deux indices de plomb-zinc ont ainsi été mis en évidence, dont Bodennec et La Porte-aux-Moines. Parallèlement se développe sur ces indices une prospection tactique toujours sur le plomb et le zinc, avec une maille de 50 m x 50 m ou 100 m x 100 m. Ainsi dès 1961 ont été reconnus sept indices dans la région de Quintin dont celui de La Porte-aux-Moines.

Malgré des résultats encourageants, les recherches sont mises en sommeil, les sociétés minières de l'époque n'étant pas interessées par des gisements filoniens, habituels dans le Massif Armoricain.

En 1969, dans le cadre de travaux méthodologiques, des analyses multi-éléments sont effectuées au quantomètre sur les échantillons prélevés lors des campagnes précédentes. L'étude porte sur le secteur de Belle Isle en Terre qui comprend des formations diverses et elle permet en particulier de déceler des anomalies en cuivre et argent correllées avec les anomalies plomb-zinc découvertes sur l'indice de Bodennec, conduisant à supposer l'existence d'une minéralisation en cuivre insoupçonnée jusqu'alors et qui sera démontrée en 1973 par sondages percutants. L'extension de ces recherches a permis en 1974 de faire les mêmes corrélations èt de montrer à La Porte-aux-Moines la présence de cuivre et d'argent associés au plomb et au zinc.

En septembre 1975 commence sur ce secteur une campagne de sondages percutants (wagon-drill) qui révèlent la présence quasi générale de formations à teneur anormale en plomb, zinc ou cuivre. Trois sondages ayant montré une cible à teneurs élevées, un sondage carotté a été implanté en janvier 1976. Celui-ci a recoupé un faisceau minéralisé complexe avec plusieurs traversées de 2 à 3 m.

A la suite de cette découverte est créé un syndicat de recherche entre le B.R.G.M. et la S.N.E.A.(P) (Syndicat de Lanfains) dont le B.R.G.M. est gérant et conduit les travaux. Une demande de permis exclusif de recherche (P.E.R.) est déposée le 26 mai 1976. Ce permis est accordé le 1er juin 1978.

Le P.E.R. de Lanfains (voir carte n° 1) d'une superficie de 178 km^2 recouvre la terminaison périclinale orientale du bassin de Chateaulin et englobe plusieurs cibles fournies par la géochimie.

Simultanément une première campagne de géophysique était entreprise en mars 1976 autour du sondage carotté (PAM 1) pour guider l'implantation d'autres forages et orienter les études géophysiques ultérieures . Sans attendre l'octroi du P.E.R., d'autres sondages carottés sont effectués ainsi que des campagnes successives de levés géophysiques.

En février 1979 débute le programme de reconnaissance par travaux miniers au niveau - 150 m. La première recoupe de minerai a lieu en février 1980. Les travaux d'avancée ont lieu jusqu'en juillet 1980. De nombreux sondages carottés et percutants sont réalisés au fond.

Fin 1980 les travaux au fond sont terminés et la galerie est partiellement noyée à partir du 5 décembre 1980, puis totalement à partir du 15 juillet 1981.

Dans le même temps la recherche s'est poursuivie par géochimie, sondages wagon-drill, géophysique et sondages carottés sur les autres cibles du P.E.R. Actuellement la prospection continue par géophysique et sondages carottés notamment pour découvrir des extensions au gisement connu.

L'étude du P.E.R. n'est pas achevée et en février 1981 a été sollicité le renouvellement du P.E.R. de Lanfains sans réduction de la surface.

2.3. Statistiques de la recherche minière

La recherche minière peut être décrite de façon quantitative à l'aide de chiffres qui permettent de représenter l'importance des travaux effectués.

2.3.1. *La prospection géochimique*

La prospection géochimique stratégique dans le Dévonien du bassin de Chateaulin a consisté en 3700 points de prélèvements dans le réseau hydrographique comportant un échantillon central et un échantillon sur chaque versant.

La prospection tactique dans la région de Quintin a couvert 373 ha, soit 2820 échantillons dont 1784 avec une maille 50 m x 50 m et 1036 sur 29 profils de contrôle.

A partir de 1975 la prospection géochimique tactique dans le secteur correspondant au P.E.R. de Lanfains, a consisté en 5030 prélèvements. Une poursuite des recherches est prévue.

2.3.2. *Les sondages wagon-drill*

De 1975 à mai 1978, 14637 m de sondages percutants ont été effectués et depuis l'octroi du P.E.R., 3810 m supplémentaires ce qui représente au total environ 450 sondages de 40 m de profondeur.

2.3.3. *La prospection géophysique*

Au total une quinzaine de campagnes de prospection géophysique ont été faites dans le secteur de La Porte aux Moines, ce qui représente environ trente semaines de mesures sur le terrain.

A titre d'exemple, la campagne du 14 au 24 septembre 1976 a consisté en prospection électrique (VLF et mise à la masse de 2 sondages) à 535 stations sur 10,5 km de profils et en magnétisme à 539 stations sur 8,6 km de profils.

Autre exemple, la campagne de gravimétrie et de magnétisme au printemps 1977 a consisté au total en 1600 points de mesures sur 37,625 km de profils.

2.3.4. Les sondages carottés

Sur la cible de La Porte aux Moines le 22ème sondage carotté a été exécuté en avril 1981. Au total 7896 m ont été forés dont 5653 avant octroi du P.E.R. En outre, 2010 m ont été forés sur le reste du P.E.R. La profondeur des sondages varie entre 150 et 550 m.

2.3.5. Les travaux miniers

La descenderie et l'allongement ont une longueur totale de 1024,50 m avec une section d'environ 10 à 11 m^2. A partir de ces galeries ont été fait 318 m de recoupes en direction du minerai et 265,50 m de traçages pour suivre le minerai. A cela il faut ajouter 298,50 m d'ouvrages annexes ou de section plus faible, ce qui fait un total de 1906,50 m de galeries.

Au fond ont été forés 2820,50 m de sondages carottés et 659,60 m de sondages percutants.

2.3.6. Coûts des travaux de recherche minière

Le coût de la recherche minière est très variable et croît très rapidement au cours des différentes phases. Quelques chiffres vont permettre de donner un ordre de grandeur (coût 1981).

- prospection géochimique : 80 à 100 F. par point, prélèvement et dosage compris.
- sondage wagon-drill : 60 F. le m de sondage, soit environ 2500 F. pour un sondage de 40 m
- sondage carotté : 600 F. le m de sondage, soit environ 150.000 F. pour un sondage de 250 m
- travaux miniers : 4000 F. par m de galerie dans des conditions moyennes. Les coûts sont évidemment très variables avec la nature du terrain.

Le montant cumulé des dépenses effectuées jusqu'à la fin 1980 s'élevait à environ 22,5 millions de francs dont 17 depuis l'octroi du P.E.R. ce qui est très supérieur à l'engagement de dépense qui était de 3,6 millions de francs. L'engagement de dépenses pour la prolongation du P.E.R. s'élève à 5,4 millions de francs sur trois ans..

3. LE MILIEU PHYSIQUE ET HUMAIN

3.1. Localisation

Le permis exclusif de recherches de LANFAINS est situé dans le département des Côtes du Nord, à une trentaine de kilomètres au Sud-Ouest de St Brieuc (carte n° 1). Il couvre une superficie de 178 km^2 et concerne 17 communes.

Le gisement de La Porte-aux-Moines se trouve dans la partie Sud du P.E.R., à la limite des communes de St Martin-des-Prés et Merléac (carte n° 2).

3.2. Relief et paysage

Le P.E.R. recouvre une zone relativement vallonnée avec une morphologie de crête appalachienne et un encaissement atteignant 100 m. Plusieurs sommets culminent vers 320 m (cime de Kerchouan, butte St Michel qui renferme le gisement).

Le P.E.R. est situé en milieu rural et comprend essentiellement des paysages agricoles. Il recoupe cependant dans sa partie Ouest la moitié de la forêt de Lorge.

Dans le secteur de la Porte-aux-Moines la quasi-totalité des terres sont mises en cultures et en patures. Le taux de boisement est inférieur à 5 % avec une dominance de chêne rouvre, hêtre et charme. Malgré le remembrement, subsistent encore des traces de bocage. A ce sujet, on peut signaler une différence notable entre les communes de Merléac et de St Martin-des-Prés.

A St Martin-des-Prés le remembrement a eu lieu en 1956-1957 avec la possibilité pour les exploitants d'en être exclu. De ce fait cette commune conserve un bocage beaucoup plus dense qu'à Merléac, où le remembrement s'est terminé en 1967 et où les parcelles sont beaucoup plus étendues (photo n° 1).

A proximité de la Butte St Michel se trouve le barrage de Bosméléac formant un plan d'eau d'environ 4 km de longueur et qui alimente le canal de Nantes à Brest par l'intermédiaire de la rigole d'Hilvern.

Cet étang ainsi que ses abords est un site protégé (voir extrait ci-dessous). Par ailleurs le seul monument protégé à proximité du site est La Chapelle St Jacques, à St Léon, commune de Merléac, classé monument historique le 1er décembre 1908.

Bosméléac (Étang de). — L'étang et ses abords sis sur les communes d'Allineuc (parcelles nos 16 à 23, 195, 196, 199, 200, 202, 203, 234 à 236, 238 à 248, 255, 256, 316 à 324, 337 à 340, 380, 600 à 606, 612 à 614, 619 à 622, 635, 647 à 650, 652, section E), du Bodéo (parcelles nos 764, 765, 792, 797, 808 à 814, 824 à 829, 862 à 865, 869 à 875, 880, 883 à 889, 893, 894, 898 à 907, 920 à 922, 939, 940, 942, 991, 993, 998, 999, 1003, 1004, 1009, 1010, 1014 à 1017, 1020 à 1025, 1059, 1060, 1067, 1070, 1074 à 1076, 1082 à 1084, 1087, 1154 à 1156, section B), de Merléac (parcelles nos 5, 8, 9, 19, 20, 24, 40 à 44, 47 à 49, 58 à 67, 71 à 87, 101, 231 à 234, 978 à 981, 984, 986, 995 à 1001, 1012 à 1015, 1019, 1020, 1022 à 1030, section A), et de Saint-Martin-des-Prés (parcelles nos 143 à 154, 158, 159, 162, 163, 166 à 182, 185, 186, 187, 190, section C du cadastre); l'inscription s'applique également au barrage, au plan d'eau de l'étang, au plan d'eau de la rivière et aux chemins non cadastrés, dans leur traversée du site (*S. Ins.* : 1er mars 1943).

3.3. Le milieu humain

C'est une région à vocation essentiellement agricole. On y pratique surtout l'élevage de bovins, l'élevage de volailles ou la production d'oeufs. Les terres sont mises en pature mais on y fait accessoirement quelques cultures (blé, maïs, avoine, navet).

L'habitat est dispersé avec quelques hameaux et des fermes isolées. En 1975, St Martin-des-Prés comptait 509 habitants dont 129 agglomérés et Merléax 763 habitants dont 125 agglomérés. Dans ces deux communes, une moyenne de 8 % des habitations sont des résidences secondaires.

La région de La Porte-aux-Moines et plus généralement la zone incluse dans les limites du P.E.R. n'ont pas de caractère touristique particulier, malgré l'affluence en fin de semaine aux alentours de la retenue de Bosméléac. Le tourisme est plus intense en dehors du P.E.R., au Sud dans la région de Mur-de-Bretagne.

3.4. Données climatiques

La région est soumise, comme toute la Bretagne à un climat océanique. La moyenne des précipitations annuelles à la station météorologique la plus proche (Mur de Bretagne) est de 840 mm. L'évapotranspiration réelle est évaluée suivant les méthodes, entre 420 et 400 mm par an.

La température moyenne annuelle est de 10°C. La moyenne des mois de décembre, janvier, février est de 5°, celle des mois de juin, juillet, août est de 16°. Le nombre de jours de gelée est de 30 à 40 par an. Les vents locaux sont le Noroet et le Suroet, on trouvera en annexe les roses des vents à Brest et à Rennes.

Il a été remarqué lors des visites sur place que le chantier de recherche, situé sur une butte, est particulièrement exposé aux vents.

3.5. Hydrologie

Le P.E.R. ne renferme aucun cours d'eau de débit important car il est situé dans les parties amont de trois bassins versants : (voir carte n° 1)

- au Nord le Gouet, fleuve côtier qui passe à St Brieuc.
- à l'Ouest, les bassins versants du Sulon et du Daoulas, tous deux affluents du Blavet, fleuve côtier qui se jette dans l'Océan à Lorient.
- dans la partie centrale et au Sud du P.E.R., le bassin versant de l'Oust, affluent de la Vilaine.

La butte St Michel est comprise entre l'Oust au Nord (retenue de Bosméleac) et le ruisseau de Kersaudy au Sud, affluent de l'Oust.

La rigole d'Hilvern d'une longueur de 62,5 km détourne vers le canal de Nantes à Brest une partie du débit de l'Oust, et de certains des affluents qu'elle recoupe. Son débit moyen est d'environ 300 l/s et elle connait des périodes d'asséchement.

L'Oust, canalisée à partir de St Samson (Morbihan) constituerait une des ressources en eau potable du secteur Rohan Josselin. Il est question actuellement de prélever dans la réserve de Bosméleac un débit pour le soutien de l'Oust en période d'étiage. Dans ces conditions, il parait difficile d'envisager des rejets dans ce cours d'eau en déhors des eaux pluviales.

Les débits des cours d'eaux sont connus sur le Blavet à Mur de Bretagne (retenue de Guerlédan) à 12 km au Sud de La Porte-aux-Moines et sur le Lié, affluent de l'Oust, à Plumieux pour un bassin versant à une vingtaine de kilomètres à l'Est.

Les moyennes mensuelles interannuelles des débits spécifiques sont données ci-dessous.

Blavet à Mur-de-Bretagne, bassin versant de 620 km^2, période 1936-1975 :

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Débits spécifiques $l/km^2/s$	35,7	37,6	26,4	18,2	11,7	7,15	4,88	4,00	4,48	7,10	16,6	25,6

Lié à Plumieux, bassin versant de 379 km^2, période 1969-1977 :

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Débits spécifiques $l/km^2/s$	17,2	24,8	17,2	9,92	7,70	4,38	3,03	1,68	2,01	3,09	9,26	12,5

Ces chiffres sont donnés à titre indicatif car ils concernent des bassins versants de surface plus importante que ceux couverts par le P.E.R.

3.6. Hydrogéologie

Les terrains de la série paléozoïque dans laquelle les schistes prédominent sont peu favorables à l'existence de réserves importantes. Les réservoirs sont constitués par l'horizon d'altération fine des schistes, par des zones solifluées et par niveaux gréseux. Les conduits sont représentés par les fractures et les filons de quartz. Dans ce secteur les sources sont nombreuses mais leur débit reste faible.

En particulier aux environs de La Porte-aux-Moines, les points d'eau collectifs ou individuels sont nombreux et servent encore fréquemment à l'abreuvage des animaux et aux besoins domestiques.

La profondeur des puits ne dépasse pas en général quelques mètres, l'eau étant toujours à proximité de la surface du sol. Il en est de même dans les forages miniers, certains s'étant même révélés artésiens.

3.7. Etat initial de l'eau

Un réseau de surveillance a été mis en place afin de déterminer la qualité de l'eau dans les points d'eau voisin du chantier avant le début des travaux. Les résultats de ces contrôles sont donnés en annexe n° 3.

D'autre part, dans l'éventualité d'une exploitation, l'état initial de quelques ruisseaux a été réalisé, tant du point de vue chimique que du point de vue hydrobiologique. Les résultats de ces analyses sont donnés en annexe n° 4.

En résumé, on constate que la nappe d'eau souterraine utilisée par l'intermédiaire des puits et des sources pour l'alimentation du bétail et parfois l'alimentation humaine est vierge de toute pollution chimique par les métaux lourds mis à part quelques teneurs en zinc voisines de la limite de potabilité (0,1 mg/l) notamment dans le captage de la Porte-aux-Moines, ces teneurs étant très certainement liées à la présence du gisement. Par contre, il existe assez souvent des indices de pollution organique.

La qualité chimique des ruisseaux et rivières est très bonne de même que la qualité piscicole (1ère catagorie, ruisseaux à truites et ruisseaux pépinières).

3.8. Le cadre géologique

Le permis exclusif de recherches de Lanfains recouvre approximativement la moitié Nord de la terminaison périclinale du bassin de Chateaulin, fragment du grand synclinorium médian armoricain.

Le P.E.R. est limité au Nord par le granite de Quintin et englobe des terrains du Dévonien et du Dinantien, plissés et métamorphisés lors de l'orogenèse hercynienne. La butte St Michel correspond à un anticlinal dans lequel apparaissent les schistes et quartzites du Gédinnien dans la partie supérieure duquel est situé la minéralisation.

Cette minéralisation sulfurée apparait en position paléogéographique particulière, dans une zone de haut fond instable, siège d'un volcanisme précoce.

Les facies rencontrés dans les sondages et autour de la butte St Michel peuvent être regroupés en cinq formations dont la succession serait la suivante, de la base au sommet :

- formation basique à métabasites
- formation acide à tufs acides remaniés
- formation des cherts et schistes noirs
- formation des schistes
- formation des quartzites ou grès clairs

3.9. Le gisement

Les minéralisations apparaissent au sommet de la séquence acide et sont très abondantes et développées au niveau de la zone des cherts. Elles se présentent sous deux aspects :

- une présentation classique d'amas de sulfures massifs d'aspects stratiforme. Le minerai, finement cristallisé a un aspect typique et comporte essentiellement pyrite et blende avec galène et chalcopyrite.
- une présentation du type stockwerk à pyrite essentiellement et sulfures de Cu, Pb et Zn, au mur des amas massifs ou en liaison avec des niveaux riches en chlorite.

Le corps minéralisé plonge vers l'Est dans un plan quasi vertical Est-Ouest. Ses dimensions reconnues sont de près de 300 m vers le bas et 250 m en Est-Ouest. Il représente 2 à 2,5 millions de tonnes de minerai à 9 % de zinc, 2 % de plomb, 0,8 % de cuivre et 110 g/t d'argent.

4. CONSTAT D'IMPACTS DE LA RECHERCHE MINIERE

4.1. Introduction

Parmi les impacts de la recherche minière, certains sont relativement importants, d'autres tout à fait minimes. En règle générale, on s'attachera surtout à décrire ces impacts, sans toujours pouvoir porter un jugement sur leur importance, une grande part de subjectivité entrant dans celle-ci, notamment en ce qui concerne les gênes aux personnes ou certaines atteintes à l'environnement laissés à l'appréciation de la population locale.

4.2. Les impacts de la prospection géochimique

Les prélèvements d'échantillons sont faits à la tarière à main et les trous qui en résultent ont un diamètre de l'ordre de 50 mm avec une profondeur variant de 0,15 m à 0,80 m. Ils sont rebouchés en surface pour éviter tout accident et ne laissent aucune trace.

La prospection stratégique se fait avec une densité de prélèvement de 1 à 3 points par km^2.

La prospection tactique est faite avec des mailles beaucoup plus serrées (par exemple une maille carrée de 50 m), mais les profils s'accomodent de légère déviation et sont faits de façon à minimiser les dégâts aux cultures dus aux piétinements. Dans tous les cas le prospecteur travaille seul, à pied et manuellement sans engin mécanique

Dans certains cas, la prospection tactique s'accompagne d'une ou deux tranchées peu profondes creusées à la pelle.

En conclusion, on peut considérer que la phase de prospection géochimique présente un impact nul.

4.3. Les impacts de la prospection géophysique

Le gisement de La Porte-aux-Moines a fait et continue de faire l'objet de nombreuses campagnes de mesures géophysiques,aussi bien pour caractériser le gisement que pour en découvrir d'éventuelles extensions.

4.3.1. La circulation des personnes

Les passages fréquents en toute période dans les patures et les cultures provoque une gène certaine. Le piétinement est surtout dommageable entre avril et septembre car les profils de mesure ne peuvent être modifiés.

Les stations de mesures sont déterminées à l'aide de topofil déroulé lors de la marche et son abondance dans certains secteurs peut causer une gène pour le bétail et pour les engins agricoles.

Des piquets en bois sont également utilisés pour le repérage et leur abandon, lorsqu'ils dépassent du sol de quelques centimètres cause également une gêne lors des travaux agricoles.

Citons enfin l'ouverture parfois prolongée d'enclos qui peut provoquer une circulation non contrôlée du bétail.

4.3.2. Cas particulier de la prospection électrique

La prospection électrique nécessite l'implantation d'électrodes sur des distances souvent supérieures au kilomètre et impose donc la présence momentanée de fils électriques. Ces fils électriques empruntent souvent les chemins et les routes et peuvent gêner les activités humaines. La présence d'un fil au bord d'une route a, par exemple, empêché la taille des haies et le fauchage de l'herbe par les services communaux.

L'emploi d'électrodes saturées en sulfate de cuivre pour les mesures de polarisation spontanée peut provoquer une pollution localisée du sol.

L'abandon d'électrodes métalliques fichées dans le sol, outre le danger qu'elles représentent sont la cause de détérioration des engins agricoles.

Citons pour mémoire la nécessité d'une source d'électricité, le plus souvent un petit groupe électrogène qui peut fonctionner quelques heures mais dont le bruit ne dépasse pas celui d'un véhicule automobile.

4.3.3. *Les sondages*

Des sondages peuvent être réalisés pour le besoin de mesures géophysiques. C'est le cas à La Porte-aux-Moines d'un des sondages carottés. Les impacts sont identiques à ceux des autres sondages (voir § 4.4.)

La nécessité d'un bon contact électrique dans le forage impose parfois le déversement de sel dans l'eau (parfois plusieurs centaines de kilogramme de NaCl).

4.3.4. *Atteintes au milieu naturel*

La circulation le long des profils peut nécessiter un débroussaillage mais celui-ci reste limité (cas de la Butte St Michel à La Porte-aux-Moines). Il correspond au passage d'un homme le long de profils espacés de 50 m par exemple. L'impact sur les écosystèmes peut être considéré comme faible.

4.4. Les impacts des sondages

On abordera ici simultanément les sondages percutants et les sondages carottés qui, bien que faisant partie de deux phases différentes de la recherche minière, ont des impacts similaires.

4.4.1. Description du matériel et déroulement des opérations

4.4.1.1. LE SONDAGE PERCUTANT (OU WAGON-DRILL)

Le sondage percutant est réalisé par un marteau perforateur classique porté par une glissière verticale, ou inclinable, montée généralement sur un chariot.

Ce marteau est soit pneumatique le plus souvent, soit plus récemment hydraulique. Fixés sur des tiges creuses, les outils portent des taillants en croix ou à picots en carbure de tungstène.

Les échantillons (cuttings) sont recueillis soit par circulation d'air en terrain sec, soit par circulation d'eau sous le niveau piézométrique ou en terrain humide.

La collecte des échantillons est plus complète et plus fidèle à l'air qu'à l'eau mais est rarement praticable car elle nécessite des terrains très secs.

Les principaux avantages du wagon-drill sont : la mobilité, la vitesse d'avancement, le faible prix de revient, ses larges possibilités d'intervention.

Les inconvénients sont :

- au délà d'une certaine profondeur, l'impact du choc est amorti par l'élasticité des tiges, d'où baisse de rendement ;
- inaptitude au tubage, d'où arrêt du forage en cas de perte d'eau ou d'air ;
- quantité relativement faible d'échantillons collectés (5 kg/m environ) d'où représentativité aléatoire en cas de perte partielle surtout.

Les performances sont variables d'un type à l'autre.

L'ensemble comprend, en plus du marteau perforateur, un compresseur qui fournit l'air comprimé.

A La Porte-aux-Moines, étaient utilisés des wagons-drills légers forant à environ 40 m avec 17 passes de 2,44 m. Les profondeurs forées cumulées vont de 100 à 150 m par jour, avec un seul poste de 8 h dans la journée.

4.4.1.2. LE SONDAGE CAROTTE

Ce sondage est destiné à recueillir des échantillons (ou carottes) à l'aide d'un carottier. Le forage se fait par rotation (500 à 1000 tours/mn) avec des poussées de 1 à 2 tonnes sur l'outil et peut atteindre jusqu'à 1000 m.

En moyenne la durée d'un chantier est de trois à quatre semaines et la foration se fait en continu avec trois postes par jour.

Le chantier occupe en moyenne 400 à 500 m^2 et nécessite parfois des aménagements (plate-forme, bassins de décantation) -voir photo n° 3-

En plus de la sondeuse montée sur camion, le chantier comprend la pompe, les baches de décantation, le tamis vibrant, un groupe électrogène, une cabane de chantier, les tiges de forage etc ...

4.4.2. *Les dégâts aux cultures (photos 3 et 4)*

Ce type d'impact et les indemnisations qu'il entraine (voir plus loin), est évidemment spécifique des zones cultivés.

La date des travaux est le plus souvent imposée par la disponibilité du matériel. Des dégâts aux cultures sont donc inévitables à l'emplacement des sondages et le long de l'accès. Autant que possible les sondages juste avant la récolte sont cependant évités.

Dans le cas d'un sondage carotté les dégâts résultent également de l'activité autour du sondage et dans la mesure du possible il est demandé aux sondeurs d'en limiter l'étendue, notamment pour circuler et manoeuvrer les engins.

En cas de pente trop forte, il est nécessaire d'exécuter une plate forme de sondage et dans ce cas la remise en état est plus difficile, en particulier la remise en place de la terre végétale.

4.4.3. *Les dommages et gênes à long terme*

En général, les sondages wagon-drill ne laissent pratiquement plus aucune trace au bout d'une année, mis à part dans le cas où les cuttings contiennent des proportions notables de sulfures. Dans ce cas les cuttings laissés sur place peuvent provoquer une pollution du sol et gêner la croissance des plantes. Une pollution localisée peut aussi résulter de l'emploi de sulfate d'aluminium comme floculant en cas de collecte par circulation d'eau.

En ce qui concerne les sondages carottés, il subsiste parfois des traces du chantier, même après quatre ou cinq ans, et sur quelques m^2 la croissance des céréales est nulle ou très faible. Les têtes de sondage constituent également une gêne pour les activités agricoles.

Les sondages profonds peuvent perturber la circulation de l'eau souterraine. C'est le cas d'un sondage carotté qui s'est revélé artésien et qui a nécessité la pose d'un drain dans un champ.

4.4.4. *Les besoins en eau*

Les sondages carottés et les sondages wagon-drill dans le cas où les cuttings sont remontés par de l'eau, nécessitent un apport d'eau.

Cette eau circule en circuit fermé et la consommation journalière due aux pertes est de 5 à 6 m^3 pour le sondage percutant. Si les pertes sont plus importantes, le sondage doit être arrêté car la remontée de l'eau est nécessaire pour recueillir les échantillons.

Pour le sondage carotté la consommation journalière est d'une dizaine de m^3, mais peut atteindre 80 m^3 en cas de perte. A cette eau sont ajoutés divers additifs (voir § 4.4.5.).

Cette fourniture d'eau nécessite la pose de conduites, la traversée des routes étant soumise à autorisation et se faisant parfois dans des tranchées.

Depuis 1979 la prise d'eau se fait dans le bassin de décantation qui reçoit les eaux d'exhaure.

4.4.5. *Les fluides de forage*

Un fluide de forage est un mélange de différents produits destinés à assurer le succès d'un forage. Ses fonctions sont multiples et on peut citer entre autres : l'élimination des déblais du fond du trou jusqu'à la surface, leur maintien en suspension pendant les arrêts de circulation, le refroidissement et la lubrification de l'outil et de la garniture. Il doit également favoriser la pénétration de l'outil, limiter la corrosion du matériel, s'opposer aux venues d'eau et limiter les pertes d'eau, prévenir le resserement des parois et les cavages.

Le produit de base pour les boues de forage classiques est la bentonite qu'on ajoute à raison de 30 à 60 kg par m^3 d'eau. D'autres additifs sont utilisés pour donner certaines caractéristiques à la boue (voir annexe n° 5). Certains de ces produits, tels les lignosulfonates sont relativement polluants.

Actuellement se développent de nouvelles techniques basées sur des produits nouveaux qui sont des mélanges de polymères, non toxiques et biodégradables. Les produits (par exemple LUBCOR) ont cependant la propriété de donner, en très faible quantité, un goût de "pétrole" à l'eau. On connait, ailleurs qu'à La Porte-aux-Moines, des exemples de contamination de captages et dans ce cas, malgré la non toxicité du produit, le bétail refuse catégoriquement de s'abreuver. Des polymères de ce type ont été utilisés à La Porte-aux-Moines.

4.4.6. Les poussières

Dans le cas des sondages percutants la collecte des échantillons par circulation d'air sous pression provoque la formation de poussières.

Les cuttings sont récupérés par cyclonage avec un taux de récupération de 90 à 95 %, le reste constitué des particules les plus fines étant rejeté dans l'atmosphère. Il existe des filtres à poussières qui donnent un taux de récupération supérieur à 99 % mais leur emploi n'est pas systématique car les poussières recueillies ne sont pas utilisables en tant qu'échantillons. La composition minéralogique des particules fines rejetées dépend essentiellement de la nature des terrains traversés.

4.4.7. Le bruit

Le sondage percutant, du fait de son principe, est très bruyant. Des précautions doivent être prises par les utilisateurs auxquels on impose le port de protections individuelles.

Les marteaux perforateurs pneumatiques sont les plus bruyants et atteignent des niveaux de 110 dBA au poste de commande (voir annexe 6)

Les marteaux perforateurs hydrauliques sont un peu moins bruyants (par exemple 102 dBA en foration au poste de commande).

Rappelons que les marteaux perforateurs ne sont utilisés que le jour.

En ce qui concerne les sondages carottés, le bruit est nettement moins intense, il est essentiellement causé par les moteurs Diesel (sondeuse, pompe, groupe électrogène). Par contre cette activité se poursuit la nuit. Un bruit impulsionnel particulièrement gênant la nuit est provoqué par les coups portés au marteau sur le carottier pour dégager la carotte. La distance à laquelle ce bruit est gênant peut atteindre suivant le cas jusqu'à 200 ou 300 m.

Ces bruits ont également un impact sur les élevages. Par exemple, un sondage carotté devait être fait à proximité d'un élevage de dindes pondeuses à l'époque de la ponte. Le bruit risquait de perturber la ponte et d'entrainer une baisse de la productivité et le calcul des indemnités à verser a fait reporter la date du sondage.

Citons également les effets de stress que le bruit peut avoir sur certains animaux, notamment les veaux élevés en batteries, ou les poulets qui se pressent les uns sur les autres dans un coin jusqu'à étouffement.

4.4.8. *Les tranchées*

Les tranchées sont également un moyen de reconnaissance en recherche minière. Leurs impacts sont voisins de ceux des sondages. Ce sont essentiellement des dégâts aux cultures et dans une moindre mesure le bruit de la pelle mécanique. A cela s'ajoutent les problèmes de comblement et de remise en état. L'effet du tassement amène souvent la formation d'une dépression.

L'unique tranchée faite à La Porte-aux-Moines est visible par la légère dépression qui subsiste, alors que, au niveau sol, aucune différence n'apparait dans les cultures.

4.4.9. *Les indemnisations*

Tous les travaux qui viennent d'être décrits donnent lieu à des indemnisations qui sont fixées à l'amiable. En cas de désaccord, il existe un barème des calamités agricoles établi par la D.D.A. qui prend en compte la surface, le rendement et le prix moyen de vente pour déterminer l'indemnisation. A La Porte-aux-Moines, toutes les indemnisations ont été fixées par accord amiable.

Voici, à titre indicatif, quelques exemples de tarifs pratiqués entre 1976 et 1980 :

- sondage wagon-drill : 10 F. en terre non ensemencée
  20 F. en pâture
  30 F. pour un accès

- sondage carotté : 460 F. pour un sondage,
  l'accès et la remise en état

- gêne pour l'exploitation : 50 F. par an et par tête de sondage.

Ces sommes, certainement supérieures à la réalité dans le cas des dommages aux cultures, peuvent être comparées au prix des sondages et dans tous les cas elles restent inférieures aux prix du mètre.

4.5. Impact des travaux miniers de reconnaissance

Les travaux miniers de reconnaissance ont consisté en une descenderie qui permet d'accéder au minerai au niveau - 150 m.

4.5.1. *Situation* (*cartes n° 1 et 2*)

Le chantier de recherche se trouve sur la commune de Merléac à 500 m au Nord-Ouest du hameau de Kerveno (coordonnées Lambert x = 210 Y = 79,5 Zone Nord). Il occupe une surface totale de 4,78 ha.

4.5.2. *Description du chantier* (*carte n° 3*)

L'accès au chantier se fait soit par le Sud par un chemin d'exploitation à partir du CD 53, soit par l'Est.

A l'heure actuelle (1981), il comprend (photos 5, 6 et 7) :
- l'accès à la descenderie dans la partie Ouest
- un tas de déblais (stériles)
- un tas de minerai recouvert
- un petit bassin de réception des eaux d'exhaure sur la partie Nord-Ouest et deux bassins de décantation au Nord-Est
- quelques batiments en tôle
- la partie Sud-Ouest laissée en pature.

Le chantier est installé sur un terrain en pente (en moyenne 5 à 10 % vers le Sud-Est.

Des courbes de niveau sont représentées sur la carte n° 3 ; l'altitude du terrain à l'origine variant entre 292,5 m et 280 m.

4.5.3. *Choix du site*

Le site du chantier a été choisi en fonction des critères suivants :

- distance minimale de 200 m des habitations (alors que le Code Minier n'impose que 50 m) et de 50 m des voies de circulation.
- le chantier ne devait pas se trouver dans le bassin versant de la retenue de Bosméléac qui est un site protégé
- proximité du gisement et facilité d'accès au gisement.

4.5.4. *Consommation de terrain*

Les terrains pris par le chantier, comme tous les terrains qui l'entourent sont des terres agricoles. Trois exploitants ont été concernés respectivement pour 0,14 ha pour le prolongement du chemin d'exploitation Sud qui accède au chantier, 0,40 ha pour la parcelle utilisée au-dessus du départ de la galerie où subsiste un risque d'éboulement et 4,26 ha pour le reste.

Les terres ont été louées au départ 600 F./ha/an avec un engagement d'achat pour les terres non récupérables pour la culture ce qui est pratiquement le cas pour toute la surface. Pour couper court à toute spéculation le prix d'achat était fixé à l'avance : 15.000 F./ha au 01.01.79, valeur révisable en fonction de l'évolution du prix des terrains agricoles. Le prix payé a été de 18.000 F./ha début 1981.

Dans aucun des cas l'occupation et la vente de ces terrains n'a mis en danger la vie des exploitations. Il semble même que le capital résultant de la vente ait permis à l'un des exploitants des investissements nouveaux.

4.5.5. *Impact visuel*

Le chantier se trouve sur une butte et l'aire de visibilité des installations est très étendue (photo n° 1). Cependant, compte tenu de la faible dimension des bâtiments ou des dépôts, l'impact visuel à grande distance peut être considéré comme nul, rien ne distinguant ces installations de celles d'une exploitation agricole.

On ne distingue les dépôts (déblais et minerai) et les bâtiments qu'à faible distance, à proximité de Kerveno et sur le CD. 53 (photo n° 2). Notons que l'impact visuel aurait pu être réduit par l'utilisation d'un bâtiment en tôle de couleur neutre au lieu de jaune orangé.

4.5.6. *Impact sur l'atmosphère*

La foration au fond a été faite à l'eau et les déblais et le minerai stockés étaient humides. Il n'y a donc pas eu d'émissions importantes de poussières. Celles-ci existaient cependant en saison sèche, principalement en raison de la circulation des engins sur le chantier et sur les voies d'accès.

Il existait un petit hangar où du minerai était séché dans un four, puis concassé et quarté à des fins d'analyse. Cet atelier émettait des vapeurs sulfureuses et quelques poussières mais qui n'étaient ressenties qu'à l'intérieur de celui-ci ou à proximité.

4.5.7. *Le bruit*

Les bruits propres à la mine sont de deux types :

a) au jour les sources de bruit fixe sont essentiellement deux compresseurs de 65 CV chacun situés l'un à côté de l'autre et trois ventilateurs (2 de 20 CV et 1 de 10 CV) qui assurent l'aspiration de l'air pour les galeries de la mine, le refoulement se faisant par l'entrée de la mine. Les ventilateurs sont enterrés à proximité de l'entrée de la galerie, ce qui réduit considérablement leur émission sonore. Les sources sont localisées sur le plan en annexe n° 7.
Les sources de bruit mobiles sont les chargeurs-transporteurs lors de l'amenée des produits au jour ou de la mise en forme des tas de déblais.

b) Au fond, les bruits résultent :

- des engins qui chargent et convoient le minerai
- des forages du front de taille pour l'emplacement des batons de dynamite
- des tirs de mine (en moyenne deux par jour)
- des sondages percutant ou carottés réalisés à partir des galeries.

On peut considérer, mis à part les travaux du début de la descenderie, que les bruits du fond ne sont pas perceptibles au jour.

Des mesures de bruit ont été faites au jour :

- Bruit des compresseurs. Un profil a été réalisé de part et d'autre des compresseurs. Le sens du vent, intermittent et de force moyenne était perpendiculaire à ce profil. Un spectre de bruit a été réalisé à 10 m des compresseurs. (voir annexe n° 7, figure et plan).
  Les résultats en dBA sont les suivants :

Distance (m)	vers l'Est	Vers l'Ouest
5	80,6	81,3
10	73,4	72,6
15	69,3	68,7
20	68,2	67,3
25	65,0	66,1
30	59,0	64,8
35	57,9	63,2
40	55,7	63,1
45	54,6	61,0
50	55,2	59,3

- Bruit des ventilateurs. Deux mesures à 10 m des ventilateurs, ont été effectués, une sur la face avant, une sur la face arrière. En chaque point un spectre a été réalisé (annexe n° 7)
  - Face arrière : 89,2 dBA
  - Face avant : 86,3 dBA

Par ailleurs quelques mesures ont été réalisées en d'autres points :

- près du campement et des logements ..... 54,1 dBA
- a l'entrée du hameau de Kerveno ..... 35,9 dBA

Dans le hameau de Kerveno le bruit de la mine est négligeable. Les riverains interrogés ont indiqué qu'ils percevaient le bruit de la mine, notamment les compresseurs et les ventilateurs, mais qu'en aucun cas cela ne constituait une gène.

Quelques mesures ont été faites au fond. Lors du passage d'un engin de convoyage le bruit à 2 m est de 95,7 dBA. Au poste de forage du front de taille avec une foreuse en marche le bruit est de 118 dBA au niveau de l'opérateur. Il tombe à 113 dBA à 2 m derrière.

Remarque :
- *toutes les mesures sont réalisées en dBA, sauf les spectres qui sont réalisés en pondération linéaire*
- *les mesures données sont des valeurs moyennes (Leq) sur 30 secondes.*

4.5.8. *Les stockages en surface*

Le volume total des galeries est d'environ 17.000 m^3, ce qui, compte tenu du foisonnement conduit à un volume de dépôt en surface de 21.000 m^3 dont 4700 m^3 de minerai.

Les travaux ont commencé au début de l'année 1979 et dans un premier temps les déblais issus de l'avancement de la descenderie ont été déposés dans la partie haute du chantier. Puis ces déblais ont été aplanis avec une pente de 2 % vers l'ouest et recouvert d'une couche d'enrobé pour accueillir le minerai.

4.5.8.1. LE MINERAI

Celui-ci a été sotcké en tas distincts correspondant aux recoupes et aux traçages.

Rappelons sa composition moyenne : 9 % de zinc, 2 % de plomb, 0,8 % de cuivre et 110 g/t d'argent pour les métaux valorisés. Il contient une très forte proportion de pyrite mais également d'autres métaux en quantité non négligeable (cadmium et arsenic avec des teneurs de l'ordre de 1 °/oo)

La mise en place sur une couche d'enrobé avec une pente de 2 % était destinée à recueillir les effluents qui rejoignaient ensuite les bassins de décantation. Des problèmes de tenue mécanique de cette couche d'enrobé sont rapidement apparus à cause de la circulation des engins et ont nécessité la réfection fréquente de cet enrobé. L'efficacité de ce film protecteur a donc été douteuse.

En décembre 1980 le minerai a été rassemblé en un seul tas puis recouvert de bidim imprégné de bitume et d'une couche de terre végétale d'environ cinquante centimètres.

Cette couche a été engazonnée au printemps 1981. De cette façon le minerai est à l'abri de l'oxydation bactérienne et de la lixiviation par les eaux de pluie (voir plus loin § 4.5.10.2.1.)

4.5.8.2. LES DEBLAIS

Les déblais, ou stériles, sont composés principalement de schistes. La teneur en pyrite va d'environ 5 % (environnement du gisement) jusqu'à des passages de pyrite massive en passant par des valeurs de 20 à 30 % à proximité immédiate du gisement. Ces déblais comportent donc en moyenne 10 % de pyrite avec des proportions non négligeables d'autres métaux composant le gisement, la limite entre stérile et minerai étant placée assez haut et le tri se faisant sur le simple critère d'aspect.

Les déblais sont stockés dans la partie haute du chantier et recouverts en partie par de l'enrobé et par le tas de minerai.

Une grande partie de ces déblais, un quart environ, ont été donnés à la population locale. Malgré les risques pour l'environnement il était en effet difficile d'opposer un refus.

Les déblais ont servi principalement de remblai et à empierrer les chemins. Il y a eu notamment deux gros utilisateurs, l'un pour empierrer une portion de chemin, l'autre pour faire un remblai pour un bâtiment (environ 1000 m^3).

Dans tous les cas les utilisateurs ont été mis au courant des risques et ont signé une décharge dégageant le B.R.G.M. de toute responsabilité quant aux dégâts ou dommages pouvant résulter de l'emploi de ce matériau.

4.5.9. *Impact sur les infrastructures*

Les seules infrastructures concernées par le chantier sont les voieries. En principe l'impact d'un tel chantier est faible et se limite aux chemins d'exploitations qui en permettent l'accès. Dans la réalité le chantier de recherche a provoqué indirectement la dégradation d'une portion importante de voierie, bien qu'il n'en soit pas responsable.

Cette dégradation a été provoquée par le passage de camions qui emportaient les déblais. Les deux gros utilisateurs de déblais ont notamment employé des semi-remorques qui ont dégradés une portion de voie de 1100 m située entre la sortie Est du chantier et le hameau de Lango.

A la suite de cela un arrêté municipal du 21 juin 1980 a défini les routes utilisables par les camions et a interdit tout emploi de semi-remorques.

La commune envisage la réfection de la portion de route endommagée et le devis s'élève à 50.000 F.

4.5.10. *Impact sur les eaux*

L'impact sur les eaux consiste en la modification du régime et de la qualité des eaux souterraines et des eaux de surface.

4.5.10.1. MODIFICATION DU REGIME DES EAUX SOUTERRAINES ET SUPERFICIELLES

La modification du régime des eaux souterraines est causée par la présence de galeries souterraines et par l'exhaure de l'eau. La descenderie et les ramifications (recoupes et traçages) font l'office d'un puits de diamètre et de profondeur équivalents à celles des différentes extensions. L'exhaure de l'eau par pompage provoque un rabattement important de la surface piézométrique qui se répercute sur les points d'eau et les sources voisines.

Le problème n'est pas spécifique à la recherche minière et se rencontre couramment dans d'autres domaines (exploitation minière, travaux de génie civil etc ...).

Le phénomène s'est produit à La Porte-aux-Moines et a pu être étudié au moyen d'un réseau de surveillance piézométrique qui comprend les sondages carottés et onze des vingt cinq points d'eau domestiques recensés (annexe n° 8).

Les mesures piézométriques montrent que les points 4 et 7 et dans une moindre mesure les points 3, 6 et 1,2 ont subi l'influence de l'exhaure minière. Par ailleurs tous les sondages miniers ont montré un abaissement de niveau parfois considérable (plus de 100 m). Des cartes piézométriques ont pu être établies (annexe n° 8). La première en date du 23 mars 1979 montre l'état initial de la nappe à une période de hautes eaux. La surface piézométrique reproduit assez fidèlement la surface topographique.

La deuxième carte en date du 14 décembre 1979 montre très nettement la dépression qui s'est creusée à l'endroit de la descenderie. Sa forme est grossièrement rectangulaire mais son extension est limitée.

Dans la pratique cette baisse du niveau piézométrique s'est traduit par des diminutions de débit ou des tarissement de sources ou captages. (voir annexe 8). Les rabattements produits a quelques centaines de mètres de la descenderie étaient de l'ordre du mètre.

Des exemples précis des conséquences peuvent en être donnés :

- Une source servant à l'alimentation du bétail à 400 m à l'Ouest du chantier a été tarie. La fourniture d'eau de remplacement a été assurée par le B.R.G.M.
- L'exploitant utilisant le captage n° 3 a vu son débit diminuer ce qui a nécessité l'agrandissement de sa réserve en eau.
- L'exploitant utilisant le captage n° 2 a exprimé son inquiétude face à un tarissement possible. Il possède un élevage de poules pondeuses et son exploitation nécessite environ 8 m^3 d'eau par jour qui est fournie actuellement par le captage. Son exploitation est branchée sur le réseau d'A.E.P. mais non raccordée et en cas de tarissement du captage il devra se raccorder sur le réseau et payer son eau.

- Le hameau de La Porte-aux-Moines (environ 25 habitants) était alimentée par gravité par le captage n° 7. Ce captage s'est tari en novembre et décembre 1979, puis à nouveau à partir d'avril 1980. En novembre et décembre 1979 la fourniture d'eau a été assurée par le B.R.G.M. L'eau était amenée dans une bache qui était alimentée par la source n° 24. Par la suite le hameau a été raccordé au réseau d'A.E.P. Ce raccordement était prévu à plus longue échéance mais compte tenu de la situation il a été fait en priorité. Les habitants du hameau n'ont donc plus de problème d'approvisionnement mais perdent la gratuité de la fourniture d'eau.

Depuis décembre 1980 la galerie était partiellement noyée. Dans l'attente de la décision d'exploitation le pompage s'est poursuivi jusqu'au 15 juillet 1981 au niveau 442 m (environ 80 m de profondeur) pour éviter de noyer une partie de galerie qui risquerait de s'effondrer. Le débit d'exhaure a été d'environ 560 m^3/jour (voir § 4.5.10.2.2. sur la gestion des eaux).

L'arrêt de l'exhaure doit en principe conduire au rétablissement de la surface piézométrique initiale. Les modifications dans les écoulements introduites par les galeries en profondeur ne devraient pas se répercuter sur les points d'eau en surface. Il est cependant possible qu'un écoulement naturel s'établisse au débouché de la galerie.

Les impacts de l'exhaure minière ne sont dans le cas général que temporaire (2 ans dans le cas présent). Cet impact peut cependant se prolonger dans le cas d'une exploitation mais cette éventualité ne peut pas être prise ici en considération.

4.5.10.2. MODIFICATION DE LA QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES ET SUPERFICIELLES

La modification de la qualité des eaux est principalement d'ordre chimique. Elle a pour cause essentielle l'oxydation bactérienne et la lixiviation des sulfures métalliques. Ce phénomène agit à la fois sur les déblais et le minerai stocké en surface et sur les sulfures en place en contaminant l'eau d'exhaure.

4.5.10.2.1. L'oxydation bactérienne des sulfures

C'est une oxydation enzymatique des sulfures due à l'activité de bactéries aérobies comme Thiobacillus thiooxydans ou Ferrobacillus ferrooxydans. Ces bactéries ne prospèrent que vers pH 1,5 à 4,5. Le phénomène nécessite la présence d'oxygène et d'eau et peut être schématisé par les réactions suivantes.

Dans un premier stade, l'action des bactéries conduit à la formation de sulfate ferreux et d'acide sulfurique selon :

$$Fe\ S_2 + H_2O + 3{,}5\ O_2 \rightarrow Fe\ SO_4 + H_2\ SO_4 \qquad (1)$$

En présence d'oxygène et de bactéries tirant leurs besoins énergétiques de l'oxydation du soufre et du fer, le sulfate ferreux et l'acide sulfurique se combinent en sulfate ferrique :

$$2\ Fe\ SO_4 + H_2\ SO_4 + 0{,}5\ O_2 \rightarrow Fe_2\ (SO_4)_3 + H_2O \quad (2)$$

La formation du sulfate ferrique peut se résumer comme suit :

$$2\ Fe\ S_2 + H_2O + 7{,}5\ O_2 \rightarrow Fe_2\ (SO_4)_3 + H_2\ SO_4 \quad (3)$$

Le sulfate ferrique formé est un oxydant et se trouve disponible pour oxyder en sulfates certains sulfures d'autres métaux, présents dans le minerai, avec formation de soufre :

$$Me\ S + Fe_2\ (SO_4)_3 \rightarrow Me\ SO_4 + 2\ Fe\ SO_4 + S^\circ \quad (4)$$

Globalement, les réactions ci-dessus peuvent s'écrire :

$$2\ Fe\ S_2 + H_2O + 7{,}5\ O_2 + MeS \rightarrow MeSO_4 + H_2\ SO_4 + 2\ Fe\ SO_4 + S^\circ \quad (5)$$

En présence de pyrite et en fin de cycle, on se retrouve donc, en plus des sulfates métalliques et du soufre, en présence de H_2SO_4 et $FeSO_4$ disponibles pour reprendre les réactions au stade n° 2.

Une fois le processus entamé, l'oxydation des sulfures peut être très rapide et conduire à des solutions contenant plusieurs dizaines de grammes par litre de sulfate, fer, zinc ou cuivre et un pH voisin de 2,2.

4.5.10.2.2. La gestion des eaux du site

L'eau d'exhaure est déversée dans un bassin de réception puis s'écoule dans deux bassins de décantation mis en parralèle (point D).

La décantation permet d'éliminer la majeure partie des éléments en suspension dans l'eau d'exhaure ainsi que l'hydroxyde ferrique qui se forme par oxydation du fer ferreux en solution.

Ces bassins d'environ 25 m sur 40 m et 2 m de profondeur ont simplement été creusés dans le sol (voir photos n° 5 et 6). Compte tenu du débit d'exhaure observé (au maximum 1000 m^3/jour) ils ont été très largement dimensionnés. L'eau s'écoule par débordement sur un seuil en béton puis rejoint par un fossé le point bas du site où elle est rejetée et gagne le réseau de drainage qui donne naissance au ruisseau de Kerveno.

Les eaux de ruissellement du site empruntent deux voies :

- les eaux qui ruissellent sur l'enrobé des déblais rejoignent les bassins de décantation. Les eaux ayant traversé les déblais et qui ne s'infiltrent pas ressortent au point bas de ces déblais, juste en amont du bassin de décantation dans lequel elles se déversent.
- les eaux de la partie Sud du chantier, avec peut-être quelques eaux de ruissellement des déblais s'écoulent en direction d'un fossé à la limite Sud de la parcelle où elles s'infiltrent dans le sol.

4.5.10.2.3. Surveillance de la qualité des eaux

Un réseau de surveillance des eaux a été mis en place en 1979 pour déterminer l'état initial des points d'eau autour des travaux. Les analyses ont été faites jusqu'en janvier 1980, on trouvera en annexe n° 3 les résultats de ces observations.

Par ailleurs quelques points ont été choisis pour faire l'objet d'une surveillance régulière depuis septembre 1979. Ce sont les points suivants :

A : Captage de La Porte-aux-Moines (point n° 7 sur la carte en annexe 8)

B : Source dans les champs (n° 17 sur la carte en annexe n° 8). Ce point a par la suite été abandonné, la source étant tarie.

C : Ruisseau de Kerveno en aval du rejet près du hameau. La localisation est reportée sur les cartes n° 2 et 3.

D : Bassins de décantation sur le chantier

E : Sortie d'un drain au Nord du chantier.
Son eau a servi à l'alimentation du campement. Il est repéré sur les cartes n° 2 et 3.

C': Ruisseau de Kerveno à l'intersection de la route de Kerino (voir carte n° 2)

Sur ces prélèvements ont été analysés avec une périodicité d'environ deux semaines le sulfate, le plomb, le zinc et le cuivre, puis par la suite uniquement le sulfate et le zinc. Le pH a été mesuré avec un papier indicateur mais des vérifications ont montré que celui-ci était défectueux et les mesures ne peuvent donc pas être prises en compte.

En mars 1981 puis en mai 1981 des échantillons complémentaires ont été prélevés sur le site et aux alentours et des mesures physicochimiques in situ (pH, Eh, conductivité) ont été faites, ainsi que quelques dosages complémentaires. En mai 1981 a été fait également un prélèvement hydrobiologique au point C', un précédent prélèvement ayant eu lieu en avril 1980. Tous ces résultats figurent en annexe n° 9.

4.5.10.2.4. Analyse des résultats

Le pompage de l'exhaure a débuté en mars 1979 mais jusqu'en septembre 1979 les bassins de décantation ont permis l'évaporation et l'infiltration de toute l'eau. Ce n'est que le 20 septembre que l'augmentation de débit a fait déborder ces bassins et a amené un rejet hors du chantier.

Les deux bassins peuvent recevoir simultanément ou alternativement les eaux d'exhaure . Bien qu'ils ne soient pas en série, nous appelerons l'un le bassin amont (à l'ouest) et l'autre le bassin aval. Le bassin amont reçoit en plus les eaux de drainage des déblais. Bien que les prélèvements aient été faits indifféremment dans l'un ou l'autre bassin (point D) nous considérerons en première approximation que leurs eaux sont identiques à celles du rejet.

L'évolution de la concentration en sulfate et en zinc aux points D et C apparait sur le graphique ci-contre. Le point C, situé à 700 m en aval du rejet reçoit les eaux de plusieurs fossés de drainage. Le parallèlisme entre les concentrations en C et en D pour les deux éléments retenus montre que le facteur prépondérant est la dilution, faible en été, plus forte en saison humide.

L'examen des résultats en points C' (1,5 km en aval de C) aboutit à la même conclusion.

La concentration maximum en zinc mesurée au point C a été de 6,1 mg/l le 26 janvier 1981. Par la suite jusqu'en juillet 1981 elle a décru de 4 à 1 mg/l.

Au point C' à la même date la concentration en zinc était de 1,27 mg/l. Toutes les autres mesures montrent des concentrations inférieures.

En ce qui concerne le pH, l'acidité des rejets est manifeste mais la neutralisation se fait rapidement. Ainsi pour la succession Rejet - C - C' nous obtenons les valeurs de pH suivantes :

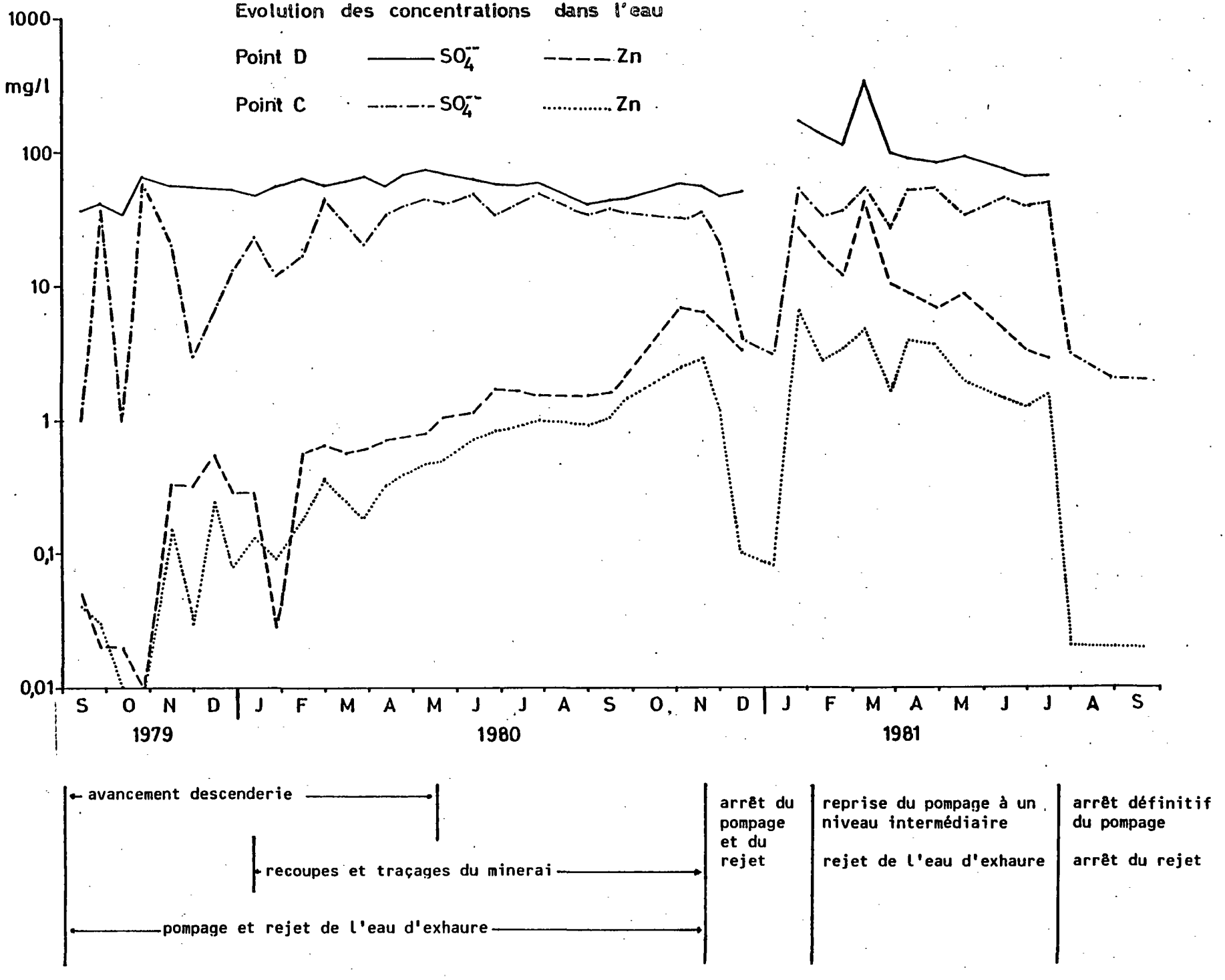
le 9 et 10 mars 1981 :	3,1	-	4,0	-	6,1
le 12 mai 1981 ..... :	3,6	-	5,55	-	6,60

Le retour à la neutralité est plus rapide que ne le laisserait supposer le phénomène de dilution.

L'évolution des concentrations aux points D et C doit être interprétée en fonction de l'avancement des travaux souterrains et de surface.

De septembre 1979 à novembre 1980 les teneurs en sulfate en D sont relativement stables alors qu'elles augmentent régulièrement pour le zinc.

La charge en sulfate qui s'établit assez tôt résulte de la présence de pyrite. La première charge en zinc apparait lors de la traversée par la descenderie d'une apophyse du gisement, puis augmente avec la multiplication des recoupes et des traçages.


Evolution des concentrations dans l'eau
Point D
SO_4^{--}
Zn
Point C
SO_4^{--}
Zn
1000
mg/l
100
10
1
0,1
0,01
S O N D J F M A M J J A S O N D J F M A M J J A S
1979
1980
1981
avancement descenderie
recoupes et traçages du minerai
pompage et rejet de l'eau d'exhaure
arrêt du pompage et du rejet
reprise du pompage à un niveau intermédiaire
rejet de l'eau d'exhaure
arrêt définitif du pompage
arrêt du rejet

Des épisodes de pH élevé avec corrélativement des teneurs en métaux faibles apparaissent périodiquement, par exemple au point D le 28.01.1980 avec un pH de 9,1 et une concentration en zinc de 0,03 mg/1. Ces épisodes sont à mettre en relation avec des travaux de cimentation au fond lors du passage dans des terrains peu résistants.

De décembre 1980 à janvier 1981 le pompage est arrêté. Il n'y a plus de rejet et les concentrations en C redeviennent normales. Les concentrations les plus fortes s'observent lors de la reprise du pompage.

Les causes en sont sans doute le rejet des eaux contaminées par les lessivats issus des déblais. La lixiviation de ces déblais a pu également être favorisée par la mobilisation du minerai.

En février 1981 bien que les deux bassins soient alimentés par la même eau, il y avait une différence significative dans la composition de leur eau.

Les eaux du bassin amont étaient plus acides, plus minéralisées et avaient en suspension un précipité d'hydroxyde ferrique. La différence provenait du déversement des eaux de ruissellement en provenance des déblais.

Ces eaux ont été analysées en mai 1981 et montrent une composition qui témoigne du phénomène d'oxydation bactérienne, en particulier : pH = 2,3 $SO_4^{=}$ = 26,5 g/1 - Zn = 3,3 g/1 - Cu = 0,425 g/1.

A partir de mars 1981, le bassin amont a été isolé et ne recevait plus les eaux d'exhaure. Les eaux ne transitaient plus que par le bassin aval. En deux mois l'eau s'est infiltrée et le bassin s'est vidé pratiquement totalement, bien qu'il continuat à recevoir les eaux de ruissellement en provenance des déblais. Ceci montre la bonne perméabilité du terrain dans lequel sont creusés les bassins. On peut supposer dans ce cas que la plus grande partie des précipitations qui traversent les déblais peuvent s'infiltrer dans le sol.

L'eau de ruissellement qui est recueillie dans le fossé Sud s'infiltre également en quasi totalité et seul un léger débordement a été constaté dans le champ en contrebas. Cette eau est par ailleurs également contaminée (pH 2,7 minéralisation de l'ordre de 2 à 3 g/1). D'autres échantillons prélevés sur le site dans les déblais ou à proximité montrent le même type de composition (voir analyses physico-chimique in situ).

Les échantillons prélevés à la sortie des drains ou dans les champs autour du chantier sont des eaux peu minéralisées et légèrement acides. C'est le cas en particulier au point E où la teneur en zinc a toujours été très faible et la teneur en sulfate inférieur à 1 mg/l.

Au point 25 qui est la sortie d'un drain au Sud du chantier , la teneur en sulfate atteint 25 mg/l en mai 1981. Elle était de 51 mg/l en décembre 1979 et de 6 mg/l en août 1979. On pourrait y voir la contamination par les eaux du chantier et en particulier par les bassins sans pour autant pouvoir l'affirmer. Par ailleurs, l'exploitant de la parcelle à l'Est immédiat des bassins affirme avoir constaté une augmentation de l'humidité de son champ. Les eaux prélevées ne montrent aucune acidité ou minéralisation suspecte qui pourrait provenir de ces bassins.

Le pompage de l'exhaure a été arrêté le 15 juillet 1981 ce qui a entrainé l'arrêt de tout rejet. Les concentrations en C et C' ont rapidement décru pour atteindre des valeurs normales. Par ailleurs les bassins se sont rapidement vidés.

A l'heure actuelle subsiste cependant une inconnue. La charge piézométrique des terrains drainés par les galeries peut en effet être supérieure à l'altitude du débouché à la surface de la descenderie, particulièrement en période de hautes eaux. Dans ces conditions apparaîtra un écoulement naturel d'une eau acide et certainement chargée en métaux. Compte tenu de la topographie, cette éventualité, bien que peu probable, n'est cependant pas à écarter.

4.5.10.2.5. Les impacts constatés

La composition des rejets et dans une moindre mesure, de l'eau en aval, dépasse les normes admises pour la vie aquatique ou pour l'eau potable.

Le tableau ci-dessous indique quelques normes officielles pour l'eau potable ainsi que quelques valeurs recommandées pour la vie aquatique. En comparaison sont reportées quelques valeurs mesurées lorsque les rejets avaient leur plus forte concentration. Les valeurs indiquées pour la vie aquatique ne sont pas des concentrations létales (très variables suivant les espèces et souvent beaucoup plus fortes) mais des objectifs de qualité pour une eau à vocation piscicole et compatible avec la présence de pecherie prospère et la protection de la santé des personnes consommant le poisson pêché. Certaines concentrations recommandées dépendent de la dureté de l'eau, c'est le cas du zinc.

Toutes les concentrations sont en mg/l.

	SO_4^{--}	Pb	Fe	Cu	Zn	Cd
eau potable	250	0,05	0,3	0,05	0,1	0,005
vie aquatique ..	-	0,05	0,5	0,02	0,03 (dureté de 10 mg/l de $CaCO_3$)	0,001
rejet le 10/3/81	190	0,46	4,2	2,76	25,7	1,5
C le 9/3/81	51				4,6	0,23
C' le 9/3/81 ...	21				1,29	0,07

Il est certain qu'au niveau du rejet la vie aquatique a été détruite.

Cependant, plus en aval, au point C'1 l'indice biotique a paradoxalement augmenté entre avril 1980 et mai 1981. Sa valeur à cette dernière date (8) montre une eau de bonne qualité. Par contre, la comparaison des listes faunistiques indique des changements notables dans la population des macro-invertébrés benthiques, qui se caractérisent surtout par un enrichissement en Trichoptères et en Diptères, et par la réduction des Ephéméroptères. Ces variations, communes dans les zones amont des cours d'eau, sont liées soit à la différence de date de prélèvement (avril et mai), soit aux techniques de prélèvements car c'est la présence ou l'absence de quelques individus qui les différencie. A l'aval immédiat de ce point existe un étang où aucun incident n'a été signalé. Enfin, la rigole d'Hilvern qui reçoit les eaux du ruisseau n'est plus un milieu très sensible. Cette rigole, au dire de pêcheurs locaux, était il y a une dizaine d'années un des endroits les plus poissonneux mais des problèmes d'assèchement périodique ont causé la disparition des poissons ces dernières années. En conclusion, l'impact sur les eaux superficielles a été faible. La raison en est la dilution progressive des rejets, la faible sensibilité du milieu récepteur et la brièveté des rejets réellement nocifs. Le seul problème qui subsiste à long terme est celui de la pollution des eaux souterraines.

A l'heure actuelle, aucune modification significative de la composition des eaux des sources ou drains avoisinants n'est apparue. Mais, d'une part le recul dans le temps n'est certainement pas suffisant, d'autre part ces eaux sont des eaux de subsurface, en particulier les eaux issues des drains agricoles, sans relation avec la nappe située à quelques mètres sous la surface. La question qui se pose est de savoir quel va être le devenir d'un effluent acide et fortement minéralisé, sans possibilité de neutralisation par la roche encaissante, le phénomène ayant une échelle différente de ce qui se passe dans les gisements de sulfures qui affleurent (formation d'un chapeau de fer, d'une zone de cémentation, etc ...).

A ce niveau le problème reste entier et la réalité et l'importance du risque à long terme pour les eaux souterraines et les captages peuvent difficilement être évalués.

4.5.11. *Les impacts socio-économiques*

Nous aborderons dans ce chapitre les impacts des travaux miniers, mais également les impacts de la recherche en général.

4.5.11.1 OCCUPATION DES TERRAINS ET EMPRISE FONCIERE

Les dégâts causés par les sondages ont été indemnisés. Les terrains occupés par le chantier de la descenderie ont été achetés. La cession des terrains n'a pas eu de conséquences dommageables pour les exploitants (cf. § 4.5.4.).

4.5.11.2 CREATION D'EMPLOIS

L'équipe de mineurs qui travaillait sur le site était déjà constituée. Les embauches ont eu lieu uniquement pour assurer le remplacement des départs et des mises à la retraite. L'équipe travaille depuis un certain temps sur le Massif Armoricain et sur 25 personnes la moitié environ a été recrutée en Bretagne dont 3 ou 4 dans les environs de La Porte-aux-Moines.

4.5.11.3. IMPACT SUR L'ECONOMIE LOCALE

Le commerce local a bénéficié de la présence de l'équipe de mineurs dont certains amenaient leurs famille. L'hotellerie et la restauration ont bénéficié de la venue de personnes travaillant sur le chantier et de visiteurs assez nombreux.

Tout le petit matériel, quincaillerie, et carburants ont été achetés sur place. Certaines personnes ont profité plus directement de l'implantation de travaux de recherches. C'est le cas de l'artisan qui a réalisé tous les boisages de la descenderie ou des mécaniciens qui entretenaient ou réparaient le matériel et les véhicules. La recherche minière a également nécessité la location de locaux (bureaux et ancienne école pour le stockage de carottes par exemple).

Le secteur de La Porte-aux-Moines n'ayant aucune vocation touristique particulière, la recherche minière n'a eu aucun impact dans ce domaine.

En résumé l'impact sur l'économie a été positif, non négligeable pour les deux villages de Merleac et de St Martin, mais sa durée a été limitée.

4.5.11.4. IMPACT PSYCHOLOGIQUE

C'est le plus difficile à appréhender. A La Porte-aux-Moines la recherche minière n'a pas posé de problèmes particuliers et a été bien accueillie. Cependant le problème de l'expropriation de plusieurs dizaines d'hectares en cas d'exploitation n'a jamais été évoqué. Les expropriations en cas d'exploitation peuvent dans ce cas détériorer les rapports et nuire aux conditions de la poursuite de la recherche dans le secteur.

Dans l'ensemble l'exploitation est souhaitée pour des raisons économiques et la recherche apparait alors comme une phase préliminaire nécessaire. Les seuls impacts négatifs ressentis par la population ont été les problèmes de tarissement des captages et de détérioration de route bien que dans ce dernier cas la recherche minière n'en soit pas directement responsable.

5. CONCLUSION

5.1. Synthèse des impacts constatés

On trouvera en annexe 1 un tableau résumant les impacts constatés pour les différentes phases de la recherche minière.

On remarque que seule la phase de travaux miniers présente des impacts importants. C'est aussi la seule phase qui peut nécessiter une étude d'impact au sens réglementaire du terme.

Les sondages n'ont eu que des impacts limités à La Porte-aux-Moines. Ils peuvent cependant dans certains cas devoir faire l'objet d'une notice d'impact.

Les autres phases n'ont eu que des conséquences négligeables.

5.2. Représentativité du constat d'impact

Les impacts constatés à La Porte-aux-Moines sont parfaitement représentatifs, mais leur importance n'est pas toujours transposable. Si certains impacts sont constants, d'autres dépendent essentiellement du milieu et de la substance recherchée.

L'impact sur les eaux dépend du minerai et le cas étudié est un des plus défavorable. Il dépend aussi du milieu récepteur (débits respectifs et qualité du cours d'eau). D'autres impacts (bruit et vibrations, circulations, emprise foncière et infrastructures) peuvent être beaucoup plus importants en zone urbaine aussi bien de la part des travaux miniers que de la part des sondages.

Les impacts sur le milieu naturel ont été faibles mais la sensibilité d'une zone agricole est inférieure par exemple à celle d'une réserve écologique.

Si dans le cas de La Porte-aux-Moines il n'y a pas eu de problème important, les risques, incidents ou impacts non contrôlés existent.

L'impact psychologique est un des plus aléatoires. Il existe des exemples de spéculation ou d'aménagement réalisés en vue d'obtenir des indemnisations élevées. A l'inverse la recherche minière peut faire chuter la valeur de terres ou d'immeubles, même non concernés directement, jusqu'à même parfois en faire annuler la vente. On peut citer également l'exemple de la location annuelle d'une forêt pour la chasse à courre pour laquelle l'annonce de l'octroi d'un P.E.R. a provoqué le non-renouvellement.

Ces exemples sont des cas extrêmes, l'impact négatif n'étant par ailleurs pas toujours évident.

Cependant certaines régions de France sont à cet égard particulièrement sensibles et l'annonce de travaux de recherche provoque alors des levées de boucliers qui entravent le déroulement normal ou la poursuite de la recherche.

Dans la plupart des cas la publicité faite dans la presse a une part de responsabilité, notamment en cas d'annonce prématurée (et parfois non confirmée) d'exploitation.

5.3. Quelques recommandations

5.3.1. *Caractérisation de l'état initial*

L'expérience montre qu'il est important de bien caractériser l'état initial d'un site lorsqu'on envisage l'ouverture de travaux miniers. La caractérisation de cet état initial permet de mieux connaître et de contrôler éventuellement les atteintes au milieu naturel, mais également de pouvoir juger des impacts sur le milieu humain. Rappelons qu'en cas de dégradation de batiments (fissures), d'assèchement ou pollution de captages ou tout autre incident qui pourrait être imputable aux travaux miniers, c'est au mineur de prouver sa non-responsabilité, la présomption jouant contre lui selon une jurisprudence constante en la matière.

5.3.2. *Mesures réductrices*

Certains impacts peuvent être réduits par l'emploi de quelques précautions gratuites ou peu coûteuses. On peut recommander par exemple le ramassage systématique des piquets utilisés en géophysique sur les terres agricoles, l'utilisation de filtres à poussières pour les sondages percutants, le choix de couleurs neutres pour les bâtiments du chantier.

D'autres mesures sont plus coûteuses, c'est le cas du suivi de la qualité des eaux pendant la durée de l'exhaure dont les seuls coûts d'analyse avoisinent 10.000 F. C'est le cas du déplacement,de la couverture et de l'engazonnement du tas de minerai dont le prix de revient dépasse 100.000 F.

Dans la plupart des cas l'expérience montre que les mesures compensatoires prises a priori sont moins coûteuses que les mesures ou réparations effectuées a postériori.

5.4. Conclusion

En résumé, l'impact essentiel à La Porte-aux-Moines est l'abaissement du niveau piézométrique. Dans l'ensemble les autres impacts constatés sont limités. Plusieurs raisons peuvent en être données :

- en premier lieu la taille du chantier et l'importance des travaux ;
- la densité de population est faible et les habitations situées à plus de 500 m ;
- le milieu naturel apparait comme peu sensible ;
- enfin un certain nombre de précautions ont été prises parmi lesquelles le choix du site en fonction des critères d'environnement, les ventilateurs enterrés, la couverture du minerai, le réseau de surveillance des points d'eau, le contrôle des eaux rejetées.

DOCUMENTS CONSULTES

- B.R.G.M. Division minière Vendée-Bretagne. Rapports divers sur l'avancement des travaux et les résultats de la Recherche à La Porte-aux-Moines. Documents confidentiels.

- B.R.G.M. Développement minier - (1980). Document publicitaire.

- BIRAIS A. Communications orales.

- BRUNEEL C., ATLAN Y., DADOU C., SAUTER M. - (1980) Pré-étude d'impact mines de plomb-zinc. La Porte-aux-Moines - Rapport B.R.G.M. 80 SGN 608 ENV.

- BRUNEL L.,, TALBO H., (1980) La Porte-aux-Moines. Suivi hydrogéologique (mars 1979 à janvier 1980) de l'influence des travaux miniers sur les points d'eau voisins. Rapport B.R.G.M. 80 SGN 787 BRE.

- CARLY R., OLLIVIER P., THOMASSIN J.F., (1980). Lixiviation en tas. Etude du traitement des solutions de lixiviation naturelle du minerai sulfuré de Bodennec. Rapport B.R.G.M. 80 SGN 663 ENV.

- CHAUSSIER J.B., DUMAS J.P., GORICHON A. (1977) Les phases de la recherche minière. Rapport B.R.G.M. 77 DRE 001

- COURTOT P. (1980). Mesures de bruit à La Porte-aux-Moines. Rapport inédit.

- JANNAIRE M.M. (1980). Les boues de forage et de sondage minier - G.S.P.

- Journal Officiel de la République Française - Code Minier -

- KERJEAN M. Communications orales.

- LECLERC J. Communications orales.

- PACHAUD C. (1978). Relevé de niveau sonore autour d'une foreuse pneumatique. A.I.F. Services, Limoges.

- TALBO H. (1981). Dépouillement et exploitation des données et observations réalisées à La Porte-aux-Moines de janvier 1980 à février 1981. Rapport B.R.G.M. SGR/BRE 81-04.

---oOo---

LISTE DES PLANCHES ET ANNEXES

Carte n° 1 - Le P.E.R. de Lanfains 1/100.000è
Carte n° 2 - La Porte-aux-Moines 1/25.000è
Carte n° 3 - La Porte-aux-Moines 1/5.000è

Planche n° 1 - 2 - 3 Photographies.

Annexe n° 1 - Tableau synthétique des impacts constatés des différentes phases de la recherche minière.

Annexe n° 2 - Rose des vents

Annexe n° 3 - Contrôle de la qualité des points d'eau

Annexe n° 4 - Etat initial du site. Analyse chimiques et hydrobiologiques des cours d'eau.

Annexe n° 5 - Liste des additifs aux fluides de forage

Annexe n° 6 - Mesure de bruit autour d'un wagon-drill pneumatique.

Annexe n° 7 - Localisation des sources de bruit sur le chantier et spectres de bruit.

Annexe n° 8 - Localisation de points d'eau domestiques et cartes piézométriques.

Annexe n° 9 - Analyses de contrôles et analyses complémentaires.

Annexe n° 10 - Extraits du Code Minier.

----oOo----

ANNEXE E

CODES DES ERREURS A L'EXECUTION

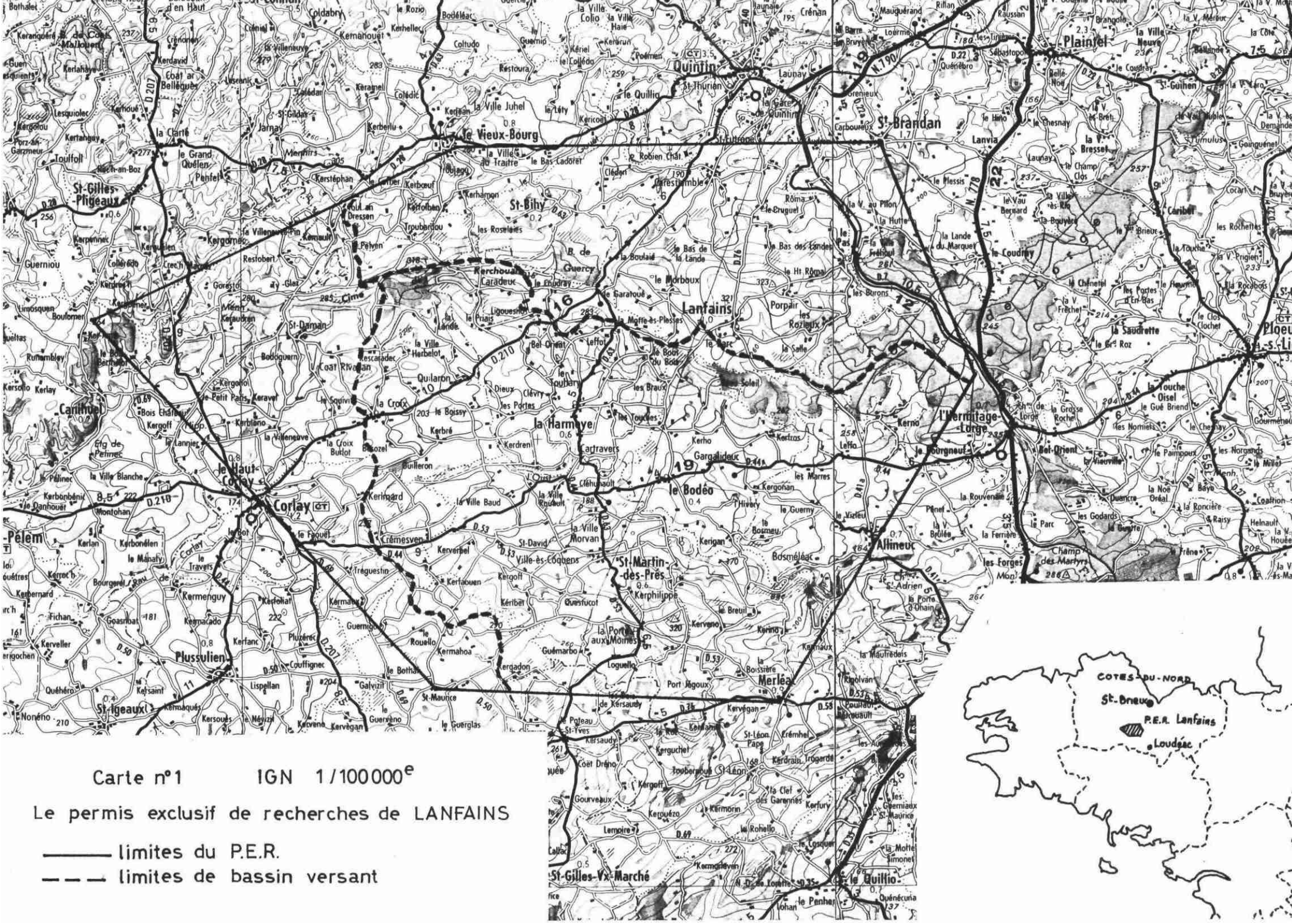
FORTRAN Runtime Error Messages

Code	Meaning
Warning Errors:	
IB	Input Buffer Limit Exceeded
TL	Too Many Left Parentheses in FORMAT
OB	Output Buffer Limit Exceeded
DE	Decimal Exponent Overflow (Number in input stream had an exponent larger than 99)
IS	Integer Size Too Large
BE	Binary Exponent Overflow
IN	Input Record Too Long
OV	Arithmetic Overflow
CN	Conversion Overflow on REAL to INTEGER Conversion
SN	Argument to SIN Too Large
A2	Both Arguments of ATAN2 are 0
IO	Illegal I/O Operation
BI	Buffer Size Exceeded During Binary I/O
RC	Negative Repeat Count in FORMAT
Fatal Errors:	
ID	Illegal FORMAT Descriptor
F0	FORMAT Field Width is Zero
MP	Missing Period in FORMAT
FW	FORMAT Field Width is Too Small
IT	I/O Transmission Error
ML	Missing Left Parenthesis in FORMAT
DZ	Division by Zero, REAL or INTEGER
LG	Illegal Argument to LOG Function (Negative or Zero)
SQ	Illegal Argument to SQRT Function (Negative)
DT	Data Type Does Not Agree With FORMAT Specification
EF	EOF Encountered on READ

Runtime errors are surrounded by asterisks as follows:

FW

Fatal errors cause execution to cease (control is returned to the operating system). Execution continues after a warning error, but after 20 warnings, execution ceases.



Carte n°1 IGN 1/100000e

Le permis exclusif de recherches de LANFAINS

——— limites du P.E.R.

– – – limites de bassin versant

ANNEXE C

LISTE DES FONCTIONS INTRINSEQUES

Intrinsic Functions

Function Name	Definition	Types Argument	Types Function
ABS	|a|	Real	Integer
IABS		Integer	Integer
DABS		Double	Double
AINT	Sign of a times lar-	Real	Real
INT	gest integer <=|a|	Real	Integer
IDINT		Double	Integer
AMOD	a1(mod a2)	Real	Real
MOD		Integer	Integer
AMAX0	Max(a1,a2,...)	Integer	Real
AMAX1		Real	Real
MAX0		Integer	Integer
MAX1		Real	Integer
DMAX1		Double	Double
AMIN0	Min(a1,a2,...)	Integer	Real
AMIN1		Real	Real
MIN0		Integer	Integer
MIN1		Real	Integer
DMIN1		Double	Double
FLOAT	Conversion from Integer to Real	Integer	Real
IFIX	Conversion from Real to Integer	Real	Integer
SIGN	Sign of a2 times |a1|	Real	Real
DIM	a1 - Min(a1,a2)	Real	Real
IDIM		Integer	Integer
SNGL		Double	Real
DBLE		Real	Double

LA PORTE AUX MOINES

Carte n° 2

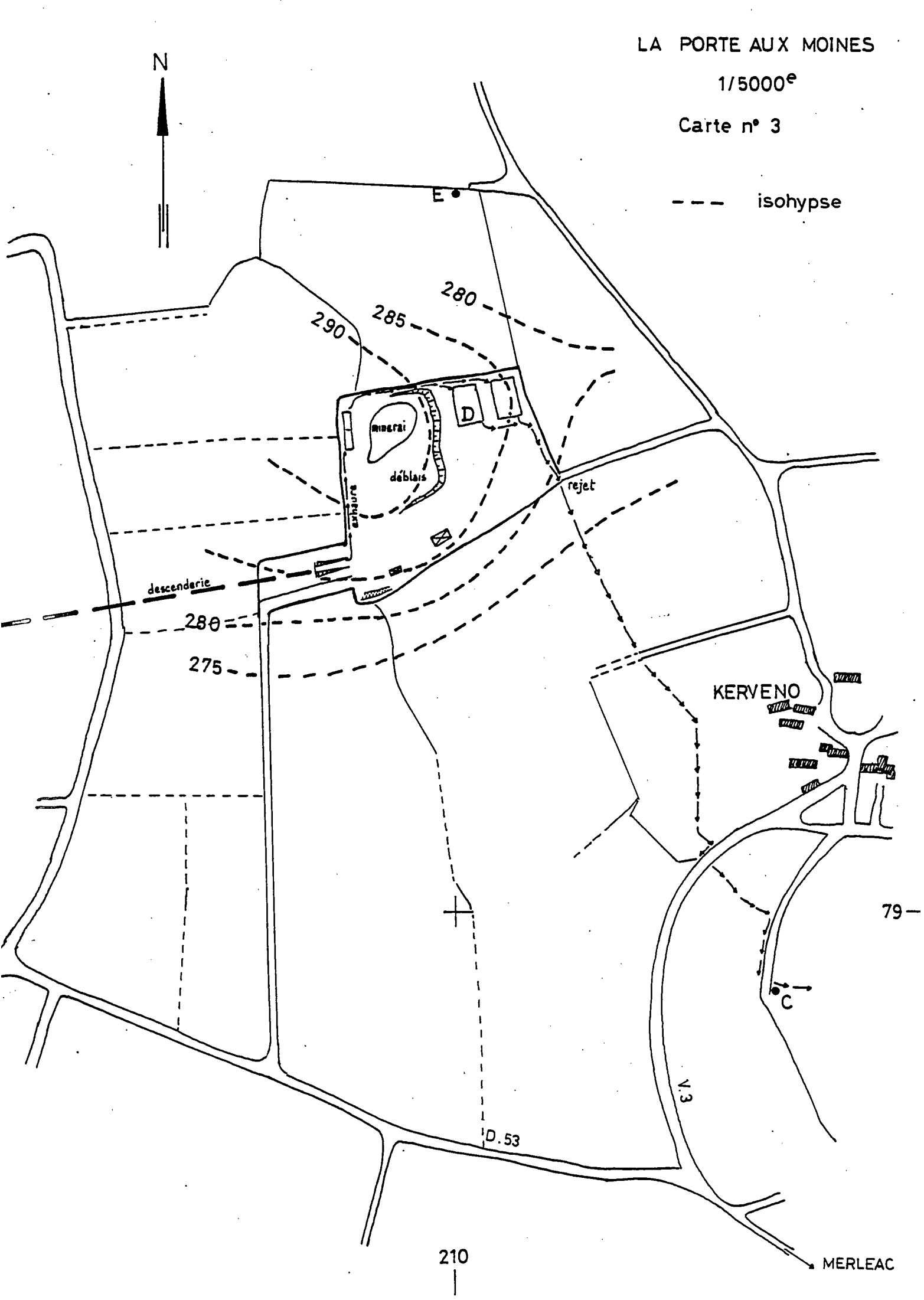
IGN 1/25000e QUINTIN 7-8

Gisement

Descenderie

o A à E Prélèvement d'eau

Limite sud du P.E.R.


LA PORTE AUX MOINES
1/5000e
Carte n° 3
isohypse
N
E
280
285
290
D
minerai
déblais
entaure
rejet
descenderie
280
275
KERVENO
79
C
V.3
D.53
210
MERLEAC

ANNEXE E

DIAGRAMME DE MISE EN ROUTE DU SYSTEME

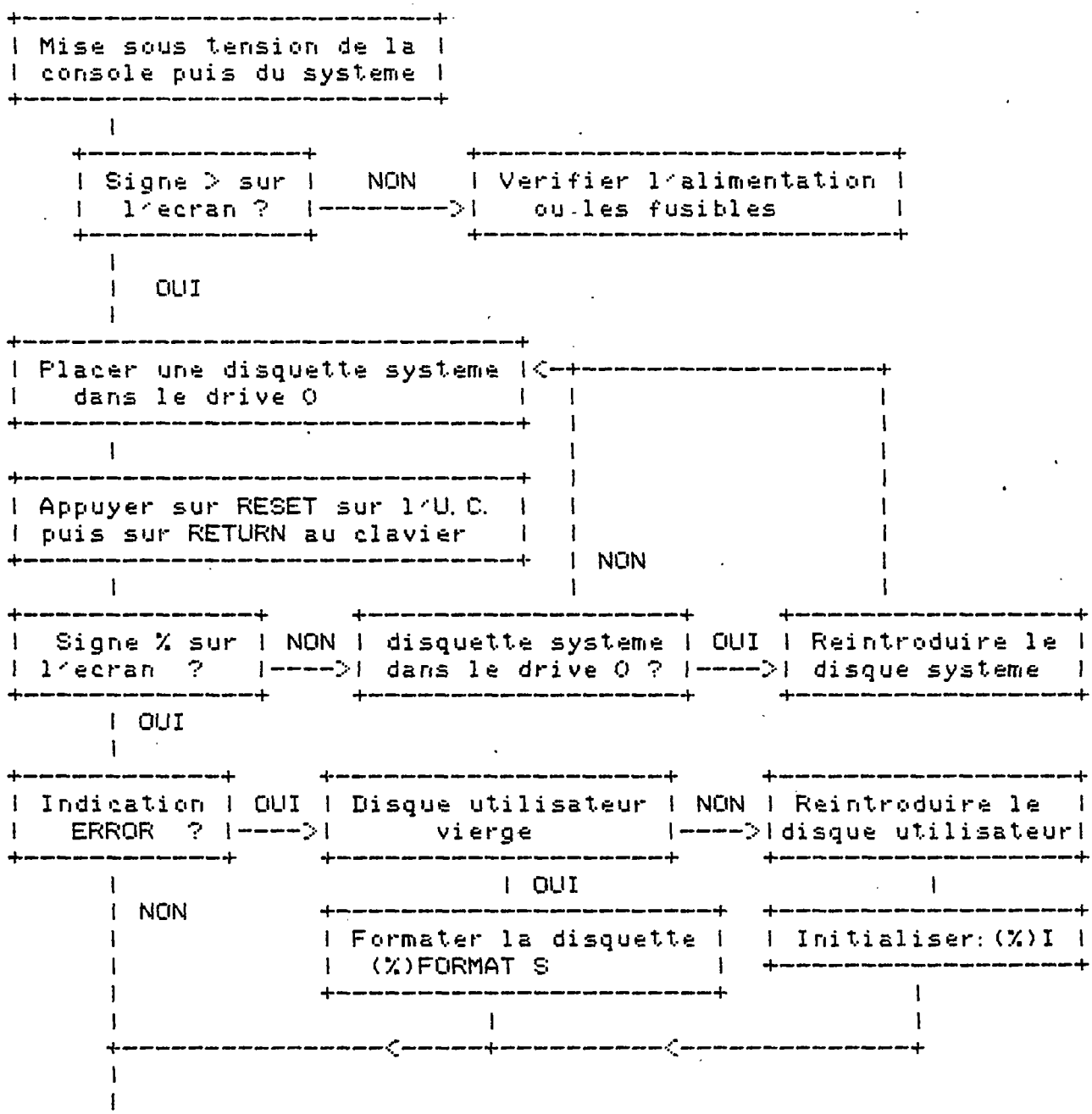


Planche nº 1

Nº 1 : vue générale depuis Merléac

Nº 2 : vue du chantier depuis Kerveno

Rapport n° 81 SGN 555 EAU

"Manuel d'utilisation du ZILOG"

Diffusion

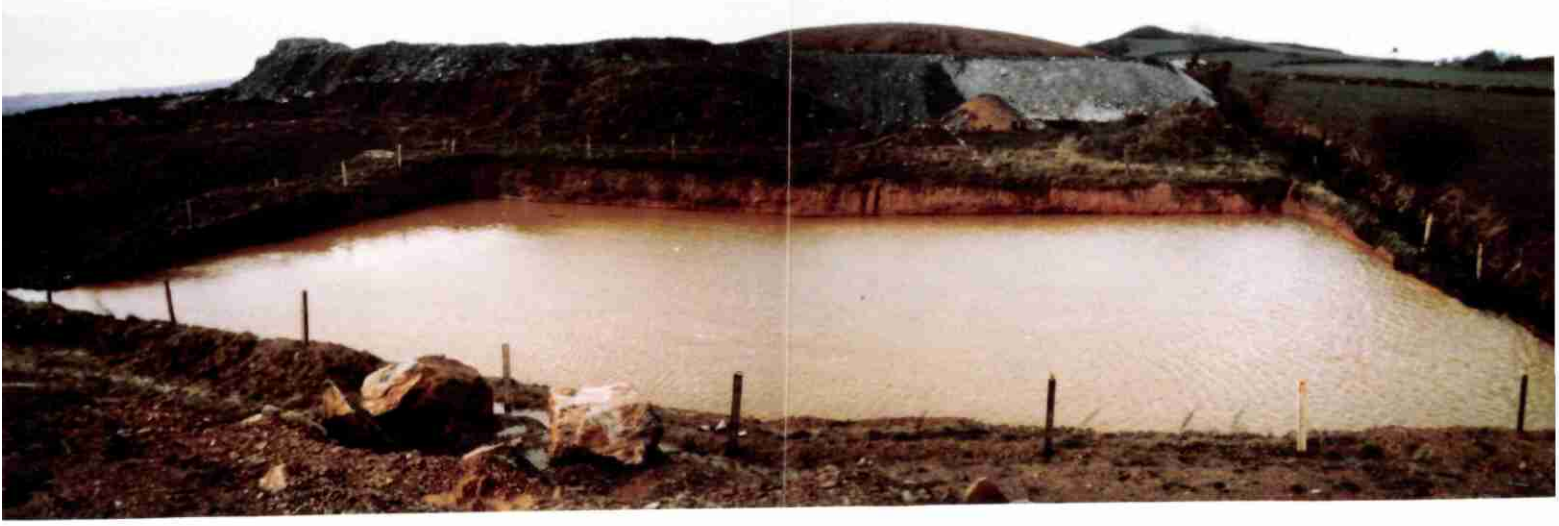
DG/DC	B. Genetier	
DSGN		
SDA		
DPEL/FP	J.C. Napias	
SGN/AGE	MM. Pirard	
	Biscaldi	
	Degallier	
SGN/BOC	M. Peter	
BSS	MM. Leprêtre	
DOC	M. Nail	
ENV	M. Sauter	
GEO	M. Thirion	
GEG	MM. Bouillot	
	Feuga	
	Bertrand	
	Belperron	
GPH	MM. Frignet	
	Guillen	
GTH		6 ex
GTH	M. Menjoz	
MGA		
DSGT		
SGT/DI	MM. Derec	
	Chiflet	
	Jonquet	
SGT/T/ELI	M. Fhlor	
SGN/DAR	M. Tirat	
ALS	MM. Vançon	
	Gouisset	
AQI	M. Martin	
BRE	M. Talbo	
CEN	M. Allard	
IDF	MM. André	
	Aliez	
NPC	M. Talbot	
PAC	MM. Quelennec	
	Sedan	
RHA	MM. Rousselot	
	Mathiolon	
HNO	M. Chemin	

D.R.E. Rabat	M. Barthelemy	
DG		
DOC		2 ex
DD/A	Mme Fontannaz	1 ex
EAU	Bibliothèque	1 ex
SGN/EAU	MM. Ausseur	
	Brossier	
	Collin	
	Fabre	
	Landreau	
	Martin	
	Monition	
	Moussié	
	Petit	
	Roche	
	Sauty	
	Thiery	
	Vandenbeusch	
	Vaubourg	
	Récan	
	Mme Barrès	
	Mle Noyer	
	Ruppert	

Nº 3 : chantier de sondage carotté (mars 1981)

Nº 4 : site du chantier en mai 1981

Planche nº 3



Nº 5 : bassin de décantation amont, déblais et minerai recouvert (mars 1981)

Nº 6 : partie Ouest du chantier avec les deux bassins de décantation

Nº 7 : minerai recouvert
Au premier plan les déblais (stériles)

A N N E X E N° 1

Tableau synthétique des impacts constatés des différentes phases de la recherche minière à La Porte-aux-Moines

TABLEAU SYNTHETIQUE DES IMPACTS CONSTATES DES DIFFERENTES PHASES DE LA RECHERCHE MINIERE
à La Porte-aux-Moines

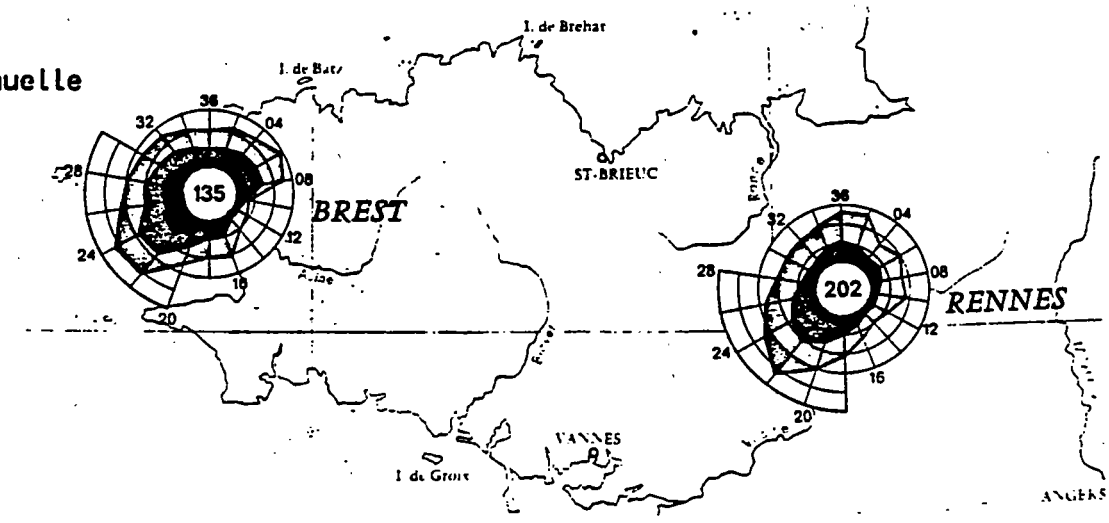
TYPES D'IMPACT / PHASES DE LA RECHERCHE	PROSPECTION GEOCHIMIQUE	PROSPECTION GEOPHYSIQUE	SONDAGES PERCUTANTS	SONDAGES CAROTTES	TRAVAUX MINIERS
EMPRISE FONCIERE	-	-	-	-	4,78 ha.
IMPACT PAYSAGER	-	-	-	-	Faible. Milieu peu sensible et installations de faible importance.
IMPACT SUR LES VOIERIES ET INFRASTRUCTURES	-	-	-	-	Impact indirect (transport de déblais par les riverains)
GENE AUX ACTIVITES HUMAINES	-	Gêne occasionnelle (fils électriques) ou durable (piquets abandonnés)	-	-	-
DEGATS AUX TERRAINS OU AUX CULTURES	-	négligeables	faibles et indemnisés	moyens et indemnisés	-
BRUITS ET VIBRATIONS	-	négligeable (pas de sismique)	impact moyen en cas de sondages à proximité d'habitation	négligeable et durée limitée	impact négligeable à l'emplacement des habitations
MODIFICATION DU REGIME DES EAUX SOUTERRAINES	-	-	-	négligeable	important (captages asséchés) pendant quelques mois.
MODIFICATION DE LA QUALITE DES EAUX SOUTERRAINES	-	négligeable	-	négligeable	possibilité d'un risque à long terme
MODIFICATION DU REGIME DES EAUX SUPERFICIELLES	-	-	-	-	faible (rejet de l'exhaure) et de durée limitée
MODIFICATION DE LA QUALITE DES EAUX SUPERFICIELLES	-	-	-	-	modification importante mais durée inférieure à 2 ans
ATTEINTES AU MILIEU NATUREL (Faune et Flore)	-	-	-	-	possible sur le milieu aquatique mais non constatées.
IMPACT SOCIO ECONOMIQUE	←				Impact positif mais faible et de durée limitée en général. →

ANNEXE Nº 2

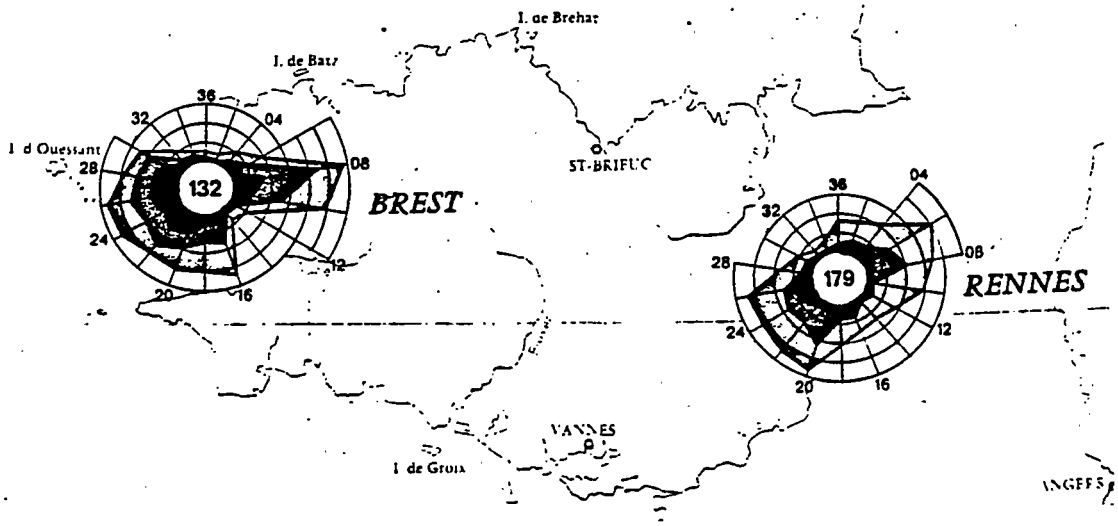
ROSE DES VENTS

ANNEXE N° 2 - ROSE DES VENTS

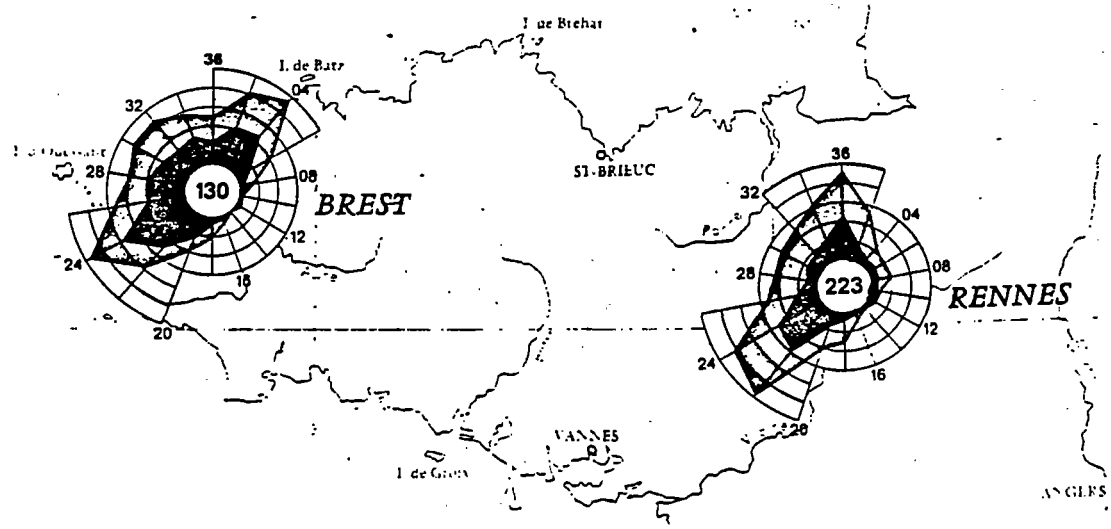
moyenne annuelle



janvier



juillet



VITESSE

⩾ 2 m/s ⩾ 5 m/s ⩾ 8 m/s

FRÉQUENCE DES DIRECTIONS :

Chaque circonférence représente 20°/oo à compter de la circonférence des vents calmes (elles sont renforcées tous les 100°/oo)

A N N E X E N° 3

Contrôle de la qualité des points d'eau

(Extrait de BRUNEL L. TALBO H. Rapport 80 SGN 787 BRE)

COMPOSITION DE L'EAU - CONTROLE DE LA QUALITE

Des échantillons d'eau ont été prélevés à certains des points d'eau existants et ont fait l'objet d'analyses physico-chimiques.

Des analyses complètes ont été effectuées par le Laboratoire d'analyses des eaux de l'Ecole Nationale de la Santé Publique de Rennes sur des échantillons prélevés les 22/8, 21/9, 25/10, 30/11 et 26/01/80 aux points 1 - 4 - 7 - 10 - 12 - 13 - 14 et 25 - cf. localisation sur l'extrait de carte à 1/25 000, fig. 9. Les résultats sont regroupés sur le tableau 4 ci-après. Le point 25 bis qui a fait l'objet d'une analyse le 21/9/79 correspond au rejet des bacs de décantation stockage, qui n'ont commencé à déborder que le 20/9.

Par ailleurs, trois séries d'analyses sommaires ont été réalisées (SGR) sur des échantillons prélevés les 4/4/79, 12/7 et 25/10 aux points localisés sur l'extrait de carte, figure 10. Les résultats de ces analyses sommaires sont regroupés sur le tableau 5 ci-après.

Commentaires

Pour les premières analyses, les travaux miniers n'ont pu naturellement avoir d'influence sur la composition des eaux prélevées aux points existants : jusqu'au 20/9, l'exhaure était entièrement évaporée au niveau des bacs de décantation. Plus tard en saison, la composition de l'eau ne subit pas de modification importante.

- Pollution organique

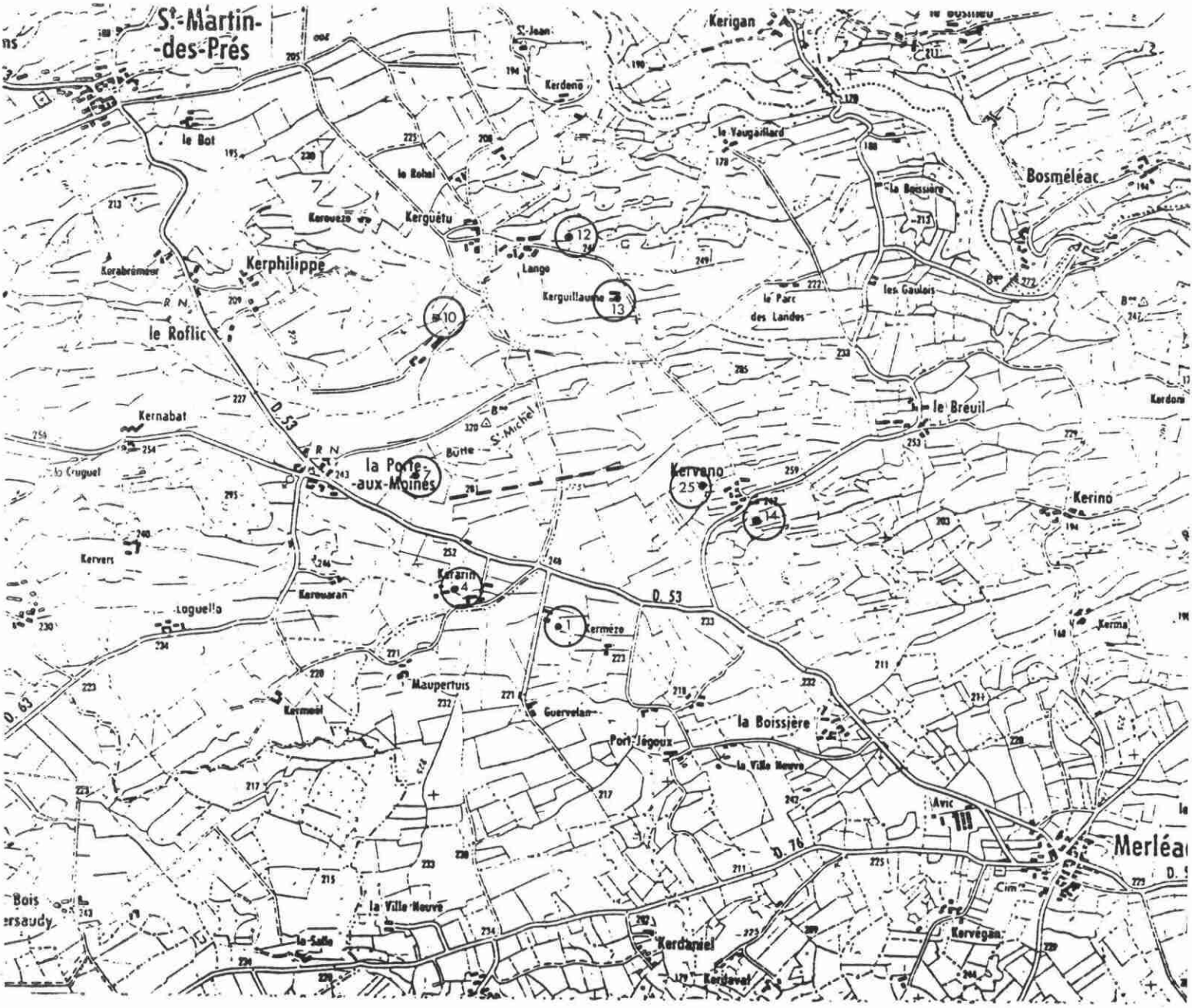
Il n'a pas été effectué d'analyses microbiologiques ; la teneur en nitrites et azote ammoniacal peut cependant indiquer une pollution d'origine organique. Les indices sont récapitulés dans le tableau 6 ci-après (pollution faible : + , pollution marquée : ++). On notera que les indices de pollution organique sont constants aux points 1 et 10 ; tous les autres ouvrages sont touchés épisodiquement.

PAM

LOCALISATION DES PRELEVEMENTS

pour les analyses complètes

Figure 9



●7 NUMÉRO DES POINTS

TRAVAUX MINIERS

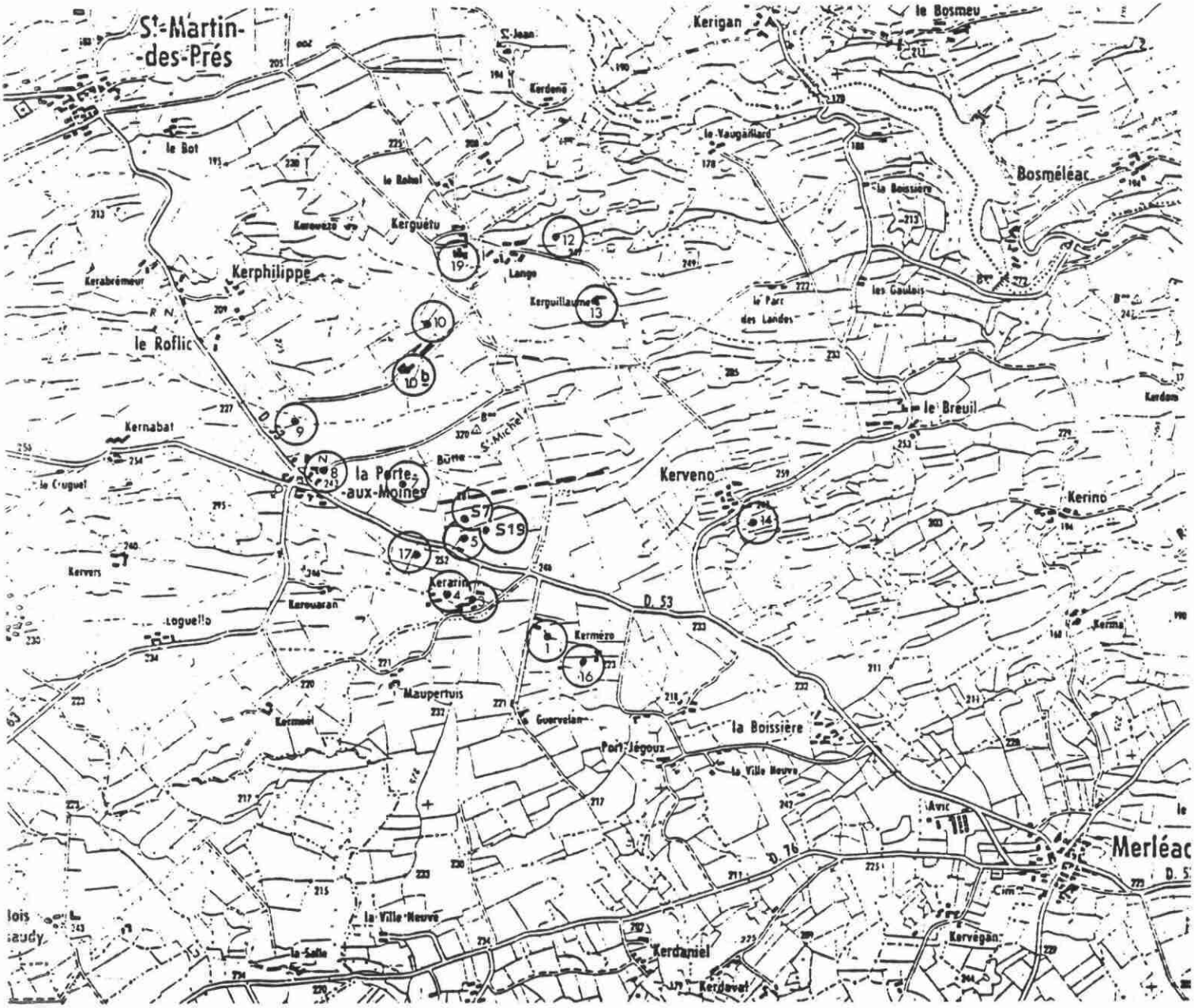
ECHELLE : 1 / 25 000

PAM

LOCALISATION DES PRELEVEMENTS

pour les analyses sommaires

Figure 10



(9) NUMÉRO DES POINTS

TRAVAUX MINIERS

ECHELLE : 1/25 000

PORTE-AUX-MOINES

- Analyses physico-chimiques par ENSP (Rennes)
(le 25/01/80)

N° des points mesurés	1	4	7	10	12	13	14	25
Résistivité Ω.cm	5095	6400	5690	2420	4770	5815	4760	4925
pH	5,85	5,70	5,95	6,00	5,60	5,50	5,40	6,45
T.A. ° F	0	0	0	0	0	0	0	0
T.A.C. ° F	1,6	1,0	0,8	2,3	0,7	0,5	0,8	1,6
T.H. ° F	6,0	4,4	5,6	14,4	7,2	4,8	4,4	6,6
Oxydabilité en $KMnO_4$ mg/l	0,4	0,7	0,5	0,5	0,5	0,2	0,2	1,6
NH_4^+ "	0,07	0,07	<0,05	0,07	<0,05	<0,05	0,05	1,50
NO_2^- "	0,02	<0,01	<0,01	0,05	<0,01	<0,01	<0,01	0,75
NO_3^- "	38,9	33,8	26,0	153,5	61,6	40,5	42,1	10,2
Cl^- "	31	24	31	34	30	26	30	17
SO_4^{--} "	11	9	24	29	22	17	15	51
Fe "	0,14	0,08	0,06	0,12	0,05	0,06	0,08	1,42
Cu µg/l	11	5	<5	<5	<5	<5	5	39
Pb "	30	65	<20	<20	<20	<20	<20	20
Zn "	28	36	101	121	14	14	20	36

PORTE-AUX-MOINES

Analyses physico-chimiques par ENSP - (Rennes)

N° des points / mesures	1 (le 22/8/79)	4	7	10	12	13	14	25	1 (le 21/9/79)	4	7	10	12	13	14	25 bis
Résistivité Ω.cm	5 200	6 570	7 290	4 230	4 680	6 825	6 370	7 360	5 740	6 510	7 170	4 580	4 580	6 950	6 732	4 580
pH	6,15	5,7	5,35	6,05	5,7	5,65	5,45	4,85	6,0	5,7	5,55	6,0	5,75	5,8	5,55	7,1
T.A.	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T.A.C.	1,7	0,8	0,4	1,9	0,9	0,7	0,7	0,1	1,6	0,8	0,5	1,9	0,9	0,7	0,7	4,5
T.H.	6	4,6	4	7,6	6,4	4	3,4	3,8	6,4	5,0	4,4	7,6	6,6	4,6	3,4	8,2
Oxydabilité en $KMnO_4$ mg/l	0,9	0,7	1,1	0,8	0,4	0,4	0,3	0,3	0,7	0,7	0,6	0,6	1,3	0,5	0,7	3,8
NH_4^+ "	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,25	<0,05	0,3	<0,05	0,5	<0,05	<0,05	1,75
NO_2^- "	0,02	<0,01	<0,01	0,04	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,02	<0,01	<0,01	0,06	<0,01	0,10	0,01	2,6
NO_3^- "	35,5	32	15,5	59	43,5	31	29	26	37,7	33	16,8	55	52,2	30	27	13
Cl^- "	27	21	22	24	29	21	23	23	27	22	22	24	30	22	22	16
SO_4^{--} "	13	8	15	10	10	6	10	6	9	8	15	9	9	7	9	38
Fe "	0,09	0,07	0,05	0,18	0,18	0,11	0,18	0,35	<0,05	<0,05	0,05	0,08	<0,05	0,07	<0,05	0,30
Cu^{++} µ/l	27	5	7	4,5	14	25,5	4	4,5	2	12	45	3	1	1,7	2	2
Pb^{++} "	10	9,5	10	6,5	10	5	4,5	4,5	7,5	5	16	10	3	12,5	6,5	2,5
Zn^{++} "	26	34	200	39	34	18	15,6	5,2	12	15	265	27	6	12	12	6

PORTE-AUX-MOINES

Analyses physico-chimiques par ENSP - (Rennes)

N° des points / mesures	1 (le 25/10/79)	4	7	10	12	13	14	25	1 (le 30/11/79) Prélèvements	4	7	10	12	13	14	25	sondage Kernabot
Résistivité Ω.cm	5 235	6 290	6 255	4 645	4 740	6 255	6 165	3 770	5 300	6 605	sec	4 465	4 280	6 605	5 950	8 090	5 860
pH	6	6	6,15	6,15	5,7	5,6	5,45	9,25	5,75	5,60		6,30	5,65	5,55	5,45	4,90	6,65
T.A.	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0		0	0	0	0	0	0
T.A.C.	1,7	1,1	1,6	2,7	1	0,6	0,7	3,3	1,3	0,9		3,8	1,0	0,6	0,8	0,1	5,3
T.H.	5,6	4,8	5,2	7,2	6,4	5,4	3,5	10,1	5,5	4,6		7,5	7,2	4,0	4,0	3,4	6,4
Oxydabilité en $KMnO_4$ mg/l	1,3	1,2	0,5	1,4	0,6	0,5	0,7	1	0,6	0,6		1,9	0,8	0,5	0,5	0,5	0,9
NH_4^+ "	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,05	0,5	0,5	<0,05	<0,05		<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
NO_2^- "	0,15	0,015	<0,01	0,36	0,03	<0,01	<0,01	0,46	0,025	0,01		1,08	0,035	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
NO_3^- "	20,4	17,2	13,4	29,7	30,2	22,2	16,8	2,1	37,5	34		37	57	33,5	31	21	0,6
Cl^- "	29	20	24	25	28	23	25	27	29	22		25	30	23	25	22	15
SO_4^{--} "	11	7	16	8	10	8	8	54	6	4		9	10	7	8	6	18
Fe "	0,09	0,10	0,05	0,15	<0,05	0,05	<0,05	0,52	0,06	<0,05		0,2	0,1	0,05	<0,05	<0,05	3,9
Cu^{++} µ/l	21	10	53	5	25	29	20	28	17	12		23	23	14	6	49	5
Pb^{++} "	12	5	5	14	3	9	9	5	15	2		5	8	4	5	2	2
Zn^{++} "	27	28	235	210	9	12	26	174	36	28		36	24	24	24	9	< 3

PORTE-AUX-MOINES

Tableau 5 - Analyses physico-chimiques sommaires

N° des points	⌒ cm	pH	Dureté	mg/l Fe	mg/l Mn	mg/l Cl	mg/l NO2	mg/l NO3	mg/l SO4	mg/l NH4	Dates
1	4 519		7	0,09	0,20	30	0,56		2	0	le 4/4
3	4 277		8	0,22	0,07	25	0,006		15	0,21	-
4	5 971		4	0,12	0,05	30	0,016		4	0	-
5	5 810		6	0,07	0,05	30	0,006		2,5	0,02	-
7	6 375		5	0,08	0,05	30	0,009		9	0	-
S 7	4 865		5	0,08	0,15	20	0,009		23	0,38	-
8	2 391		11	0,05	0,5	35	0,264		22,5	0,1	-
9	6 020		4	0,05	0,05	25	0,006		2,5	0,9	-
10 bis	2 111		13	0,08	0,07	35	0,033		9	-	-
10	2 474		13	0,5	0,005	20	0,234		2,5	0,03	-
12	3 917		7	0,11	0,03	30	0,015		4,5	0	-
13	4 948		6	0,09	0,005	20	0,023		0,5	0,7	-
14	4 577		4	0,09	0,05	50	0,019		4	0,02	-
16	4 187		6	0,12	0,01	30	0,23		2,5	0,95	-
17	5 426		5	0,08	0,05	25	0,013		2,5	0	-
19	2 490		11	0,1	0,01	35	0,24		5	0,03	-
S 19	6 224		4	0,58	0,1	15	0,016		7	0,02	-
1	4 680	6,45	5	0,17	0,1	30		28,6	2,5	0	le 12/7
3	4 973	5,1	5	0,15	0,1	25		35,2	15	0,5	-
4	6 115	6,35	5	0,25	0,1	20		30,8	4	0,23	-
5	6 725	6,35	4	0,04	0,15	10		15,4	4	0,02	-
7	5 910	6,08	5	1,2	0,25	30		14,9	15	>2	-
S 7	6 237	6,6	5	>2	0	20		6,6	32	1,1	-
8	2 528	5,5	10	0,52	0	30		36,3	50	0,15	-
9	6 335	6,1	4	0,08	0,1	25		26,4	2,4	0,7	-
10 bis	2 324	6,3	9	2	0,25	20		59,4	7,5	0	-
10	3 609	6,6	7	-	0	30		57,2	5	0,07	-
12	4 117	6	6	1,18	0,1	35		37,4	5	>2	-
13	6 058	5,5	4	-	0	20		38,7	2,5	0,2	-
14	5 665	5,3	4	0,98	0,01	30		30,8	2,5	1,5	-
16	4 388	6,7	5	0,09	0,05	35		26,4	2,5	0,8	-
17	6 277	6,4	4	0,45	0,15	30		13,2	8	0	-
19	1 468	6,8	25	0,2	0,01	90		44	25	0,05	-
S 12	1 779	7,1	15	-	0,7	30		3,5	5	0,08	
1	5 107	6	10		0,01	35		26,4	6	0	25/10
3	5 767	6,2	6	0,19	0,1	25		15,4	15	1,35	-
4	5 688	6,4	6		0,15	30		19,8	5	2	-
5	4 292	5,6	6	0,3	0	30		13,2	40	0,3	-
7	4 959	6,7	6		0	30		11	12	2	-
8	2 566	6,32	10	0,17	0,25	35		52,8	50	0,25	-
9	6 681	6,25	10	0,1	0,01	30		20	5	1,3	-
10bis	2 421	6,4	10	0,1	0	50		52,8	15	0	-
10	3 478	6,25	7		0,05	30		44	5	0,05	-
12	4 321	6,3	6		0,05	40		35,2	5	1,2	-
13	5 609	6	4		0,1	30		25,9	5	1,5	-
14	5 727	6	5		0,05	30		22	2,5	1,4	-
16	4 116	6,4	7	0,14	0,2	40		37,4	2	1,6	-
19	1 507	7,1	25	0,14	0,05	85		39,6	25	1,25	-

Tableau 6 - Indices de pollution organique (E.N.S.P.)

Date / n°	22/08	21/09	25/10	30/11	25/01/80
1	+	+	+	+	+
4	0	0	+	0	+
7	0	+	+	sec	0
10	+	+	+	+	+
12	0	+	+	+	0
13	0	+	0	0	0
14	0	0	+	0	0
25	0		+	0	++
25bis		++			
Kernabot				0	

- Teneurs en nitrates

Dans le tableau 7 ci-dessous, on a récapitulé les teneurs en en nitrates élevées (+), dépassant les normes de potabilité (++) ou très au-delà de ces normes (+++).

Tableau 7 - Teneurs en nitrates élevées (E.N.S.P.)

Date / n°	22/08	21/09	25/10	30/11	25/01/80
1	+	+	/	+	+
4	+	+	/	+	+
7	/	/	/	sec	+
10	++	++	+	+	+++
12	++	++	+	++	++
13	+	+	+	+	+
14	/	+	/	+	+
25	+		/	+	/
25b		/			
Kernabot				/	

- Métaux lourds

Dans le tableau 8 on a porté les métaux lourds en teneur notable ($\geq 20\ \mu g/l$, cette valeur, arbitraire, étant très en-dessous des normes de potabilité) : symbole chimique non souligné, ou en teneur anormalement forte ($> 100\ \mu g/l$) : symbole chimique souligné. On remarque que le zinc est toujours en teneur forte au point 7 (captage de la Porte aux Moines, et en teneur forte 2 analyses sur cinq au point 10 où il est toujours présent.

Par ailleurs, le plomb qui était partout à des teneurs très faibles aux quatre premières analyses, apparaît avec des teneurs notables le 25/01/80 aux points 1 - 4 et 25. Ces trois points sont des sources situées en aval des travaux miniers et l'augmentation de la teneur en Pb qui y est constatée provient très vraisemblablement du lessivage des sols situés plus haut par les pluies abondantes en décembre et janvier, sans que l'on puisse dire si le plomb ainsi apporté provient des terrains en place ou des déblais d'exploitation.

Tableau 8 - Teneurs notables en métaux lourds (E.N.S.P.)

Date / n°	22/08	25/09	25/10	30/11	25/01/80
1	Cu-Zn	/	Cu-Zn	Zn	Pb-Zn
4	Zn	/	Zn	Zn	Pb-Zn
7	Zn	Cu-Zn	Zn	sec	Zn
10	Zn	Zn	Zn	Cu-Zn	Zn
12	Zn	/	Cu	Cu-Zn	/
13	Cu	/	Cu	Zn	/
14	/	/	Cu-Zn	Zn	Zn
25	/		Cu-Zn	Cu	Cu-Pb-Zn
25b		/			
Kernabot				/	

ANNEXE N° 4

ETAT INITIAL DU SITE

Analyses chimiques et hydrobiologiques des cours d'eau

Annexe 4a : Analyses physico-chimiques des cours d'eau

Liste de correspondance :

N° Ech.	NOMS
1	Rigole d'Hilvern amont rejet
2	Rigole d'Hilvern aval rejet
3	Poulancre Avril
4	Ruisseau de Port Jegoux
5	Ruisseau de Kersaudy

N° Ech. :	pH	résidu sec (mg/l)	conductivité (µS/cm) à 20°C
1	7,1	137	176
2	7,0	141	175
3	6,7	110	133
4	6,8	138	187
5	6,9	114	145

N° Ech. :	Ca (mg/l)	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)	Bilan
1	13,4	5,0	12,2	2,9	1,68
2	12,4	5,3	12,1	2,8	1,66
3	8,4	3,3	10,9	3,0	1,24
4	10,2	6,4	13,2	4,1	1,71
5	8,4	4,6	11,4	3,3	1,38

N° Ech. :	HCO_3^- (mg/l)	Cl^- (mg/l)	$SO_4^=$ (mg/l)	NO_3^- (mg/l)	Bilan
1	18,3	30,8	8	23,1	1,71
2	18,3	31,5	7	24,4	1,73
3	18,3	27,6	6	12,8	1,41
4	18,3	33,9	6	35,8	1,96
5	24,4	30,8	7	12,9	1,63

N° Ech. :	NO_2^- (mg/l)	$NH_4^=$ (mg/l)
1	0,09	≤ 0,1
2	0,09	"
3	0,08	0,2
4	0,42	0,3
5	0,06	0,2

N° Ech. :	Cd (mg/M3)	Cu (mg/M3)	Fe (mg/M3)
1	≤ 10	≤ 10	70
2	"	"	70
3	"	"	320
4	"	"	40
5	"	"	160

N° Ech. :	Pb (mg/M3)	Zn (mg/M3)
1	≤ 50	≤ 10
2	"	"
3	"	"
4	"	"
5	"	"

Annexe 4b : ANALYSE HYDROBIOLOGIQUE DES PRELEVEMENTS DU MOIS D'AVRIL 1980.

Stations	1	2	3	4	5	6
Dénomination	Poulancre lotique	Poulancre lentique	Ruisseau de Port-Jegoux lentique lotique	Ruisseau de Port-Jegoux lotique	Ruisseau de Kersaudy lotique	Ruisseau de Kerveno lotique point C'
Indice Biotique	9	7	6	8	6	7

ORDRE	FAMILLE	GENRE	1	2	3	4	5	6
Hirudines	Erpobdellidae		X	X			X	
Amphipodes	Gammaridae	Gammarus		X	X	X		X
	Asollidae	Asellus		X				
Mollusques		Pisidium		X				
		Radix				X		
		Ancylus					X	
Oligochètes			X	X	X	X	X	
Planaires		Polycelys						X
Trichoptères	Limnephilidae					X	X	
	Polycentropidae	Polycentropus	X	X				
		Plectronemia		X		X		
	Hydropsychidae	Hydropsyche	X			X		X
	Limnephilidae		X	X				
	Rhyacophilidae	Rhyacophila	X		X	X		
Ephemeroptères	Baetidae	Baetis	X	X	X	X	X	X
	Heptagenidae	Heptagenia						X
Coléoptères	Dryopidae	Limnius						X
		Oulimnius	X					
Plécoptères	Taeniopterygidae	Brachyptera	X					
	Nemuridae	Nemura	X	X				
		Amphinemura	X					
Diptères	Chironomidae		X	X	X	X	X	X
	Simulidae				X			
	Tipulidae					X		
	Limnobïdae					X		X

A N N E X E N° 5

Liste des additifs aux fluides de forage
(M.MJANNAIRE 1980)

ANNEXE N° 5

I - TYPE DE PRODUITS POUR BOUES CLASSIQUES.

ALOURDISSANT :

- *Barytine - Galène - Nacl (Sel).*

VISCOSIFIANT ET REDUCTEUR DE FILTRAT :

- *Bentonite - Subbentonite - Attapulgite - Hétéro polysaccharide - Polymère cellulosique - Gomme Guar.*

REDUCTEUR DE FILTRAT ET VISCOSIFIANT :

- *Amidon prégélatinisé - Amidon éthérifié - Carboxymethylcellulose haute viscosité - Carboxymethylcellulose moyenne viscosité - Carboxymethylcellulose grade technique.*

FLUIDIFIANT REDUCTEUR DE FILTRAT EMULSIFIANT :

- *Lignosulfonate de calcium ou Potassium - Lignosulfonate chromé - Lignite chromé - Lignate de sodium - Lignoferrochrome.*

CONTROLE DES ARGILES LUBRIFIANT :

- *Activateur de bentonite - Floculant d'argiles - Floculant d'argiles pour boues salées - Détergent - Polyacrylate de sodium - Lubrifiant extrême pression.*

AGENT MOUSSANT :

- *Exalteur de mousse - Exalteur de mousse milieu salé.*

PRODUIT A USAGE SPECIFIQUE :

- *Emulsifiant non ionique - Emulsifiant pour eau - Antimousse - Agent de décoincement.*

COLMATANTS :

- *Gomme Guar / Borax - Résine polymérisable + Catalyseur + Régulateur temps de prise - Mica - Coquilles broyées - Cellophane - Fibre de bois.*

SYSTEME BOUE A EMULSION INVERSE :

- *Emulsifiant de base - Réducteur de filtrat - Viscosifiant - Fluidifiant et agent mouillant.*

PRODUITS CHIMIQUES SIMPLES :

- *Soude caustique - Chaux - Carb. de soude - Bicarb. de soude - Chlorure de sodium - Chlorure de calcium - Chlorure de potassium - Gypse.*

A N N E X E N° 6

Mesure de bruit autour d'un wagon-drill pneumatique

AIFS

I - OBJET

Relevé de niveau sonore autour d'une foreuse pneumatique

II - MATERIEL UTILISE

a) Sonomètre BRUEL et KJAER type 2209 avec filtres d'octaves type 1613.

Capsule microphonique B et K 1/2 pouce type 4133.

Avant chaque série de mesures cet ensemble a été calibré à l'aide d'un signal acoustique de référence de 94 dB à 1000 Hz.

b) Enregistreur graphique B et K type 2306 gamme dynamique 50 dB.

c) Dosimètre de bruit B et K type 4424.

Avant chaque série de mesures cet ensemble a été calibré avec un pistonphone BRUEL et KJAER délivrant 94 dB à 1000 Hz.

III - MODE OPERATOIRE

Les relevés ont été effectués conformément aux normes et textes règlementaires actuellement en vigueur (en particulier le décret du 12 août 1975 et la circulaire du 26 novembre 1971 et la norme NFS 31013 relative à l'évaluation de l'exposition au bruit au cours du travail en vue de la prodtection de l'ouïe).

a) Réglage du sonomètre :

Les relevés aux différents postes de travail ont été effectués sur l'amortissement maximum du sonomètre conformément aux normes actuellement en vigueur.

b) Réglage de l'enregistreur :

Fréquence de coupure : 20 Hz
Vitesse d'inscription : 40 dB/s

IV - EMPLACEMENT DES POINTS DE MESURE

Les différents points de mesure sont indiqués sur le schéma annexé au présent rapport.

V - RESULTATS

Position du marteau : mi-haute ; inclinaison 60°

a) appareil non insonorisé

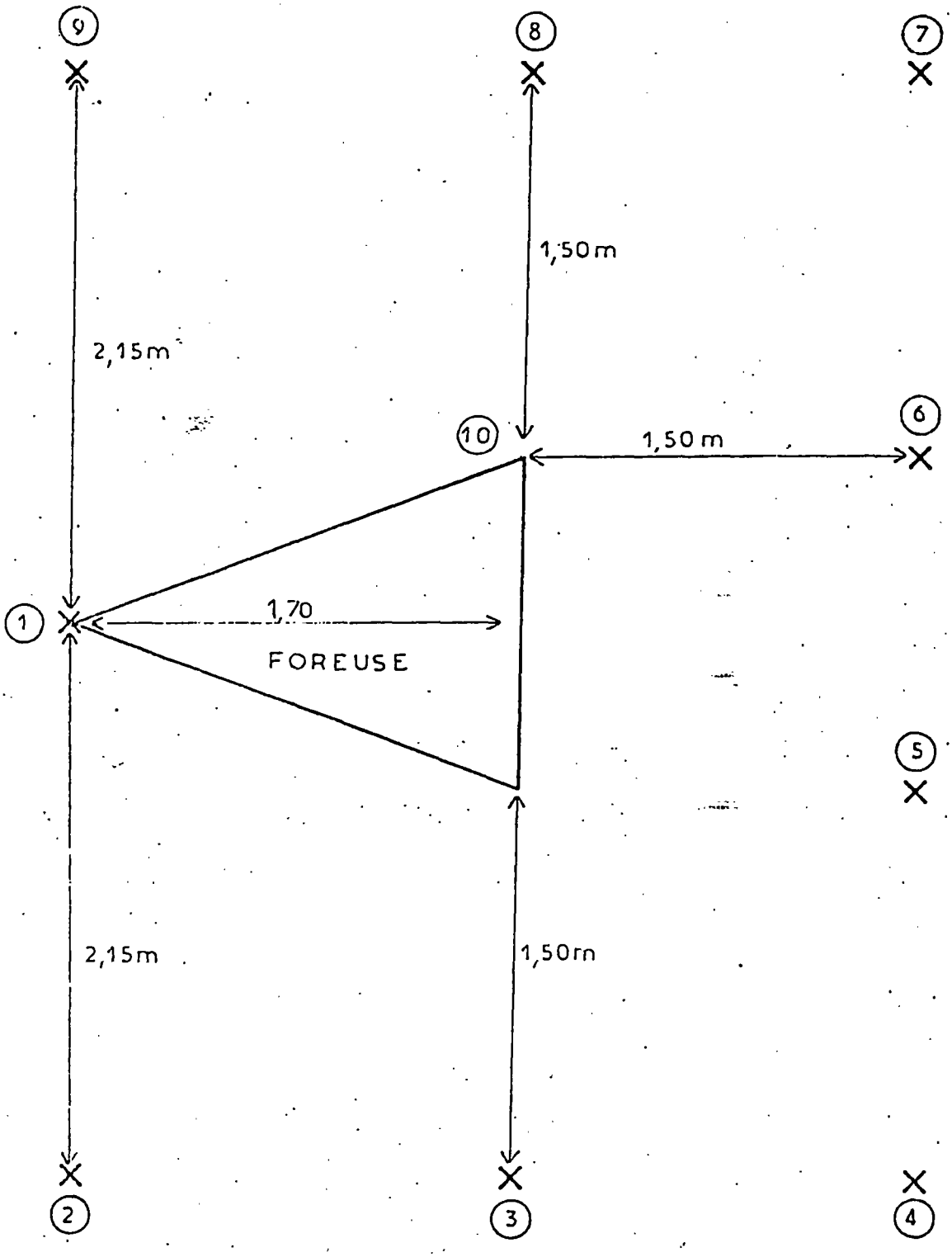
Points de mesure	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
dB(C)	112	111	111,5	109	108	107,5	106	105	107	111
dB(A)	110	110	110	107	108	107	105	105	105	110
TE	24 mn	24mn	24mn	48mn	38mn	48mn	1H16	1H16	1H16	24 mn

b) appareil insonorisé

Points de mesure	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
dB(C)	103	99	98	99	102	102	100	101	101	108
dB(A)	102	98	99	99	103	102	100	101	101	108
TE	5 H	6 H 20	10 H	10H	2 H	5 H	4 H	3H10	3H10	38 mn

TE : temps d'exposition hebdomadaire pour que le niveau sonore ne dépasse pas la côte de danger.

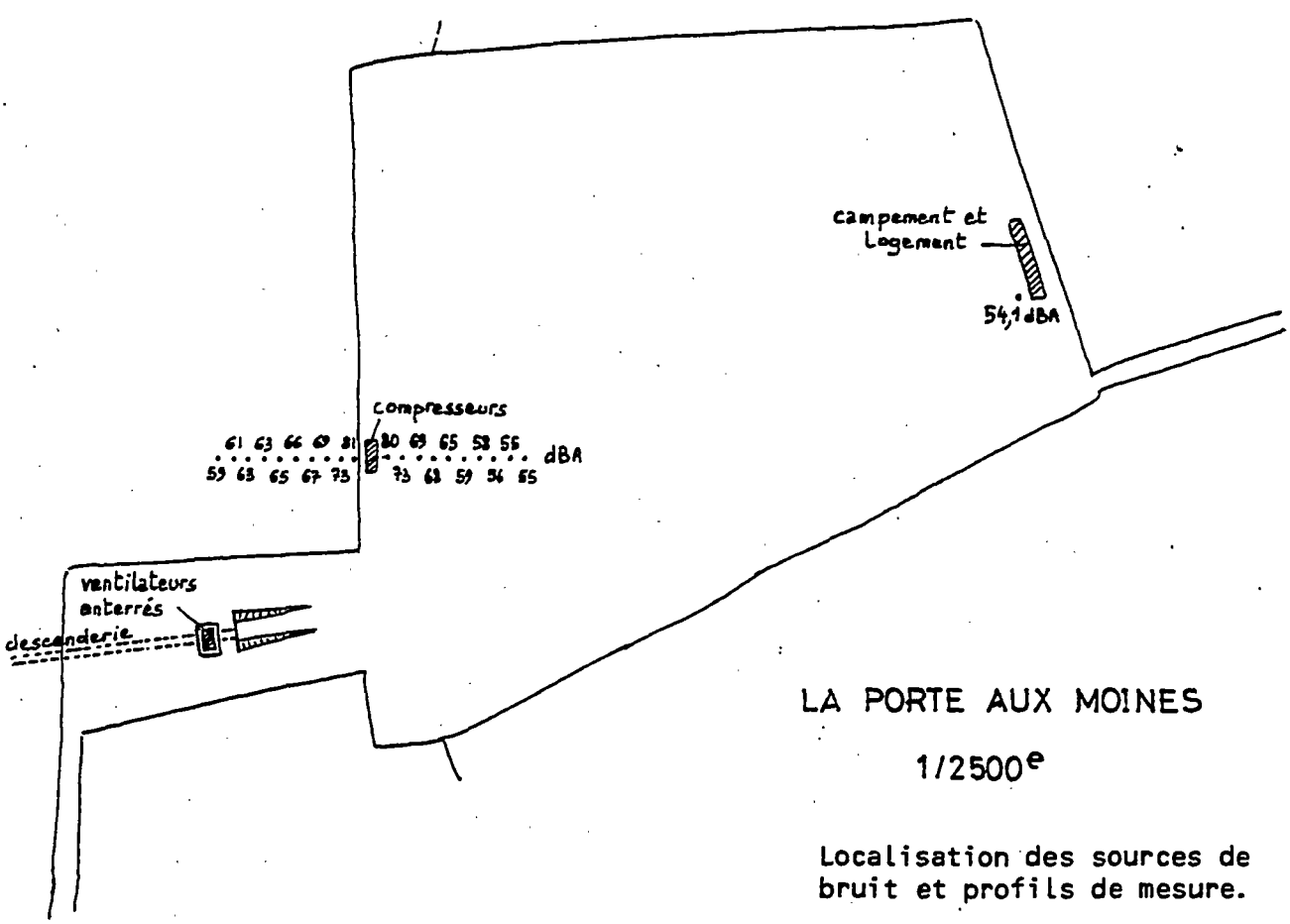
.../...


9
8
7
1,50 m
2,15 m
10
6
1,50 m
1
1,70
FOREUSE
5
2,15 m
1,50 m
2
3
4

ANNEXE Nº 7

Localisation des sources de bruit sur le chantier
et spectres de bruit

ANNEXE Nº 7 - Localisation des sources de bruit sur le chantier et spectres de bruit.



LA PORTE AUX MOINES

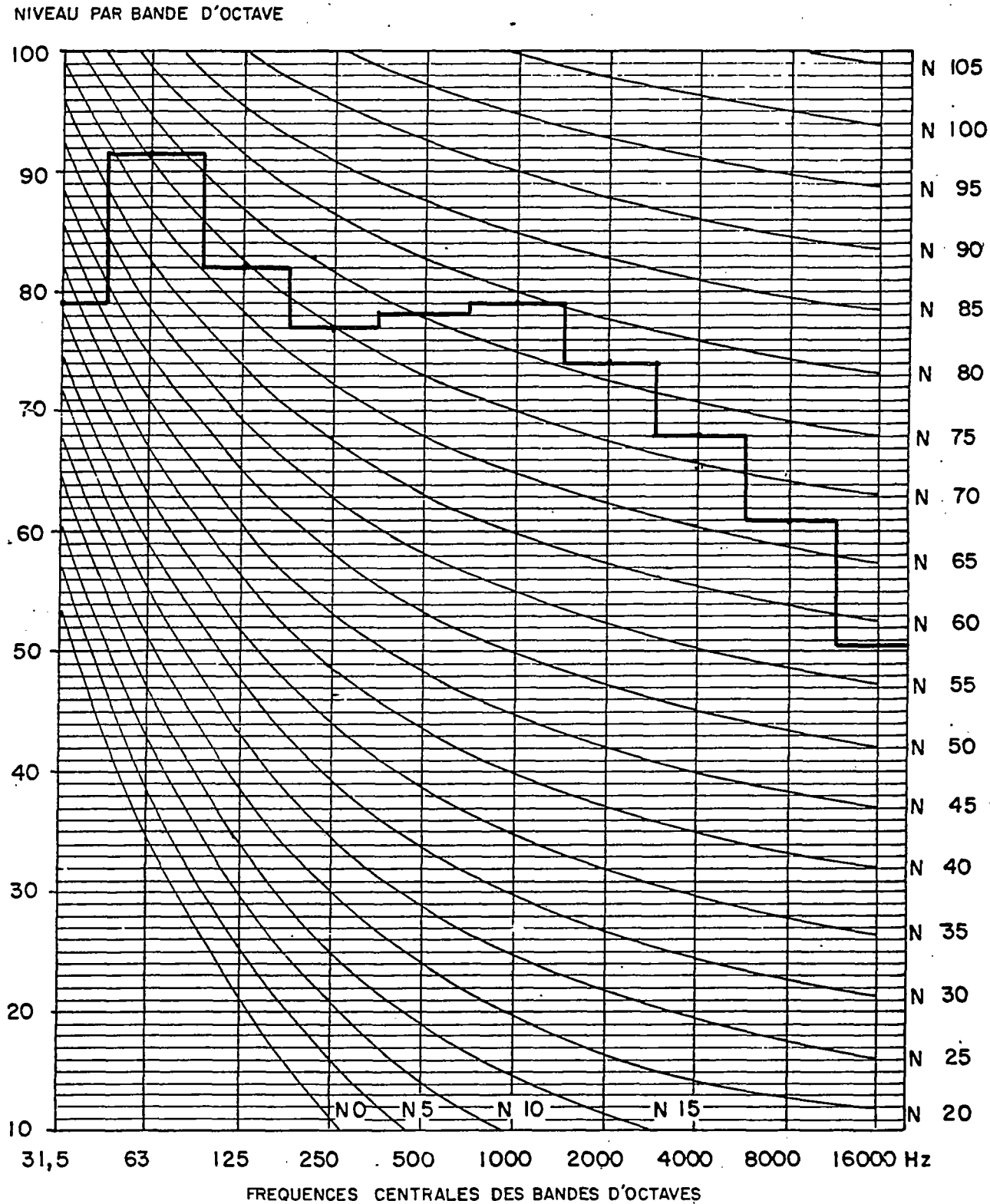
1/2500e

Localisation des sources de bruit et profils de mesure.

LA PORTE-AUX-MOINES 24.04.1980

Spectre de bruit

10 m à l'Est des deux compresseurs

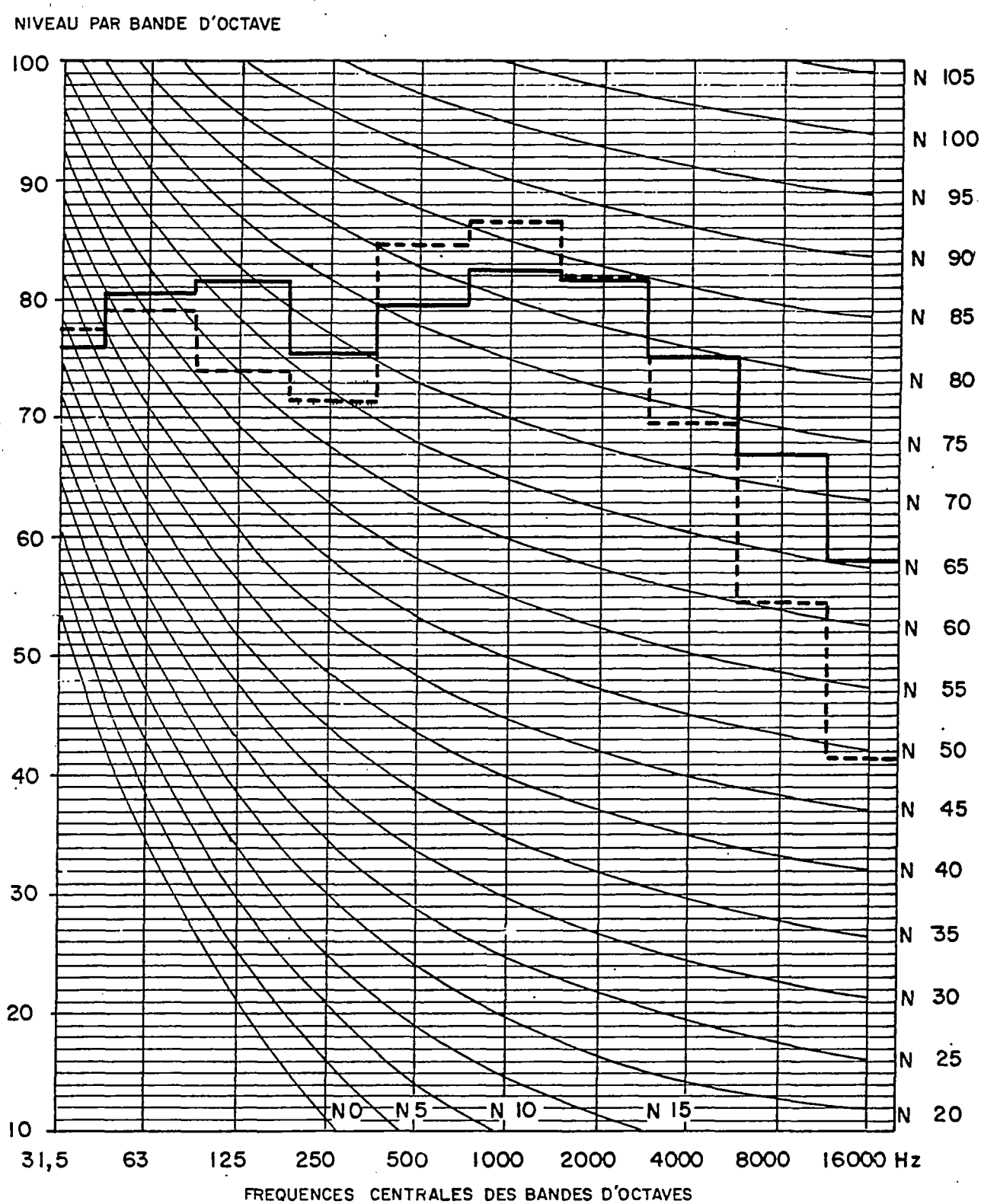


LA PORTE-AUX-MOINES 24.04.1980

Spectres de bruit des ventilateurs

face avant à 10 m

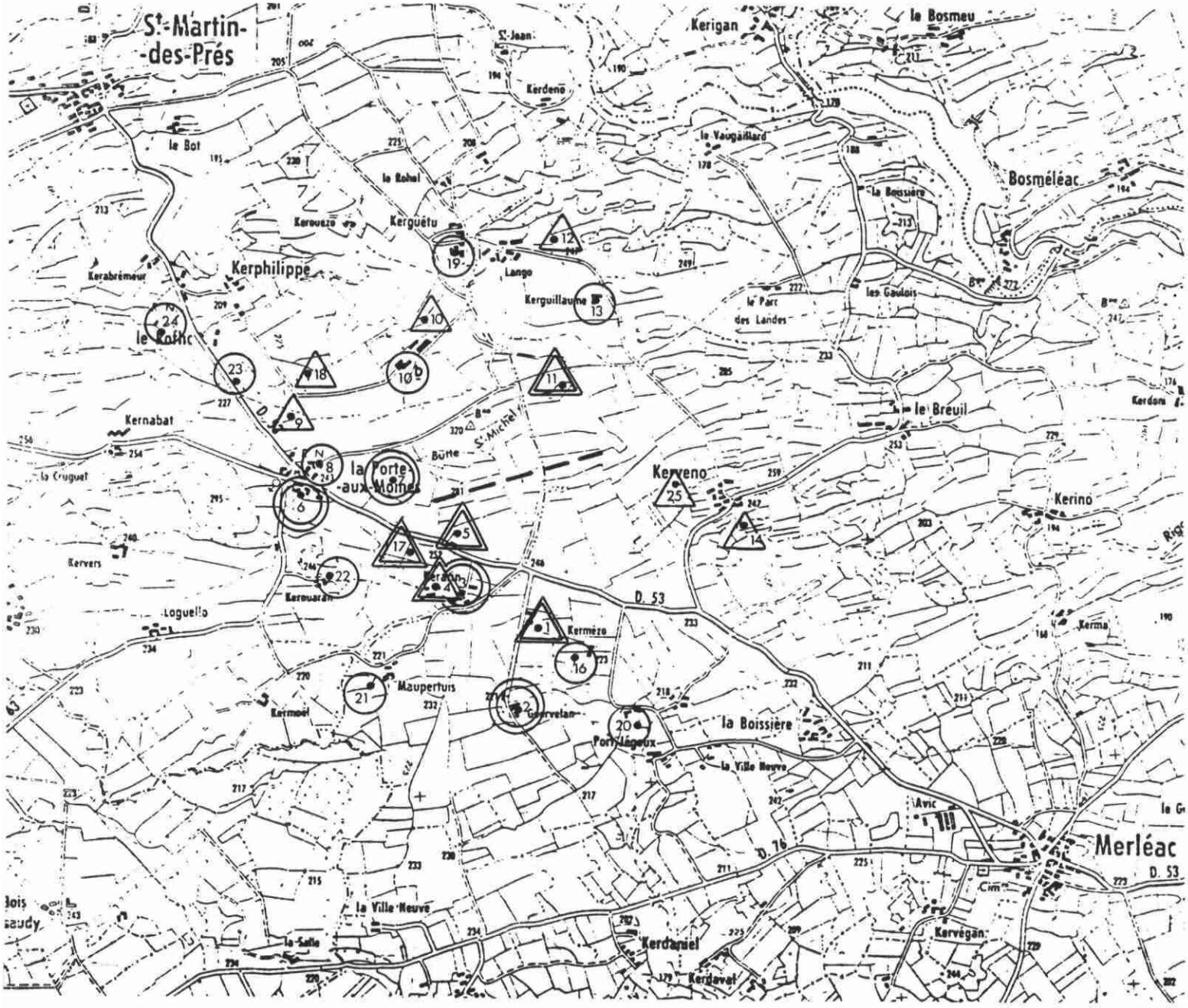
face arrière à 10 m



A N N E X E N° 8

Localisation des points d'eau domestiques
et cartes piézométriques

LOCALISATION DES POINTS D'EAU DOMESTIQUES

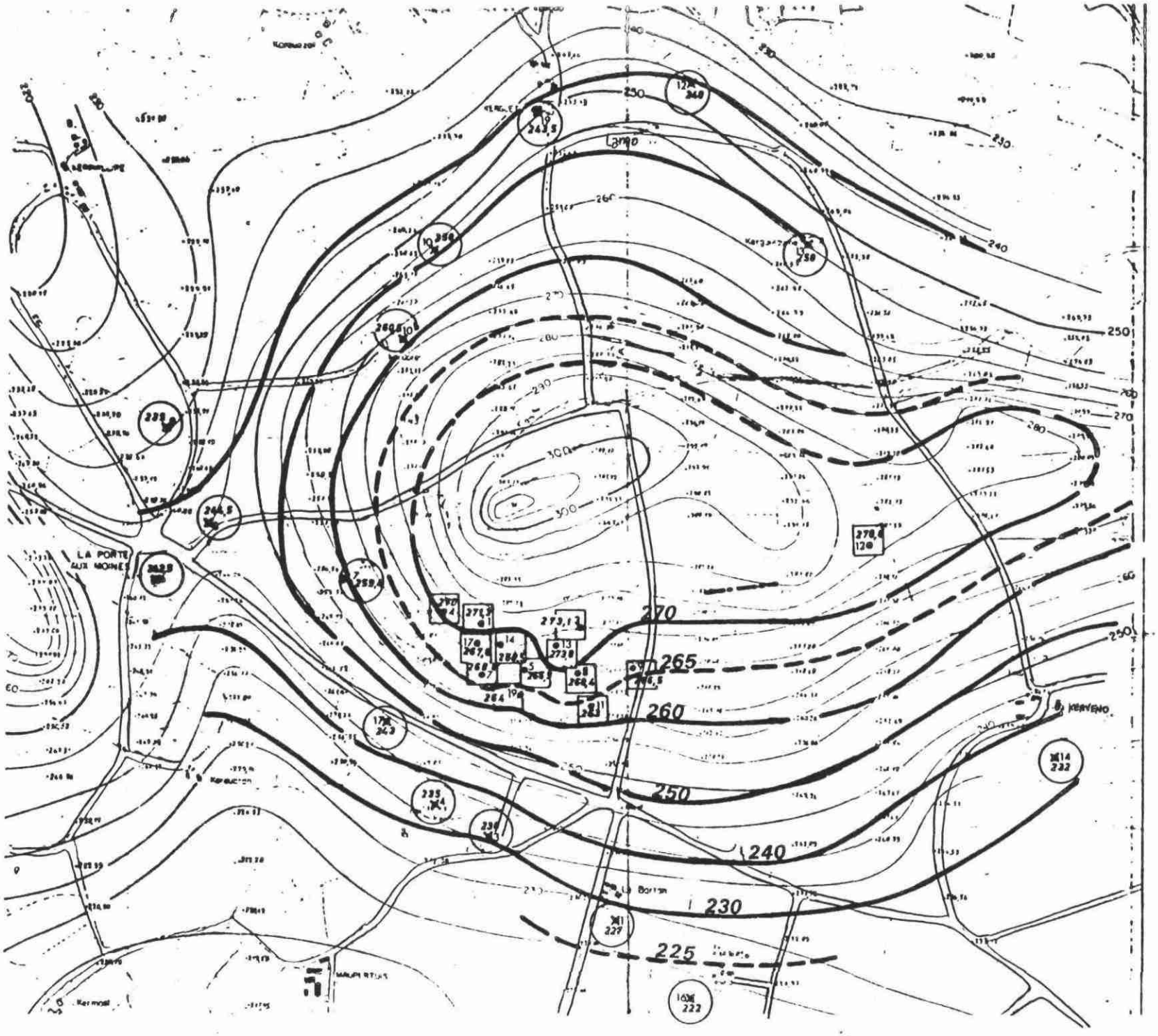


Puits — Puits

Sources — Sources

} influencés par le pompage

ECHELLE 1/25.000è



PAM

Piézométrie
(23-3-79)

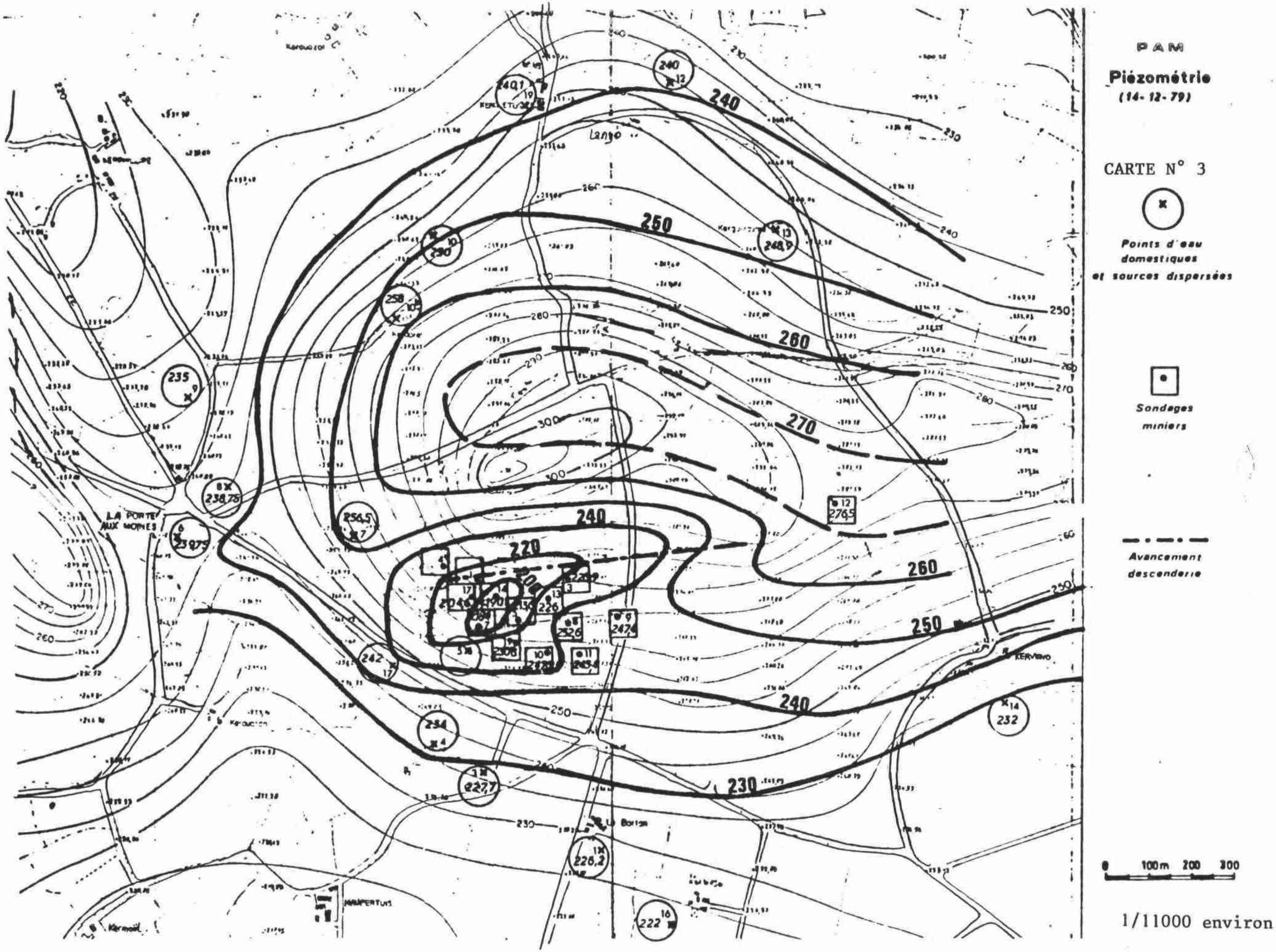
Points d'eau domestiques et sources dispersées

Sondages miniers

Avancement descenderie

0 100 200 300m

1/11000 environ


PAM
Piézométrie
(14-12-79)
CARTE N° 3
Points d'eau domestiques et sources dispersées
Sondages miniers
Avancement descenderie
0 100m 200 300
1/11000 environ
LA PORTE AUX MOINES
Lango
KERVIEVO
MAUPERTUIS
La Borgn

A N N E X E N° 9

Analyses de contrôles et analyses complémentaires

Annexe n° 9a

LA PORTE-AUX-MOINES

Analyse de contôle

Toutes les concentrations sont exprimées en mg/l

	$SO_4^{=}$	Zn	Pb	Cu
13.09.79				
A	12	0,32	< 0,1	< 0,01
B	8	0,08	< 0,1	< 0,01
C	<1	0,04	< 0,1	< 0,01
D	36	0,05	< 0,1	< 0,01
E	<1	0,88	< 0,1	< 0,01
28.09.79				
A	14	0,18	< 0,1	< 0,01
B	13	0,02	< 0,1	< 0,01
C	36	0,03	< 0,1	< 0,01
D	41	0,02	< 0,1	< 0,01
E	< 1	0,03	< 0,1	< 0,01
12.10.79				
A	12	0,29	< 0,1	< 0,01
C	< 1	< 0,01	< 0,1	< 0,01
D	35	0,02	< 0,1	< 0,01
E	< 1	< 0,01	< 0,1	< 0,01
26.10.79				
A	15	0,25	< 0,1	-
C	58	< 0,01	< 0,1	-
D	66	< 0,01	< 0,1	-
E	2	< 0,01	< 0,1	-
16.11.79				
C	20	0,15	< 0,1	< 0,01
D	56	0,32	< 0,1	< 0,01
E	<1	0,04	< 0,1	< 0,01

	SO_4^{--}	Zn
30.11.79		
C	3	0,03
D	54	0,31
E	< 1	0,02
14.12.79		
C	-	0,24
D	-	0,54
E	-	0,02
28.12.79		
A	18	0,09
C	13	0,08
D	52	0,29
E	< 1	-
11.01.80		
A	9	0,11
B	6	0,06
C	23	0,13
D	48	0,29
E	< 1	0,03
28.01.80		
A	8	0,11
B	5	0,05
C	12	0,09
D	56	0,03
E	< 1	0,15
15.02.80		
A	8	0,01
B	5	0,07
C	17	0,18
D	62	0,56
E	< 1	0,02

	SO_4^{--}	Zn
29.02.80		
A	6	0,11
C	43	0,36
D	56	0,64
E	< 1	0,03
14.03.80		
A	8	0,13
C	28	0,25
D	60	0,54
E	< 1	0,03
28.03.80		
A	11	0,09
B	7	0,05
C	20	0,18
D aval	64	0,60
E	< 1	0,02
11.04.80		
A	8	0,08
C	33	0,31
D amont	54	0,70
E	< 1	0,01
D aval	56	0,68
25.04.80		
C	39	0,39
D amont	68	0,73
E	< 1	0,03
09.05.80		
C	44	0,47
D aval	72	0,79
E	< 1	0,02

	SO_4^{--}	Zn
23.05.80		
C	40	0,50
D aval	68	1,05
E	< 1	0,03
13.06.80		
C	48	0,70
D	62	1,15
E	< 1	0,02
27.06.80		
C	33	0,81
D	56	1,65
E	< 1	0,02
11.07.80		
C	40	0,88
D aval	58	1,60
E	< 1	0,02
D amont	56	1,41
25.07.80		
C	48	0,98
D aval	58	1,50
E	< 1	0,28
C'	26	0,47
01.09.80		
C	34	0,9
D aval	40	1,51
E	< 1	0,02
C'	13	0,21

	SO_4^{--}	Zn
15.09.80		
C	37	1,03
D	42	1,56
E	< 1	0,03
26.09.80		
C	34	1,42
D	44	2,22
E	< 1	0,02
03.11.80		
C	32	2,4
D	58	6,8
E	< 1	< 0,01
17.11.80		
C	33	2,85
D	54	6,10
E	< 1	0,02
C'	13	0,44
01.12.80		
C	20	1,21
D	44	3,72
E	< 1	0,03
15.12.80		
C	4	0,10
D	50	3,25
E	< 1	< 0,01

	SO_4^{--}	Zn
05.01.81		
C	3	0,08
E	< 1	< 0,01
26.01.81		
A	14	0,2
C	51	6,1
D	164	25,2
E	< 1	0,03
C'	15	1,27
10.02.81		
A	10	0,14
C	32	2,73
D	128	15,82
E	< 1	0,02
25.02.81		
C	36	3,14
D aval	108	11,39
E	< 1	0,02
C'	6	0,27
09.03.81		
A	16	0,18
C	51	4,60
D amont	320	40,4
E	< 1	< 0,01
C'	21	1,29
exhaure	132	11,10
27.03.81		
C	26	1,61
D	96	10,06
E	< 1	< 0,01
C'	9	0,42

	SO_4^{--}	Zn
09.04.81		
A	13	0,16
C	52	3,83
D	88	8,32
E	< 1	< 0,01
C'	16	0,77
29.04.81		
C	53	3,62
D	80	6,80
E	< 1	< 0,02
C'	17	0,95
exhaure	64	4,30
18.05.81		
A	10	0,13
C	32	1,83
D	90	8,38
E	< 1	< 0,02
C'	11	0,40
15.06.81		
A	12	0,17
C	44	1,44
D	72	3,37
E	< 1	0,02
C'	18	0,41
confluent avec rigole d'Hilvern	13	0,15
29.06.81		
C	38	1,23
D	66	3,12
E	< 1	0,02
C'	19	0,33
Confluent avec rigole d'Hilvern	12	0,03
15.07.81		
C	40	1,50
D	66	2,70
E	2	0,02
C'	17	0,35
29.07.81		
C	3	0,02
C'	5	0,04
E	< 1	0,02
01.09.81		
C	2	0,02

Annexe n° 9b

MESURES PHYSICO-CHIMIQUES IN SITU

Echantillons prélevés le 25.02.81 pour analyses	pH	Eh mv	Conductivité à 20° C (µS/cm)
C	5,2	485	157
D aval	3,3	635	285
E	5,2	485	114
C'	6,5	465	134
Echantillons prélevés le 09.03.81 pour analyses			
A	5,3	475	204
C	4,0	595	247
D amont	2,9	675	745
E	5,15	465	159
C'	6,1	495	192
Exhaure	3,65	575	337
Echantillons d'eau prélevés les 10 et 11.03.81			
Exhaure	3,7	565	303
D amont	3,0	675	660
D aval	3,6	625	387
Rejet (= sortie du chantier)	3,1	675	541
Herbage aval des bassins	6,4	480	167
Drain Nord-Ouest	5,1	485	102
C	4,35	555	236
Fossé de récupération Sud	2,55	675	2730
Fossé au Sud de l'exhaure	2,2	725	3700
Flaques base des déblais au Sud	2,15	715	4610
Base minerai non recouvert	2,25	635	9950
Base des déblais à l'Est	2,15	685	7200
Echantillons prélevés le 12.05.81			
Drain Nord-Ouest	5,05	480	137
Drain Sud rive droite	5,35	480	100
Drain Sud rive gauche (point 25)	5,00	460	150
Rigole d'Hilvern amont	6,50	420	161
Rigole d'Hilvern aval	6,65	410	161
Ruisseau, confluent avec la rigole	6,70	430	147
Ruisseau, point C'	6,60	435	141
Ruisseau, point C	5,55	465	177
Rejet	3,60	655	303
Exhaure	3,95	620	222
Fossé de récupération Sud	2,70	700	2790
Base des déblais à l'Est	2,30	695	> 10000

Annexe 9c

ANALYSES COMPLEMENTAIRES

	pH	résidu sec mg/l	M.E.S. (mg.l)
D 28.01.80	9,1	223	20
D 14.03.80	7,1	173	5

	Ca	Mg (mg/l)	Na (mg/l)	K (mg/l)
D 28.01.80	36,4	5,2	10,8	8,2
D 14.03.80	20,2	7,7	10,3	2,5

	CO_3^{--} (mg/l)	HCO_3^{-} (mg/l)	Cl^{-} (mg/l)	SO_4^{--} (mg/l)	NO_3^{-} (mg/l)
D 28.01.80	21	21,4	29	56	3,6
D 14.03.80	-	18,3	20,7	60	6,0

	Fe (mg/l)	Cu (mg/l)	Zn (mg/l)	Cd (mg/l)
D 28.01.80	$\leq$ 0,1	0,01	0,03	0,01
D 14.03.80	0,32	$\leq$ 0,01	0,54	0,26

Prélèvements du 09.03.80 pour analyses

N° Ech.	pH	Zn (mg/l)	SO_4^{--} (mg/l)	Cd (mg/l)
A	5,3	0,18	16	$\leq$ 0,01
C	4,0	4,60	51	0,23
D	2,9	40,4	320	1,70
E	5,3	$\leq$ 0,01	$\leq$ 1	$\leq$ 0,01
C'	6,4	1,29	21	0,07
Exhaure	3,4	11,10	132	1,55

Annexe 9c (suite)

Prélèvements du 10.03.81

N° Ech. :	SO_4^{--} (mg/l)	Al (mg/l)	Cd (mg/l)	Cu (mg/l)
Base des déblais Sud	9800	-	0,17	12,70
Rejet	190	6,8	1,50	2,76

N° Ech. :	Pb (mg/l)	Zn (mg/l)	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)
Base des déblais Sud	$\leqslant$ 0,10	74,5	2090	113,7
Rejet	0,46	25,70	4,20	0,75

Prélèvements du 12.05.81

N° Ech. :	$SO_4^{=}$ (mg/l)	Zn (mg/l)	Pb (mg/l)	Cu (mg/l)
Rejet	98	15,43	0,38	1,91
Base des déblais (Ouest)	26500	3300	$\leqslant$ 0,10	425
Drain Sud (point 25)	25	0,07		

N° Ech. :	Fe (mg/l)	Mn (mg/l)	Cd (mg/l)	Hg (mg/M3)
Rejet	0,25	0,30	0,87	$\leqslant$ 1
Base des déblais Ouest	5850	78	11,50	

Annexe n° 9d

RESULTATS D'ANALYSES HYDROBIOLOGIQUES

Prélèvement du 12 mai 1981

LISTE FAUNISTIQUE

La Porte aux MOines - Ruisseau de KERINO (point C')

STATION	1	STATION	1
EPHEMEROPTERES		CRUSTACES	
Baetis	+	GAMMARIDAE	1
TRICHOPTERES			
LIMNEPHILIDAE	1	PLANAIRES	
Diplectrona	+	Polycelis	1
Odontocerum	+		
Plectrocnemia	1	DIPTERES	
Setodes	+	LIMNOBIIDAE	1
		PSYCHODIDAE	+
COLEOPTERES		CHIRONOMIDAE	1
Limnius	1	PTYCHOPTERIDAE	1
HIDROPHILIDAE	+		

* les prélèvements ont été effectués uniquement en faciès lotique

* Abondance relative

+ : 1 individu
p : 2 individus
1 : 2 à 10 individus
2 : 10 à 50 individus
3 : 50 à 100 individus
4 : 100 à 200 individus

INDICE BIOTIQUE

STATION	1
Nombre d'U.S.	14
Indice biotique en faciès lotique	8

ANNEXE Nº 10

Extraits du Code Minier

TITRE II

DES RECHERCHES DE MINES

Article 7.

Les travaux de recherches pour découvrir les mines ne peuvent être entrepris que :

— soit par le propriétaire de la surface ou avec son consentement, après déclaration au préfet ;

— soit, à défaut de ce consentement, avec l'autorisation du ministre chargé des mines, après que le propriétaire a été mis en demeure de présenter ses observations dans des conditions fixées par un règlement d'administration publique ;

— soit en vertu d'un permis exclusif de recherches.

A l'intérieur du périmètre d'un permis d'exploitation, d'une concession ou d'une exploitation d'Etat, le titulaire du permis, le concessionnaire ou l'Etat, selon le cas, jouit, à l'exclusion de tous autres y compris le propriétaire de la surface, du droit de rechercher la ou les substances qui font l'objet du permis, de la concession ou du périmètre d'Etat.

Article 8.

L'explorateur, non bénéficiaire d'un permis exclusif de recherches, ne peut disposer des produits extraits du fait de ses recherches que s'il y est autorisé par arrêté préfectoral ; toutefois, s'il s'agit de recherches d'hydrocarbures liquides ou gazeux, l'explorateur a le droit de disposer librement de ces produits.

Article 9.

Le permis exclusif de recherches d'hydrocarbures liquides ou gazeux, dit permis H, confère à son titulaire le droit d'effectuer dans son périmètre des travaux de recherches, notamment par prospection géophysique ou forage, à l'exclusion de toute autre personne, y compris les propriétaires de la surface, et de disposer librement des hydrocarbures liquides ou gazeux extraits à l'occasion de ces recherches et des essais qu'elles peuvent comporter.

Le permis est accordé par décret en Conseil d'Etat pour une durée de cinq ans au plus, sur le rapport du ministre chargé des mines, après enquête publique et avis du conseil général des mines.

Article 10.

La validité du permis H peut, sur la demande de son titulaire et sous les mêmes conditions que pour l'octroi du permis, être prolongée à deux reprises, chaque fois de cinq ans au plus, sans nouvelle enquête, par décret pris après avis du conseil général des mines.

Toutefois, la superficie du permis est réduite de moitié lors du premier renouvellement et du quart de la surface restante lors du deuxième renouvellement. Les surfaces restantes sont choisies par le titulaire. Elles doivent être comprises à l'intérieur d'un ou plusieurs périmètres de forme simple ; en cas de contestation sur ce point, il est statué sur avis conforme du conseil général des mines. (*Loi n° 70-1 du 2 janvier 1970, art. 5-I.*)

« Les réductions prévues ci-dessus ne peuvent, en aucun cas, avoir pour effet de fixer à un permis une superficie inférieure à 175 kilomètres carrés.

« La prolongation d'un permis H est de droit pour une durée au moins égale soit à trois ans, soit à la durée de la période de validité précédente, si cette dernière est inférieure à trois ans, lorsque le titulaire a satisfait à ses obligations et qu'il a souscrit dans sa demande de prolongation un engagement financier au moins équivalent, à durée de validité égale et à superficie égale, à l'effort souscrit pour la période précédente. »

Article 11.

(*Loi n° 70-1 du 2 janvier 1970.*)

Exceptionnellement, la durée de l'une seulement des périodes de validité d'un permis H portant sur le sous-sol de la mer peut être prolongée, pour des raisons d'intérêt général, de trois ans, au plus, par arrêté du ministre chargé des mines, après avis du conseil général des mines.

Cette disposition s'applique aux permis situés partiellement en mer, dans la mesure où la partie maritime représente au moins la moitié de la surface totale du permis.

Article 12.

Le permis exclusif de recherches de substances concessibles autres que les combustibles minéraux solides, les sels de potassium et les hydrocarbures liquides ou gazeux, dit permis M, confère à son titulaire le droit d'effectuer dans son périmètre tous travaux de recherches d'une ou plusieurs de ces substances, à l'exclusion de toute autre personne y compris les propriétaires de la surface, et de disposer librement des produits extraits à l'occasion de ces recherches.

Le permis est accordé par décret en Conseil d'Etat pour une durée de trois ans au plus, sur le rapport du ministre chargé des mines, après enquête publique et avis du conseil général des mines.

Article 13.

La validité du permis M peut, sur la demande de son titulaire et sous les mêmes conditions que pour l'octroi du permis, être prolongée, à deux reprises, chaque fois de trois ans au plus, sans nouvelle enquête, par décret pris après avis du conseil général des mines.

Chacune de ces prolongations est de droit pour une durée égale à celle de la période de validité précédente si le titulaire du permis a satisfait à ses obligations et souscrit, dans sa demande de prolongation, un effort financier au moins égal, à durée de validité égale, à l'effort financier souscrit pour la période de validité précédente.

Toutefois, le décret accordant la prolongation peut, sur avis conforme du conseil général des mines, réduire la superficie du permis jusqu'à la moitié de son étendue précédente ; le périmètre subsistant est fixé, le permissionnaire entendu, et doit englober tous les gîtes reconnus.

Article 14.

(Loi n° 77-620 du 16 juin 1977, art. 3.)

Les décrets institutifs prévus aux deuxièmes alinéas des articles 9 et 12 ci-dessus peuvent comporter, en annexe, des conditions particulières comprenant notamment :

Des obligations relatives à la protection des intérêts mentionnés à l'article 84 ;

Des obligations concernant éventuellement les relations entre titulaires conjoints et solidaires ;

Des obligations concernant le contrôle de la société ou des sociétés titulaires du permis ;

L'obligation de demander un titre d'exploitation dès qu'un gisement aura été reconnu exploitable. En cas de contestation sur le caractère exploitable du gisement, il est statué sur avis conforme du conseil général des mines.

Article 15.

(Abrogé par la loi n° 70-1 du 2 janvier 1970, art. 7.)

Article 16.

Si un permis exclusif de recherches vient normalement à expiration définitive avant qu'il soit statué sur une demande de concession ou de permis d'exploitation introduite par son titulaire, un arrêté du ministre chargé des mines peut proroger, jusqu'à intervention d'une décision, la validité du permis sur le territoire visé dans cette demande.

L'institution d'un permis d'exploitation de substances autres que les hydrocarbures liquides ou gazeux ou l'institution d'une concession pour toute substance entraîne l'annulation du permis exclusif de recherches à l'intérieur du périmètre du permis d'exploitation ou de la concession, mais le laisse subsister à l'extérieur de ce périmètre. L'institution d'un permis d'exploitation d'hydrocarbures liquides ou gazeux laisse subsister le permis exclusif de recherches, même à l'intérieur du périmètre du permis d'exploitation.

Article 17.

(Abrogé par la loi n° 77-620 du 16 juin 1977, art. 4.)

Article 18.

(Abrogé par le décret n° 70-987 du 29 octobre 1970, art. 1er.)

Article 18-1.

(Loi n° 70-1 du 2 janvier 1970.)

Lorsqu'un même titulaire détient deux ou plusieurs permis contigus et que ces permis se trouvent dans la même période de validité, la fusion peut en être demandée. Le décret autorisant la fusion détermine le nouvel effort financier auquel s'engage le demandeur et fixe la date d'expiration du nouveau permis qui sera comprise entre les dates d'échéance des permis fusionnés.

Article 19.

L'avis du comité de l'énergie atomique est requis pour l'institution, la prolongation, l'annulation et l'autorisation de cession ou de renonciation de tout permis M portant sur des substances utiles à l'énergie atomique.

TITRE IV

DE L'EXECUTION DES TRAVAUX DE RECHERCHE ET D'EXPLOITATION DE MINES

CHAPITRE Ier

Des relations des explorateurs et exploitants entre eux ou avec les propriétaires de la surface.

Article 69.

Nul droit de recherches ou d'exploitation de mines ne vaut, sans le consentement du propriétaire de la surface, autorisation de faire des sondages, d'ouvrir des puits ou galeries, ni d'établir des machines, ateliers ou magasins dans les enclos murés, cours et jardins.

Article 70.

Les puits, sondages de plus de cent mètres et les galeries ne peuvent être ouverts dans un rayon de cinquante mètres des habitations et des terrains compris dans les clôtures murées y attenantes, sans le consentement des propriétaires de ces habitations.

Article 71.

(*Loi n° 70-1 du 2 janvier 1970, art. 18.*)

A l'intérieur du périmètre minier et, sous réserve de déclaration d'utilité publique, à l'extérieur de celui-ci, l'exploitant d'une mine peut être autorisé par arrêté préfectoral à occuper les terrains nécessaires à l'exploitation de sa mine et aux installations qui sont indispensables à celle-ci, y compris :

— les installations de secours telles que puits et galeries destinés à faciliter l'aérage et l'écoulement des eaux ;

— les ateliers de préparation, de lavage et de concentration de combustibles et minerais extraits de la mine ;

— les installations destinées au stockage et à la mise en dépôt des produits et déchets qui résultent des activités visées aux deux alinéas précédents ;

— les canaux, routes, chemins de fer et tous ouvrages de surface destinés au transport des produits et déchets susvisés ou de produits destinés à la mine.

Les autorisations d'occupation peuvent également être données par arrêté préfectoral :

1° A l'explorateur autorisé par le ministre chargé des mines, pour l'exécution de ses travaux à l'intérieur des parcelles sur lesquelles porte son droit d'exploration ;

2° Au titulaire d'un permis exclusif de recherches pour l'exécution, à l'intérieur du périmètre de son permis, de ses travaux de recherches et la mise en place des installations destinées à la conservation et à l'évacuation des produits extraits ou destinés aux travaux.

Sans préjudice des dispositions des articles 69 et 70, les autorisations prévues au présent article ne peuvent être données en ce qui concerne les terrains attenant aux habitations ou clos de murs ou de clôtures équivalentes.

Article 71-1.

(*Loi n° 70-1 du 2 janvier 1970, art. 18.*)

Les arrêtés préfectoraux prévus à l'article précédent ne peuvent intervenir qu'après que les propriétaires et, le cas échéant, les exploitants de la surface, que les propriétaires devront faire connaître, auront été mis à même de présenter leurs observations.

Le bénéficiaire ne peut occuper une parcelle de terrain visée par l'autorisation préfectorale qu'après avoir payé ou fourni caution de payer l'indemnité d'occupation évaluée comme il est dit à l'article 72.

Lorsque l'occupation prive le propriétaire de la jouissance du sol pendant plus d'une année, ou lorsque, après l'exécution des travaux, les terrains occupés ne sont plus, dans leur ensemble ou sur leur plus grande surface, propres à leur utilisation normale, le propriétaire peut exiger du titulaire de l'autorisation l'acquisition du sol en totalité ou en partie.

Article 71-2.

(*Loi n° 70-1 du 2 janvier 1970, art. 18.*)

A l'intérieur de leur périmètre minier, et (*Loi n° 77-620 du 16 juin 1977, art. 17.*) « sous réserve, à l'extérieur de celui-ci, de déclaration d'utilité publique dans les formes prévues à l'arti-

cle 2 de l'ordonnance n° 58-997 du 23 octobre 1958 » les bénéficiaires de titres miniers pourront également, dans les limites énoncées à l'article 71, être autorisés à :

— établir à demeure, à une hauteur minimale de 4,75 mètres au-dessus du sol, des câbles, canalisations ou engins transporteurs ainsi que les pylônes et mâts nécessaires à leur soutien ;
— enterrer des câbles ou canalisations à une profondeur minimale de 0,50 mètre et établir les ouvrages de moins de 4 mètres carrés de surface, nécessaires au fonctionnement desdits câbles ou canalisations, ainsi que les bornes de délimitation ;
— dégager le sol de tous arbres, arbustes ou autres obstacles.

La largeur de la bande de terrain sujette aux servitudes ci-dessus énoncées est fixée dans la limite de cinq mètres par l'arrêté préfectoral ou l'acte déclaratif d'utilité publique.

En outre, sur une bande de terrain dite bande large, comprenant la bande prévue à l'alinéa précédent, et dont la largeur sera fixée comme ci-dessus dans la limite de quinze mètres, sera autorisé le passage des personnes chargées de mettre en place, surveiller, entretenir, réparer ou enlever les matériels susénoncés ainsi que le passage des engins utilisés à cet effet.

En terrain forestier, l'essartage peut, en cas de nécessité, être autorisé jusqu'aux limites de la bande large.

Après exécution des travaux, l'exploitant est tenu de remettre dans leur état antérieur les terrains de culture, en rétablissant la couche arable, et la voirie.

Article 71-3.

(*Loi n° 70-1 du 2 janvier 1970, art. 18.*)

La suppression des obstacles existants est effectuée par le bénéficiaire de l'autorisation et à ses frais. Toutefois, le propriétaire du fonds peut demander à y procéder lui-même, dans les délais et conditions fixés par le décret prévu ci-après.

Article 71-4.

(*Loi n° 70-1 du 2 janvier 1970, art. 18.*)

Le propriétaire du terrain frappé des servitudes visées ci-dessus peut requérir l'achat ou l'expropriation du terrain si lesdites servitudes en rendent l'utilisation normale impossible. L'acquisition portera dans ce cas sur la totalité du sol si le propriétaire le requiert.

Article 71-5.

(*Loi n° 70-1 du 2 janvier 1970, art. 18.*)

Les dispositions des articles 71 à 71-4 sont également applicables aux installations utilisant des produits miniers importés.

Article 71-6.

(*Loi n° 70-1 du 2 janvier 1970, art. 18.*)

Un décret en Conseil d'Etat fixera, en tant que de besoin, les conditions et modalités d'application des articles 71 et suivants.

Article 72.

(*Loi n° 70-1 du 2 janvier 1970, art. 19.*)

Les servitudes d'occupation et de passage instituées en application des articles 71 à 71-6 ouvrent au profit du propriétaire du sol, de ses ayants droit et, notamment, des exploitants de la surface un droit à être indemnisé sur la base du préjudice subi.

A cet effet, le propriétaire fait connaître, au bénéficiaire des servitudes ou du permis, l'identité de ses ayants droit.

A défaut d'accord amiable, le prix du terrain ou des indemnités dues à raison de l'établissement de servitudes ou d'autres démembrements de droits réels ou de l'occupation sont fixés comme en matière d'expropriation.

Le juge apprécie, pour fixer le montant de l'indemnité, si une acquisition de droits sur ledit terrain a, en raison de l'époque où elle a eu lieu ou de toute autre circonstance, été faite dans le but d'obtenir une indemnité plus élevée.

Les dispositions des deux alinéas précédents sont applicables à compter de la promulgation de la loi n° 70-1 du 2 janvier 1970, même si l'occupation des terrains a eu lieu en vertu d'une autorisation administrative antérieure à cette promulgation. Elles ne sont pas applicables aux autres dommages causés à la propriété par les travaux de recherches et d'exploitation ; la réparation de ces dommages reste soumise au droit commun.

Article 73.

(*Loi n° 70-1 du 2 janvier 1970, art. 19.*) « Nonobstant les dispositions des articles 69 et 70 ci-dessus, et si l'intérêt général l'exige, l'expropriation des immeubles nécessaires aux travaux et installations visés à l'article 71 peut être poursuivie tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du périmètre d'un titre minier (*Loi n° 77-620 du 16 juin 1977, art. 18.*) « moyennant déclaration d'utilité publique dans les formes prévues à l'article 2 de l'ordonnance n° 58-997 du 23 octobre 1958 », à la demande du détenteur de ce titre, pour son compte ou celui d'une personne ou société désignée à cet effet. »

(*Ordonnance n° 58-1186 du 10 décembre 1958.*) « Une déclaration d'utilité publique peut également être prononcée dans les mêmes formes pour les canalisations et installations destinées au transport et au stockage des produits de l'exploitation jusqu'aux points de traitement, de grosse consommation ou d'exportation, pour les aménagements et installations nécessaires au plein développement de la mine, et notamment pour les cités d'habitation du personnel et les usines d'agglomération, de carbonisation et de gazéification, ainsi que les centrales, postes et lignes électriques, y compris les installations destinées au transport, au stockage ou à la mise en dépôt des produits ou déchets qui résultent de l'activité de ces usines. Les voies de communication, canalisations et installations de transport ainsi déclarées d'utilité publique pourront être soumises à des obligations de service public, dans les conditions établies par le cahier des charges. »

Article 74.

L'explorateur et l'exploitant de mines doivent, le cas échéant de travaux à faire sous des maisons ou lieux d'habitation, sous d'autres exploitations ou dans le voisinage, donner caution de payer toute indemnité en cas de dommage.

Les propriétaires intéressés peuvent se constituer en association, dans des conditions de la loi du 1er juillet 1901, pour demander collectivement en justice la constitution de la caution prévue à l'alinéa précédent.

Les affaires de cette nature sont instruites et jugées comme en matière sommaire.

Article 75.

Lorsque, par effet du voisinage ou pour toute autre cause, les travaux d'exploitation d'une mine occasionnent des dommages à l'exploitation d'une autre mine, à raison des eaux qui pénètrent dans cette dernière en plus grande quantité ; lorsque, d'un autre côté, ces mêmes travaux produisent un effet contraire et tendent à évacuer tout ou partie des eaux d'une autre mine, il y aura lieu à l'indemnité d'une mine en faveur de l'autre ; le règlement s'en fera par experts.

Article 76.

Toutes les questions d'indemnités autres que celles visées à l'article 72 ci-dessus, à payer par les concessionnaires ou titulaires de permis d'exploitation à raison des recherches ou travaux antérieurs à l'institution de la concession ou du permis, sont de la compétence des tribunaux administratifs.

Chapitre II

De l'exercice de la surveillance administrative et des mesures à prendre en cas d'accidents.

Article 77.

Les ingénieurs des mines et les ingénieurs placés sous leurs ordres exercent, sous l'autorité du ministre chargé des mines et des préfets, une surveillance de police pour la conservation des édifices et la sûreté du sol.

Ils observent la manière dont l'exploitation est faite soit pour éclairer les exploitants sur ses inconvénients ou son amélioration, soit pour avertir l'autorité compétente des vices, abus ou dangers qui s'y trouveraient.

A l'occasion de l'exercice de leur surveillance, tant sur les recherches de mines que sur les exploitations, ils peuvent être assistés par des représentants du commissariat à l'énergie atomique dûment qualifiés, qui peuvent procéder à des investigations concernant les substances utiles à l'énergie atomique et sont soumis aux mêmes obligations de secret que les ingénieurs du service des mines.

Article 78.

Lorsqu'une concession ou un permis d'exploitation appartient à plusieurs personnes ou à une société, les indivisaires ou la société doivent, quand ils en sont requis par le préfet, justifier qu'il est pourvu, par une convention spéciale, à ce que les travaux d'exploitation soient soumis à une direction unique et coordonnés dans un intérêt commun.

Ils sont pareillement tenus de désigner, par une déclaration authentique faite au secrétariat de la préfecture, la personne qu'ils auront pourvue des pouvoirs nécessaires pour recevoir toutes notifications et significations et, en général, pour les représenter vis-à-vis de l'administration tant en demandant qu'en défendant.

Faute par les intéressés d'avoir fait, dans le délai qui leur est assigné, la justification requise par le premier alinéa du présent article ou d'exécuter les clauses de leurs conventions qui auraient pour objet d'assurer l'unité de l'exploitation, la suspension de tout ou partie des travaux peut être prononcée par un arrêté du préfet, sans préjudice de l'application des dispositions de l'article 141 ci-après.

Article 79.

(*Abrogé par le décret n° 72-645 du 4 juillet 1972.*)

Article 80.

Tout puits, galerie ou travail d'exploitation de mine ouverts en contravention du présent code et des textes pris pour son application pourront être interdits par arrêté du préfet.

Article 81.

Si l'exploitation est restreinte ou suspendue de manière à inquiéter la sûreté publique ou les besoins des consommateurs, l'économie générale de la région ou du pays, les préfets, après avoir entendu les concessionnaires, en rendront compte au ministre chargé des mines pour y être pourvu ainsi qu'il appartiendra.

Tout exploitant de mines est tenu d'appliquer à l'exploitation des gisements les méthodes confirmées les plus propres à porter au maximum compatible avec les conditions économiques le rendement final de ces gisements (1).

Tout concessionnaire ou titulaire d'un permis d'exploitation, tout titulaire de permis exclusif de recherches ou tout bénéficiaire des autorisations visées aux articles 8 et 22 ci-dessus doit, sous peine de sanctions prévues à l'article 141 ci-dessous, mettre à la disposition du commissariat à l'énergie atomique, sur sa demande et moyennant juste rémunération, les substances utiles à l'énergie atomique telles que définies par un des décrets prévus à l'article 6 ci-dessus, sur lesquelles porte sa concession, son permis ou son autorisation ou qui sont, dans un même gisement, connexes de celles sur lesquelles porte ce titre minier. Toutefois, il n'est pas tenu de le faire si la séparation des substances utiles à l'énergie atomique entraîne la destruction des produits principaux en vue desquels le gisement est exploité.

(*Quatrième alinéa abrogé par la loi n° 70-1 du 2 janvier 1970, art. 20.*)

Article 82.

(*Abrogé par la loi n° 70-1 du 2 janvier 1970, art. 20.*)

Article 83.

(*Loi n° 77-620 du 16 juin 1977, art. 20.*)

Lors de l'abandon des travaux au terme de validité d'un titre ou d'une autorisation de recherches ou d'exploitation, ou bien, dans le cas d'une exploitation par tranches, à la fin de l'exploitation de chaque tranche, le titulaire du titre ou de l'autorisation doit exécuter les travaux ayant pour objet la protection des intérêts mentionnés à l'article 84, qui lui sont prescrits par le préfet sur proposition du service des mines après consultation du conseil municipal de la commune intéressée. La remise en état, notamment à des fins agricoles, des sites et lieux affectés par les travaux et par les installations de toute nature réalisés en vue de l'exploitation et de la recherche, peut être prescrite ; elle est obligatoire dans le cas des carrières. Ces dispositions sont applicables aux travaux visés à l'article 80.

A défaut d'exécution, les opérations prescrites sont effectuées d'office et aux frais du titulaire ou du contrevenant par les soins de l'administration.

Les communes et les départements ont un droit de préemption en cas de vente des carrières laissées à l'abandon qui ont été exploitées sur leur territoire.

Article 84.

(*Loi n° 77-620 du 16 juin 1977, art. 20.*)

Si les travaux de recherches ou d'exploitation d'une mine sont de nature à compromettre la sécurité et la salubrité publiques, les caractéristiques essentielles du milieu environnant, terrestre ou maritime, la conservation de la mine ou d'une autre mine, la sûreté, la sécurité et l'hygiène des ouvriers mineurs, la conservation des voies de communication, la solidité des édifices publics ou privés, l'usage, le débit ou la qualité des eaux de toute nature, l'effet des mesures générales arrêtées par décret à l'intérieur d'une zone spéciale d'aménagement des eaux, il y est pourvu par le préfet, au besoin d'office et aux frais de l'explorateur ou de l'exploitant.

Article 85.

(*Loi n° 77-620 du 16 juin 1977, art. 20.*)

Des décrets déterminent en outre les mesures de tout ordre, visant tant le personnel que les installations ou travaux, destinées à sauvegarder ou améliorer les conditions de sécurité ou d'hygiène du personnel occupé dans les mines, la sécurité et la salubrité publiques, la protection du milieu environnant, terrestre ou maritime, à permettre l'exécution des recherches techniques nécessaires à ces améliorations et à assurer la bonne utilisation du gisement et la conservation de la mine.

Article 86.

Sans préjudice de l'application des titres VI *bis* et X du livre I^er^ du présent code, le préfet peut, lorsque l'exécution d'une suspension, d'une interdiction ou d'une action d'office prononcée en application de l'article 84 du présent code le nécessite, recourir à la force publique.

(1) *Aux termes de la loi n° 77-620 du 16 juin 1977, art. 19 : les mots « d'hydrocarbures liquides ou gazeux » et « en hydrocarbures » sont supprimés au deuxième alinéa de l'article 81 du code minier.*

En outre, le préfet peut prendre toutes mesures utiles, notamment immobiliser le matériel et empêcher l'accès du chantier, le tout aux frais et risques de l'auteur des travaux:

Article 86 bis.

(*Loi n° 77-620 du 16 juin 1977, art. 21.*)

Sans que puissent être invoquées les dispositions des articles 26 et 54 du présent code, et sans préjudice des dispositions de l'article 119-1, tout explorateur ou exploitant de mines ou de carrières qui aura fait l'objet d'une condamnation à une peine correctionnelle pour inexécution des obligations lui incombant en application des articles 83 à 87 pourra, pendant une période de cinq ans à compter du jour où sa peine sera devenue définitive, se voir refuser tout nouveau titre ou toute nouvelle autorisation de recherches ou d'exploitation.

Il en est de même pour l'explorateur ou l'exploitant qui n'a pas satisfait, dans les délais prescrits, aux obligations de remise en état fixées dans la décision lui accordant son titre ou son autorisation ou celles imposées en application de l'article 83 ci-dessus.

Dans ce cas, les préfets peuvent en outre surseoir à statuer, pendant une période de deux ans, sur toute demande d'autorisation d'exploitation de carrières.

Article 87.

En cas d'accident arrivé dans une mine, les maires et autres officiers de police prennent, conjointement avec l'ingénieur des mines, toutes les mesures convenables pour faire cesser le danger et en prévenir la suite ; ils peuvent, comme dans le cas de péril imminent, faire des réquisitions de matériels, chevaux, hommes et faire exécuter des travaux sous la direction de l'ingénieur des mines ou des ingénieurs placés sous ses ordres et, en cas d'absence, sous la direction des experts délégués, à cet effet, par l'autorité locale.

Article 88.

(*Abrogé par le décret n° 72-645 du 4 juillet 1972.*)

Article 89.

(*Abrogé par le décret n° 70-987 du 29 octobre 1970, art. 1er.*)

Article 90.

Les exploitants et directeurs des mines voisines de celles où il arrive un accident fournissent tous les moyens de secours dont ils peuvent disposer, soit en hommes, soit de toute autre manière, sauf le recours pour leur indemnité, s'il y a lieu, contre qui de droit.