

Ecole Nationale de la Santé Publique

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES
Formation des ingénieurs du génie sanitaire
1999-2000

ANALYSE DES EFFETS SUR LA SANTE DANS LE CADRE DES ETUDES D'IMPACT

-CAS DES CARRIERES D'EXTRACTION -

Présenté par :

Xavier de SOOS
Ingénieur ESGM

Lieu du stage :

DRIRE de Bretagne (Rennes)

Maître de stage :

Thierry MICHELON

Correspondant

pédagogique :

Michèle LEGEAS

« L'Ecole Nationale de la Santé Publique n'entend donner aucune approbation ou improbation aux opinions émises dans les mémoires : les opinions doivent être considérées comme propre à leurs auteurs »

Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier vivement mon maître de stage, monsieur Thierry MICHELON, pour la confiance qu'il m'a accordé et pour m'avoir encouragé tout au long de ce stage. Mes remerciements s'adressent aussi en priorité à l'ensemble de la division EISS pour m'avoir si aimablement et si discrètement intégré au sein de leur équipe.

Je remercie également messieurs les ingénieurs des subdivisions pour leur aide et pour les renseignements qu'ils ont bien voulu me communiquer tout en sachant réfréner leurs désirs de me voir au plus près de leurs préoccupations.

Je remercie ensuite, et tout particulièrement, ma correspondante pédagogique, madame Michèle LEGEAS, pour son soutien et ses conseils avisés.

Enfin, je tiens à remercier l'ensemble des personnes contactées à différents titres et qui, chacune pour le domaine qui la concerne, ont eu à cœur de partager avec moi les enseignements tirés de leurs expériences du terrain et des démarches administratives.

Abstract

The analysis of effects on health in the framework of impact studies -The case of opencast quarries-

The aim of this study is to offer a "documentary guide" to the impact studies health section, in the case of opencast quarries.

After a few generalities about carries, we present an analysis of the effects on human health of the environmental nuisance and pollution emitted by such workings.

By using the health risk assessment method, this analysis wishes to propose an approach which is accessible to all the players involved.

This analysis, which consults data collected in Brittany, is perfectly applicable to other geographical sites.

The interest of such a risk assessment method is to provide a risk quantification for the authority and to help decision-making. The main shortcut is the current knowledge and the information's finding.

SOMMAIRE

Remerciements	1
Abstract	3
Sommaire.....	4
Liste des principaux acronymes et abréviations utilisés.....	6
Liste des annexes.....	7
Préambule.....	8
Introduction	10
1. L'étude d'impact des carrières à ciel ouvert	13
1.1. Généralités sur les carrières.....	13
1.1.1. Définition	
1.1.2. Quelques données nationales ou régionales	
1.1.3. La réglementation régissant les carrières	
1.2. Le cadre réglementaire actuel de l'étude d'impact.....	15
1.3. Quelques éléments du dossier de demande d'autorisation.....	16
1.4. Analyse de la composition des dossiers actuels	17
1.5. Particularités concernant les carrières d'extraction.....	17
1.5.1. Déroulement de l'étude d'impact	
1.5.2. Par rapport aux ICPE	
1.5.3. Existence d'autres impacts ou effets sur la santé	
1.6. Synthèse des limites de la présente étude	18
2. l'évaluation des risques liés aux carrières à ciel ouvert	19
2.1. Identification des dangers et des nuisances.....	20
2.1.1. Généralités sur les dangers et les nuisances	21
2.1.2. Les poussières	22
2.1.2.1. Inventaire des sources	
2.1.2.2. Potentiel dangereux	
2.1.2.3. Effets sur la santé	
2.1.2.4. Voies d'exposition	
2.1.2.5. Population concernée et populations sensibles	
2.1.3. Les gaz et les odeurs	25
2.1.3.1. Inventaire des sources	
2.1.3.2. Potentiel dangereux	
2.1.3.3. Voies d'exposition	
2.1.3.4. Population concernée et populations sensibles	
2.1.4. Le bruit	26
2.1.4.1. Inventaire des sources	
2.1.4.2. Potentiel dangereux	
2.1.4.3. Voies d'exposition	
2.1.4.4. Population concernée et populations sensibles	
2.1.5. Les vibrations	28
2.1.5.1. Inventaire des sources	
2.1.5.2. Potentiel dangereux	
2.1.5.3. Voies d'exposition	
2.1.5.4. Population concernée et populations sensibles	
2.1.6. La circulation routière	30
2.1.6.1. Inventaire des sources	
2.1.6.2. Potentiel dangereux	
2.1.6.3. Voies d'exposition	
2.1.6.4. Population concernée et populations sensibles	

2.1.7. L'eau	30
2.1.7.1. Inventaire des sources	
2.1.7.2. Potentiel dangereux	
2.1.7.3. Voies d'exposition	
2.1.7.4. Population concernée et populations sensibles	
2.1.8. Les déchets	35
2.1.9. Les autres nuisances ou dangers possibles	35
2.1.9.1. Inventaire des sources	
2.1.9.2. Potentiel dangereux ou de nuisance	
2.1.10. Ce que ressentent les populations concernées.....	36
2.2. Estimation des relations de dose-réponse	36
2.2.1. Pour une bonne compréhension de la problématique.....	36
2.2.2. Les bruits de fond.....	37
2.2.3. Valeurs limites applicables	37
2.2.3.1. Pour les poussières	
2.2.3.2. Pour le bruit	
2.2.3.3. Pour les vibrations	
2.2.3.4. Pour l'eau	
2.2.3.5. Pour la circulation routière	
2.2.3.6. Pour les autres dangers ou nuisances	
2.2.4. Conclusion sur les doses- réponses	41
2.3. Qu'en est-il de l'évaluation des expositions humaines ?	42
2.3.1. Définition	
2.3.2. Vecteurs de diffusion ou de propagation	
2.3.3. Facteurs d'influence	
2.4. La caractérisation des risques	43
2.4.1. Quelques explications	
2.4.2. Les populations concernée	
2.5. Les effets cumulatifs	43
2.6. Présentation des données	44
3. Prévention et gestion des risques	45
4. Comment concrétiser l'analyse des effets sur la santé dans une étude d'impact ?	47
4.1. Le dossier type ou dossier de référence	47
4.2. Les limites et les incertitudes : choix et gestion	49
4.3. La place de cette analyse dans l'étude d'impact	50
5. Quelques compléments de réflexion à propos de ces analyses	52
5.1. Comment appliquer la proportionnalité ?	52
5.2. Le devoir de précaution, un frein ou une assurance tous risques ?.....	53
5.3. Un langage commun, garant de transparence et de compréhension	53
Conclusion générale et discussion	54
Annexes	57
Bibliographie	

liste des principaux acronymes et abréviations utilisés

ACEE	Agence Canadienne d'Évaluation Environnementale
AIMT	Association Interentreprises de Médecine du Travail
BRGM	Bureau de Recherche Géologique et Minière
BTP	Bâtiment, Travaux Publics
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
CRAM	Caisse Régionale d'Assurance Maladie
CSHPF	Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France
DGS	Direction Générale de la Santé
DRASS	Direction Régionale des Affaires Sanitaires et Sociales
DRIRE	Direction Régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement
ENCEM	ENvironnement, Carrières Et Matériaux
ENSP	Ecole Nationale de la Santé Publique
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
INERIS	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
INRS (France)	Institut National de Recherche et de Sécurité
INRS (Canada)	Institut National de Recherche Scientifique
InVS	Institut de Veille Sanitaire
IRSST	Institut de Recherche en Santé et en Sécurité du Travail du Québec
MATE	Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
ORSB	Observatoire Régional de la Santé de Bretagne
RESE	Réseau d'Échanges en Santé Environnement
RGIE	Règlement Général des Industries Extractives
UNICEM	Union des Industries de Carrières et Matériaux de construction
UNPG	Union Nationale des Producteurs de Granulats
US-EPA	United States – Environmental Protection Agency (Etats Unis)

Liste des annexes

Annexe 1 : Réglementation applicable aux exploitations de carrières

Annexe 2 : Procédure d'autorisation d'installations classées

Annexe 3 : Schémas types des enquêtes publiques

Annexe 4 : Dossier guide pour les carrières

PREAMBULE

La mondialisation progressive de la société industrielle a eu d'énormes effets sur la santé humaine et sur l'environnement. Pour la première fois depuis les premiers écrits historiques, l'activité humaine perturbe dangereusement l'environnement à l'échelle mondiale. La dégradation est maintenant généralisée et ne cesse pour autant de s'intensifier. Ainsi, à l'échelle mondiale, on estime que les émissions de polluants toxiques devraient doubler dans les quinze prochaines années. Par ailleurs, il apparaît maintenant clairement que, en marge des effets bénéfiques, le développement peut nuire à la santé et au bien-être des populations.

Aujourd'hui, bon nombre de gouvernements et d'agences internationales sont convaincus de la nécessité d'accorder plus de poids aux considérations environnementales et à la santé dans la prise des décisions. De fait, l'évaluation environnementale est devenue en vingt-cinq ans un processus structuré de détermination, d'évaluation et d'atténuation des effets possibles de projets d'aménagement sur l'environnement ainsi qu'un moyen d'informer les décideurs. Cependant la santé reste encore souvent négligée, ce qui est difficilement compréhensible du fait de l'apparente primauté de la race humaine par rapport à son milieu de vie.

D'autre part, des événements récents d'effets négatifs sur la santé humaine (vache folle, dioxine, sang contaminé, amiante) montrent que les populations sont de plus en plus sensibles, et donc vigilantes, sur ces conséquences du développement de l'humanité. Aujourd'hui, les romans d'action et d'aventure ne mettent plus en scène les maîtres espions des ex deux grands blocs (communiste et impérialiste) mais opposent des spécialistes de la santé ou de l'environnement à des entreprises sans scrupules qui polluent l'écosystème et intoxiquent le genre humain !

En France, une dynamique évolutive progresse dans le sens d'une meilleure et plus précoce prise en compte des conséquences indésirables du développement économique. Les réglementations se précisent, les exigences aussi. Et si c'est à l'époque napoléonienne que le principe des installations classées est apparu, ce n'est qu'en 1976 que les installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) ont été définies. Les études préalables à la création de ces installations se font de plus en plus exigeantes (contenu des dossiers, procédures, sanctions) dans le sens d'une meilleure

prise en compte des effets possibles sur l'environnement et la santé humaine. Les organismes gouvernementaux spécialisés, les filières d'enseignement ou de recherche, les industries ou les bureaux d'études se concentrent avec plus ou moins d'énergie sur ces préoccupations. Des guides analytiques sont ou seront édités (par l'InVS ou l'INERIS notamment) et de nombreux groupes de travail se sont constitués. Mais il faut être modeste car la tâche est immense et les difficultés nombreuses ; une concrétisation des échanges de réflexions et de connaissances entre toutes les parties prenantes de ces évaluations serait un gage de progrès ; une capacité de chacun à dépasser les intérêts locaux ou particuliers et une volonté plus générale semblent vraiment indispensables tant le sujet est vaste et pluridisciplinaire.

Le présent mémoire s'inscrit pleinement dans ce processus récent d'évaluation des risques pour la santé liés au développement des activités humaines et tente modestement d'apporter un éclairage plus spécifique sur les effets sanitaires dus aux carrières d'extraction à ciel ouvert.

INTRODUCTION

C'est en 1976 que le gouvernement français a exprimé concrètement son souci et sa volonté de protéger la nature des conséquences néfastes du développement économique. La loi du 10 juillet 1976, relative à la protection de la nature, a introduit alors la notion d'études d'impact qui sont à réaliser au stade des études préalables des projets d'aménagement. Peu après, la loi du 19 juillet 1976 a élargi le champ d'application de ces études aux Installations Classées Pour la Protection de l'Environnement (ICPE). On distingue alors les installations soumises à autorisation – procédure lourde- et celles soumises à déclaration préfectorale en fonction de l'importance du projet et de la gravité ou des nuisances que peut générer leur exploitation.

Le but de ce type d'étude est de fournir aux décideurs représentant l'Etat les éléments les plus complets possibles pour délivrer ou non leur autorisation. L'information du public se fait aussi grâce à ces études.

Depuis lors il est apparu que l'approche des dossiers de demande élaborés par les promoteurs ou les pétitionnaires se focalisait essentiellement sur les problèmes environnementaux stricto sensu et négligeait l'aspect sanitaire, c'est à dire les conséquences possibles de leur projet sur la santé des populations humaines. Aujourd'hui, et avec un certain retard par rapport à d'autres pays, on a compris que cette négligence devait être réparée car l'être humain reste tout de même le maillon le plus élevé de notre planète, et qu'à ce titre il convient de s'assurer que tout concourt à la survie de son espèce, à son développement harmonieux et à sa pérennité.

En décembre 1996, la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie précise que désormais les études d'impact doivent comporter d'une part une étude des effets du projet sur la santé humaine et d'autre part une proposition de mesures permettant de supprimer, réduire ou compenser les conséquences négatives du projet. A l'heure actuelle, la réalisation de cette approche spécifique pose certaines difficultés tant pour le législateur que pour les industriels ou les bureaux d'études concernés. On peut noter notamment et de façon non exhaustive :

- la formalisation de l'analyse des effets sur la santé au sein du dossier d'étude d'impact. Doit-on envisager un volet spécifique ou l'inclure dans les différents thèmes du volet environnemental (eau, air, déchets, bruit) ?
- quelles études réaliser et quelles données retenir ?
- l'accès aux données scientifiques indispensables pour une étude complète.
- la proportionnalité entre le degré de précision de l'étude et la taille du projet.

Mais la situation évolue et chaque année passée voit la démarche s'étoffer, s'enrichir et se construire. Des groupes d'études et de travail se mettent sur pied et examinent comment cette démarche doit être conduite. Ainsi, le ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement (MATE) a constitué quatre groupes d'étude qui examinent à titre d'exemple des installations posant des problèmes assez caractéristiques : installations utilisant du chlorure de vinyle monomère, fonderies au plomb, grandes installations de combustion et fabrication de chlore par électrolyse à cathode au mercure. Parallèlement à ces groupes de travail, un GEPP, Groupe d'échanges et de Pratiques Professionnelles, a été constitué sous l'égide de l'ENSP ; réunissant des acteurs de terrain de tous horizons, il contribue à la réflexion sur la faisabilité du « volet sanitaire » des études d'impact. Et dernièrement, le décret du 20 mars 2000 relatif aux ICPE, est venu apporter des précisions et émettre des exigences sur un certain nombre de points précis, modifiant et complétant ainsi le décret du 21 septembre 1977. Il y est notamment exprimé que « *Toute personne qui se propose de mettre en service une installation classée soumise à autorisation peut demander au préfet du département dans lequel cette installation doit être implantée de lui préciser les informations à fournir dans l'étude d'impact...* ».

C'est donc dans ce cadre mouvant et plein d'avenir que s'inscrit l'objectif du présent mémoire. La plupart des ICPE industrielles sont contrôlées par les DRIRE et, compte tenu de leur nombre (8000 en France), de leur relative homogénéité ainsi que de leur apparente simplicité en terme de nuisances, les carrières d'extraction à ciel ouvert sont apparues comme un bon exemple à étudier en vue d'ébaucher un dossier « référence » à la fois utile aux pétitionnaires et facilement exploitable par les administrations en charge de l'instruction de ces dossiers.

Au sein de la division Environnement, Industrie et Sous-Sol de la DRIRE de Bretagne, il a donc été décidé de mener une étude spécifique sur les carrières d'extraction car elles constituent la grosse part des installations classées de l'Ouest (370 ICPE sur 2000) et leurs nuisances en terme de santé restent assez succinctes par rapport à d'autres installations existantes. Cela permet de mener à bien un exemple type simple en utilisant les principales méthodologies choisies au niveau national tout en œuvrant assez facilement avec les acteurs concernés par cette branche d'activité

industrielle :associations ou syndicats professionnels, bureaux d'études, médecine du travail, organismes scientifiques, etc...

Le cadre méthodologique retenu est celui de la démarche d'évaluation des risques, à la fois parce qu'elle constitue la démarche la plus pertinente actuellement pour étudier des risques potentiels et la plus fine pour caractériser des risques faibles associés à des expositions chroniques. C'est pourquoi, après avoir apporté tous les éclairages et toutes les précisions nécessaires à la délimitation du sujet (chapitre 1), la démarche d'évaluation des risques sera déroulée de la façon la plus complète possible en tenant compte toutefois des aspects non généralisables comme la quantification des expositions qui, par essence, se rapporte à un site donné (chapitre 2). Il sera ensuite intéressant d'aborder les aspects de prévention ou de gestion des risques dans l'optique des mesures permettant d'éliminer, de réduire et, si possible, de compenser les conséquences dommageables du projet (chapitre 3) avant de proposer un canevas d'étude avec ses données complémentaires (chapitre 4). Enfin, un certain nombre de réflexions personnelles permettront de développer des idées plus générales quant à l'évaluation environnementale et aux problématiques associées (chapitre5).

1. L'ETUDE D'IMPACT DES CARRIERES A CIEL OUVERT

1.1. Généralités sur les carrières

1.1.1. Définition

C'est le Code Minier qui permet la définition du terme carrière. En effet il énumère les substances naturelles qu'il régit et dont les sites d'exploitation sont dénommés mines. Par opposition les produits non cités par le code minier sont extraits dans les carrières. Mines et carrières peuvent être indifféremment souterraines ou à ciel ouvert. La distinction se fait donc bien à partir de la définition française de la « mine ».

Le Code Minier concerne cependant plus particulièrement les minerais métalliques, même si cette exclusion n'est pas totale. En conséquence et par comparaison, les carrières concernent plus spécifiquement les minéraux non métalliques, tels que le gypse, le kaolin, le granit, etc...

Au niveau international, il y a lieu d'être vigilant car ces définitions ne sont pas forcément applicables et l'on retrouve plus souvent le terme mine que celui de carrière.

Quoiqu'il en soit, le but de ces activités industrielles consiste à extraire de leur milieu naturel des produits minéraux, métalliques ou non, à les traiter en vue de leur transformation pour d'autres usages plus complexes (métallurgie) ou en vue de leur utilisation immédiate (industrie du bâtiment ou génie civil). Ces ressources exploitées sont non renouvelables et, à ce titre, doivent être étudiées, suivies et gérées avec une vigilance particulière ; à tel point que certaines études sont menées (récupération ou recyclage par exemple) pour trouver des constituants de substitution et ainsi réduire les rendements d'exploitation pour augmenter leurs capacités à long terme (notion de développement durable).

L'exploitation à ciel ouvert de matières premières minérales peut prendre deux formes, à savoir l'abattage à sec et le dragage, applicable soit en milieu terrestre soit en milieu aquatique. Mais quel que soit le type d'exploitation, les activités extractives ont toujours de très importantes répercussions sur l'environnement.

1.1.2. Quelques données nationales ou régionales

Deuxième produit de consommation après l'eau, les produits de carrières et matériaux de construction (près de 480 millions de tonnes chaque année) participent à la construction de l'ensemble des bâtiments et des infrastructures du pays.

A titre d'exemple l'industrie d'extraction des matériaux de construction issus de minéraux du sous-sol ou résultant de leur transformation représente actuellement un chiffre d'affaires consolidé de l'ordre de 100 milliards de francs et un effectif de 100 000 personnes (source : MATE), hors activités du BTP.

En Bretagne, environ 370 carrières en activité sont recensées (8000 en France), employant 1600 salariés et fournissant 7% de la production nationale (soit environ 26 millions de tonnes) de matériaux de carrière. Le nombre de carrières diminue lentement mais régulièrement depuis 1980 en raison d'une concurrence vive dans un contexte économique difficile et de contraintes environnementales plus sévères. N'oublions pas non plus que c'est une activité de proximité qui n'est actuellement financièrement viable que si le client à livrer se trouve à moins de 30-40 km.

On peut distinguer trois grands types de matériaux de carrière :

- les granulats, sables et graviers de différentes tailles, issus de l'exploitation de carrières de roches massives et de sablières. Ils sont destinés principalement à la construction des routes, des bâtiments et des ouvrages d'art.
- les minéraux industriels comme le kaolin ou l'andalousite, composants de base des céramiques et matériaux réfractaires (La Bretagne produit la majorité du kaolin extrait en France).
- les pierres de taille comme le granit ou l'ardoise utilisées dans le funéraire, le bâtiment (toiture) et la voirie.

1.1.3. La réglementation régissant les carrières

La réglementation à laquelle sont assujetties les carrières est assez spécifique et le but du présent mémoire n'est pas d'en faire la synthèse. On en trouvera une liste actualisée en annexe.

Pour ce qui concerne les travailleurs les sites d'extraction sont assujettis au Règlement Général des Industries Extractives (RGIE), ensemble de procédures et de mesures précises et contraignantes visant à assurer d'une part la sécurité dans le travail et d'autre part la santé des employés. A ce titre, elle est sous le contrôle régulier des services de la CRAM et de la Médecine du Travail, seuls organismes habilités à décider de l'aptitude spécifique des personnels, et qui sont eux-mêmes supervisés par la DRIRE.

On pourrait d'ailleurs estimer que l'ensemble des dispositions relatives à la mise en application de tels textes réglementaires contribuent également à limiter les nuisances et les dangers à l'égard de la santé des habitants riverains.

1.2. Le cadre réglementaire actuel de l'étude d'impact.

Le texte de base qui régit les procédures de demande d'autorisation est la loi du 19 juillet 1976 qui a imposé, pour les aménagements importants, une étude d'impact sur l'environnement dans le but de sauvegarder le patrimoine naturel dans lequel chacun vit. Pour les carrières, c'est la loi du 4 janvier 1993 qui, dans son principe fondamental, transfère les carrières du Code minier à la législation sur les installations classées. En 1994 un certain nombre de textes officiels définissent plusieurs principes :

- transfert des carrières à la loi sur les installations classées. Désormais, l'exploitation du gisement et le traitement des matériaux bruts sont inscrits dans la nomenclature des IC ;
- généralisation des autorisations avec étude d'impact et enquête publique ;
- obligation de constituer des garanties financières ;
- durée des autorisations ;
- commission départementale des carrières ;
- schéma départemental des carrières ;
- délai de recours des tiers ;
- permis d'exploitation ;
- hygiène et sécurité du personnel ;
- mesures contre les extractions illicites.

Concernant plus particulièrement les installations classées (ICPE) et le cadre dans lequel s'inscrit **l'étude des effets** du projet **sur la santé**, le nouveau texte de l'article 2 de la loi du 10 juillet 1976, modifié notamment par l'article 19 de la loi du 30 décembre 1996 sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie, peut se présenter ainsi pour ce qui est du contenu de l'étude d'impact :

[...] le contenu de l'étude d'impact qui comprend au minimum une analyse initiale du site et de son environnement, l'étude des modifications que le projet y engendrerait, l'étude de ses effets sur la santé et les mesures envisagées pour supprimer, réduire et , si possible, compenser les conséquences dommageables pour l'environnement et la santé ;[...]

Ces nouvelles dispositions sont entrées en vigueur à compter du 1^{er} août 1997. Sont visés pour partie ou en totalité par les dispositions de cet article 19, les projets publics ou privés :

- qui sont assujettis à l'obligation de l'étude d'impact selon les critères du décret du 12 octobre 1977 (en sont en revanche exclus les projets soumis à notice d'impact) ;
- qui font l'objet d'une demande d'autorisation (de travaux ou d'exploitation)- cas des carrières- ou d'approbation (déclaration d'utilité publique) ou d'une demande de mise à l'enquête au titre de la loi du 12 juillet 1983 sans faire nécessairement l'objet d'une décision formalisée.

1.3. Quelques éléments du dossier de demande d'autorisation.

Une description de la procédure administrative de demande d'autorisation figure en annexe 2.

Ce dossier de demande d'autorisation se compose des éléments suivant :

- nom, prénom, domicile ou dénomination, raison sociale, forme juridique, adresse du siège social et qualité des signataires,
- emplacement sur lequel l'installation doit être réalisée,
- nature et volume des activités que le demandeur se propose d'exercer ainsi que la ou les rubriques de la nomenclature (cf ICPE),
- procédés de fabrication mis en œuvre, les matières et produits utilisés et fabriqués,
- capacités techniques et financières de l'exploitant,
- si l'installation concerne une activité d'élimination de déchets, l'origine géographique des déchets et la comptabilité du projet avec le plan d'élimination des déchets,
- une carte au 1/25000^e ou 1/50000^e faisant apparaître l'emplacement,
- un plan au 1/2500^e des abords de l'installation,
- un plan d'ensemble au 1/200^e au minimum indiquant les dispositions projetées pour l'installation et l'affectation des constructions et terrains avoisinants,
- **l'étude d'impact** prévue à l'article 2 de la loi n ° 76-629 du 10 juillet 1976 comprenant notamment :
 - une analyse de l'état initial du site et de son environnement,
 - une analyse des effets directs et indirects de l'installation sur l'environnement,
 - les raisons pour lesquelles le projet présenté a été retenu,
 - les mesures envisagées pour limiter si possible les inconvénients de l'installation et l'estimation de ces mesures compensatoires,

- une notice relative à la conformité de l'installation projetée avec les prescriptions législatives et réglementaires relatives à l'hygiène et à la sécurité du personnel,
 - une analyse des effets de l'installation sur l'air et la santé publique,
- une étude de dangers,
- une notice d'hygiène et sécurité.

La nomenclature des projets soumis à autorisation ou à déclaration figure dans le décret n° 93-743 du 29.03.93. Les carrières d'extraction sont toutes soumises à autorisation et sont référencées sous la rubrique 2510 et parfois 2515 (installations de traitement).

1.4. Analyse de la composition des dossiers actuels et rôles de différents acteurs.

Un aperçu des dossiers adressés à l'administration pour des demandes d'autorisation d'ouverture ou d'extension d'exploitation montre qu'en général les pétitionnaires (les promoteurs de projet) ou les bureaux qu'ils ont missionnés bâtissent des documents assez complets en l'état actuel des exigences réglementaires mais **pas suffisamment détaillés pour ce qui concerne l'analyse des effets sur la santé**. D'autre part, leur lisibilité est souvent difficile compte tenu du nombre d'informations et de données y apparaissant. Un objectif commun doit être de clarifier (et si possible d'alléger ?) ces dossiers qui , il faut le rappeler, sont accessibles au public.

Nous pouvons aussi constater que ces études d'impact sont toujours en contradiction avec le principe de séparation entre gestion et expertise. En effet, l'ensemble du dossier de demande d'autorisation est présenté par une entité unique et peut sembler litigieuse quant à son objectivité.

1.5. Particularités concernant les projets de carrières d'extraction

1.5.1. Déroulement de l'étude d'impact

Dans une optique de santé publique, il serait souhaitable que les préoccupations d'ordre sanitaire soient prises en compte le plus tôt possible, au niveau des études préalables réalisées par le pétitionnaire car, à ce stade précoce des investissements financiers, certains éléments prépondérants pourraient mettre déjà en cause la localisation prévue. Il y aurait donc lieu de prévoir un processus de validation par étape de façon à éviter des dépenses inutiles.

1.5.2. Par rapport aux ICPE

Les carrières d'extraction sont toutes des installations classées.

1.5.3. Existence d'autres impacts ou effets sur la santé

Ultérieurement seront définis les dangers pour la santé engendrés par ces installations. Mais dès à présent il convient d'attirer l'attention sur le fait que les analyses demandées se concentrent presque exclusivement sur les effets physiologiques. Or la notion de « santé ¹» englobe des aspects beaucoup moins restrictifs qui doivent être abordés. A ce titre il est intéressant de lire les publications de l'OMS qui définit cette notion de la manière suivante :

« Un état de complet bien-être physique, mental et social, ne consistant pas seulement en une absence de maladie ou d'infirmité »

Organisation mondiale de la santé, 1967

Et,

« mesure dans laquelle un particulier ou un groupe peut, d'une part, réaliser ses aspirations et combler ses besoins et, d'autre part, modifier son environnement ou y faire face »

Organisation mondiale de la santé, 1984

1.6. Synthèse des limites de la présente étude.

- les carrières à ciel ouvert d'extraction de roches ou de minéraux,
- les risques chroniques, appliqués à une population générale qui ne comprend pas les travailleurs du site,
- hors quantification des expositions, qui sont spécifiques d'un lieu particulier,
- et sans une détermination exhaustive des mesures « compensatoires »

¹ Une approche intéressante de cette notion de santé globale est disponible dans le « Guide canadien d'évaluation des incidences sur la santé »-chapitre 1-Edition de juin 1999.

2. L'ÉVALUATION DES RISQUES LIÉS AUX CARRIÈRES

A CIEL OUVERT

Au préalable de cette évaluation il est utile de préciser deux notions importantes pour la bonne compréhension de l'étude qui suit :

- les aspects de la santé qui s'intègre à l'évaluation environnementale,
- le canevas de la démarche d'évaluation des risques.

Aspect	Caractéristiques
Agents dangereux	Agents microbiologiques : virus, bactérie. Agents chimiques : Métaux lourds et produits chimiques organiques, Agents physiques : bruit, poussière, rayonnement, vibrations.
Facteurs environnementaux	Changements dans la qualité de l'eau, des aliments, de l'air, du terrain, du sol ou dans la capacité d'en disposer. Pratique de gestion des déchets. Sécurité physique. Vecteurs de maladie.
Conditions d'exposition	Voies d'exposition humaine : aliments, air, eau, etc. Exposition du public. Exposition professionnelle. Détermination des groupes à risque élevé.
Effets sur la santé physique	Mortalité. Morbidity : maladies transmissibles ou non, effets aigus et chroniques. Blessures et accidents. Effets sur les futures générations. Effets sur les groupes à risque élevé. Exacerbation d'une maladie existante, par ex. l'asthme. Effets cumulatifs.
Effets sur les services de santé	Augmentation des besoins de service de santé. Déplacement des services de santé traditionnels.
Autres effets sur la santé	Répercussions sur le revenu, la situation socio-économique et l'emploi. Répercussions sur les recettes municipales et les industries locales. Déplacement des populations. Répercussions sociales et collectives, notamment sur la culture et le mode de vie. Incidences sur les services, par ex. l'éducation, les réseaux de Soutien social. Répercussions sur l'état psychologique, par ex. stress, anxiété, nuisance, Inconfort. Effets bénéfiques sur la santé.

- Les aspects de la santé intégrés à l'évaluation environnementale -

Les étapes de l'Evaluation des Risques Sanitaires (ERS) :

- Identification des dangers,
- Définition des relations dose-réponse,
- Evaluation de l'exposition humaine,
- Caractérisation des risques.

2.1. Identification des dangers et des nuisances.

Cette étape de la démarche d'évaluation des risques permet d'identifier les agents, les produits ou les nuisances ayant des effets néfastes voire dangereux pour la santé humaine.

Cette étude concerne le fonctionnement normal du site d'extraction mais prend en compte les potentiels critiques comme le dysfonctionnement d'un système de dépollution. Les accidents et leurs conséquences (flux brutal de substances polluantes) sont analysés dans le paragraphe spécifique appelé « étude de dangers ».

2.1.1. Généralités sur les dangers et les nuisances

Par définition :

- un **DANGER** est un effet indésirable comme le changement d'une fonction ou d'une valeur biologique, de l'aspect ou de la morphologie d'un organe, d'une malformation fœtale, d'une maladie transitoire ou définitive, d'une invalidité ou d'une incapacité, d'un décès.
- Une **NUISANCE** est un effet indésirable qui provoque une gêne, un désagrément, un inconfort ou un danger
- **L'IDENTIFICATION D'UN POTENTIEL DANGEREUX** consiste à identifier les effets indésirables qu'une substance est intrinsèquement capable de provoquer chez l'homme en s'attachant à la nature et à la force des preuves de causalité relevées entre la substance et l'effet induit.

Une distinction est à faire dans la démarche d'identification car « dangers » et « nuisances » n'ont pas les mêmes conséquences sur les populations. Au delà des dangers physiologiques, la sensibilité aux nuisances reste très variable en fonction du contexte local (localisation géographique, densité de population, type de population).

Pour les carrières d'extraction, la distinction au niveau de la population générale (et non professionnelle) peut se faire sur la base suivante :

- ce qui peut être considéré comme un danger :

- les poussières,
- les rejets d'eau,
- la circulation routière,

- ce qui peut être considéré comme une nuisance :

- le bruit,
- les vibrations,
- les gaz et les odeurs,
- les déchets.

- pour mémoire, les rayonnements ionisants (provenant des jaugeurs d'épaisseur, de densité, de niveau, ou de certains instruments de pesage) ne concernent que la population des employés du site qui utilisent ces équipements.

Toutefois, au niveau de la présente étude, les différents facteurs seront étudiés successivement tout en spécifiant qu'au niveau d'un dossier de demande d'autorisation des distinctions pourront et devront, selon les cas, être faites.

2.1.2. Les poussières

2.1.2.1. *inventaire des sources*

Sur un site d'extraction de roches ou de minéraux, les sources d'émission de poussières sont nombreuses du fait des qualités physiques intrinsèques de ces matières premières :

- poussières minérales dues aux procédés d'extraction proprement dits (forage, explosions, abattage, reprises au pied des fronts de taille),
- poussières minérales provenant des procédés de convoyage et de traitement sur site (criblage, concassage, broyage, tamisage, taille ou polissage),
- poussières minérales et végétales dues à la circulation et aux manœuvres des engins et des camions sur le site même ou sur les voies extérieures (bull, dumper, pelle, camions bennes à fort tonnage),
- poussières minérales provenant des sites de stockage des produits à livrer ou des stériles (effets du vent sur les terrils...),
- poussières minérales et végétales générées par les aménagements du site et plus ou moins stabilisés (effets du vent sur les merlons, les talus,...),
- poussières provenant des matériaux pulvérulents stockés sur le site (ciment, liants, sable, ...).

Les poussières, ou particules en suspension, sont définies et caractérisées par leur taille et par leur capacité à transporter (voire transformer) certains composés chimiques ou polluants (SO₂, HAP, ...). Dans les poussières totales en suspension, on peut ainsi distinguer:

- les poussières ou particules sédimentables (car elles se redéposent facilement sur le sol ou la végétation), ou encore inhalables, qui ont des diamètres importants,
- les poussières fines, parfois appelée aussi alvéolaires car elles pénètrent profondément dans les poumons, et dont les diamètres sont inférieurs à 10 µm. On fait référence à deux classes de particules fines, les PM₁₀ (diamètres inférieurs à 10 µm) et les PM_{2,5} (ou très fines particules dont les diamètres sont inférieurs à 2,5 µm).
- la poussière alvéolaire siliceuse est la fraction de poussière inhalable susceptible de se déposer dans les alvéoles pulmonaires lorsque la teneur en quartz excède 1% (définition extraite du Code Minier).

Il faut d'ailleurs préciser qu'une fois encore il y a souvent des décalages de compréhension à ce propos, car les termes utilisés diffèrent suivant les catégories d'intervenant (chimiste, médecin, écologiste, ...). Les normes ou les valeurs limites sont ainsi parfois ambiguës et réclament des définitions plus précises.

2.1.2.2. potentiel dangereux

Ce potentiel dangereux est directement lié aux caractéristiques intrinsèques du matériau extrait. Les carrières françaises exploitent des roches très variées, choisies les unes ou les autres pour leurs qualités mécaniques, de résistance à la chaleur ou aux attaques chimiques, de flexibilité ou de résistance à la traction, leur aptitude à être tissée (amiante), leur blancheur ou leur couleur, etc...

La liste ci-après montre quelques exemples de la grande variété des roches et minéraux extraits :

- granit,
- grès,
- ardoises et pierres ardoisières,
- kaolin (utilisé dans l'industrie du papier),
- andalousite (et disthène ou silimanite),
- calcaires, craies et marbres,
- sable,
- talc et pyrophyllite,
- silice (quartz, tridymite, cristobalite, sables siliceux, ...),
- gypse (et l'anhydrite)...pour le plâtre,

- amphiboles et serpentines,
- perlite, vermiculite, bentonite, barytine,
- dolomie et magnésite, graphite,
- attapulgites et sépiolites,
- micas, feldspath et roches à feldspathoï des,
- ponces et pouzzolanes,
- soufre,
- carbonates et sulfates de sodium
- argiles nobles (pour les produits céramiques) ou communes pour les produits de terre cuites...
- ...

En Bretagne les roches principales sont essentiellement le granit, le kaolin, les roches cornéennes et le sable.

Les formes et les caractéristiques physico-chimiques des minéraux qui composent une roche sont impérativement à connaître pour déterminer le potentiel dangereux. Il y a aussi une corrélation directe entre la taille des particules ou des fibres mises en suspension dans l'air et leur vecteur de transmission qu'est la poussière.

Du point de vue sanitaire, les principales affections constatées avec certitude sur les sites d'extraction proviennent de ce qui est communément appelé la **silice libre SiO₂** et que l'on retrouve dans la presque totalité des roches silicatées. La croûte terrestre contient approximativement 95% de minéraux silicatés.

A titre d'exemple d'informations à transmettre, il y a la composition des différentes roches susceptibles d'être exploitées, de façon à déterminer les pourcentages de quartz présents (entre autres) et estimer les concentrations siliceuses qui pourraient être émises par l'exploitation.

Ainsi, le granit a une composition chimique moyenne qui est la suivante :

- silice.....SiO₂.....71.5%
- alumine.....Al₂O₃.....16%
- oxydes ferriques.....Fe₂O₃.....1.5%
- chaux.....CaO.....1.5%
- potasse.....K₂O.....6.5%
- soude.....Na₂O.....2.5%
- magnésie.....MgO.....0.5%

2.1.2.3 effets sur la santé

En général, quel que soient leurs origines, les poussières sont susceptibles de provoquer des irritations des yeux, de la peau et aussi du tractus respiratoire (cas des toxicités aiguës). L'inhalation chronique de poussières silicatées peut par contre aboutir à l'apparition de pneumoconioses: silicose, pneumoconiose du houilleur, schistose, talcose, graphitose et autres pneumoconioses provoquées par ces poussières. Les complications de ces affections peuvent se décrire de la manière suivante:

- complication cardiaque, insuffisance ventriculaire droite caractérisée,
- complications pleuropulmonaires: tuberculose ou autre mycobactériose surajoutée et caractérisée, nécrose cavitaire aseptique, aspergillose,
- complications non spécifiques: pneumothorax spontané, suppuration bronchopulmonaire subaiguë ou chronique, insuffisance respiratoire grave.

Des enquêtes et études épidémiologiques pourraient être réalisées de façon à pouvoir établir des tableaux de correspondance entre les types de minerai extrait et leur potentiel de nocivité.

2.1.2.4. voies d'exposition

La voie essentielle de pénétration des poussières dans l'organisme est la voie pulmonaire. Les poussières sédimentables (fractions granulométriques supérieures à 100 µm) et les particules en suspension (fractions granulométriques inférieures) se déposent dans la trachée, les bronches et les poumons et y persistent [AIMT67].

Cependant la voie d'exposition par ingestion n'est pas inexistante même si en générale elle s'avère indirecte, par le biais de la consommation d'eaux ou de produits végétaux au préalable exposés (d'où la nécessité de laver les fruits et légumes avant leur consommation).

2.1.2.5. population concernée et populations sensibles

Les populations potentiellement concernées par les émissions de poussières générées par les activités des carrières d'extraction sont, en dehors des employés travaillant sur le site mais qui sont surveillés par les dispositions du RGIE, les habitants ou les tiers situés à proximité du site.

Les populations sensibles sont celles qui présentent des fragilités pulmonaires et notamment les enfants ou les personnes âgées, ainsi que les fumeurs et autres populations en déficience respiratoire.

2.1.3. Les gaz et les odeurs

2.1.3.1. *inventaire des sources*

Les productions et les émissions de gaz ou d'odeurs dans une carrière sont assez peu nombreuses. On note notamment :

- les gaz émis lors de la mise en œuvre des explosifs,
- les gaz qui pourraient être émis par des produits stockés sur le site comme l'acétylène,
- les gaz dus au fonctionnement des moteurs à explosion (camions, engins, groupe électrogène, ...),
- les odeurs ont des sources extrêmement localisées (installations sanitaires, dépôt de déchets putrescibles).

2.1.3.2. *potentiel dangereux*

Les effets de ces différents gaz sont connus et même si les risques associés semblent négligeables, au regard des quantités émises et de leur dilution dans l'atmosphère, il convient néanmoins d'en préciser les principaux composants qui peuvent varier en fonction des différents types de produits utilisés par l'exploitant sur le site :

* explosifs : la nature des gaz est directement liée à la composition chimique des explosifs employés. On note notamment la production de monoxyde de carbone (2 à 15% de CO du total des gaz émis par un tir d'explosif), d'oxydes d'azote (5% de NO et de NO₂) et de dioxyde de carbone (25 à 45% de CO₂).

* acétylène (exemple de produit stocké) : explosif et inflammable, il est conservé dissous dans un solvant et conditionné sous pression dans des bouteilles qui doivent être contrôlées et gérées suivant les réglementations en vigueur des appareils à pression de gaz.

* moteurs à explosion : ils produisent des composés carbonés, soufrés, azotés et aromatiques.

Les effets sur la santé sont connus, même s'ils font toujours l'objet de recherches, et l'on peut trouver tous les renseignements actualisés dans les fiches éditées par l'INRS.

2.1.3.3. *voies d'exposition*

- principale : par inhalation,
- secondaires : par voie cutanée ou par ingestion de produits exposés.

2.1.3.4. population concernée et populations sensibles

Ce sont les mêmes que pour les poussières.

2.1.4. Le bruit

2.1.4.1. inventaire des sources

Dans une carrière d'extraction les sources de bruit sont très nombreuses mais constituent une nuisance que l'on peut estimer et mesurer. Il convient toutefois de faire un distinguo entre :

- les bruits impulsionnels générés par les tirs d'explosifs,
- les bruits plus chroniques dans la durée et dus aux activités de l'exploitation.

D'autre part, une seconde distinction peut être réalisée pour mieux observer et étudier les propagations et leurs variations :

- bruits à la source,
- bruits à proximité,
- bruits à distance.

Enfin, il est possible d'inventorier les sources, qui sont en général les suivantes :

- les tirs de mines,
- les installations de traitement (broyeur, concasseur, cribles, drague suceuse, ...),
- les moteurs à explosion (engins, poids lourds, groupes électrogènes),
- les klaxons de recul des engins et véhicules,
- les sirènes de mise en marche des installations.

2.1.4.2. potentiel dangereux

Le bruit² a des effets sur le système auditif (surdité) mais aussi sur le système cardio-respiratoire (élévation de la tension artérielle lors d'expositions chroniques à des bruits supérieurs à 85 dBA, troubles du rythme respiratoire et cardiaque) et sur le système neuromusculaire (crampes, spasmes, hypertonie). Certaines atteintes sont irréversibles comme la surdité. On observe aussi d'autres conséquences, comme :

- des atteintes du champ visuel,
- des comportements agressifs,
- des baisses de la perception des couleurs,

² Fiche éditée par l'AIMT67

- une détérioration importante de la vision nocturne,
- une perturbation du sommeil et notamment de la phase d'endormissement,
- une perturbation des sécrétions hormonales.

Les réactions psychiques, quant à elles, peuvent aller jusqu'à la violence chez certains sujets fragiles ou fatigués, et chez tous, une gêne de la concentration, de l'attention.

Le bruit est aussi une gêne à la communication et à la prise d'information qui se manifeste par :

- la perte d'un message sonore pouvant avoir des conséquences négatives sur la sécurité des personnes,
- la difficulté à localiser un bruit significatif,
- la communication crüe qui peut, à terme, réduire les communications par distorsion durable du système vocal.

Enfin, concernant les tirs de mine, ils génèrent des sons à basse fréquence qui sont transmis par le sol et par voie aérienne. Seuls ces derniers sont ressentis par l'organisme humain à cause de la détente des gaz et des variations de pression qui l'accompagne. Un tir correct et qui n'utilise pas d'explosifs en surface génère un niveau de pression acoustique variant entre 90 et 100 dBA. Parfois les niveaux de pression sont supérieurs et atteignent 140 à 150 dBA, valeurs des crêtes de niveaux.

En définitive, les effets du bruit en général peuvent être très importants et néfastes pour la bonne santé globale de l'être humain. Les différents sondages montrent que le bruit est la principale préoccupation des populations riveraines. Il peut entraîner des effets d'ordre physiologique, psychologique et sociologique.

Une mention particulière et importante doit être faite à propos des désagréments causés par les klaxons de recul et dont les riverains se plaignent avec régularité et insistance.

2.1.4.4. voies d'exposition

Les sons et les bruits sont perçus principalement par l'appareil auditif humain mais le corps tout entier peut y être sensible puisque il s'agit de variations de pressions particulières.

Les facteurs influençant la propagation des ondes acoustiques sont la topographie, la présence d'écran ou de réflecteurs correctement positionnés et réalisés, les caractéristiques d'absorption du sol, le vent et les autres effets météorologiques, ...

2.1.4.5. population concernée et populations sensibles

Toute la population riveraine est directement concernée par ce danger et les personnes en situation de fragilité cardiovasculaire ainsi que les enfants y sont plus particulièrement sensibles. Mais la gêne est réelle dans tous les cas et il est un des facteurs de mécontentement le plus fréquent.

2.1.5 Les vibrations

2.1.5.1. inventaire des sources

Elles concernent surtout les carrières de roche massive dont le mode d'exploitation (tirs de mines) est susceptible d'engendrer des mouvements vibratoires dans le sol. Les tirs induisent, outre les ondes aériennes, des vibrations dans les terrains avoisinants, qui se définissent par leur amplitude, leur vitesse et leur accélération en fonction du temps. Deux types de mouvements caractérisent principalement les vibrations générées par une carrière :

- les mouvements stationnaires liés aux unités de traitement,
- les mouvements transitoires liés aux tirs de mines.

Ces mouvements dépendent de la nature géologique des terrains traversés, des accidents géologiques naturels (failles, karsts, pendages, interfaces des couches, etc.). La réglementation fixe les amplitudes admissibles en fonction des plages de fréquence prises en considération.

2.1.5.2. potentiel dangereux

Hors conséquences physiologiques ou psychiques sur l'être humain, les vibrations peuvent causer des dégradations aux constructions et provoquer des fissures, des dé-jointoiements ou des bris de glace.

Effets des vibrations émises par les tirs de mine :

Les nuisances induites dépendent pour une large part de la sensibilité intrinsèque des individus. Cette sensibilité s'avère d'ailleurs très subjective car les individus ont tendance à confondre bruit et vibration. En fait les effets induits par les vibrations sont fonction de leur vitesse particulière et de leur fréquence.

Certaines études montrent que l'homme est sensible à des vitesses particulières de l'ordre de 0,1 mm/s, valeur qui est bien inférieure à celle qui est susceptible de provoquer des dégâts.

Enfin, il existe des effets indirects concrétisés par les bruits induits de l'action des vibrations sur certains éléments plus résonnants de la structure (cloisons minces, vitrages) ou sur certains objets se trouvant dans les habitations (verrerie, bibeloterie).

Effets de vibrations émises par les matériels et les machines ou engins :

Ces effets concernent essentiellement les travailleurs du site. Il s'agit de vibrations d'origine mécanique et qui se répercutent sur l'ensemble du corps (conduite d'engins et de camions par exemple). Les pathologies associées sont fonction de la caractéristique des vibrations initiales, de la durée d'exposition, de la posture de l'individu, des efforts qu'il exerce, et d'autres paramètres tels que la température extérieure ou ... les courants d'air auxquels il est soumis !

Au niveau des bandes de fréquence, c'est celle qui est comprise entre 4 et 8 Hz qui est considérée comme la plus dangereuse. Cependant, certaines vibrations dont les fréquences varient entre 4 et 250 Hz peuvent être à l'origine de troubles vasculaires.

Le RGIE régleme nte ces effets et oblige à la surveillance des individus exposés.

2.1.5.3. voies d'exposition

a) voies de transfert

Pour les vibrations émises par les tirs de mines :

Elles se propagent par l'air et le sol (vitesses de l'ordre de 300 à plusieurs milliers de mètres par seconde en fonction de la structure des milieux traversés).

Pour les vibrations dues au fonctionnement des matériels :

Elles se transmettent par contact direct avec la source de vibration ou par contact avec le sol de l'environnement proche.

b) voies d'exposition

C'est le corps dans son ensemble qui est sensible.

2.1.5.4. population concernée et populations sensibles

Si l'on ne se préoccupe pas des employés du site dont les conditions de travail sont réglementées dans le RGIE, c'est la population riveraine qui est encore directement concernée, en général principalement par les vibrations dues à l'usage d'explosif.

2.1.6. La circulation routière

2.1.6.1. *inventaire des sources*

Par définition de leur activité, les carrières d'extraction ont besoin de transporter les matériaux jusqu'aux points de livraison qui sont, généralement et pour des raisons économiques, situés à des distances maximales comprises entre 30 et 40 km. Ces flux de véhicules de fort tonnage et de grandes dimensions provoquent de telles gênes aux riverains qu'ils en sont devenus leur premier point de récrimination.

2.1.6.2. *potentiel dangereux*

Au même titre que la circulation routière classique, ces flux de camions sont susceptibles de provoquer des effets néfastes pour la santé humaine :

- danger corporel du à la possibilité d'accident de circulation,
- danger à cause de la dépose de boues sur les chaussées environnantes,
- poussières soulevées sur la route et poussières provenant des matériaux transportés,
- nuisances ou dangers à cause des vibrations, des émissions de gaz d'échappement ou de l'utilisation des klaxons de recul,
- nuisances ou dangers suite aux détériorations des revêtements routiers.

2.1.6.3. *voies d'exposition*

Ce sont ici un regroupement des diverses voies précisées par ailleurs :

- corporel total,
- par inhalation,
- par le système auditif,

2.1.6.4. *population concernée et populations sensibles*

Ce sont les riverains avec une mention particulière pour ceux dont les habitations se situent à proximité des voies de transport ou pour ceux qui les empruntent couramment pour leurs besoins quotidiens (approvisionnement, trajet du travail ou scolaire, ...)

2.1.7. L'eau

Les divers domaines à étudier sont les suivants :

- hydrodynamique : modification des écoulements de l'eau, de la piézométrie des nappes, de la productivité des captages ;

- hydromécanique : transfert de matières en suspension, modification des berges et des fonds par érosion et sédimentation, réduction des échanges après colmatage ;
- physico-chimique : modification de la qualité chimique ou bactériologique des eaux avec ou sans intervention de polluants ;
- hydrothermique : variations de température des nappes souterraines ou des rivières ;
- hydrobiologique : modification des équilibres biologiques dans les rivières (directement ou par rejets des eaux traitées) ou dans les gravières, eutrophisation notamment.

Et si la réglementation fixe des valeurs limites de qualité d'eau avant rejets, il y a lieu aussi d'aborder l'étude des effets possibles sur la santé après l'abandon et le réaménagement du site (effets à longue durée).

2.1.7.1. inventaire des sources

Sur un site d'exploitation les sources de pollution des eaux sont assez nombreuses mais pour les populations riveraines concernées par ce facteur, l'impact majeur se situe au niveau des points de rejet des eaux collectées et/ou traitées sur le site.

Les sources potentielles sont les suivantes :

- les hydrocarbures provenant :
 - des lieux de distribution de carburant,
 - des lieux de réparation et d'entretien,
 - des fuites accidentelles de moteurs,
 - des aires de lavage ou de nettoyage,
- les eaux d'exhaure,
- les eaux de ruissellement sur les zones décapées du site,
- les lixiviats des déchets stockés sur le site,
- les rejets des installations sanitaires des employés du site,
- les eaux issues des procédés de premier traitement,
- les eaux issues des autres procédés présents sur le site (centrale à béton),

Ces différentes sources peuvent influencer sur les caractéristiques de l'eau par l'intermédiaire des facteurs suivants :

- les matières en suspension (MES),
- les germes et bactéries,
- les éléments métalliques divers,
- les métaux lourds,
- le potentiel hydrogène (pH),
- les sulfates,
- les chlorures.

2.1.7.2. *potentiel dangereux*

a) les hydrocarbures

La composition et la qualité des hydrocarbures sont très variables et le principal effet d'exposition chronique à de faibles doses reste la dermatite qui se déclare à la suite d'un contact direct avec la peau.

En ce qui concerne les composés organiques volatils (COV), le benzène provoque à la suite d'expositions chroniques des troubles neuropsychiques et digestifs par inhalation ou des irritations locales par contact direct. Le benzène est cancérogène et peut générer des leucémies.

Enfin, pour les voies d'exposition indirectes, les hydrocarbures peuvent contaminer les poissons par bioaccumulation et les rendre ainsi impropres à la consommation.

b) germes et bactéries

Les éventuelles pollutions microbiologiques, générées par des installations sanitaires défectueuses, peuvent entraîner des gastro-entérites ou des affections de type hépatites.

c) les éléments métalliques

Dans l'optique d'expositions chroniques, les effets suivants sont possibles et sont décrits plus en détail dans les fiches de l'INRS []:

- **FER**: effets esthétiques (coloration rouge de l'eau) et gustatifs (goût métallique ,ou "de poisson pourri" due à la décomposition de bactéries ferrugineuses),
- **MANGANESE**: effets esthétiques (coloration noire de l'eau) et gustatifs. Il favorise aussi le développement de bactéries spécifiques,
- **CUIVRE**: effets gustatifs avec des saveurs métalliques et astringentes. Il est toxique pour les dialysés rénaux,
- **ALUMINIUM**: effet neurotoxique reconnu,
- **CADMIUM**: effets toxiques nombreux. A caractère cumulatif, il est responsable d'atteintes rénales, de manifestations pulmonaires (emphysèmes), de troubles digestifs, d'atteintes osseuses, de laryngites et de rhinites,
- **ZINC**: peut provoquer des troubles gastro-intestinaux lorsqu'il se trouve sous la forme de sels solubles,
- **MAGNESIUM**: effets gustatifs (saveur amère) et laxatifs,
- **MERCURE**: effets toxiques nombreux et reconnus. Il peut générer de encéphalopathies, des tremblements des doigts et de la face, des troubles du comportement, des stomatites et des atteintes neurologiques,
- **ARSENIC**: génère des atteintes cutanées (dermites, cancer de la peau), des atteintes des muqueuses, des chutes des cheveux, des polynévrites

sensitivomotrices, des atteintes sanguines, digestives, rénales et des troubles cardiovasculaires voire des cancers (poumons et peau en particulier),

- **PLOMB**: effets nombreux et reconnus dont l'anémie, les atteintes de l'appareil digestif, les atteintes du système nerveux, des reins ...

d) les chlorures (ex: NaCl et KCl)

Ils donnent un goût saumâtre à l'eau et sont responsables de maladies cardiovasculaires (NaCl).

e) les sulfates (ex: MgSO₄)

Ils ont des effets gustatifs et digestifs (diarrhées infantiles)

f) le pH

Il influe sur la forme des produits chimiques en présence et peut avoir une incidence directe sur la toxicité des composés. Un pH basique (supérieure à 7) provoque la précipitation des métaux sous la forme d'oxydes. Un pH acide génère des altérations hydrochimiques qui peuvent perdurer longtemps après l'abandon du site et qui se caractérisent aussi par la précipitation de certains métaux (Al, Fe, Cu, Pb, Mn, Zn, Ni, ...). Ces phénomènes d'acidification des eaux de carrières (eaux d'exhaures) ont fait et font toujours l'objet d'études³ [11] mais procèdent d'altérations bien connues dans le domaine minier ("drainage minier acide" ou DMA). La présence de ces exhaures acides provient du fait que la plupart des métaux se trouve emprisonnés dans des minerais sulfurés, comme la pyrite de fer. Lorsque les minéraux sulfurés sont exposés à l'air et à l'humidité, il se produit une oxydation qui forme de l'acide sulfurique. Cette production d'acide peut s'accroître pendant des centaines d'années et elle devient presque impossible à stopper, en l'état actuel des connaissances et des possibilités technologiques (EACPT!). L'accélération du processus est favorisée par la présence de bactéries, naturellement présentes dans le milieu, qui catalysent la réaction en oxydant les sulfures de fer et le soufre élémentaire. L'activité oxydatrice microbiologique est de 500 000 à un million de fois plus rapide que l'oxydation à l'air libre dans des conditions environnementales similaires. Les bactéries impliquées appartiennent au genre *Thiobacillus* sp, un groupe qui ne représente aucun danger pour les mammifères.

Le pH des effluents de carrière ou des eaux de lixiviation provenant des zones de stockage des résidus, s'il présente un danger réel pour la faune aquatique, ne constitue pas un réel problème de santé publique (EACPT). Cependant, une eau très acide entraîne

la libération de divers métaux lourds (aluminium, arsenic, cadmium, cuivre, fer, plomb, nickel et zinc) présents dans la gangue ainsi que dans la roche mère sur laquelle cette eau s'écoule.

Aussi il est impératif que des études et des sondages géologiques soient réalisés au préalable sur la zone de projet de façon à déterminer la constitution chimique et les concentrations métalliques des roches à extraire. Ces connaissances permettront d'élaborer des mesures destinées à réduire les taux de métaux lourds dans les rejets et à remonter la valeur du pH pour qu'il soit compatible avec les objectifs de qualité du cours d'eau récepteur.

2.1.7.3. voies d'exposition

a) voies de transfert

- par les ruisseaux récepteurs des rejets,
- par l'intermédiaire des nappes phréatiques (ou d'autres nappes s'il existe des mise en communication) qui, à leur tour, pourraient polluer d'éventuels points de captage. Les sensibilités des nappes dépendent des possibilités de percolation de la pollution à partir de la surface et de la propagation de la nappe elle-même. Les temps de transit dans la zone non saturée varie en fonction de la constitution du sol; si la vitesse est très variable dans les karsts, elle est de l'ordre de 1m/h dans les alluvions sableux, de 1 m/j dans les craies fissurées et d'environ 1 m/an dans les argiles ou les limons.

b) voies d'exposition

- principale : par ingestion,
- secondaire : par la consommation de végétaux (irrigation) ou d'animaux au préalable exposés.

2.1.7.4. population concernée et populations sensibles

A l'instar des autres facteurs, la population concernée est essentiellement la population riveraine des installations. Il est possible de distinguer cependant la partie des habitants qui risquent d'être la plus exposée :

³ voir notamment les études réalisées par le BRGM et CELLES sous couvert de l'UNICEM Bretagne.

- ceux dont les puits d'alimentation en eau sont à proximité du site ou ceux dont les puits sont influencés par des nappes en relation avec la zone d'extraction,
- ceux situés le long des cours d'eau en aval des rejets du site,

Les populations sensibles sont dans ce cas les femmes enceintes, les jeunes enfants, les personnes âgées et les immunodéprimés.

2.1.8. Les déchets

Ce facteur de risque est commun à toutes les installations industrielles et fait l'objet d'une réglementation et de contrôles. Des lieux et des volumes de stockage sont à choisir et à déclarer. L'évacuation est réalisée conformément aux prescriptions réglementaires et la destination des déchets est fonction de leur nature et de leur toxicité.

2.1.9. Les autres nuisances ou dangers possibles

Ces autres nuisances ou dangers sont identifiés en se référant à la définition de l'OMS sur la santé. Cette définition, certes très globale, permet néanmoins d'appréhender des sources de gêne souvent totalement omises tant, dans l'esprit de certaines personnes, « santé » rime exclusivement avec « absence de maladie ». Et pourtant, il n'est point besoin d'être fort savant pour comprendre qu'un être humain a besoin d'autre chose que sa bonne santé physiologique pour se *sentir* en bonne santé.

2.1.9.1. *inventaire des sources*

Ainsi, il est possible d'inventorier d'autres facteurs qui seront à étudier lors de l'étude d'implantation d'une carrière. Sans les détailler, il est possible de les regrouper en quelques grandes catégories :

- le sentiment de perte de patrimoine naturel, l'atteinte au territoire patrimonial (maison, terrain, arbres séculaires, ...),
- la dépréciation de la valeur foncière du bien possédé,
- la perte de lieux spirituels ou traditionnels (calvaire, fontaine, ancien cimetière, ...)
- le sentiment d'intrusion dans la communauté,
- la réduction ou la perte d'un emploi,
- la non-prise en compte ou la non considération du savoir traditionnel (raisons de l'implantation d'un talus, d'un fossé, ...héritage de siècles de connaissance d'un site détenu par ceux qui vivent auprès de la terre),
- l'impression d'être entendu, mais pas écouté, par les « perturbateurs »,

- l'impression de ne pas bénéficier des bienfaits indirects en compensation des perturbations vécues ou à vivre.

2.1.9.2. *potentiel dangereux ou de nuisance*

Il n'y a pas de danger potentiel à proprement parler car il s'agit surtout de désagréments, de gênes ou de sentiment d'injustice qui font appel plutôt aux caractéristiques psychoaffectives des individus. Il n'en demeure pas moins que l'histoire nous rappelle qu'il arrive que l'installation d'une industrie sur un site engendre des désordres importants, voire extrêmes, et où les protagonistes peuvent s'opposer jusqu'à l'atteinte corporelle ! En terme de ressentis psychoaffectifs la quantification n'est pas possible tant ils sont spécifiques et individuels. Cela souligne l'importance d'une bonne connaissance et d'une analyse précise des populations concernées, démarche qui prend appui sur une consultation ouverte et respectueuse. Car c'est par le biais de l'information et de la participation du public que cet aspect des désagréments sera le mieux et le plus sereinement abordé et réglé.

2.1.10. Ce que ressentent les populations concernées

Les ressentis des riverains sont divers et variés, parfois hauts en couleur dans leur expression orale et parfois extrêmes. Tout en ayant conscience des facteurs psychologiques et des effets de groupe, la tendance générale montre que la hiérarchisation des effets néfastes se fait suivant l'ordre suivant :

- la circulation routière et ses nuisances associées,
- les bruits dus aux klaxons de recul des engins et camions,
- (les modifications de la faune et de la flore),
- (les modifications du paysage)
- les vibrations dues aux explosions,
- les bruits d'exploitation,
- les poussières,
- les variations de qualité des eaux (influençant la faune et la flore, donc ayant des conséquences sur l'activité de pêche),.

2.2. Estimation des relations de dose-réponse (ou dose-effet)

2.2.1. Pour une bonne compréhension de la problématique en question

La relation dose-effet, ou dose-effet, est spécifique d'une voie d'exposition. Elle crée un lien entre la dose de substance mise en contact avec l'organisme humain par

l'intermédiaire de cette voie d'exposition et la probabilité d'un effet toxique jugé critique. Cette relation est exprimée par une valeur numérique appelée "indice" ou "valeur toxique de référence"(VTR⁴).

Globalement, deux types de relation dose-réponse sont prises en compte en fonction des mécanismes mis en jeu dans la survenue des effets toxiques:

- les effets toxiques à seuil (ou "déterministes"),
- les effets toxiques sans seuil (ou "stochastiques").

Concernant les expositions chroniques, qui sont les cas retenus pour la population générale riveraine des sites de carrières à ciel ouvert, les données sont encore nettement insuffisantes et, pour celles qui existent, très disséminées. En revanche les expositions dites professionnelles (chroniques ou aiguës) sont mieux connues et font l'objet de nombreuses recherches. Des valeurs limite d'exposition ont été établies et sont facilement accessibles (Médecine du travail, Caisses d'assurance maladie, universités, ...)

Les risques professionnels dans les carrières ont été historiquement élevés :

Pneumoconioses diverses (silicose, kaolinose, schistose, ...), traumatismes auditifs, chutes, accidents de circulation etc ... Des normes ou des valeurs limites d'exposition ont donc été établies (et certaines depuis fort longtemps) et force est de constater que les responsables industriels font en général de gros efforts pour remédier aux risques constatés.

Les mesures prises sur les sites d'extraction ont, pour certaines, des répercussions directes sur les populations riveraines, dites "population générale", ce qui conduit à estimer qu'à défaut d'indications précises sur les intoxications chroniques de la population générale, il est possible de se référer aux valeurs professionnelles découlant de l'application du RGIE. N'oublions cependant pas que toutes les nuisances ne sont pas perçues, ni reçues d'ailleurs, de la même façon par les deux types de population (exemple de la circulation routière ou des klaxons de recul), et que les conditions ainsi que les durées d'exposition sont aussi fort différentes.

2.2.2. Les « bruits de fond »

Il s'agit là d'évaluer, par type de nuisances ou de polluant, le niveau ambiant antérieur à l'installation du projet. Il conviendra de vérifier que l'addition des différentes expositions n'amène pas l'ensemble des risques à un niveau trop élevé.

En tout état de cause, il faut cerner, préciser et débattre des manques de connaissances ou des incertitudes sur certaines sources de nuisance présentes sur le site du projet.

⁴ Le présent mémoire ne peut prétendre expliquer toutes les notions utilisées dans la démarche d'évaluation des risques, mais le lecteur peut se référer au document publié par l'InVS et référencé dans la bibliographie.

2.2.3. valeurs limites applicables

Devant les limites de connaissances concernant les relations doses-réponses dans le cas d'expositions chroniques appliquées à une population générale et relatifs aux « polluants » des carrières d'extraction, les valeurs réglementaires sont applicables en attendant que des études épidémiologiques apportent de plus amples informations.

L'arrêté du 22 septembre 1994 relatif aux exploitations de carrières et aux installations de premier traitement des matériaux de carrières a été complété par la circulaire n°96-52 du 2 juillet 1996. Ces textes précisent un certain nombre de valeurs limites spécifiques et leur cadre d'application.

D'autre part, certains agents ou éléments ne sont pas réglementés au sens strict des carrières d'extraction. C'est alors l'arrêté du 2 février 1998 qui peut servir de référence et applicable ; il est relatif aux prélèvements et à la consommation d'eau ainsi qu'aux émissions de toute nature des ICPE soumises à autorisation mais exclut de son champ d'application un certain nombre d'installations dont les carrières.

Ci dessous, les valeurs exigées par le RGIE sont données pour indication et comparaison sachant qu'il s'agit là d'une population professionnelle.

2.2.3.1. *Pour les poussières*

- **RGIE** : <5 mg/m³ de quartz et des zones géographiques d'empoussiérages avec niveau de référence doivent être définies
- **Exposition professionnelle hors carrières**: pour des expositions de 8 heures (décret du 10 avril 1997),
 - a) concentration moyenne en silice cristalline des poussières alvéolaires
 - 0,1mg/m³ pour le quartz,
 - 0,05 mg/m³ pour la cristobalite et la tridymite,
 - b) valeur limite de moyenne d'exposition pour les poussières alvéolaires sans effet spécifique: 5mg/m³,
- * **ACGIH** : TLV respirable,
 - 100 µg/m³ pour le quartz,
 - 50 µg/m³ pour la cristobalite et la tridymite,
- **Arrêté⁵** : la concentration du rejet pour les poussières (après captage et dépoussiérage) doit être inférieure à 30 mg/Nm³ et, en aucun cas, ne dépasser 500 mg/Nm³
- **Valeur guide OMS pour les PES⁶** : 125 µg/m³ par 24 heures
- **Valeur guide française et européenne pour les PES**: 100-150 µg/m³ par 24 heures sur l'année
- **Commentaires**: en revanche il n'existe pas de seuil officiel pour les poussières sédimentables (diamètre supérieur à 10 µm) ni aucune étude corrélative avec

⁵ Arrêté du 22 septembre 1994, complétée par la circulaire n°96-52 du 2 juillet 1996.

⁶ PES : particules en suspension.

l'impact sur la santé. La norme AFNOR (NF X 43 007) considère 1000mg/m²/jour comme limite entre les zones "fortement" et "faiblement" polluées. La norme allemande fixe à 350 mg/m²/jour le seuil des nuisances importantes. Et AIR Languedoc-Roussillon considère que les niveaux de fond régionaux sont situés entre 30 et 120mg/m²/jour. Des niveaux de l'ordre de 500 mg/m²/jour témoignent déjà d'une gêne potentielle importante, suivant le type d'environnement qui subit cet empoussièrément.

2.2.3.2. Pour le bruit

- **RGIE** : - niveau d'exposition sonore quotidienne : 85 dBA
- niveau de pression acoustique de crête : 135 dB
- **Arrêté** : en dehors des tirs de mines, les bruits émis ne doivent pas avoir d'émergence⁷ supérieure aux valeurs suivantes à l'intérieur des locaux riverains dont les fenêtres sont ouvertes ou non et pour des niveaux supérieur à 35 dBA,
 - 5 dBA pour la période allant de 6h30 à 21h30, sauf dimanche et jours fériés,
 - 3 dBA pour les autres périodes,

2.2.3.3. Pour les vibrations

- **Arrêté** : les vitesses particulières pondérées ne doivent pas dépasser les 10 m/s mesurées suivant les trois directions (L, V, T). Les pondérations se font par rapport à des plages de fréquence et sont définies dans l'arrêté.

2.2.3.4. Pour l'eau

- **Arrêté** : pour les rejets d'eau, les valeurs sont les suivantes:
 - 5,5 < pH < 8,5
 - température < 30°C
 - MEST < 35 mg/l (norme NFT 90 105)
 - DCO sur effluent non décanté < 125mg/l (NFT 90 101)
 - Hydrocarbures < 10 mg/l (NFT 90 114)
 - Modification de la couleur au point de rejet < 100 mg Pt/l,
- Limites de qualité des eaux destinées à la consommation humaine définies dans le décret n°89-3 :
 - 6,5 < pH < 9
 - Hydrocarbures dissous < 10g/l

⁷ L'émergence est définie comme étant la différence entre les niveaux de bruit mesurés lorsque l'ensemble de l'installation est en fonctionnement et lorsqu'il est à l'arrêt.

- Germes et bactéries absent
- Concernant les éléments métalliques, plusieurs valeurs de référence peuvent être données ; elles sont exprimées dans le tableau suivant :

Élément métallique	Limite de qualité eau potable *=guide	Limite de qualité des eaux Brutes utilisées pour la Production d'eau potable (décret n°91-257)	Limite de qualité des eaux résiduaires des ICPE (arrêté du 2.2.98)
FER	*200 µg/l	200 µg/l	5 mg/l de Fe+Al si le rejet>20g/j
MANGANESE	*50 µg/l	1000 µg/l	1 mg/l si le rejet>10 g/j
MAGNESIUM	50 mg/l		
ALUMINIUM	0,2 mg/l		Id FER
MERCURE	1 µg/l	1 µg/l	0,05 mg/l pour certains secteurs et certains flux
CADMIUM	5µg/l	5 µg/l	0,2 mg/l pour certains secteurs et certains flux
ZINC	5 mg/l	5 mg/l	2 mg/l si rejet>20 g/j
ARSENIC	50 µg/l	100 µg/l	0,05 mg/l si rejet>0,5g/j
CUIVRE	*1 mg/l	1 mg/l	0,5 mg/l si rejet>5g/j
PLOMB	50µg/l	50 µg/l	0,5 mg/l si rejet>5g/j

2.2.3.5. Pour la circulation routière

Il n'existe aucune valeur guide ou de référence autre que celles qui concerne les dangers précédemment cités (poussières, bruit, vibrations, ...). Des études pourraient tenter de quantifier les gênes et les nuisances en fonction des flux de véhicules et des types de zones d'habitation.

2.2.3.6. Pour les autres dangers ou nuisances

Il en va de même que pour la circulation routière mais des éléments d'appréciation peuvent être recueillis auprès de certains organismes ou auprès de certaines personnes privées :

- notaires et agences immobilières pour les valeurs foncières et immobilières,
- mairie, évêché, paroisse, associations pour les monuments et lieux à valeurs symboliques,
- médecins des populations concernées pour l'aspect général de la santé des populations et les aspects psychiques ou psycho-affectifs,
-

Les promoteurs de projets doivent impérativement aller au devant de l'information pour mettre en évidence et comprendre les sujets à problèmes, les inquiétudes et les sensibilités des populations qui seront impliquées directement ou indirectement par leur projet.

2.2.4. Conclusion sur les doses-réponses

Il reste encore de grands progrès à faire à propos des populations générales et de leurs expositions chroniques à des faibles doses. En attendant que des études à venir apportent des précisions réelles sur ces sujets, les valeurs à utiliser sont celles exigées par la loi, sachant que dans bien des cas les valeurs françaises iront dans le sens d'une plus grande exigence. Il convient donc de se baser dès aujourd'hui sur les valeurs les plus exigeantes et de les regarder comme des buts à atteindre dans un avenir à échelle humaine.

2.3. Qu'en est-il de l'évaluation des expositions humaines ?

2.3.1. Définition

Ce niveau d'exposition des populations environnantes est examiné en le quantifiant par substances. L'évaluation consiste à quantifier la contamination des différents compartiment environnementaux (air, eaux, sol, chaîne alimentaire). Et bien sûr, le personnel de l'exploitation n'entre pas dans le champ de cette évaluation qui vise essentiellement la population générale.

Ces niveaux d'exposition envisage le fonctionnement normal de l'installation, c'est-à-dire celui tenant compte des mesures de prévention et de réduction des émissions et des nuisances (les flux nets et non les bruts). Et pour les substances persistantes, ils doivent être aussi envisagés au terme de plusieurs décennies de fonctionnement, après accumulation de ces substances dans les milieux concernés.

Les scénarios critiques avec des expositions maximales en cas de dysfonctionnement prolongé de l'installation font partie du chapitre "étude des dangers" qui est prévue dans les études d'impact soumises à autorisation.

2.3.2. Vecteurs de diffusion ou de propagation

Ces vecteurs sont l'air, l'eau, la terre, les végétaux et aliments. Leur importance respective et leurs associations sont extrêmement variables, et font partie des composantes locales à analyser.

2.3.3. Facteurs d'influence

Le vent est le principal facteur d'influence avec les caractéristiques qui lui sont propres : direction dominante, vitesse, tourbillons...

Mais d'autres facteurs peuvent intervenir sans que l'état actuel des connaissances scientifiques permette de le prouver avec certitude : température de l'air, hygrométrie, pluie, brouillard, ..

Il faut enfin retenir l'influence des aménagements périphériques au site d'exploitation comme les talus, merlons, plantations d'arbres ou de végétaux, etc.

2.4. La caractérisation des risques

2.4.1. Quelques explications

Cette caractérisation des risques est l'étape de synthèse de l'évaluation des risques. Il s'agit de connaître l'effet des expositions sur la population générale en les comparant à des valeurs de référence. La détermination du risque sanitaire résulte donc de la combinaison des valeurs d'exposition à des valeurs de référence.

Les valeurs d'exposition à prendre en compte sont celles correspondant au fonctionnement normal de l'installation et, pour l'étude des dangers, les valeurs maximales. Mais pour ce dernier cas les hypothèses de dysfonctionnement prolongé sont écartées (il y aurait arrêt des installations et donc arrêt des nuisances et pollutions) et les études de dangers des dossiers de carrières n'envisagent que des cas d'exposition aiguës et non chroniques.

2.4.2. Les populations concernées

Dans l'analyse des effets sur la santé des populations riveraines des exploitations d'extraction, la population est qualifiée de population générale, étant entendu que celle-ci s'étend aux usagers riverains des axes de transfert des nuisances et pollution (aval des cours d'eaux, axes routiers de transport des matériaux, ...).

2.5. Les effets cumulatifs

L'accumulation des effets de plusieurs dangers, nuisances ou gênes sur une même population est un des éléments majeurs des analyses finales. Il serait effectivement irréaliste de se cantonner aux seules conséquences d'une nouvelle installation sans tenir compte des niveaux existants de "pollutions" au sens large.

Et cet aspect de la démarche doit partir du plus simple (substance unique avec bruit de fond) pour aller au plus complexe (accumulation de plusieurs substances à des concentrations différentes et des bruits de fond inégaux, cumul local de plusieurs installations industrielles et/ou de plusieurs aménagements déjà préjudiciables, ...). Que dire en effet de l'hypothèse d'une implantation de carrière à proximité immédiate d'un bourg qui accueille déjà une usine d'incinération, un abattoir, et compte dans son périmètre immédiat le passage d'une route à 4 voies et d'une ligne de TGV ? A chaque cas correspond des possibilités et des aménagements, voire des mesures particulières de

compensation, mais il faut bien que ces effets cumulatifs soient abordés et traités. L'avis et les commentaires des populations concernées sont alors indispensables.

2.6. Présentation des données

La présentation des données doit être la plus claire et la plus lisible possible.

Ces dossiers étant en général assez volumineux, il convient de mettre en œuvre tous les moyens possibles de clarification, comme par exemple :

- Formuler des intitulés précis pour les chapitres, paragraphes, etc.
- Privilégier l'emploi de tableaux pour la présentation de données,
- Soulager les textes des renseignements non utiles à sa bonne compréhension générale et les reporter en annexes,
- Synthétiser les conclusions,
- Utiliser des supports papier de couleurs pour le repérage des différentes parties : vert pour l'environnement pur, bleu pour ce qui concerne les populations et la santé humaine, rose pour l'étude des dangers et la notice HSCT, blanc pour..., etc.
- Systématiser les annotations en pied de page pour référencer les modifications et les mises à jour,
- Etudier la possibilité de supports autres que papier et notamment les CD-Rom,
- Etc.

3. PREVENTION ET GESTION DES RISQUES **POUR LA SANTE**

De façon à ce que la gestion des risques n'influe pas sur le déroulement ni sur les conclusions de l'évaluation des risques, il conviendrait que cette gestion soit dissociée de l'évaluation, et donc que des structures différentes en aient la charge. Actuellement, les études d'impact sont intégralement réalisées par la même structure, y compris les propositions de prévention et de gestion des risques (mesures destinées à réduire, limiter, voire supprimer les risques identifiés au cours de l'étape précédente de l'analyse).

Dans le domaine des carrières d'extraction à ciel ouvert, la gestion a minima du risque se traduit par le respect des normes et des valeurs limites édictées dans la réglementation. En l'occurrence il s'agit de **l'arrêté du 22 septembre 1994 complété par la circulaire n° 96-52 du 2 juillet 1996**. Cependant, la stricte observance des règlements ne suffit pas toujours à garantir l'absence de risque pour la santé et il est impératif de tenir compte des conditions locales et surtout du bruit de fond.

Une approche différente consisterait, en l'absence de toute réglementation applicable à la population générale, à se référer aux valeurs limites utilisées pour la protection des travailleurs (le RGIE pour les carrières). Cela n'est pas sans approximations qui peuvent sembler grossières, mais au moins a-t-on l'assurance que des taux excessifs seront évités :

- les durées d'exposition ne sont pas comparables,
- les populations exposées n'ont pas les mêmes sensibilités,
- les facteurs psycho-sociaux sont extrêmement différents.

Les mesures de gestion sont très codifiées et de nombreux contrôles réguliers sont prévus par les organismes compétents (DRIRE, CRAM, DDASS, ...). On trouve une littérature abondante à ce sujet.

L'objet de ce mémoire n'est pas de détailler ce chapitre particulier qui doit être consécutif à la démarche d'analyse des effets des risques sur la santé mais l'arrêté de référence donne de nombreuses directives dans tous les domaines relatifs à la prévention des pollutions et des gênes extérieures à l'exploitation (chapitre 3 de l'arrêté) : circulation, pollutions accidentelles des eaux, émissions de poussière, déchets,

bruit et vibrations. L'arrêté d'autorisation peut cependant fixer, si nécessaire, des dispositions plus contraignantes.

4. COMMENT CONCRETISER L'ANALYSE DES EFFETS SUR LA SANTE DANS UNE ETUDE D'IMPACT ?

4.1. Le dossier type ou dossier de référence

Dans les paragraphes précédents, la démarche d'évaluation des risques à été détaillée sans cependant apporter toutes les réponses aux interrogations possibles qui peuvent varier d'un site à un autre en fonction notamment du type de matériau extrait et de l'urbanisation des environs du lieu d'exploitation. Ces interrogations « variables » et leurs réponses sont spécifiques de chaque projet et il revient au pétitionnaire de s'assurer de l'exhaustivité des analyses à réaliser.

Cependant, par type d'activité industrielle (et ici nous traitons le cas des carrières d'extraction), il est possible et utile de bâtir un dossier « type », ou dossier « de référence », qui a pour objet la standardisation optimale de la présentation de l'analyse des effets sur la santé humaine de façon à ce qu'aucun élément ne soit laissé de côté et à ce que l'administration puissent instruire les dossiers dans des délais raisonnables sans avoir à réclamer trop de pièces ou d'explications complémentaires. De tels dossiers sont appelés à évoluer et à mûrir grâce aux confrontations des différentes parties prenantes et grâce aussi aux progrès scientifiques.

Les canevas suivants sont présentés suivant une hiérarchisation succincte et qui évite d'alourdir la lecture du présent document. On retrouvera en annexe ces canevas dans une présentation plus exhaustive.

La place de « l'analyse des effets sur la santé » au sein de l'étude d'impact fait par ailleurs l'objet du paragraphe 4.3.

- Tableau des impacts généraux -

Agresseur /Exposition	Nature de l'agresseur	Impact environnemental	Zone d'influence	Mesures de contrôle	Normes ou recommandations	Effets sur la santé	Population à risque	Proba. et incertitudes
Emissions Gazeuses Ou Atmosphériques								
Emissions liquides ou dans l'eau								
Emissions solides ou dans les sols								
Nuisances								
Impacts indirects de nature psycho-sociale								
Sinistre technologique								

-Tableau concernant les effets sur la santé-

Agresseur Exposition	Effet sur la santé	Population à risque	Probabilité De survenue	Indicateur biologique/suivi de l'environnement	Informations Références
Emissions gazeuses ou atmosphériques					
Emissions liquides ou dans l'eau					
Emissions solides ou dans les sols					
Nuisances					
Impacts indirects ou autre exposition					
Sinistre technologique					

Ces matrices permettent de juger de l'exhaustivité des données présentées sur les impacts négatifs possibles sur la santé. Et, par le même fait, de contrôler si le pétitionnaire peut combler convenablement l'ensemble des cellules de la figure.

Une première vérification sommaire permet de constater, par exemple :

- si le tableau est complet (toutes les cases remplies),
- si la littérature semble à jour,
- si les arguments du pétitionnaire semblent exacts et tangibles,
- si les incertitudes ou les faiblesses de bases de données ou les limites des modèles prédictifs utilisés semblent énoncés,
-

A de telles matrices il convient d'associer judicieusement l'ensemble des renseignements, des méthodes utilisées, des calculs réalisées, des mesures effectuées, ... en évitant les redondances avec les autres parties de l'étude d'impact (utiliser les renvois sans pour autant les rendre systématiques!).

4.2. Les limites et les incertitudes : choix et gestion

Dans l'analyse des effets sur la santé, l'estimation des risques est étroitement liée à l'état des connaissances scientifiques et générales. Il importe donc d'en faire état et de préciser toutes les limites et les incertitudes par rapport aux aspects étudiés. L'expression « ...en l'état actuel de nos connaissances... » prends ici toute sa valeur sous réserve que l'on explicite les contours de cet « état » !

Dans la circulaire du 17 février 1998 relative à l'application de l'article 9 de la loi sur l'air et l'utilisation rationnelle de l'énergie apparaissent les phrases suivantes :

« Le niveau d'exigence requis dans la conduite et la présentation de ces volets de l'étude obéit aux mêmes principes que le reste de l'étude d'impact : il est nécessairement subordonné aux caractéristiques du projet d'une part, à la faisabilité de l'étude eu égard à l'état des connaissances d'autres part. Pour surmonter cette dernière difficulté, l'étude pourra retenir plusieurs hypothèses, mais en aucun cas, l'argument de l'insuffisance des connaissances ne pourra justifier l'absence de ces développements ».

C'est ainsi qu'il est implicitement fait allusion aux principes de proportionnalité et de spécificité, et même un peu plus loin dans cette même circulaire, au principe de précaution :

« Les développements de certains aspects de l'étude trouveront nécessairement leurs limites dans l'état actuel de la connaissance scientifique, technique ou des avancées méthodologiques [...] L'étude devra alors s'appuyer sur le principe général de précaution⁸ »

⁸ Cf. « Lignes directrices pour l'application du principe de précaution », CE, MATE, 17 octobre 1998.

4.3. La place de cette analyse dans l'étude d'impact

De l'avis des spécialistes et des organismes œuvrant sur le sujet, la constitution d'un volet spécifique au sein de l'étude d'impact des projets d'aménagement ne fait pas l'unanimité, même si certains commentaires d'actualité le laissent penser :

« ...il est souhaitable que ce volet soit individualisé au sein de l'étude d'impact, pour constituer un sixième chapitre de l'étude [...]un traitement séparé de cette question aura le double avantage de répondre formellement aux exigences de la loi et de permettre au décideur et au public d'accéder plus aisément à ces éléments d'information ». []

Pour ce qui concerne les ICPE, et donc notamment les carrières, l'administration ne semble pas favorable à une telle présentation individualisée. Avec logique, force est de constater que l'arrivée d'un établissement sur un site donné provoque des modifications diverses et variées d'un état initial, et que les « nuisances » ou « polluants » générés ont presque toujours des conséquences environnementales **globales**, c'est à dire qui englobe l'environnement, en tant qu'écosystème, et la santé humaine. Dans la réalité, de nombreuses données de base sur les polluants concernent à la fois l'étude environnementale pure et l'étude des effets sur la santé. Les dossiers rédigés actuellement atteignent parfois des épaisseurs surprenantes et l'on constate que de nombreux éléments sont redondants. Leur lisibilité et leur compréhension en pâtissent tout en générant aussi parfois une opacité malvenue qui fait douter de la bonne foi du pétitionnaire. L'objectif de clarification doit donc être permanent, et les spécialistes doivent impérativement veiller à ce que leur langage et leurs explications soient facilement compréhensibles par l'ensemble des tiers (et notamment par les populations riveraines concernées).

- Quelle place ?

L'analyse des effets sur la santé pourrait prendre place au sein même des chapitres existants, à savoir :

- Etat actuel ; description et analyse,
- Effets du projet sur l'environnement (**et donc sur la santé des populations concernées directement ou indirectement par le projet**),
- Mesures de suppression, de limitation, d'atténuation ou de compensation des inconvénients du projet sur l'environnement (**y compris pour la santé humaine**),
- Mesures pour la remise en état des lieux,
- Conclusions (environnementales et **sanitaires**).

- de l'importance d'une conclusion spécifique

A défaut d'imposer un volet spécifique pour l'analyse des effets sur la santé, il paraît essentiel d'en regrouper la synthèse et les conclusions en un paragraphe unique. L'utilisation de tableaux simples et clairs permettront aux destinataires des dossiers d'avoir une information globale et rapide, claire et garante d'une volonté de transparence.

L'accès aux informations plus détaillées, aux méthodologies ou aux formules scientifiques employées, aux résultats des calculs ou des mesures effectués, pourront se faire à l'aide de reports précis à des parties spécialisées du document global ou aux annexes.

5. QUELQUES COMPLEMENTS DE REFLEXION

A PROPOS DE CES ANALYSES.

5.1. Comment appliquer la proportionnalité ?

Dans le cadre des carrières d'extraction, il n'est pas à priori envisagé d'appliquer pour chaque demande d'autorisation un principe qui quelque part dans son interprétation, pourrait remettre en cause la législation des installations classées. En effet, et par définition, ce sont des installations potentiellement dangereuses et il n'est pas envisageable de réduire les analyses d'impact sur la santé.

Cependant, d'ores et déjà, quelques mesures peuvent faciliter, aider, soulager les pétitionnaires et simplifier le travail des administrations en charge d'instruire ces dossiers :

- limiter la constitution des dossiers de demande de reconduction ou d'extension dès lors que le dossier initial était complet et à jour,
- élaborer un document de référence (qui sera à mettre à jour au moins une fois par an), comprenant tous les renseignements utiles à propos des carrières et de leurs pollutions. Les prescripteurs pourront ainsi utiliser et faire référence à un document unique mais qui sera évolutif (en fonction de l'avancée des connaissances et des progrès technologiques).
- formaliser la présentation des dossiers (classés, codes couleurs, pagination claire et référencée, utilisation de supports informatiques pour consultation du public par internet par ex., ...),

Une autre démarche pourrait favoriser « l'optimisation » des dossiers ; il s'agit de la présentation de dossiers « préalables » qui permettraient aux autorités responsables de déterminer le niveau d'analyse nécessaire au projet envisagé. Au vu d'un certain nombre d'indicateurs (production prévue, site géographique, prévision de cumuls de pollution, sensibilité de la population, ...) l'autorité, conseillé par les experts dont il souhaitera s'entourer, pourra raisonnablement décider de la nécessité d'une analyse détaillée ou non. Cette démarche se pratique officieusement aujourd'hui mais son instauration permettrait entre autre de l'officialiser et aussi de permettre au public d'être alerté très en amont, ce qui ne peut être qu'une conséquence très positive vis-à-vis des citoyens concernés.

5.2. Le devoir de précaution, un frein ou une assurance tout risques ?

Largement discuté et débattu, tant par les médias que par les professionnels, le principe de précaution fait toujours l'objet de vives critiques. Principe idéal pour certains, il génère pour d'autres des effets pervers comme un renforcement de l'assistantat en général, comme l'immobilisme ou l'abstentionnisme en matière de décision, comme l'entretien de la peur des risques, ... De là à ce que l'on s'aperçoive que ce principe est vraiment inapplicable dans son approche actuelle, il y a peu de distance.

C'est pourquoi il vaut sans doute mieux parler de « devoir de précaution » et redéfinir cette notion qui sert et dessert actuellement les autorités qui s'y réfèrent. Dans un récent rapport au Premier Ministre, les Professeurs Kourilsky et Vinay proposaient la définition suivante :

« Le principe de précaution définit l'attitude que doit observer toute personne qui prend une décision concernant une activité dont on peut raisonnablement penser qu'elle comporte un danger grave pour la santé et la sécurité des générations actuelles et futures, ou pour l'environnement. Il s'impose spécialement aux pouvoirs publics qui doivent faire prévaloir les impératifs de santé et de sécurité sur la liberté des échanges entre les particuliers et entre les Etats. Il commande de prendre toutes les dispositions permettant, pour un coût économiquement et socialement supportable, de détecter et d'évaluer le risque, de le réduire à un niveau acceptable, et si possible, de l'éliminer, d'en informer les personnes concernées et de recueillir leurs suggestions sur les mesures envisagées pour le traiter. Ce dispositif de précaution doit être proportionné à l'ampleur du risque et peut être à tout moment révisé. »

5.3. Un langage commun, garant de transparence et de compréhension.

Au cours de cette étude il est apparu que le langage et les terminologies employés présentaient souvent des différences ou des distorsions qui étaient à l'origine de mauvaises compréhensions et de problèmes de communication.

Deux aspects sont à garder en mémoire pour éviter ces décalages :

- utilisation d'un vocabulaire commun pour les spécialistes (au besoin, réaliser ou se référer à un lexique spécifique – pour les carrières, un petit dictionnaire quadrilingues existe mais peu de personnes le connaissent et il devrait être remis à jour [14]),
- utilisation d'un vocabulaire simple et accessible pour communiquer efficacement avec les non-spécialistes et le public.

CONCLUSION GENERALE ET DISCUSSION

Après avoir présenté le champ d'application des études d'impact et souligné le souci actuel de voir l'émergence d'une analyse réelle des effets d'un projet sur la santé, cette étude a tenté de détailler et d'expliquer les particularités du cas des carrières d'extraction à ciel ouvert. De par la loi et la réglementation, toutes ces exploitations sont des ICPE soumises à autorisation. Les dossiers de demande sont assez complets quant à l'exhaustivité des renseignements à fournir ; ils comportent notamment une notice d'hygiène et de sécurité ainsi qu'une étude des dangers qui obligent le pétitionnaire à aborder les problèmes de santé des travailleurs et les conséquences globales potentielles des sinistres pouvant affecter le projet.

Si cette étude concerne exclusivement les carrières à ciel ouvert, il est évident qu'une transposition au cas des mines à ciel ouvert se fera suivant des analyses quasi-similaires. En effet une particularité française est que l'ensemble des exploitations à ciel ouvert (mines ou carrières) est organisé par deux règlements différents, suivant en fait les régimes juridiques d'accès aux ressources du sous-sol.

La synthèse de l'analyse des effets sur la santé des polluants et des nuisances engendrés par les carrières d'extraction à ciel ouvert montre que les facteurs négatifs sont aisément dénombrables (car peu nombreux comparativement à d'autres industries) mais, en revanche, que l'évaluation des risques appliquée à la population générale n'est pas chose aisée compte tenu des manques de connaissance sur les relations dose-réponse dans le cas d'expositions chroniques et compte tenu des descriptions trop sommaires de cette population (% d'enfants, % de personnes âgées, présence de maison de retraite, etc.). Mais cela n'octroie pas au pétitionnaire la liberté des libres interprétations quant aux conséquences de son projet sur les populations concernées. Il ne peut arguer d'une absence de connaissance pour affirmer que le risque est négligeable. De manière générale, les inexactitudes, omissions ou insuffisances de l'étude d'impact ne sont susceptibles de vicier la procédure que dans l'hypothèse où elles ont pu avoir pour effet d'empêcher la population de faire connaître utilement son point de vue sur le projet, ou d'exercer une influence sur l'autorité administrative en la conduisant à sous-estimer l'importance des conséquences du projet sur l'environnement global et la commodité du voisinage (CAA Nancy 4 novembre 1993, SA. Union française des pétroles).

L'évaluation quantitative des risques, et notamment de ceux liés aux poussières et particules en suspension riches en silice libre ou de ceux liés à l'acidification des eaux, se heurte à de nombreuses difficultés :

- peu de données sont existantes ou disponibles sur les prévalences dans la population générale,
- les données connues pour les travailleurs semblent parfois excessives dans leur reconduction à la population générale,
- l'efficacité des traitements, si elle peut être appréciée ponctuellement, se heurte au problème du déplacement des constituants contaminés (que faire des boues issues du traitement des eaux acides et qui sont riches en métaux lourds⁹ ?),
- les bureaux chargés d'étude et les administrations chargées d'instruire les dossiers ont de nombreuses difficultés à trouver facilement des données pour étayer leurs démonstrations ou leurs explications.

Une des principales limites de l'évaluation des risques sanitaires réside donc dans l'état des connaissances scientifiques et dans leur accès aisé. Au niveau international, cet état des connaissances évolue presque chaque jour tant il y a de recherches et d'études dans ce domaine. Mais comment accéder facilement aux résultats d'un travail mené par un organisme ou un bureau d'étude situé aux antipodes géographiques ou électroniques ? En effet le meilleur moyen semble être internet, mais encore faut-il que son alimentation en données soit institutionnalisé et organisé.

Actuellement une recherche bibliographique demande parfois beaucoup de compétences ou de moyens, qui ne sont pas toujours disponibles dans les bureaux prestataires, et les durées (donc les coûts) semblent souvent incompatibles avec les délais généralement impartis pour la réalisation des études d'impact. D'autre part, l'administration et le public doivent pouvoir aussi accéder facilement aux données référencées dans les dossiers des pétitionnaires et, au sein des organismes de l'Etat (DRIRE, DDASS, ...), les sous-effectifs ne permettent pas aux instructeurs de consacrer beaucoup de temps aux vérifications des sources mentionnées.

Au niveau national, il serait indispensable que des banques de données identifiées soit constituées, par type d'activité industrielle par exemple¹⁰, et que leurs mises à jour à partir de résultats nationaux ou internationaux soit organisée et systématisée. En France, il semble parfois que le savoir reste la prérogative de certains et qu'un accès ou un partage de ce savoir soit considéré comme une perte ou une injustice pour les détenteurs ! Il est donc grand temps que nos mentalités évoluent pour que nous

⁹ Des essais sont en cours à ce propos [30]

¹⁰ A l'avenir, un document guide unique pourrait être réalisé (CD-Rom). Qui sera responsable de sa réalisation et de sa mise à jour ?

puissions progresser intelligemment grâce à un meilleur partage des connaissances et une meilleure coordination des organismes en charge de ces processus d'évaluation.

Une conséquence de ce constat concernant l'état actuel des connaissances réside dans le niveau d'exigence qui doit être requis pour cette analyse des effets sur la santé d'un projet. En somme, il s'agit de savoir comment pourrait être appliqué ce fameux principe de proportionnalité, avec un corollaire se rapportant au principe (ou au devoir ?) de précaution.

Il semble tout à fait possible, et l'on y fait mention dans de nombreuses littératures, que ces analyses puissent être menées suivant deux niveaux : sommaire ou simplifiée et complète ou détaillée¹¹. Une liste de critères significatifs et caractéristiques devrait permettre de partager ces deux niveaux : nombre de facteurs polluants et importance de leurs potentiels toxiques, taille de l'installation industrielle et volumes des rejets, caractéristiques du lieu prévu pour l'implantation effets cumulatifs, possibilités technologiques du moment, ...

Dans les faits, une étude préalable pourrait permettre aux autorités responsables de statuer sur le degré de précision (étude simplifiée ou étude détaillée) à apporter dans l'étude d'impact. Il pourrait y avoir plusieurs avantages :

- assurance pour le promoteur qu'une première approbation a été donnée avant d'engager des études plus poussées et onéreuses,
- pré-alerter le public de l'existence d'une demande de projet et lui permettre de faire entendre sa voix le plus en amont possible,
- par le choix d'axes préférentiels (indicateurs par ex.) concentrer les efforts dans une direction bien précise,
- désigner les instances d'expertises à consulter,
- ...

A l'évidence, une transparence immédiate et une structuration du processus décisionnel seraient un gage de réussite globale et entraîneraient des économies financières (voire de personnel) qui pourraient être utilement investies dans la formation, la prévention ou la gestion des effets sur la santé.

La concrétisation sous la forme d'un volet spécifique relève d'un débat opposant experts et administration mais ne doit pas amoindrir les quelques principes directifs qui semblent essentiels :

- lisibilité et transparence du document quelque soit son volume,

¹¹ La terminologie varie suivant les organismes ou les pays.

- prévoir l'évolution du document dans le temps (compléments d'information, évolution des caractéristiques des populations exposées, évolution des effets cumulatifs, demandes d'extension ou de prolongation de l'exploitation, ...),

S'il ne semble pas faire l'unanimité aujourd'hui, un tel volet pourrait cependant être exigé lors des projets "importants", c'est à dire dont les répercussions peuvent être importantes : taille du projet bien sûr mais aussi implantation dans une zone géographique sensible (population, système hydrographique, pollution atmosphérique limite, ...).

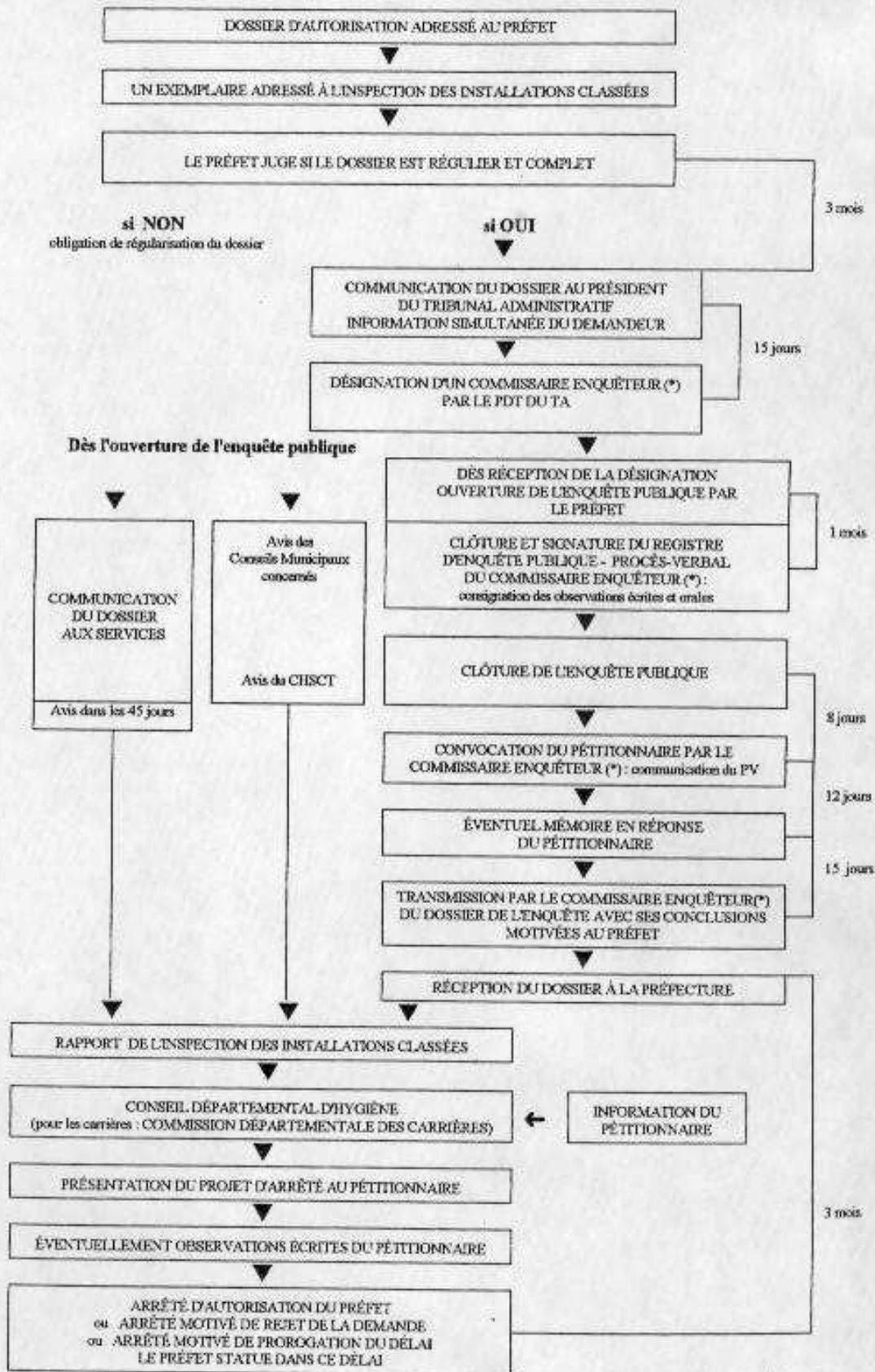
Quoiqu'il en soit, l'objectif de ces études d'impact, aussi exhaustives soient-elles, est bien de permettre un développement économique et social sain, dont les conséquences environnementales globales sont évitées ou limitées dans une démarche de grande transparence vis-à-vis du public.

ANNEXES

-REGLEMENTATION RELATIVE AUX CARRIERES-

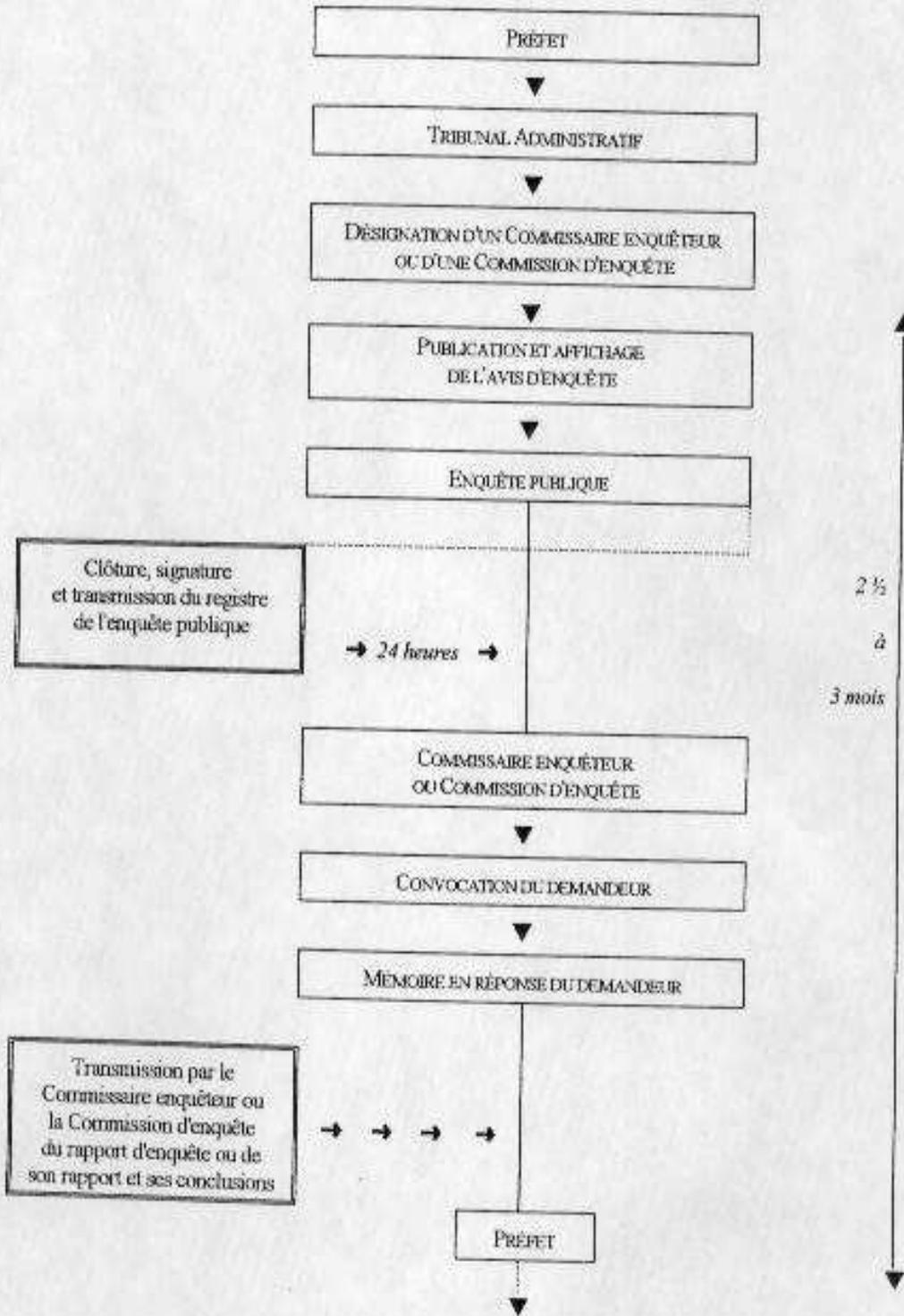
- **LOI N° 76-663 DU 19 JUILLET 1976**
relative aux installations classées pour la protection de l'environnement
- **DECRET N° 77-1133 DU 21 SEPTEMBRE 1977**
pris pour l'application de la loi n° 76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement
- **DECRET N° 94-485 DU 9 JUIN 1994**
modifiant la Nomenclature des installations classées
- **DECRET N° 94-486 DU 9 JUIN 1994**
relatif à la commission départementale des carrières
- **CIRCULAIRE DU 22 JUIN 1994**
Décret n° 94-486 relatif à la commission départementale des carrières
- **CIRCULAIRE DU 23 JUIN 1994**
Rubrique 2510 de la nomenclature des installations classées
- **DECRET N° 94-603 DU 11 JUILLET 1994**
relatif au schéma départemental des carrières
- **ARRETE DU 22 SEPTEMBRE 1994**
relatif aux exploitations de carrières et aux installations de premier traitement des matériaux de carrières
- **CIRCULAIRE DU 11 JANVIER 1995**
Schéma départemental des carrières
- **CIRCULAIRE DU 4 MAI 1995**
Articulation entre les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux, les schémas d'aménagement et de gestion des eaux et les schémas départementaux des carrières
- **CIRCULAIRE DU 9 MAI 1995**
Extraction de matériaux dans le lit des cours d'eau de montagne
- **ARRETE DU 1^{er} FEVRIER 1996**
fixant le modèle d'attestation de la constitution de garanties financières prévue à l'article 23-3 du décret n° 77-1133 du 21 septembre 1977
- **CIRCULAIRE DU 14 FEVRIER 1996**
Garanties financières pour la remise en état des carrières
- **CIRCULAIRE DU 2 JUILLET 1996**
Arrêté du 22 septembre 1994 relatif aux exploitations de carrières et aux installations de premier traitement des matériaux de carrières

PROCÉDURE D'AUTORISATION D'INSTALLATIONS CLASSÉES



SCHÉMAS TYPES DES ENQUÊTES PUBLIQUES

instituées par le décret n° 85.453 du 23 avril 1985 (J.O. du 24/04/1985)
pris pour l'application de la loi n° 83.630 du 12 juillet 1983 (J.O. du 13/07/1983).



<p style="text-align: center;">DOSSIER « GUIDE » CONCERNANT LES CARRIERES D'EXTRACTION A CIEL OUVERT</p>

La constitution d'un tel dossier guide vise à uniformiser la manière d'analyser et de présenter toutes les données, méthodes, conclusions et références de façon à obtenir des dossiers de demande d'autorisation complets et facilement exploitables. Le cas des carrières d'extraction à ciel ouvert est relativement simple mais, pour des activités beaucoup plus polluantes potentiellement, la grille de lecture du guide de l'InVS [17] donne des orientations plus détaillées.

1. DESCRIPTION DE L'ETAT ACTUEL.

Quelle que soit la place qu'il lui sera donné (volet spécifique ou non), l'analyse des effets sur la santé est précédée d'un l'inventaire de l'état actuel. Celui-ci doit être le plus exhaustif possible et comprend notamment toutes les données utiles sur :

- **la population générale sous un aspect quantitatif et qualitatif :**
 - % enfants, de pers.âgées, de retraités, etc.
 - les déficiences physiologiques ou sensibilités particulières,
 - les établissements psycho-sociaux à proximité,
 - la couverture médicale de proximité,
 -
- **la population générale dans sa répartition géographique :**
 - localisation villages, hameaux, maisons isolées,
 - puits, cours d'eau, rejets existants,
 - vision des zones à dominante d'activités ou de détente,
 - axes routiers, ferrés,
 - ...
- **la population générale dans sous son aspect socio-historique :**
 - croyances liées au site ou à proximité immédiate,
 - existence de lieux de traditions locales,
 - tradition de cultures domestiques (et consommation),
 - capacité évolutive et d'ouverture,
 - activité touristique (fondée sur le cadre de vie et la nature, ...),
 - existence d'associations avec qui dialoguer (importance, motivation, légitimité, représentativité, ...),
 - ...
 -

- **les « bruits de fond » des différents compartiments ambiants :**
 - air (poussières en suspensions sédimentables),
 - air (analyse spécifique /proximité d'une industrie rejetant des composés chimiques = risque cumul et accrochage aux particules issues de l'exploitation),
 - eau (qualité des cours et des étendues d'eau),
 - bruits et vibrations (niveaux acoustiques ambiant et sources),
 - sol (qualité, spécificités, ...),
 - ...
- **les profils géologiques et hydro-géologiques :**
 - % de pyrite des roches en place (cf. drainage acide),
 - niveaux piézométriques, présence de nappes,
 - structures géologiques (failles, karst, ...),
 - ...
- **les profils topographiques.**
- **les profils climatologiques :**
 - vents (direction, prédominances, forces, ...),
 - pluviométrie,
 - températures,
 - hygrométrie,
 - existence de perturbations ou de phénomènes épisodiques,
 - ...
- **toutes autres données pouvant caractériser un aspect de l'état actuel.**

2. CARACTERISTIQUES DU PROJET.

Les caractéristiques du projet (en phase d'exploitation normale et exceptionnel) ayant une incidence possible sur la santé de la population sont notamment :

- surface utile prévue, périmètres,
- volumes estimés des émissions et des rejets,
- caractéristiques de la roche extraite, des terrains stockés, des stériles,
- flux de véhicules de transport de matériaux ou autres (livraisons,...),
- prévision d'évolution de la topographie des lieux,
-

Tout ces renseignements doivent être facilement accessibles et éventuellement synthétisés pour la constitution d'un volet spécifique.

3. ANALYSE DES EFFETS DE L'EXPLOITATION SUR LA SANTE.

Dans cette partie, on doit trouver principalement les éléments suivants :

- présentation générale de la démarche utilisée, des objectifs à atteindre et de l'organisation des données,
- tableau récapitulatif des acteurs concernés et de leur domaines de compétence (avec leurs coordonnées),
- description des méthodes utilisées pour estimer ou tenter d'estimer les risques, présentation des formules et des unités éventuellement utilisées (un lecteur doit pouvoir refaire les calculs avec les éléments du dossier), citations précises des sources bibliographiques, évocation des limites et incertitudes (phase par phase),
- tableau des nuisances et dangers identifiés (cf.§2 du mémoire), résultats des estimations des flux incluant les bruits de fond (expositions chroniques), comparaison aux normes en vigueur,
- énumération, compartiment par compartiment, des dispositifs prévus par le pétitionnaire pour annuler ou diminuer les flux polluants et les gênes, résultats escomptés ou estimés,
- tableau récapitulatif avec conclusions sur la caractérisation finale des risques,

4. MESURES DE PREVENTION ET DE GESTION.

Les conclusions du paragraphe précédents sont à l'origine des mesures correctives supplémentaires (par rapport aux normes en vigueur)proposées par le pétitionnaire. Ces mesures doivent être détaillées et classées par type de facteur traité (bruit, poussière, circulation,...). Elles doivent mettre en évidence les suppressions ou les abattements de pollution, les moyens de contrôle et de mesures envisagés.

5. CONCLUSION GENERALE (relative aux effets sur la santé des populations).

Cette conclusion est essentielle de par son caractère synthétique et global. Le pétitionnaire, à l'aide de quelques tableaux ou graphiques judicieusement choisis, présente ses conclusions par rapport à la santé de la population générale concernée par l'implantation de l'exploitation.

6. TABLEAUX DE PRESENTATION.

Les tableaux ci-dessous concernent les effets sur l'environnement et sur la santé ; ils sont donnés ici à titre d'exemple mais ne font pas l'objet d'un remplissage complet. Pour des raisons de lisibilité en format A4 le tableau initial a été coupé en deux mais il est beaucoup plus exploitable en format A3 par exemple. A partir de ces tableaux, tous les reports doivent s'organiser de manière à ce que les consultants puissent accéder facilement aux renseignements dont ils ont besoin.

Tableau des impacts généraux-

Agresseur /Exposition	Nature de l'agresseur	Impact environnemental	Zone d'influence	Mesures de contrôle	Normes ou recommandations
Emissions Gazeuses Ou Atmosphériques	Particules En suspension	Dépôt sur végétation, Esthétique	Site+ Périimètre+zone sous le Vent	-arrosage des routes d'accès -couvertures végétales sur talus et merlons	-après captage et dépolluissage: <30mg/m3 (24h)
Emissions liquides ou dans l'eau	-métaux lourds (Al, Cd,Cu,Pb, Fe,Ni, etc)	-tox. Pour org. Aquatiques -tox. Humain si ingestion		-mesures/jour au point de rejet -bassin de traitement - recyclage des boues par...BTP ?	Cf tableau des normes de rejets metaux Page 40
	-diminution du pH	-tox. pour orga. Aquatique	Cours et plan d'eau récepteurs		-normes pH arrêté de 94
Emissions solides ou dans les sols	-terres stockées - stock minerais	-esthétique + possibilité de poussières		-entreposage adéquat	
	- résidus	-esthétique + possibilité de métaux lourds			
Nuisances	-bruit (sources mobiles ou fixes) -vibrations		Site + périmètre +zone sous le vent dominant	-zone tampon -merlon végétalisés -équipement installations	Id
Impacts indirects de nature psychosociale	- arbre centenaire -association pêche très active(APL)	-fête annuelle historique -vigilance et sensibilité/eau	-village de ... -aval cours d'eau du ...	-jour chômé ! -accès à garder -mesures régulières -information transparente	Néant
Sinistre technologique	-rupture digue bassin de traitement 50000m3	-pollution de l'eau -inondation	-ferme de ...+ porcherie	-autre site bassin -contrôles digue -fossé à réaliser	-norme eau

-Tableau concernant les effets sur la santé-

Agresseur Exposition	Effet sur la santé	Population à risque	Probabilité De survenue	Indicateur biologique/suivi de l'environnement	Informations Références
Emissions gazeuses ou atmosphériques	-si quartz risque pneumoco nioses	-enfants -pers. Agées -tabac -déficients respiratoires	rare ?	-contrôles en con tinu plaquettes - plaintes	-arrêté de 94 -RGIE -étude INERIS ref.
Emissions Liquides ou Dans l'eau	-cf tableau des effsts page 32	- eau/ville donc uniquement consom. occasionnel	Très rare	-dosage métaux lourds dans effluents et avant rejets/mensuel	-arrêté de 94 circu. De 96
	-aucun si non- ingestion chronique	-id	néant		-arrêté de 94
Emissions Solides ou Dans les sols	-aucun ? -cf métaux lourds dans l'eau				
Nuisances	-	-riverains proches -cardiaques (tir mines)		-plaintes -mesures aux points clés	
Impacts indirects ou Autre exposition	-atteinte aux traditions -restrictio activité traditio. Et détente	-population générale -pêcheurs et consommat.	Certaine en cas de modif.	- plaintes - information - dialogue	-mairie de ... -association des pêcheurs de
Sinistre Technologique	Cf. pollut° Des eaux	-habitants de la ferme		-suivi état tranchée de détournement	-carte prévision site bassin de traitement page....

BIBLIOGRAPHIE

- [1] ACEE - Document de référence sur les ressources du patrimoine physique et culturel, 1996, 29 pages.
- [2] AMPADI - Les poussières sédimentables - Rapport d'activité 1998.
- [3] BARD - Principes de l'évaluation des risques pour la santé publique liés aux expositions environnementales - Revue Epidem. Et Santé Publique, 1995, 43.
- [4] BERLAND - Impact sur l'environnement de l'extraction des granulats - <http://www.oieau.fr/eaudoc.synthes/granulat.htm>, 1998, 18 pages.
- [5] BLANCHARD - Intégration des carrières dans leur environnement; mesure et contrôle des émissions de poussières - Rapport - UNPG, Ministère de l'Environnement, 1998, 55 pages.
- [6] BOUSSAGEON - L'exploitation des carrières, nouveaux régimes juridiques, réglementaire et fiscal- Editions ESKA, 1996, 184 pages.
- [7] DAVIES K. et SADLER B. pour SANTE Canada- Evaluation environnementale et santé humaine : perspectives, approches et orientations, 1997, 54 pages.
- [8] DECISION ENVIRONNEMENT - Réussir le volet sanitaire de l'étude d'impact, mars 2000.
- [9] DUCLOS - Les risques sanitaires liés au tri des déchets - mémoire IGS, 1997.
- [10] DUFRESNE, PERRAULT et BEGIN - Silice, silicose et cancer; étude de rétention pulmonaire - IRSST, 1998.
- [11] ENCEM - Impact hydrochimique de l'exploitation des carrières de roches massives à concasser en Bretagne, 1996.
- [12] ENVIRONNEMENT ET TECHNIQUE - Approche juridique de l'évaluation des risques sanitaires- N°197, 2000.
- [13] GUILLEMIN et ROUX - Pollution des eaux souterraines en France - Manuels et méthodes, n°23, Edition du BRGM.
- [14] INDUSTRIE MINERALE, MINES et CARRIERES - Vocabulaire de l'exploitation à ciel ouvert - Revue de la société de l'Industrie Minière, vol.69, 1987.
- [15] INRS (France) - Fiches toxicologiques (n° 47, 49, 55, 59, etc.).
- [16] INRS (France) - Valeurs limites d'exposition professionnelle aux agents chimiques en France - Cahiers de notes documentaires - Hygiène et sécurité du travail - N°174, 1999, 19 pages.
- [17] InVS- Guide pour l'analyse du volet sanitaire des études d'impact, 2000, 49 pages.
- [18] Le MONITEUR - Comment remplir le volet santé des études d'impact, mai 2000.
- [19] LEPROVAUX pour ENCEM et UNPG - Impact sur l'environnement des tirs de mines en carrière de roches massives - Rapport de stage, 1998.
- [20] MINES ET CARRIERES - Empoussierage, guide de l'exploitant, 1995.
- [21] MINISTERE DE L'EMPLOI ET DE LA SOLIDARITE - Les effets du bruit sur la santé, 1998.
- [22] ORSB - Les maladies professionnelles, 1998, 3 pages.
- [23] ORSB - Les maladies respiratoires, 1998, 3 pages.
- [24] ORSB - L'air et la santé, 1999, 3 pages.
- [25] ORSB - L'eau et la santé, 1998, 3 pages.
- [25] SANTE Canada - Particules inhalables de 10 microns ou moins, 2000 , 83 pages.
- [26] SANTE Canada - Enquête sur l'exposition des êtres humains aux contaminants dans le milieu : un guide pour les calculs de l'exposition, 1995, 66 pages.
- [27] SANTE Canada - Objectifs nationaux de qualité de l'air ambiant quant aux matières particulaires- Partie 1- 1998, 22 pages.
- [28] SOULAIRAC - Aspects neuropsychiatriques des nuisances provoquées par le bruit - La semaine Médicale.
- [29] TRITSCH pour INERIS- Impact sur l'environnement des tirs à l'explosif dans les carrières à ciel ouvert - Rapport final, 1997.
- [30] UNICEM Bretagne - Etude sur la valorisation des boues résiduaires de l'alcilisation des eaux d'exhaure acides de carrière, 2000.

[31] UNPG et LCPC - Le bruit aux abords des carrières - volume 1, approche pratique, 2000, 32 pages.

[32] US EPA - Ambient levels and noncancer health effects of inhaled crystalline and amorphous silica, 1996, 76 pages.

BASES DE DONNEES INFORMATISEES ET LOGICIELS

ATSDR Science Corner

Agency for Toxic Substances and disease registry - ATSDR

Minimal Risk Levels for hazardous Substances (MRLS) - mise à jour : mars 1996

Serveur internet <http://atsdr1.atsdr.cdc.gov:8080/mrls.html>

Hazardous Substances Data Bank (HSDB)

United States National Library of Medicine

CD-ROM CHEM-BANK sous logiciel WinSPIRS version 2.0, mise à jour : mai 1996

Human Exposure to Soil Pollutants (HESP)

Shell Internationale Petroleum Maatschappij B.V

Logiciel version 2.10b, 1994

Integrated Risk Information System (IRIS)

United States Environmental Protection Agency - US EPA

CD-ROM CHEM-BANK sous logiciel WinSPIRS version 2.0, mise à jour : mai 1996

Registry of Toxic Effects of Chemical Substances (RTECS)

United States National Institute for Occupational Safety and Health - US NIOSH

CD-ROM CHEM-BANK sous logiciel WinSPIRS version 2.0, mise à jour : mai 1996

AUTRES ADRESSES INTERNET INTERESSANTES

Canada ACEE : <http://www.ceaa.gc.ca>

Canada BEHM (bureau hygiène du milieu) :

<http://www.hc-sc.gc.ca/ehp/dhm/behm>

US EPA : <http://www.epa.gov>

<http://www.epa.gov/ngispgm3/iris>

US CDC : <http://www.cdc.gov/niosh/ipcsnfrn>

<http://ehis.niehs.nih.gov>

France INRS : <http://www.inrs.fr>

OMS : <http://www.who.dk>

France InVS : <http://www.invs.sante.fr>

France INSERM : <http://sc8.vesinet.inserm.fr:1080>

France IRD : <http://www.orstom.fr/services/horizon/welcome.html>

France ENSP : <http://www.bdsp.tm.fr/>

France FNORS : <http://www.fnors.org/fnors/Bd/Bd.htm>

Féd. française de psychiatrie : <http://193.49.126.9:8003/Psydoc@base/>

France AIMT67 : <http://www.aimt67.org>

Et quelques sites de liens ...internationaux

INRS : <http://www.inrs.fr/liens/index.html>

Canada (médecine-travail) : <http://www.mdtrav.umontreal.ca/>

France (médecine-travail) : <http://www.meditrav.com>