



Ministère de l'Economie,
des Finances et
de l'Industrie

Secrétariat d'Etat à l'Industrie



MINISTÈRE DE
L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE
ET DE L'ENVIRONNEMENT



PREFECTURE DU DOUBS

document public

UNICEM
Bourgogne
Franche-Comté

Schéma départemental des carrières du Doubs

Notice explicative

Etude réalisée dans le cadre des actions de Service public du BRGM 97-G-043

juin 1998
R 38876



TABLE DES MATIERES

1. PRESENTATION DU SCHEMA DEPARTEMENTAL DES CARRIERES DU DOUBS	3
1.1. Objectifs et moyens du schéma des carrières	3
1.2. Présentation des documents	3
1.2.1. Le schéma départemental des carrières du Doubs et sa notice	3
1.2.2. La carte des ressources et des données environnementales	4
2. CARRIERES EXISTANTES : GEOLOGIE ET IMPACT ENVIRONNEMENTAL	5
2.1. Roches meubles et roches massives	5
2.1.1. Alluvions quaternaires récentes	5
2.1.2. Alluvions quaternaires plus anciennes	5
2.1.3. Les "groises"	5
2.1.4. Roches massives : les calcaires	5
2.2. Conditions générales d'exploitation, impact environnemental	6
2.3. Transport des matériaux	6
3. L'ACTIVITE EXTRACTIVE DES GRANULATS EN CHIFFRES	7
3.1. Production	7
3.2. Flux entrant	7
3.3. Flux sortant	7
3.4. Consommation	7
4. RESERVES AUTORISEES	9
4.1. Matériaux alluvionnaires : des problèmes à court terme	9
4.2. Roches massives calcaires : au moins 17 ans	9

5. POLITIQUE D'APPROVISIONNEMENT EN GRANULATS	10
5.1. Utilisation rationnelle des granulats ; substitution et recyclage	10
5.1.1. Technique routière et réseaux de distribution	10
5.1.2. Substitution dans la fabrication des bétons	10
5.1.3. Transfert de flux de granulats	10
5.1.4. Possibilités de recyclage des matériaux	11
5.2. Gestion des ressources	11
5.2.1. Economiser les matériaux alluvionnaires	11
5.2.2. Roches massives calcaires : des problèmes locaux	11
5.3. Implantation de nouvelles carrières et réaménagement	11
6. ZONES SENSIBLES DU POINT DE VUE ENVIRONNEMENTAL ET PATRIMONIAL.....	13
7. CONCLUSION.....	14

1. PRESENTATION DU SCHEMA DEPARTEMENTAL DES CARRIERES DU DOUBS

1.1. OBJECTIFS ET MOYENS DU SCHEMA DES CARRIERES

Lors de la réunion de la Commission des Carrières du Doubs en date du 22 juin 1993 a été décidé l'établissement d'un schéma départemental des carrières. Celui-ci a été élaboré conformément au décret du Ministère de l'environnement n° 94.603 du 11 juillet 1994, qui fixe le contenu du document, les modalités de son élaboration, de sa diffusion et de sa mise à jour ultérieure.

Le schéma définit les conditions générales d'implantation des carrières dans le département. Il prend en compte l'intérêt économique national, les ressources et les besoins en matériaux du département et des départements voisins, la protection des paysages, des sites et des milieux naturels sensibles, la nécessité d'une gestion équilibrée de l'espace, tout en favorisant une utilisation économe des matières premières. Les autorisations de carrières doivent être compatibles avec ce schéma.

L'élaboration du schéma a bénéficié d'une large concertation grâce à la création d'un groupe de travail, piloté par la DRIRE et assisté par le BRGM en qualité de chargé de mission, comprenant divers organismes et administrations qui ont apporté leur concours :

- Préfecture,
- Direction départementale de l'Équipement (DDE),
- Direction départementale de l'Agriculture et de la Forêt (DDAF),
- Direction départementale des Affaires Sanitaires et Sociales (DDASS),
- Direction régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE),
- Direction régionale de l'Environnement (DIREN),
- Union nationale des Industries de Carrières et Matériaux de Construction (UNICEM),
- Conseil Général du Doubs,
- Syndicat mixte Saône-Doubs,
- Commission de Protection des Eaux (CPEPESC), représentant les associations, jusqu'en octobre 1994,
- Société d'Histoire Naturelle du Pays de Montbéliard qui a participé à la phase finale de l'élaboration du schéma,
- Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM),

1.2. PRÉSENTATION DES DOCUMENTS

1.2.1. Le schéma départemental des carrières du Doubs et sa notice

Le présent document constitue la notice explicative du schéma départemental des carrières du Doubs, conformément au décret précité. Le texte complet fait l'objet d'un rapport qui contient le détail des données et des trois études spécifiques qui ont été réalisées (incidence des gravières sur les nappes alluviales, aptitudes hydrogéologiques des carrières du Doubs au

comblement par des déchets inertes et recyclage en granulats de la fraction inerte des matériaux de démolition).

1.2.2. La carte des ressources et des données environnementales

Cette carte du Doubs, à l'échelle du 1/100 000 (4 planches hors texte), présente sur un même document les ressources géologiques en matériaux utilisables pour la fabrication de granulats (en couleurs continues ou "aplats") et les données environnementales à prendre en compte (en surcharges : hachures, points, etc.). Cette carte est un document de synthèse, précis à l'échelle de travail, soit le 1/100 000 ; toutefois, l'utilisation d'agrandissements dégraderait cette précision.

2. CARRIERES EXISTANTES : GÉOLOGIE ET IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Le schéma départemental des carrières du Doubs concerne essentiellement les granulats qui, en tonnage (4 420 kt), représentent 98% de la totalité des matériaux de carrières extraits dans le département.

En effet, hormis les 77 carrières de granulats autorisées, le Doubs ne compte que 5 carrières artisanales de pierres de construction calcaires et une carrière d'argiles et de marnes pour tuiles et briques ; ces 6 carrières n'ont pas de problèmes particuliers de matière première.

2.1. ROCHES MEUBLES ET ROCHES MASSIVES

2.1.1. Alluvions quaternaires récentes

Les 3 à 5 m d'alluvions quaternaires récentes, d'origine fluviale, déposées dans les basses plaines alluviales (lits mineur et majeur) des principales rivières (Doubs, Loue, Ognon, Savoureuse) sont constitués de granulats naturels roulés (5 carrières sont actuellement autorisées). Dans le Département du Doubs, les gisements potentiels sont réduits.

2.1.2. Alluvions quaternaires plus anciennes

Les alluvions fluvio-glaciaires sont généralement plus hétérogènes et un peu plus argileuses que les alluvions récentes. Seules 7 carrières sont actuellement autorisées, toutes situées dans le secteur de Pontarlier. Les alluvions glaciaires (moraines) hétérogènes et argileuses, ne sont pas exploitées actuellement et sont mal connues.

2.1.3. Les "groises"

Les "groises" sont des éboulis calibrés, à éléments anguleux et matrice argilo-sableuse, formés sous l'action du gel. L'impact des carrières de groise est surtout d'ordre paysager car, ouvertes à flanc de coteau, elles forment des trous très visibles dans la végétation (2 carrières autorisées).

2.1.4. Roches massives : les calcaires

Dans le département du Doubs, les roches massives utilisées pour la fabrication des granulats de concassage sont toutes de nature calcaire (63 carrières autorisées). Les calcaires du Doubs peuvent être regroupés en trois grands ensembles :

- les calcaires à dominante dure : Bathonien des secteurs de Besançon, des collines préjurassiennes, du premier plateau et Jurassique supérieur, Kimméridgien et Portlandien, du Haut-Doubs,
- les calcaires à dominante moyennement dure : Jurassique moyen de la bordure sud de la vallée de l'Ognon,

- les calcaires moyennement durs à tendres : Jurassique supérieur (Rauracien et Séquanien) du secteur sud de Montbéliard,
- les gisements potentiels : compte-tenu des vastes étendues des zones d'affleurement, on peut affirmer que les ressources potentielles sont considérables.

2.2. CONDITIONS GÉNÉRALES D'EXPLOITATION, IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Les conditions d'exploitation sont très différentes selon qu'il s'agit de matériaux meubles (avec différents types de matériels de terrassement ou de dragage) ou de roches massives (utilisation d'explosif et de matériel plus puissant et plus lourd).

Du point de vue impact sur l'environnement, chacun des deux types de gisements présente des avantages et des inconvénients relativement aux paysages, bruit, poussières et trafic routier, milieu naturel, ressource en eau.

En règle générale, l'impact des carrières de matériaux alluvionnaires en eau est, sur le long terme, plus dommageable pour l'environnement que les carrières de roches massives.

Les alluvions fluviales constituent à la fois un réservoir d'eau potable souterrain, devant être protégé, et un réservoir de granulats tout aussi important.

Les carrières en roches massives sont des sites sensibles et vulnérables (occupation des sols, sous-sol karstique).

2.3. TRANSPORT DES MATÉRIAUX

Dans le contexte actuel de l'activité extractive des granulats, il ne paraît guère possible, dans le département du Doubs, d'envisager un autre moyen de transport des matériaux que le réseau routier. C'est pourquoi, dans l'examen du dossier de demande d'autorisation, une attention toute particulière sera portée sur la prise en compte des conditions de sécurité et des mesures envisagées pour les respecter, notamment en ce qui concerne la desserte de la carrière.

3. L'ACTIVITE EXTRACTIVE DES GRANULATS EN CHIFFRES

3.1. PRODUCTION

La production totale de granulats, de 4 420 kt en 1992, correspond, si l'on fait abstraction des exportations vers la Suisse (660 kt), à 7,8 t/habitant, proche de la moyenne nationale (7 t/habitant). Les secteurs de Pontarlier et de Besançon en produisent plus des deux tiers (1,6 et 1,5 millions de tonnes). Cette production est stable, caractérisée par la diminution des matériaux alluvionnaires (actuellement 12% de la production) au profit des roches calcaires (en particulier dans le secteur de Pontarlier). Ces tendances devraient se maintenir.

3.2. FLUX ENTRANT

A l'inverse des roches massives, la production de matériaux alluvionnaires ne couvre pas la consommation : 290 kt d'alluvionnaires ont été importés en 1992 (Haute-Saône : 240 kt et Alsace : 50 kt). Cette situation est due à un déficit de gisement exploitable qui place le département en état de dépendance par rapport à ses voisins.

Au total, 640 kt de granulats ont été importés, provenant de la Haute-Saône (430 kt), du Jura (100 kt de roches éruptives), du Territoire de Belfort (60 kt de roches éruptives) et du Haut-Rhin (50 kt). Les alluvions ont été livrées sur les secteurs de Besançon et de Montbéliard.

3.3. FLUX SORTANT

Les livraisons de granulats vers les départements voisins (73 kt) et la Suisse (657 kt) représentent globalement 16,5% de la production départementale et comportent 50 kt de matériaux alluvionnaires (en diminution) et 680 kt de granulats calcaires.

3.4. CONSOMMATION

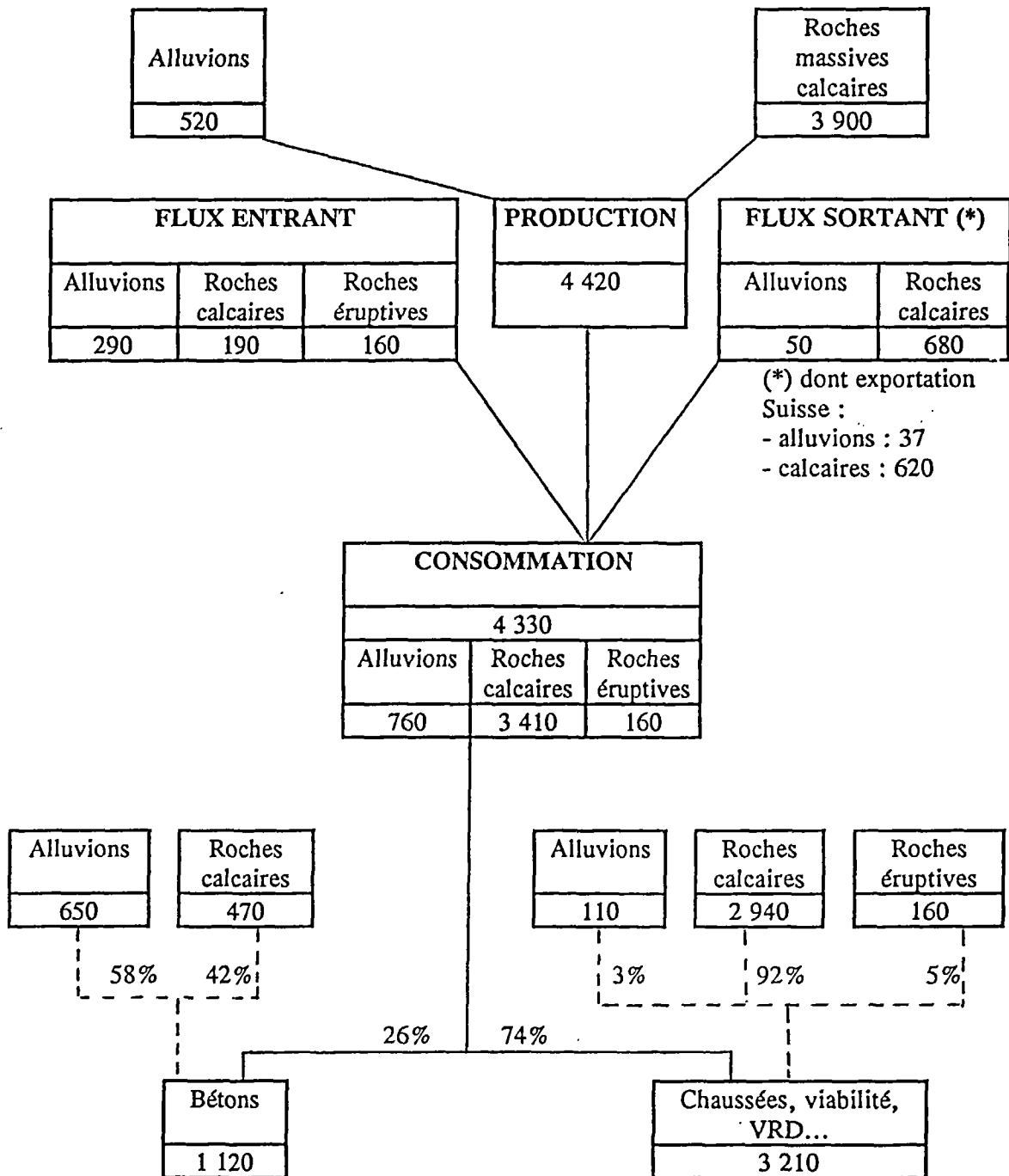
Les quantités de granulats consommées dans le département du Doubs en 1992 totalisent 4 330 kt (granulats alluvionnaires : 760 kt ; granulats de roches calcaires : 3 410 kt ; granulats de roches éruptives : 160 kt, totalement importés). Le secteur de Besançon consomme près de la moitié de ces granulats (1 850 kt), soit environ le double des secteurs de Montbéliard et de Pontarlier.

Bétons hydrauliques : 1 120 kt, soit 1/4 des granulats consommés dans le département du Doubs en 1992 ont été utilisés dans les bétons hydrauliques, dont la moitié pour les bétons prêts à l'emploi. Les granulats utilisés sont pour plus de la moitié d'origine alluvionnaire.

Viabilité et autres emplois : sur une quantité totale de matériaux alluvionnaires de 760 kt, 110 kt, soit 14 %, ont été utilisés en viabilité. Ces domaines ont également utilisé la totalité des roches éruptives (160 kt) et près de 3 millions de tonnes de roches calcaires.

DEPARTEMENT DU DOUBS

LE MARCHE DES GRANULATS EN 1992 (en kt)



4. RESERVES AUTORISEES

4.1. MATÉRIAUX ALLUVIONNAIRES : DES PROBLÈMES À COURT TERME

On constate des disparités régionales à l'intérieur du département :

Secteur de Besançon : dans ce secteur, les réserves autorisées fin 1993 ne couvrent qu'à peine 5 années de production ; les ressources potentielles, localisées dans la vallée du Doubs, pourraient couvrir 6 à 12 années de production. La vallée de l'Ognon offre des possibilités encore importantes dans la Haute-Saône. Ce département met également en place une politique de réduction progressive des extractions de matériaux alluvionnaires.

Secteur de Montbéliard : Les réserves autorisées fin 1993 couvrent 7 années de production, mais moins de 2,5 années des besoins du secteur qui sont actuellement assurés en grande partie (67 %) par des matériaux importés principalement de Haute-Saône. Les ressources potentielles exploitables dans les vallées du Doubs, de l'Allan et la Savoureuse sont quasi-inexistantes.

Secteur de Pontarlier : Les réserves autorisées fin 1993 couvrent théoriquement 14 années de production ou 23 années des besoins du secteur. Mais la principale exploitation n'est autorisée que pour une durée de 9 ans. La plaine de Pontarlier renfermerait des ressources potentielles très importantes mais l'exploitation de ces gisements se heurterait avec la nécessaire protection de la ressource souterraine en eau potable.

L'approvisionnement en granulats alluvionnaires pose problème à court terme, particulièrement dans les secteurs de Besançon et de Montbéliard. Il convient donc d'économiser ce type de matériaux en limitant au maximum les extractions dans les années à venir et de préserver autant que possible les rares gisements potentiels exploitables.

4.2. ROCHES MASSIVES CALCAIRES : AU MOINS 17 ANS

Les réserves autorisées fin 1993, de 67 400 kt, représentent globalement 17 ans de production. Cependant, dans le secteur de Pontarlier - Haut-Doubs, elles sont de 12 ans en 1996 seulement (la production, dont le tiers est exporté vers la Suisse, est importante).

5. POLITIQUE D'APPROVISIONNEMENT EN GRANULATS

5.1. UTILISATION RATIONNELLE DES GRANULATS ; SUBSTITUTION ET RECYCLAGE

Des orientations et des objectifs sont définis afin de mettre en oeuvre une utilisation économe et rationnelle des matériaux, plus particulièrement en ce qui concerne les alluvions.

Les taux de réduction des extractions de matériaux alluvionnaires déterminés par le Schéma, permettant d'atteindre les objectifs fixés dans le cadre de la politique d'approvisionnement en granulats du département, sont applicables à la date d'approbation du Schéma.

5.1.1. Technique routière et réseaux de distribution

Il faut rester vigilant afin d'éviter la sur-qualité ou le gaspillage de matériaux nobles en réservant les alluvions aux seuls usages pour lesquels ces matériaux sont réellement indispensables.

5.1.2. Substitution dans la fabrication des bétons

Les granulats utilisés dans la fabrication des bétons hydrauliques doivent satisfaire à des prescriptions normalisées. Or, la plupart des granulats de roches massives calcaires produits dans le département du Doubs sont convenables pour les bétons. Dans ces conditions, le processus de substitution se développera si les conditions du marché évoluent : pour cela, il faut sensibiliser toutes les parties concernées par la filière béton.

Dans le département du Doubs, la substitution est déjà bien pratiquée : en 1992, les roches massives calcaires représentent globalement 42% des granulats consommés pour la fabrication des bétons ; l'objectif de 70% en 10 ans, à compter de la date d'approbation du Schéma, semble raisonnable. Le développement de la substitution dans la fabrication des bétons peut donc permettre de réduire notablement les extractions de matériaux alluvionnaires.

L'objectif d'une augmentation progressive des roches calcaires dans les granulats à bétons, de + 3% par an pendant les 10 premières années, peut être retenu. Ensuite, la consommation de granulats à bétons est supposée constante, le seuil maximal de 70% étant atteint. La diminution progressive de la consommation de granulats alluvionnaires dans la fabrication du béton permettrait d'atteindre en 2007 le niveau de 446 kt, ce qui représenterait une économie annuelle de 314 kt par rapport à la situation actuelle.

5.1.3. Transfert de flux de granulats

Afin d'économiser la ressource et de limiter les nuisances environnementales dans le cadre d'une stratégie environnementale durable, il convient de réguler les flux hors département et départements voisins. Pour assurer la transparence dans la gestion des sites concernés, une commission locale de concertation et de suivi sera créée. Cette procédure peut être étendue à

d'autres exploitations. Il est souhaitable que chaque exploitant adresse un bilan annuel des quantités de matériaux correspondantes au service chargé de l'inspection des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement. Ce suivi permettra d'éviter un éventuel gaspillage de la ressource.

5.1.4. Possibilités de recyclage des matériaux

Parmi les déchets dits inertes (les déblais de terrains naturels non pollués, les matériaux de démolition et les déchets de construction) certains pourraient être recyclés, ce qui permettrait de réduire d'autant les extractions de granulats tout en prolongeant la vie des décharges qu'ils contribuent actuellement à saturer. Toutefois, dans le département du Doubs, l'impact économique prévisible du recyclage de ces matériaux paraît restreint. Plus profitable serait l'impact environnemental de cette filière.

De même, les sables de fonderie et les mâchefers produits par les usines d'incinération d'ordures ménagères ne représentent qu'une petite fraction de la production totale de granulats.

5.2. GESTION DES RESSOURCES

5.2.1. Économiser les matériaux alluvionnaires

L'effet de la substitution des granulats alluvionnaires par des roches calcaires serait surtout sensible dans le secteur de Pontarlier où la préservation de la nappe aquifère demeure primordiale pour l'alimentation en eau potable du secteur. Dans les secteurs de Besançon et de Montbéliard, où les besoins sont considérables, en l'absence de flux en provenance de Haute-Saône, les réserves autorisées et potentielles seront épuisées à court terme.

5.2.2. Roches massives calcaires : des problèmes locaux

Le seul problème concernant les ressources se situe dans le secteur de Montbéliard où les matériaux extraits (Jurassique supérieur) sont de qualité relativement médiocre. Les calcaires du Jurassique moyen sont généralement de meilleure qualité, mais les ressources potentielles sont plus éloignées et l'on peut craindre, à terme, une pénurie de granulats calcaires de bonne qualité. Pour éviter cette situation, une attention toute particulière sera portée à l'examen des dossiers de demande d'ouverture de carrière.

5.3. IMPLANTATION DE NOUVELLES CARRIÈRES ET RÉAMÉNAGEMENT

Des mesures seront prises pour éviter la multiplication des sites d'extraction (mitage) et réduire le nombre de carrières improductives (30% actuellement). Les éventuelles autorisations d'extraction seront assorties de conditions conduisant les pétitionnaires à rechercher, à travers leurs plans techniques d'exploitation, les réponses et mesures adaptées à une réelle prise en considération du patrimoine naturel des zones d'intérêt écologique, régional et local, ainsi que du cadre paysager.

En ce qui concerne les chantiers routiers et celui du TGV Rhin-Rhône, à caractère exceptionnel, toute demande d'autorisation d'exploitation d'une zone d'emprunt (particulièrement en milieu alluvial) devra être justifiée par le pétitionnaire qui produira une étude technique et économique comparative des conditions d'approvisionnement à partir des sites autorisés les plus proches.

Pour limiter progressivement les extractions de granulats d'origine alluvionnaire au profit des granulats de roches massives, il faut que l'octroi des autorisations d'exploiter soit soumis à des conditions très strictes. L'implantation de toute nouvelle gravière se fera dans le souci prééminent de préserver les ressources en eau potable, tant du point de vue qualitatif que du point de vue quantitatif.

Le réaménagement comprend les opérations de remise en état des sols, obligatoires pour l'exploitant, et les travaux complémentaires permettant de valoriser le terrain et de le rendre apte à une utilisation déterminée. Ils sont définis dans le cadre de l'arrêté d'autorisation. En règle générale, il faut éviter impérativement, d'une part, le mitage du paysage par des plans d'eau et, d'autre part, le remblayage des gravières. Dans le cas de carrières sèches, le remblayage peut être envisagé. Cependant, la nature des matériaux de remblai doit être strictement contrôlée.

Les aptitudes hydrogéologiques des carrières du Doubs au *comblement par des déchets inertes* ont fait l'objet d'une étude spécifique. Sur le plan du risque de perturbation des conditions hydrodynamiques du milieu et de la pollution des eaux superficielles et souterraines, les carrières de marnes ou d'argiles apparaissent comme les sites de stockage les plus sûrs.

Les sites karstiques étant vulnérables aux pollutions, leur comblement par des déchets inertes doit faire l'objet d'une étude hydrogéologique mais également de prescriptions de fonctionnement très strictes (nature des déchets, pont bascule, bordereau de suivi, tri...).

6. ZONES SENSIBLES DU POINT DE VUE ENVIRONNEMENTAL ET PATRIMONIAL

Les ressources potentielles qui ont été définies ne correspondent pas, loin s'en faut, aux ressources exploitables qui ne peuvent être dégagées qu'après recensement et hiérarchisation des contraintes susceptibles de faire obstacle aux nouveaux projets d'extraction de matériaux.

Les eaux souterraines, qui contribuent dans une large mesure à l'alimentation en eau potable, représentent sans doute le plus important des biens à sauvegarder. Les périmètres de protection réglementaires des captages AEP (Alimentation en Eau Potable) sont progressivement mis en place. Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE), approuvé par le Comité de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse le 20 décembre 1996, donne des orientations concernant les extractions de matériaux alluvionnaires visant à protéger l'environnement et la ressource en eau souterraine. Les objectifs du Schéma sont cohérents avec les orientations du SDAGE, tout en étant adaptés au contexte local.

De plus, un Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE) du Haut-Doubs et de la Haute-Loue est en cours de mise en place dans le département.

Du point de vue écologique, les *zones sensibles* à différents titres, qui ont été inventoriées, sont les Z.N.I.E.F.F. (zones naturelles d'intérêt écologique, floristique et faunistique) de type I et II, les Z.I.C.O. (zones d'importance communautaire pour les oiseaux), les arrêtés de protection de biotopes, les réserves naturelles, le parc naturel régional du Haut Jura, les sites classés et sites inscrits, les Z.P.P.A.U.P. (zones de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager), les monuments historiques, inscrits et classés, les zones concernées par la Loi Montagne, les Zones Spéciales de Conservation (Z.S.C.) et le Réseau Natura 2000.

Dans le cas des *gisements alluvionnaires*, aux contraintes liées à l'existence des puits de captage AEP, s'ajoutent la classification en Z.N.I.E.F.F. de type II de l'ensemble de la vallée de l'Ognon, plus quelques Z.N.I.E.F.F. de type I et la Z.I.C.O. du bassin du Dugeon et une Z.N.I.E.F.F. I qui couvrent la bordure méridionale du gisement alluvionnaire de la plaine de Pontarlier. Les gisements de la vallée du Doubs, en aval de Besançon, sont en quasi-totalité en dehors des zones de protection environnementale, mais cette zone est considérée, dans le SDAGE, comme un milieu aquatique à forte valeur patrimoniale du point de vue de la ressource souterraine en eau potable.

Dans le cas des *gisements de roches massives calcaires*, les contraintes environnementales laissent généralement de larges espaces libres. Dans le secteur de Besançon, c'est au Sud de la vallée du Doubs (plateau de Montrond) que, du point de vue environnemental, les conditions paraissent les plus favorables au développement des extractions..

7. CONCLUSION

Les granulats représentent l'essentiel des matériaux de carrière extraits dans le département du Doubs, dans 77 carrières autorisées. Pour les 6 autres exploitations (pierre de taille et marnes pour tuiles et briques), le problème des réserves ne se pose pas.

L'origine des granulats produits dans le département est double :

- Des matériaux alluvionnaires, dont les ressources sont partout limitées en raison de l'épuisement des gisements, du développement de l'urbanisation et de la protection des eaux souterraines pour les alimentations en eau potable.
- Des roches calcaires concassées dont les réserves autorisées sont importantes et les ressources potentielles quasi inépuisables et géographiquement bien réparties. Toutefois, dans le secteur de Montbéliard, des problèmes de qualité subsistent.

16,5% de la production des carrières (essentiellement des calcaires concassés du Haut-Doubs) sont exportés, en particulier vers la Suisse. Par contre, le département du Doubs est déficitaire en matériaux d'origine alluvionnaire et fait appel aux départements voisins.

Une politique axée sur l'utilisation économe et rationnelle des matériaux alluvionnaires et sur la protection de l'environnement a été définie dans le cadre du schéma départemental des carrières du Doubs. Les dispositions envisagées sont les suivantes :

- réserver les alluvions aux seuls usages pour lesquels ces matériaux sont indispensables,
- développer le processus de substitution dans la fabrication des bétons, en réduisant progressivement la proportion de granulats alluvionnaires de 58% à 30% sur une dizaine d'années,
- adapter la production de matériaux aux besoins du département et des départements voisins,
- recycler les matériaux de démolition et les déchets de construction.

A cette fin, il serait nécessaire de mener une action d'information et de sensibilisation de toutes les parties concernées.

D'autres dispositions sont proposées concernant les conditions de sécurité liées à la desserte des carrières, les réaménagements, la création d'une commission locale d'information afin de favoriser la transparence pour les sites de carrières susceptibles de poser problème et une action de sensibilisation des carriers aux données environnementales.

BRGM
SERVICE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL FRANCHE-COMTÉ
Parc scientifique et industriel - 21 A, rue Alain Savary - 25000 Besançon, France
Tél. : 03.81.80.62.22 - Télécopieur : 03.81.88.61.27



Ministère de l'Economie,
des Finances et
de l'Industrie

Secrétariat d'Etat à l'Industrie



MINISTÈRE DE
L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE
ET DE L'ENVIRONNEMENT



PREFECTURE DU DOUBS

document public

UNICEM
Bourgogne
Franche-Comté

Schéma départemental des carrières du Doubs

Etude réalisée dans le cadre des actions de Service public du BRGM 97-G-043

juin 1998
R 38876



Ministère de l'Economie,
des Finances et de l'Industrie



Secrétariat
d'Etat à l'Industrie



PREFECTURE DU DOUBS



MINISTÈRE DE
L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE
ET DE L'ENVIRONNEMENT

Schéma départemental des carrières du Doubs

Pilotage assuré par la DRIRE
de Franche-Comté



UNICEM
CARRIÈRES ET MATÉRIAUX



Schéma départemental des carrières du Doubs

Mots clés : matériaux, carrières, granulats, ressources, besoins, exploitation, environnement, département du Doubs (France).

En bibliographie, ce rapport sera cité de la façon suivante :

BRGM (1998) - Schéma départemental des carrières du Doubs - Rapport de synthèse.
Rapport BRGM R 38876, 95 p., 5 fig., 10 ann, 4 planches hors texte.

© BRGM, 1998, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

RESUME

Le schéma départemental des carrières du Doubs, décidé en Commission des carrières le 22 juin 1993, a été réalisé conformément au décret du Ministère de l'Environnement n° 94.603 du 11 juillet 1994 qui fixe le contenu du document ainsi que les modalités de son élaboration, de sa diffusion et de sa mise à jour ultérieure.

L'élaboration du schéma a bénéficié d'une large concertation grâce à la création d'un groupe de travail piloté par la DRIRE et assisté par le BRGM en qualité de chargé de mission, réunissant divers organismes et administrations qui ont apporté leur concours.

Le schéma des carrières concerne essentiellement les granulats qui, en tonnage (4 420 kt en 1992) représentent 98% de la totalité des matériaux extraits dans le département.

Le marché départemental des granulats est caractérisé actuellement par :

- une production relativement modeste (10 à 12%) de granulats alluvionnaires, insuffisante pour satisfaire les besoins, ce qui place le département en état de dépendance par rapport à ses voisins,
- une production excédentaire de granulats de roches massives essentiellement calcaires (absence d'affleurements de roches éruptives dans le département), dont une partie (17,5% en 1992) est livrée dans les départements voisins et en Suisse principalement.

Les granulats sont transportés exclusivement par la route et, dans le contexte actuel de l'activité extractive, il ne paraît guère possible d'envisager un autre moyen de transport (voie ferrée ou navigable).

L'inventaire des ressources potentielles en granulats montre l'abondance des gisements de roches calcaires sur l'ensemble du département avec, toutefois, un problème de qualité dans le secteur de Montbéliard. En revanche, il laisse présager des difficultés croissantes pour l'approvisionnement en granulats alluvionnaires à court terme, du fait de l'épuisement des réserves autorisées et, à moyen terme, du fait de la rareté des gisements potentiels, ce qui justifie d'économiser encore plus ce type de matériaux.

Dans le département du Doubs, le recyclage des matériaux n'offre, actuellement, que peu de perspectives, tant en ce qui concerne le secteur de la démolition que celui des mâchefers ou des sables de fonderie.

Les besoins en granulats ont été évalués après avoir défini une politique des carrières axée sur la réduction progressive des extractions en milieu alluvial grâce :

- à une utilisation plus rationnelle des matériaux en technique routière et VRD,

- au développement du processus de substitution dans la fabrication des bétons,
- à une régulation des flux hors département et départements voisins.

La mise en oeuvre d'une telle politique doit être accompagnée d'une action d'information et de sensibilisation de toutes les parties concernées, producteurs comme utilisateurs.

L'inventaire des zones sensibles du point de vue environnemental et patrimonial montre que les plaines alluviales des principales rivières, qui recèlent la quasi totalité des gisements alluvionnaires, sont les plus concernées, notamment par les dispositions du schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) du Bassin Rhône-méditerranée-Corse. En revanche, du fait de la grande extension des zones d'affleurements et malgré les contraintes environnementales de toutes sortes, de vastes espaces restent encore libres pour les extractions de roches massives calcaires.

Des mesures sont prises et des recommandations sont données pour l'implantation de nouvelles carrières et le réaménagement des sites d'extraction dans le triple souci d'économiser les gisements, d'éviter la multiplication des carrières (mitage) et de préserver l'environnement.

Le présent rapport de synthèse est accompagné d'une carte en couleurs à l'échelle du 1/100 000 (4 planches hors texte) qui présente, sur un même document, la localisation des ressources géologiques en matériaux utilisables pour la fabrication de granulats et celle des données environnementales à prendre en compte. Cette carte est un document de synthèse, précis à l'échelle de travail et qui doit donc être utilisé avec discernement.

Elle ne doit pas être utilisée à d'autres fins que celles directement liées à l'usage du Schéma Départemental des Carrières du Doubs, compte-tenu de la nature de certaines données, notamment environnementales.

En effet, celles-ci sont évolutives et peuvent ne pas appartenir au domaine public.

SOMMAIRE

1. INTRODUCTION	8
1.1. Elaboration du schéma départemental des carrières	8
1.2. Contenu du rapport de synthèse.....	10
2. GENERALITES.....	12
2.1. Cadre géographique et géologique	12
2.2. Nature et origine des matériaux de carrières exploités	13
2.3. Conditions de gisement	15
2.4. Conditions générales d'exploitation.....	16
2.5. Principales caractéristiques des matériaux.....	17
2.6. Domaines d'utilisation des granulats	20
3. STRUCTURE DE L'ACTIVITE EXTRACTIVE DES GRANULATS.....	21
3.1. Répartition géographique des carrières autorisées.....	21
3.2. Production	23
3.3. Flux entrant.....	24
3.4. Flux sortant.....	24
3.5. Consommation	25
3.6. Destination (utilisation) des granulats consommés	26
3.7. Modalités de transport des matériaux.....	28
3.8. Impact des carrières existantes sur l'environnement.....	31

4. ETUDE DES RESSOURCES	36
4.1. Réserves autorisées.....	36
4.2. Ressources potentielles	37
4.3. Carte des ressources potentielles en granulats	44
5. ETUDE DES BESOINS EN GRANULATS	46
5.1. Evolution de la production.....	46
5.2. Définition d'une politique d'extraction des granulats - orientation et objectifs	49
5.3. Possibilités de recyclage des matériaux	60
5.4. Evaluation des besoins	67
6. INVENTAIRE DES ZONES SENSIBLES DU POINT DE VUE ENVIRONNEMENTAL ET PATRIMONIAL.....	75
6.1. Eaux souterraines	75
6.2. Eaux superficielles	78
6.3. Milieux naturels	78
6.4. Carte des données environnementales.....	81
6.5. Poids des contraintes environnementales sur les ressources potentielles en granulats	82
7. APTITUDES HYDROGEOLOGIQUES DES CARRIERES DU DOUBS AU COMPLEMENT PAR DES DECHETS INERTES.....	85
8. ORIENTATIONS EN MATIERE DE REAMENAGEMENT DES CARRIERES.....	87
8.1. Généralités	87

Schéma départemental des carrières du Doubs

8.2. Carrières en eau	88
8.3. Carrières sèches	90
9. CONCLUSION.....	93

TABLE DES FIGURES

Figure 1 - Les grandes unités structurales franc-comtoises	11
Figure 2 - Principales caractéristiques et catégories d'utilisation en technique routière des granulats extraits dans le Doubs	19
Figure 3 - Répartition des carrières de granulats autorisées en 1992, par formation exploitée, dans le département du Doubs	22
Figure 4 - Evaluation des besoins à 15 ans, en matériaux alluvionnaires (en 1 000 t)	68
Figure 5 - Evaluation des besoins à 15 ans, en roches massives calcaires (en 1 000 t)	72

TABLE DES ANNEXES

Annexe 1 - Localisation des ressources potentielles en granulats et des carrières autorisées en 1992	96
Annexe 2 - Utilisations possibles des granulats du département du Doubs en technique routière et pour la fabrication des bétons	98
Annexe 3 - Schémas montrant la structure de l'activité extractive de granulats du département du Doubs en 1992	112
Annexe 4 - Schémas montrant les flux des granulats dans le département du Doubs .	116
Annexe 5 - Incidence des gravières sur le complexe rivières/nappes alluviales	119
Annexe 6 - Aptitudes hydrogéologiques des carrières du Doubs au comblement par des déchets inertes	135
Annexe 7 - Le recyclage en granulats de la fraction inerte des matériaux de démolition	153
Annexe 8 - Caractérisation et possibilités d'élimination de matériaux considérés comme inertes	167
Annexe 9 - Glossaire des contraintes environnementales	171
Annexe 10 - Liste des communes du Doubs classées en zone de montagne	178

LISTE DES PLANCHES HORS TEXTE

Planche 1 - Carte des ressources potentielles en granulats et des données environnementales sur fond topographique au 1/100 000, feuille nord-ouest.

Planche 2 - Carte des ressources potentielles en granulats et des données environnementales sur fond topographique au 1/100 000, feuille nord-est.

Planche 3 - Carte des ressources potentielles en granulats et des données environnementales sur fond topographique au 1/100 000, feuille sud-ouest.

Planche 4 - Carte des ressources potentielles en granulats et des données environnementales sur fond topographique au 1/100 000, feuille sud-est.

1. INTRODUCTION

1.1. ELABORATION DU SCHEMA DEPARTEMENTAL DES CARRIERES

L'industrie extractive a pour particularité d'exploiter une matière première non renouvelable.

La gestion de l'environnement passe donc, avant tout, par la gestion des différents gisements de matériaux de carrières (alluvionnaires - roches massives), à partir desquels vont être produits les granulats indispensables pour la réalisation d'ouvrages de génie civil, de bâtiment et de travaux publics.

La préservation et la valorisation de la ressource minérale imposent également que des orientations et objectifs en matière d'utilisation rationnelle des granulats soient définis.

La loi n° 76.663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement, modifiée par la loi n° 93.3 du 04 janvier 1993 (article 16.3) relative aux carrières, prévoit qu'un schéma départemental des carrières doit être réalisé et mis en place dans chaque département.

Le décret n° 94.603 du 11 juillet 1994 relatif au schéma départemental des carrières, pris en application de la loi susvisée, fixe le contenu, la procédure d'élaboration du schéma, sa diffusion et sa mise à jour ultérieure.

Le schéma doit constituer un instrument d'aide à la décision du préfet, lorsqu'il doit se prononcer sur une demande d'autorisation d'ouverture de carrière.

Il définit donc les conditions générales d'implantation des carrières dans le département. Il prend en compte l'intérêt économique national, les ressources et les besoins en matériaux du département et des départements voisins, la protection des paysages, des sites et des milieux naturels sensibles, etc...

Les autorisations d'exploitations de carrières doivent être compatibles avec le schéma.

Le schéma départemental des carrières est élaboré par la Commission Départementale des Carrières.

Lors de la séance de la Commission des Carrières du Doubs en date du 22 juin 1993, Monsieur le Préfet du Doubs a mis en place un groupe de travail chargé de conduire les travaux pour l'élaboration du schéma départemental des carrières du Doubs. Ce groupe de travail a été piloté par la DRIRE et a été assisté par le BRGM en qualité de chargé de mission.

L'élaboration du schéma a bénéficié d'une large concertation lors des différentes réunions du groupe de travail. Celui-ci était composé des organismes et administrations suivants :

- Préfecture,
- Direction départementale de l'Équipement (DDE),
- Direction départementale de l'Agriculture et de la Forêt (DDAF),
- Direction départementale des Affaires Sanitaires et Sociales (DDASS),
- Direction régionale de l'Industrie, de la Recherche et de l'Environnement (DRIRE),
- Direction régionale de l'Environnement (DIREN),
- Union nationale des Industries de Carrières et Matériaux de Construction (UNICEM),
- Conseil Général du Doubs,
- Syndicat mixte Saône-Doubs,
- Commission de Protection des Eaux (CPEPESC), représentant les associations, jusqu'en octobre 1994,
- Société d'Histoire Naturelle du Pays de Montbéliard qui a participé à la phase finale de l'élaboration du schéma,
- Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM),

Parallèlement à cette procédure, la loi sur l'eau du 03 janvier 1992 a créé deux instruments de planification, les schémas directeurs d'aménagement et gestion des eaux (SDAGE) et les schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE). Le SDAGE élaboré dans un délai de 5 ans fixe pour chaque bassin les orientations fondamentales d'une gestion équilibrée de la ressource en eau. Cette gestion vise notamment la préservation des écosystèmes aquatiques, des sites et zones humides, le libre écoulement des eaux, la protection contre la pollution, la restauration de la qualité des eaux et la protection de la ressource en eau, notamment celle en eau potable.

Le SAGE fixe au niveau du sous-bassin les objectifs généraux de protection quantitative et qualitative.

Ces trois catégories de documents doivent être cohérentes entre elles pour le domaine commun qui les concerne, c'est-à-dire les extractions de granulats ayant un impact notable sur les intérêts visés par la loi sur l'eau, principalement les extractions en nappe alluviale.

Le schéma départemental des carrières du Doubs prend en compte les orientations du SDAGE du Bassin Rhône-Méditerranée-Corse mais les objectifs du SAGE Haut Doubs - Haute Loue ne sont pas encore connus. Le Syndicat Mixte d'Étude pour l'Aménagement du Bassin de la Saône et du Doubs a été associé aux travaux du groupe de travail chargé de l'élaboration du schéma départemental des carrières du Doubs, afin d'assurer la cohérence du dispositif.

1.2. CONTENU DU RAPPORT DE SYNTHÈSE

Le schéma départemental des carrières du Doubs concerne essentiellement les granulats qui, en tonnage (4 420 kt), représentent 98% de la totalité des matériaux de carrières extraits dans le département ¹.

Conformément au décret n° 94-603 du 11 juillet 1994 relatif au schéma départemental des carrières, ce rapport de synthèse présente :

- l'analyse de la situation existante concernant, d'une part, les besoins du département et ses approvisionnements en matériaux de carrières et, d'autre part, l'impact des carrières existantes sur l'environnement,
- l'inventaire des ressources connues en matériaux de carrières,
- l'évaluation des besoins locaux en matériaux de carrières dans les années à venir,
- les orientations prioritaires et les objectifs à atteindre dans les modes d'approvisionnement de matériaux, afin de réduire l'impact des extractions sur l'environnement et de favoriser une utilisation économe des matières premières,
- l'examen des modalités de transport des matériaux de carrières et les orientations à privilégier dans ce domaine,
- les zones dont la protection, compte-tenu de la qualité et de la fragilité de l'environnement, doit être privilégiée,
- les orientations à privilégier dans le domaine du réaménagement des carrières.

Par ailleurs, trois études spécifiques ont été réalisées et sont présentées en annexe :

- incidence des gravières sur le complexe rivières/nappes alluviales (annexe 5),
- aptitudes hydrogéologiques des carrières du Doubs au comblement par des déchets inertes (annexe 6),
- recyclage en granulats de la fraction inerte des matériaux de démolition (annexe 7).

¹ En effet, hormis les 77 carrières de granulats autorisées, le Doubs ne compte que :

- 5 carrières de pierres de construction calcaires, exploitations artisanales, dont la production totale n'a été que de 0,7 kt en 1992 et pour lesquelles il n'y a pas de problèmes de réserves,
- 1 carrière de matériaux à usage industriel, en l'occurrence des argiles et marnes pour tuiles et briques extraites à Lantenne-Vertière, à l'Ouest de Besançon, le gisement actuellement exploité ayant encore 30 ans de réserves au rythme actuel de production.

Schéma départemental des carrières du Doubs

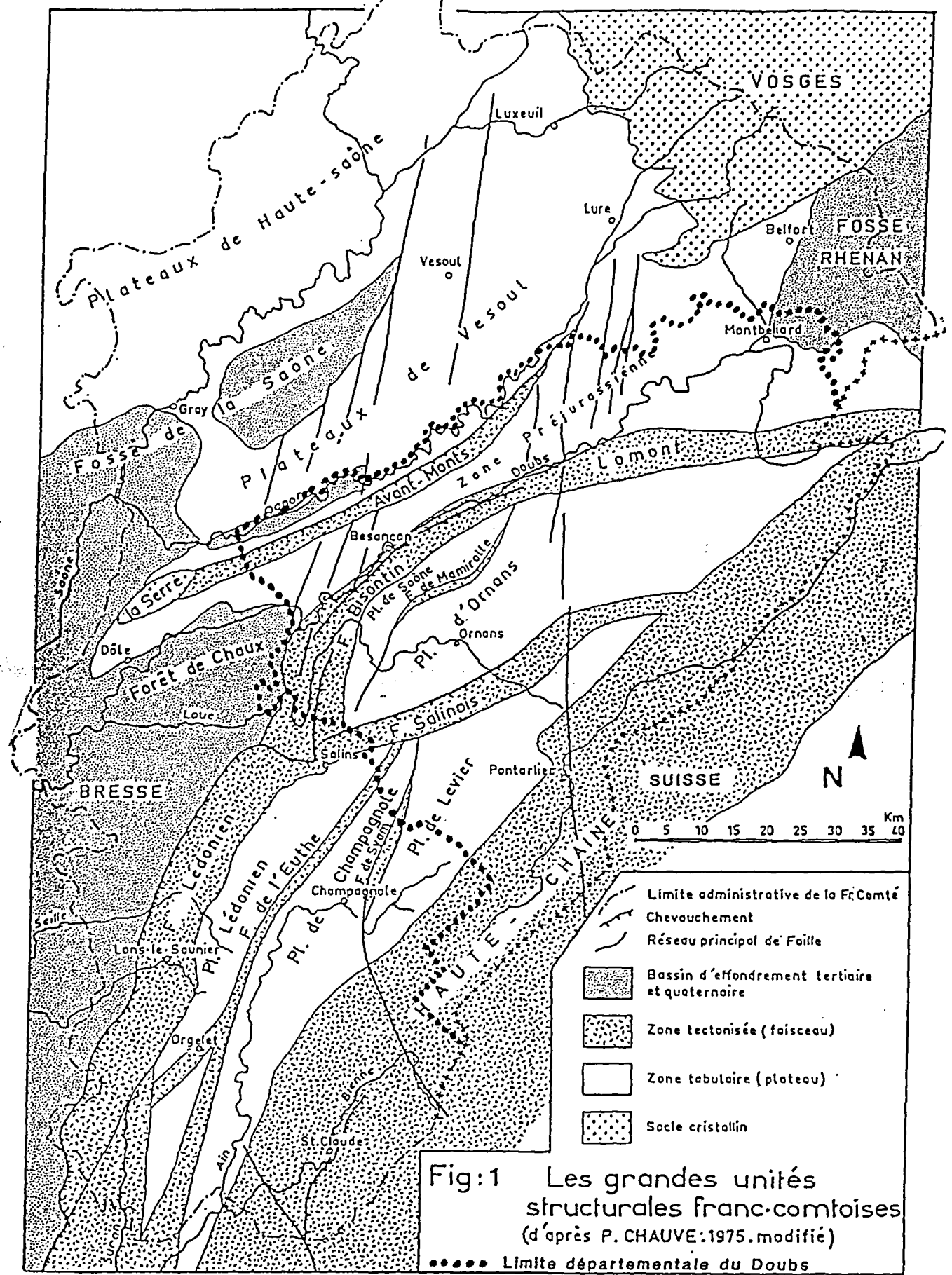


Fig:1 Les grandes unités structurales franc-comtoises (d'après P. CHAUVÉ:1975, modifié)

Figure 1 - Les grandes unités structurales franc-comtoises

2. GENERALITES

2.1. CADRE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE (cf. figure 1)

Le département du Doubs a une superficie de 5 234 km² et compte environ 485 000 habitants.

Le territoire du département appartient en totalité à la Chaîne du Jura. Il s'étend entre la vallée de l'Ognon, au Nord-Ouest dont le cours marque la limite administrative avec le département de Haute-Saône, et la haute vallée du Doubs, au Sud-Est, dont une partie du cours marque la frontière entre la France et la Suisse.

Les formations cristallines et éruptives du socle primaire n'affleurent nulle part. Elles sont partout recouvertes par des formations sédimentaires d'âge essentiellement secondaire (Trias, Jurassique, Crétacé). Les dépôts tertiaires ne se rencontrent que très localement, à l'extrême Nord-Est (extrémité occidentale du "golfe de Montbéliard", appendice du fossé rhénan) à l'extrême Ouest (lisière orientale du bassin de la Forêt de Chaux, appendice de la dépression de la Bresse) et, de façon sporadique dans le coeur de certains synclinaux de la Haute-Chaîne.

La région est drainée par trois rivières principales appartenant au bassin versant de la Saône : le Doubs, la Loue et l'Ognon. Des alluvions quaternaires, d'origine fluviale, glaciaire ou fluvio-glaciaire, se sont déposées dans le fond et, localement, sur les bords des principales vallées et de certains bassins synclinaux.

Schématiquement, la structure géologique du département du Doubs est formée d'une série de zones subtabulaires (les plateaux) et de zones plissées (les faisceaux) qui se succèdent du Nord-Ouest au Sud-Est.

Les plateaux sont formés de couches tabulaires ou faiblement ondulées, recoupées par des failles et nivelées par des surfaces d'érosion.

Les faisceaux sont d'étroites zones plissées, faillées et plus ou moins disloquées, qui s'allongent entre les plateaux.

Ainsi distingue-t-on successivement, du Nord-Ouest au Sud-Est (cf. figure 1) :

- les Avant-Monts qui s'étendent depuis le massif de la Serre au SW jusqu'à Corcelle-Mieslot au NE. Plissés et affectés de chevauchements, ils font la transition avec les plateaux de Haute-Saône,
- la zone des plateaux et collines préjurassiens qui s'étend entre les Avant-Monts et la vallée du Doubs. Elle est compartimentée par de nombreuses failles entre lesquelles se développent des plis à grands rayons de courbure,
- le faisceau bisontin qui longe la vallée du Doubs et se prolonge vers l'Est par la chaîne du Lomont,

- le plateau de Saône et le plateau d'Ornans, séparés par le petit faisceau de Mamirolle et prolongés vers l'Est par le plateau de Vercel-Valdahon,
- le faisceau salinois, plus ou moins parallèle au faisceau bisontin,
- le plateau de Levier,
- la Haute-Chaîne, ou Jura interne, partie la plus élevée du Jura qui occupe toute la bordure sud-orientale du département. Située à une altitude généralement supérieure à 1 000 m, elle est constituée par un alignement de plis réguliers recoupés par des accidents transversaux.

2.2. NATURE ET ORIGINE DES MATERIAUX DE CARRIERES EXPLOITES

Du point de vue géologique et géotechnique, deux grandes catégories de roches sont susceptibles de fournir des granulats : les roches meubles et les roches massives, cohérentes, plus ou moins dures.

2.2.1. Roches meubles

Les roches meubles donnent des granulats naturels, généralement roulés. Il peut s'agir :

- soit, d'alluvions quaternaires récentes, d'origine fluviale, déposées dans les basses plaines alluviales (lits mineur et majeur) des principales rivières (Doubs, Loue, Ognon, Savoureuse),
- soit, d'alluvions quaternaires plus anciennes, d'origine glaciaire (moraines) ou fluvioglaciale, déposées dans le fond ou en bordure de certaines dépressions (en particulier les synclinaux crétacés de la Haute-Chaîne) et sur les hauts plateaux où elles ne subsistent qu'à l'état de lambeaux de faible extension.

Appartiennent également aux roches meubles des éboulis calibrés, à éléments anguleux et matrice argilo-sableuse, formés sous climat périglaciaire. Ces dépôts accumulés sur les versants, au pied des falaises calcaires dont ils sont issus, sont appelés "groises" dans la région.

2.2.2. Roches massives

Dans le département du Doubs, en l'absence de roches éruptives et autres roches siliceuses (grès...), de qualité convenable, les roches massives utilisées pour la fabrication des granulats de concassage sont toutes de nature calcaire.

Les roches massives calcaires, d'origine sédimentaire, sont particulièrement abondantes dans la série stratigraphique et affleurent sur la plus grande partie du territoire départemental. Les niveaux exploités appartiennent essentiellement au Jurassique moyen et supérieur et présentent des faciès variés, de bas en haut :

- Jurassique moyen

. Bajocien

- * calcaires organo-détritiques à entroques,
- * calcaires à polypiers,
- * calcaires oolithiques.

. Bathonien

- * calcaires compacts à pâte fine, sublithographiques,
- * calcaires graveleux, localement oolithiques.

- Jurassique supérieur

. Oxfordien supérieur ou "Rauracien"

- * calcaires oolithiques et bioclastiques,
- * calcaires à polypiers,
- * calcaires compacts à pâte fine.

. Kimméridgien inférieur ou "Séquanien"

- * calcaires oolithiques ou graveleux,
- * calcaires à pâte fine, parfois crayeux.

. Kimméridgien supérieur ou "Kimméridgien"

- * calcaires le plus souvent compacts, à pâte fine avec passées de calcaires oolithiques et/ou graveleux.

. Portlandien

- * calcaires compacts, à pâte fine, sublithographiques et calcaires dolomitiques.

Les calcaires du Jurassique moyen forment un ensemble pratiquement continu d'une puissance totale pouvant atteindre 200 m.

Les calcaires du Jurassique supérieur sont encore plus épais, mais souvent entrecoupés d'intercalations de marnes ou de calcaires argileux, notamment le "Séquanien" et le "Kimméridgien".

La carte de l'annexe 1 au 1/500 000 montre la répartition des aires d'affleurement de ces diverses formations géologiques dans le département du Doubs.

2.3. CONDITIONS DE GISEMENT

2.3.1. Roches meubles

Les alluvions récentes, d'origine fluviale, localisées dans le fond des principales vallées, sont constituées de granulats naturels roulés, sablo-graveleux, plus ou moins grossiers, avec des galets en proportions variables. Elles sont surmontées par des dépôts fins limoneux (limons de débordement) ou argilo-sableux qui constituent la "découverte" des gisements.

Les alluvions sablo-graveleuses sont généralement aquifères sur toute ou partie de leur épaisseur et les nappes qu'elles recèlent sont recherchées et exploitées pour l'alimentation en eau potable des collectivités.

L'épaisseur des alluvions exploitables est le plus souvent comprise entre 3 m et 7 m mais peut être localement plus importante, au droit de certains chenaux de surcreusement.

L'épaisseur des argiles et limons de couverture varie de 0,50 m à 2 m mais peut atteindre localement 3 à 4 m.

Les alluvions fluvi-glaciaires, constituées par des matériaux morainiques plus ou moins lavés et triés par les eaux de fonte des glaciers, sont généralement plus hétérogènes, hétérométriques et un peu plus argileuses que les alluvions récentes.

Leur épaisseur, très variable, dépasse localement 20 m, sous une mince (< 1 m) couche de terre plus ou moins caillouteuse.

Elles recèlent parfois un aquifère important (cône fluvi-glaciaire de la plaine de Pontarlier).

Les alluvions glaciaires (moraines) ne sont pas exploitées actuellement et sont mal connues. Toutefois, leur hétérogénéité, leur grande hétérométrie et leur caractère très argileux leur enlèvent, a priori, tout intérêt en tant que ressource potentielle en granulats ou en tant que réservoir aquifère.

Les éboulis calcaires calibrés, ou groises, forment des bandes étroites sur les versants, au pied de certains escarpements calcaires. Leur mode de dépôt explique les variations d'épaisseur importantes (0 m à 20/30 m) et très rapides dans le sens perpendiculaire au versant.

2.3.2. Roches massives calcaires

Les calcaires sont des roches sédimentaires, stratifiées en bancs d'épaisseur variable, et présentent différents faciès. Le grain peut être plus ou moins grossier (calcaires oolithiques, calcaires à entroques) ou, au contraire, très fin (calcaires sublithographiques et lithographiques) avec tous les intermédiaires. Ils sont tantôt compacts, durs et résistants, tantôt plus ou moins poreux, parfois d'aspect crayeux et sont alors sensibles au gel. Il en résulte que les caractéristiques géotechniques des granulats fabriqués à partir de roches calcaires sont très inégales.

Les séries calcaires sont épaisses de plusieurs dizaines de mètres, mais, dans une même formation, les variations de faciès sont fréquentes, tant verticalement que latéralement ; le calcaire est parfois pollué par des impuretés argileuses diffuses dans la masse (calcaires argileux), ou sous forme d'intercalations (marno-calcaires).

La découverte, souvent limitée à quelques décimètres de terre végétale, peut, localement, être beaucoup plus importante, sous forme d'argiles résiduelles de décalcification, en rapport avec les phénomènes de karstification.

2.4. CONDITIONS GENERALES D'EXPLOITATION

Les conditions d'exploitation sont très différentes selon qu'il s'agit de matériaux meubles ou de roches massives.

Les gisements de matériaux meubles sont facilement accessibles et s'exploitent aisément avec différents types de matériels de terrassement ou de dragage, l'extraction se faisant en grande partie dans l'eau, du moins en ce qui concerne les alluvions récentes des rivières, les plus sollicitées. Compte-tenu de leur épaisseur relativement modeste, les matériaux sont extraits en un seul gradin, une fois la découverte réalisée.

Pour exploiter les roches massives, il est nécessaire d'utiliser l'explosif et de disposer d'un matériel plus puissant et plus lourd, notamment en ce qui concerne les installations de concassage. Selon l'épaisseur du gisement, l'extraction se fait en un ou plusieurs gradin(s).

Du point de vue impact sur l'environnement, chacun des deux types de gisements présente des avantages et des inconvénients :

- Les gisements se présentant sur des épaisseurs limitées, voire très faibles dans les gravières, l'emprise au sol y est beaucoup plus forte que dans les carrières de roches massives. A l'inverse, l'impact paysager y est plus faible, surtout lorsqu'une végétation arbustive existante est maintenue, alors que les parois rocheuses, sur de grandes hauteurs, sont plus difficiles à dissimuler à court et moyen termes. La fréquente lenteur de l'extraction et celle du vieillissement du matériau, accentuent ces inconvénients.

- Les gravières se créent le plus souvent au détriment de terres agricoles de valeur économique ou agronomique assez élevée, mais de valeur écologique parfois faible ou nulle. Les carrières de roches calcaires, par contre, couvrent et détruisent des territoires généralement abandonnés par l'agriculture, qui présentent de plus en plus souvent une valeur écologique forte à exceptionnelle.

Par ailleurs, on connaît bien les problèmes, sources de conflit permanent, liés à la double utilité des alluvions fluviales qui constituent à la fois un réservoir d'eau potable souterrain très sollicité, devant être protégé, et un réservoir de granulats tout aussi important et sollicité.

Les nuisances dues au bruit et aux poussières (tirs de mines, transport, concassage) sont globalement plus importantes dans les carrières de roches massives que dans les gravières où les matériaux sont naturellement humides et où l'on dispose, sur place, de l'eau nécessaire au lavage des granulats.

Les exploitations de matériaux dans les basses plaines alluviales aboutissent généralement à la création de plans d'eau qui, du point de vue réaménagement, offrent plus de possibilités, notamment au niveau des activités de loisirs à vocation aquatique (baignade, planche à voile, pêche, réserve naturelle...) ou écologique. Pour les carrières de roches massives, la revégétalisation des fronts de taille et le reboisement, solution souvent envisagée, est délicate à mettre en oeuvre dans la pratique, du fait, notamment, de la faible quantité de terre végétale disponible. En revanche, si la recolonisation spontanée y est lente, les anciennes carrières évoluent fréquemment vers des milieux naturels d'une grande diversité et d'une grande richesse, pour peu que leurs configurations et leurs réaménagements y soient favorables.

2.5. PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX

2.5.1. Roches meubles

Les alluvions d'origine fluviale ou fluvioglaciale sont naturellement lavées et ne renferment qu'une faible proportion de fines argileuses ou limoneuses. Leur composition pétrographique dépend de la nature des roches constituant le bassin versant. Ainsi, les alluvions de la Savoureuse et de l'Ognon, issues du démantèlement des roches du socle vosgien, sont siliceuses ; celles du Doubs sont principalement calcaires avec une certaine proportion d'éléments siliceux en aval du confluent avec l'Allan, celles de la Loue sont essentiellement calcaires.

De par leur mode de formation, les alluvions sont constituées par des éléments des roches les plus dures ayant résisté à l'usure et à l'altération au cours des différentes phases (démantèlement des roches mères, transport, sédimentation) de la genèse de ces dépôts. C'est ce qui explique leurs bonnes caractéristiques géotechniques.

La granulométrie des alluvions varie d'un bassin à l'autre et, d'une manière générale, devient de moins en moins grossière d'amont en aval.

Les éboulis calibrés ou "groises" résultent de la désagrégation, sous l'action du gel, des falaises calcaires au pied desquelles ils se sont accumulés. N'ayant pas subi de transport, les éléments sont anguleux, emballés dans une matrice plus ou moins argileuse.

2.5.2. Roches massives calcaires

Dans le département du Doubs, les calcaires peuvent être regroupés en trois grands ensembles en fonction de leurs faciès, de leurs caractéristiques géotechniques moyennes et de leur situation géographique :

- Les calcaires à dominante dure, représentés généralement par des roches compactes, à pâte fine, sublithographique :

- . Bathonien des secteurs de Besançon (plateaux et faisceau bisontins), de la zone des collines préjurassiennes entre Ognon et Doubs et du premier plateau,
- . Jurassique supérieur (Kimméridgien et Portlandien) du Haut-Doubs.

Compacts, durs, homogènes, non gélifs, ils possèdent des caractéristiques géotechniques comparables à celles de certaines alluvions récentes.

- Les calcaires à dominante moyennement dure :

- . Jurassique moyen de la bordure sud de la vallée de l'Ognon.

Moins homogènes que les précédents, ils présentent différents faciès, durs à moyennement durs, mais peu ou pas gélifs.

- Les calcaires moyennement durs à tendres :

- . Jurassique supérieur (Rauracien et Séquanien) du secteur sud de Montbéliard.

Ils sont hétérogènes et comportent des niveaux de calcaires durs à moyens alternant avec des niveaux de calcaires tendres, crayeux, parfois gélifs.

Le tableau de la figure 2, tiré de la synthèse départementale des exploitations de carrières du Doubs, réalisée en 1987, donne pour chacune de ces catégories de roches, meubles et massives, les valeurs :

- de la résistance au choc (essai Los Angelès = LA),
- de la résistance à l'usure (essai Micro Deval en présence d'eau = MDE),
- du coefficient de polissage accéléré = CPA (pour les alluvions récentes uniquement),

ainsi que les domaines d'utilisation des granulats pour les assises de chaussées et de couches de roulement (norme NF P 18 101). A cet égard, on notera que le département du Doubs ne produit pas de granulats de classe A que seules certaines roches éruptives (porphyres) peuvent fournir, les gisements les plus proches exploités actuellement se trouvant dans le Territoire de Belfort (massif ancien des Vosges) et dans le département du Jura (massif ancien de la Serre).

Schéma départemental des carrières du Doubs

FORMATION	NATURE	LA	MDE	CPA	CATEGORIE D'UTILISATION (SETRA-LCPC)
ROCHES MEUBLES					
. Alluvions récentes :					
Savoreuse	siliceuse	16 à 20	11 à 27	0,57	B
Ognon	siliceuse	15 à 18	11 à 16	0,58	B
Doubs	silico-calcaire	17 à 25	10 à 15	0,42	B,C
Loue	calcaire				
. Fluvio-glaciaire (secteur de Pontarlier)	calcaire	22 à 26	11 à 19	?	C
. Eboulis (groises)	tout-venant calcaire	?	?	?	remblais courants
ROCHES MASSIVES					
Jurassique moyen :					
. Bathonien (secteur Besançon et premier plateau)	calcaires durs	20 à 25	13 à 20		C
. Bajocien - Bathonien (bordure sud Ognon)	calcaires durs à moyens	24 à 29	10 à 18		C ou D
Jurassique supérieur :					
. "Rauracien - Séquanien" (secteur Montbéliard)	calcaires hétérogènes, moyens à tendres	25 à 40	20 à 35		C, D ou E
. Kimméridgien - Portlandien (Haut-Doubs)	calcaires durs à moyens	22 à 26	15 à 18		C

Catégorie A : matériau utilisable pour toutes couches de chaussées, tout trafic y compris couches de roulement trafic important.

Catégorie B : matériau utilisable pour toutes couches de chaussées, sauf couches de roulement trafic important.

Catégorie C : matériau utilisable en chaussées, en couches de fondation et de base tout trafic.

Catégorie D : pour couches de fondation toutes chaussées et en couches de base pour routes moyennement circulées.

Catégorie E : matériau utilisable en couches de chaussées avec ou sans traitement, à définir selon le trafic.

Remarque : si l'utilisation des matériaux est liée à l'appartenance à l'une des catégories, il n'en reste pas moins que d'autres conditions doivent être respectées :

- conditions liées au gisement : propreté, pollution, sensibilité au gel,
- conditions liées au traitement : granulométrie, indice de concassage et autres caractéristiques complémentaires.

Figure 2 - Principales caractéristiques et catégories d'utilisation en technique routière des granulats extraits dans le Doubs

2.6. DOMAINES D'UTILISATION DES GRANULATS (cf. annexe 2)

- Les alluvions récentes de nature siliceuse (Savoureuse, Ognon), de catégorie B, possèdent de bonnes caractéristiques géotechniques qui permettent leur utilisation aussi bien pour la fabrication des bétons qu'en technique routière pour la réalisation des différentes couches de chaussées sauf les couches de roulement, trafic important.
- Les alluvions calcaires du Doubs et du fluvio-glaciaire du secteur de Pontarlier (catégorie B ou C), sont utilisables pour la fabrication des bétons et la confection des chaussées : couches de fondation et de base, tout trafic.
- Les calcaires durs (catégorie C) à moyennement durs (catégorie D) conviennent à la plupart des usages routiers : couches de forme, couches de fondation, couches de base pour routes à trafic moyen, ainsi qu'à la fabrication des bétons. En revanche, elles sont généralement inutilisables pour les couches de roulement car elles n'ont pas des caractéristiques intrinsèques suffisantes (notamment le coefficient de polissage accéléré - CPA).
- Les calcaires tendres (catégorie E) sont utilisables en remblai ou en couches de chaussées dans certaines conditions, avec ou sans traitement, à définir suivant l'importance du trafic. On peut les employer également dans les bétons, sauf certains bétons à hautes performances (la résistance à la compression du calcaire devant être au moins égale à celle du béton).

Les utilisations possibles des granulats produits dans le département du Doubs, selon leur qualité, en technique routière et pour la fabrication des bétons, sont présentées en détail dans l'annexe 2.

3. STRUCTURE DE L'ACTIVITE EXTRACTIVE DES GRANULATS

L'étude est basée sur l'analyse des données statistiques de l'année 1992 fournies :

- d'une part, par la DRIRE de Franche-Comté (tableau de bord des carrières du Doubs), pour ce qui concerne l'identification des carrières, les productions et les réserves autorisées,
- d'autre part, par l'Union nationale des Producteurs de Granulats (UNPG), pour ce qui concerne le flux des matériaux.

3.1. REPARTITION GEOGRAPHIQUE DES CARRIERES AUTORISEES

(cf. annexe 1)

En 1992, le département du Doubs compte 77 carrières autorisées, dont 22 non productives. Elles se répartissent de la manière suivante en fonction de la nature des matériaux exploités :

- 5 carrières d'alluvions récentes, en eau, dont 1 improductive,
- 7 carrières d'alluvions fluvio-glaciaires, dont 3 improductives,
- 2 carrières de groise, dont une improductive,
- 63 carrières de roches massives calcaires, dont 17 improductives.

La répartition des carrières de granulats autorisées, par catégorie de matériau et par formation exploitée, est donnée par le tableau de la figure 3.

En ce qui concerne les matériaux alluvionnaires, outre 4 carrières qui exploitent les dépôts fluvio-glaciaires du secteur de Pontarlier (dont 3 dans la plaine de Pontarlier), on ne compte que 4 gravières actives en plaine alluviale :

- 1 dans la vallée de la Savoureuse,
- 1 dans la vallée de l'Ognon,
- 2 dans la vallée du Doubs, en aval de BESANCON.

En ce qui concerne les roches massives calcaires, les carrières les plus importantes (production supérieure à 100 kt/an) sont logiquement situées au voisinage des principaux centres de consommation : agglomérations de Besançon (5 carrières), Montbéliard (4 carrières), Pontarlier (2 carrières) et à proximité de la frontière suisse (3 carrières). Elles sont en activité permanente et disposent d'installations de traitement fixes.

De nombreuses carrières, de taille plus modeste, font l'objet d'extractions intermittentes, avec du matériel mobile, en fonction des besoins locaux et la répartition géographique entre sites productifs et sites non productifs est fluctuante, au gré des chantiers.

L'abondance des ressources en roches massives calcaires permet une bonne répartition des carrières sur l'ensemble du territoire du département.

FORMATION GEOLOGIQUE	NOMBRE DE CARRIERES AUTORISEES		
	PRODUCTIVES	IMPRODUCTIVES (avec réserves)	TOTAL
ROCHES MEUBLES			
- ALLUVIONS FLUVIATILES QUATERNAIRES			
- vallée de l'Ognon	1	1	2
- vallée du Doubs	2		2
- vallée de la Savoureuse	1		1
- ALLUVIONS FLUVIO-GLACIAIRES QUATERNAIRES			
- secteur de Pontarlier	4	3	7
- EBOULIS QUATERNAIRES (GROISE)			
	1	1	2
ROCHES MASSIVES CALCAIRES JURASSIQUES			
- Bajocien	2	3	5
- Bathonien	9	3	12
- "Rauracien"	5	2	7
- "Séquanien"	12	6	18
- "Kimméridgien"	8	2	10
- Portlandien	10	1	11
TOTAL	55	22	77

Figure 3 - Répartition des carrières de granulats autorisées en 1992, par formation exploitée, dans le département du Doubs

3.2. PRODUCTION

En 1992, environ 4 420 kt de granulats ont été produits dans le département du Doubs, dont :

- 520 kt (12%), à partir de gisements alluvionnaires,
- 3 900 kt (88%), à partir de roches massives calcaires.

Cette production se répartit globalement de la manière suivante :

EN 1 000 TONNES	SECTEUR DE BESANCON	SECTEUR DE MONTBELIARD	SECTEUR PONTARLIER- HAUT-DOUBS	SECTEUR DES PLATEAUX	TOTAL DEPARTEMENT
Alluvionnaire	340	80	100	-	520
Calcaires	1 200	800	1 500	400	3 900
TOTAL.....	1 540	880	1 600	400	4 420
	35%	20%	36%	9%	100%

En alluvionnaire, une seule exploitation a produit plus de 100 kt en 1992 et les 5 gravières les plus importantes (plus de 50 kt) ont fourni 95% de la production totale.

Plus de la moitié (55%) des granulats extraits en 1992 proviennent de la plaine alluviale du Doubs, en aval de Besançon.

Le Doubs est l'un des 35 départements qui produisent moins de 1 million de tonnes d'alluvions par an et qui, ensemble, ne représentent que 9% de la production nationale.

Ce fut le premier département qui a, entre 1975 et 1993, basculé d'une dominante alluvionnaire à une dominante roche massive calcaire et, durant cette période, la baisse du taux de production alluvionnaire a dépassé 40 points.

En roches massives calcaires, sur 46 carrières productives, 15 ont produit chacune, plus de 100 kt et, ensemble, près de 75% de la production du département.

A noter que plus du 1/3 de la production du Haut-Doubs a été exporté vers la Suisse, tant en ce qui concerne les granulats alluvionnaires que les granulats de roches massives.

3.3. FLUX ENTRANT

640 kt de granulats ont été importés en 1992, dont la provenance se répartit de la manière suivante (cf. annexes 3 et 4) :

EN 1 000 t	DEPARTEMENTS				TOTAL
	39	68	70	90	
Alluvions	-	50	240	-	290
Roches calcaires	-	-	190	-	190
Roches éruptives	100	-	-	60	160
TOTAL.....	100	50	430	60	640

Les alluvions, provenant pour la plus grande partie des vallées de la Saône et de l'Ognon; en Haute-Saône, ont été livrées sur les secteurs de Besançon et de Montbéliard.

Les matériaux de roches calcaires proviennent des carrières haute-saônoises proches de la région bisontine.

Les granulats de roches éruptives, inexistantes dans le département du Doubs, mais indispensables pour certaines couches de chaussées (couches de roulement) ont été importés du massif de la Serre (Moissey - Offlanges) dans le département du Jura, pour la plus grande partie, et de la bordure sud des Vosges (Lepuix-Gy, Rougemont-le-Château), dans le Territoire de Belfort.

3.4. FLUX SORTANT

Les livraisons de granulats vers les départements voisins et la Suisse (730 kt) représentent globalement 16,5% de la production départementale (4 420 kt) et comportent :

- 50 kt, de matériaux alluvionnaires, soit 9,6% de la production départementale (520 kt), près des 3/4 étant exportés en Suisse à partir des gisements du secteur de Pontarlier,
- 680 kt de granulats calcaires, soit 17% de la production départementale (3 900 kt) dont plus de 90% exportés en Suisse, à partir des carrières du secteur de Pontarlier Haut-Doubs.

Elles se répartissent de la façon suivante (cf. annexes 3 et 4) :

en 1 000 tonnes	DEPARTEMENTS			SUISSE	TOTAL
	39	70	90		
Alluvions	3	3	7	37	50
Roches calcaires	-	60	-	620	680
TOTAL.....	3	63	7	657	730

A noter que les exportations de granulats alluvionnaires vers la Suisse ont continué à décroître après 1992 ; elles n'étaient plus que de 11 kt en 1994.

3.5. CONSOMMATION (cf. annexe 3) (UNPG)

Les quantités de granulats consommées dans le département du Doubs en 1992 totalisent 4 330 kt, soit 97% du tonnage produit et se répartissent de la manière suivante :

- granulats alluvionnaires : 760 kt, soit 46% de plus que la production du département (520 kt),
- granulats de roches calcaires : 3 410 kt, soit 87% de la production du département (3 900 kt),
- granulats de roches éruptives : 160 kt correspondant à la totalité de cette catégorie de matériaux importés du Jura (Moissey - Offlanges) et du Territoire de Belfort (Lepuix-Gy - Rougemont-le-Château).

Le tableau ci-dessous, indique les consommations de granulats par catégorie et par secteur :

EN 1 000 TONNES	ALLUVIONS	ROCHES CALCAIRES	TOTAL
Secteur de Besançon	460 (25%)	1 390 (75%)	1 850
Secteur de Montbéliard	240 (24,5%)	740 (75,5%)	980
Secteur Pontarlier - Haut-Doubs	60 (6,5%)	880 (93,5%)	940
Secteur des plateaux	-	400 (100%)	400
TOTAL (*).....	760 (18%)	3 410 (82%)	4 170

(*) Il convient d'ajouter globalement 160 kt de roches massives éruptives, importées en totalité.

3.6. DESTINATION (UTILISATION) DES GRANULATS CONSOMMES (cf. annexe 3) (UNPG)

On distingue classiquement deux grands domaines d'utilisation des granulats :

- les bétons hydrauliques,
- les autres emplois qui regroupent essentiellement routes, viabilité courante et VRD.

3.6.1. Bétons hydrauliques

1 120 kt, soit 25,8% des granulats consommés dans le département du Doubs en 1992 ont été utilisés dans les bétons hydrauliques :

- 530 kt (47%) pour les bétons prêts à l'emploi,
- 280 kt (25%) pour les produits en bétons,
- 310 kt (28%) pour les autres bétons.

Ces granulats utilisés sont, pour 58% (650 kt), d'origine alluvionnaire, le reste (470 kt), soit 42%, étant des granulats de calcaires concassés. Il s'agit d'un ratio moyen pour l'ensemble du département, les pourcentages respectifs alluvionnaire-calcaire pouvant varier très sensiblement suivant les secteurs.

3.6.2. Autres emplois

3 210 kt, soit 74,2% des granulats consommés ont été employés à des usages autres que les bétons hydrauliques, dont 1 290 kt (40%) en technique routière.

Les matériaux utilisés comportent :

- 110 kt (3%) de granulats alluvionnaires,
- 2 940 kt (92%) de calcaires concassés,
- 160 kt (5%) de roches éruptives concassées, entièrement importées et utilisées essentiellement pour les couches de roulement des chaussées.

Le tableau ci-dessous indique globalement la répartition des granulats consommés dans le département en 1992, par nature et par catégorie d'utilisation.

UTILISATION	BETONS HYDRAULIQUES (kt)	VIABILITE ET AUTRES (kt)	TOTAL (kt)
NATURE			
Alluvions	650	110	760
Roches calcaires	470	2 940	3 410
Roches éruptives	-	160	160
TOTAL.....	1 120 (26%)	3 210 (74%)	4 330 (100%)

Sur une quantité totale de matériaux alluvionnaires de 760 kt, 110 kt, soit 14%, ont été utilisés en viabilité. Toutefois, il s'agit essentiellement d'alluvions de nature siliceuse employées en couches de roulement et enduits superficiels de chaussées.

Les tableaux synthétiques de l'annexe 3 donnent une vue globale de l'activité extractive des granulats dans le Doubs, en 1992.

3.7. MODALITES DE TRANSPORT DES MATERIAUX

3.7.1. Transport routier

Actuellement, le transport des granulats dans le département du Doubs se fait uniquement par la route, qu'il s'agisse des matériaux alluvionnaires ou des calcaires.

Les carrières les plus importantes sont situées à la périphérie des principales agglomérations et en bordure des principaux axes routiers.

A) SECTEUR DE BESANCON

a) Matériaux alluvionnaires

Les gisements alluvionnaires exploités ou potentiels sont tous situés dans la plaine alluviale du Doubs, en aval de Besançon (cf. § 4.2.1), c'est-à-dire au Sud-Ouest de l'agglomération. Ils sont actuellement :

- à Osselle, en bordure de la D 12 qui se raccorde, d'une part, à la N 73 à Grandfontaine, d'autre part, à la N 83 à Quingey par l'intermédiaire de la D 13,
- à Saint-Vit, en bordure de la D 13 qui rejoint la N 73 dans le bourg.

b) Matériaux calcaires

Les roches calcaires sont exploitées :

- à l'Ouest de l'agglomération : à Saint-Vit et à Chemaudin, en bordure de la N 73,
- au Sud de l'agglomération : à Merey-Sous-Montrond, avec un raccordement spécial à la D 67 qui permet d'éviter le village de Tarcenay, ainsi qu'à Epeugney, en bordure de la D 473,
- au Nord-Est de l'agglomération : à Marchaux, avec raccordement à la D 486.

Les matériaux alluvionnaires et les calcaires importés de Haute-Saône arrivent par la D 67, la D 1 et la D 8.

B) SECTEUR DE MONTBELIARD

a) Matériaux alluvionnaires

La seule carrière en activité est située dans la vallée de la Savoureuse, en bordure de la A 36 et de la D 424, sur la commune de Dambenois. Lorsque cette exploitation sera terminée, les gisements seront pratiquement épuisés dans cette région.

b) Matériaux calcaires

Les roches calcaires sont exploitées :

- à l'Ouest de l'agglomération : à Arcey en bordure de la D 33 qui se raccorde à la N 83, immédiatement au Sud, ainsi qu'à Bart, également en bordure de la D 33,
- au Sud de l'agglomération : à Mathay, en bordure de la D 438 et à Berche, avec un raccordement à la D 438.

C) SECTEUR DE PONTARLIER

a) Matériaux alluvionnaires

Le seul gisement d'envergure, exploitable et exploité dans le secteur est celui de la plaine de Pontarlier. Les deux principales carrières en activité sont situées au Nord de l'agglomération, en bordure et de part et d'autre de la N 57.

b) Matériaux calcaires

Les carrières les plus importantes sont situées dans deux zones :

- au Nord-Ouest de l'agglomération, en bordure ou à proximité de la D 72 : Sombacour, Chapelle-d'Huin, Chaffois, Houtaud,
- au Sud, près de la frontière suisse, en bordure de la N 57 : les Hopitaux-Vieux, Jougne.

Les exportations vers la Suisse à partir de ces carrières, tant en matériaux alluvionnaires qu'en roches calcaires, se font essentiellement par la N 57.

A noter également deux exploitations "isolées", l'une à Mouthe, à proximité de la D 437, qui approvisionne l'extrémité sud du département, l'autre aux FINS, à proximité de la D 461, qui alimente le secteur de Morteau et exporte une partie importante de sa production en Suisse, par la D 461.

Outre les nuisances dues aux poussières soulevées par l'évolution des engins et des camions sur le site de la carrière, et qu'il est facile d'éviter par une humidification des pistes, le transport des matériaux par camions présente certains dangers pour la circulation liés :

- d'une part, aux souillures laissées sur les routes à la sortie des carrières qui, par temps humide, rendent les chaussées glissantes,
- d'autre part, à l'augmentation du trafic poids lourds et à la traversée des agglomérations.

Le premier inconvénient ne devrait jamais se produire puisqu'il suffit d'installer sur le site un débourbeur pour le nettoyage des roues des véhicules sortants. Selon les conditions d'accès à la carrière, un tel dispositif peut être obligatoire.

Par ailleurs, l'accès à la carrière doit être aménagé de manière à permettre l'entrée et la sortie des camions sans occasionner de gêne pour les véhicules circulant normalement sur la voie publique.

Il est beaucoup plus difficile de remédier au second inconvénient, du moins en ce qui concerne les carrières existantes. A l'avenir, pour les nouvelles exploitations d'une certaine envergure (plus de 150 000 t/an, par exemple), on examinera les solutions permettant d'éviter la traversée de zones habitées qui impliquerait des nuisances.

3.7.2. Transport par rail

Actuellement, dans le département du Doubs, aucune exploitation de granulats n'est embranchée sur le réseau SNCF. Plusieurs raisons expliquent cette situation :

- Les granulats exploités dans le département sont de qualité ordinaire, ont une faible valeur ajoutée et ne supportent pas un transport sur de longues distances. De fait, les matériaux sont livrés dans un rayon qui n'excède pas 40 km. Ils ne quittent pas le département, mis à part les exportations vers la Suisse qui se font à partir de gisements situés à moins de 40 km de la frontière.
- La richesse en gisements du département fait que les exploitations sont nombreuses, dispersées sur l'ensemble du territoire et n'ont qu'une envergure moyenne, même les plus importantes qui sont, en outre, situées à proximité des principaux centres de consommation.
- Pour être compétitif sur de courtes distances (≤ 40 km), le transport par rail nécessite un embranchement au départ, sur le site d'extraction et un embranchement à l'arrivée, qui peut être par exemple une centrale. Faute de quoi, les matériaux devraient être transportés par camion du lieu de production à la gare d'expédition la plus proche et de la gare d'arrivée au lieu d'utilisation. Ces multiples reprises de matériaux augmentent le prix des matériaux livrés et ne sont envisageables que pour des produits nobles, transportés en quantités importantes, sur de longues distances.

La faisabilité du transport de granulats par rail vers la Suisse, à partir des gares de Pontarlier et de Longevilles-Mont-d'Or a été étudiée par la SNCF, à la demande de carriers, mais ce projet est actuellement en sommeil.

Dans ces conditions, il apparaît que la structure actuelle de l'activité extractive des granulats dans le département du Doubs n'est pas adaptée au transport intradépartemental des matériaux par voie ferrée.

Seule une restructuration allant dans le sens d'un regroupement des extractions sur 3 ou 4 sites seulement, ou l'ouverture de chantiers ponctuels de grande envergure pourrait amener à reconsidérer la question, notamment sur le plan économique.

A titre indicatif, les gares équipées pour expédier ou recevoir des matériaux sont actuellement les suivantes :

- pour la réception : Besançon, Frasné, Valdahon, Pontarlier,
- pour l'expédition : Pontarlier, les Longevilles-Mont-d'Or.

3.7.3. Transport par voie d'eau

La seule voie navigable existante est le canal du Rhône au Rhin (canal Freycinet) qui emprunte la vallée du Doubs dans le Nord du département.

Comme pour le transport ferroviaire et pour les mêmes raisons évoquées précédemment, la structure actuelle de l'activité extractive du département ne permet guère d'envisager le transport des granulats par voie d'eau.

Toutefois, le transport par voie navigable peut s'avérer intéressant dans le cas d'un gros chantier à caractère exceptionnel. La situation géographique du chantier par rapport au centre de production, d'une part, et par rapport à la voie navigable, d'autre part, sera alors le critère de faisabilité déterminant.

En définitive, dans le contexte actuel de l'activité extractive des granulats, il ne paraît guère possible, dans le département du Doubs, d'envisager un autre moyen de transport des matériaux que le réseau routier. C'est pourquoi, dans l'examen du dossier de demande d'autorisation, une attention toute particulière sera portée sur la prise en compte des conditions de sécurité et des mesures envisagées pour les respecter, notamment en ce qui concerne la desserte de la carrière.

3.8. IMPACT DES CARRIERES EXISTANTES SUR L'ENVIRONNEMENT

3.8.1. Carrières de matériaux alluvionnaires

La très grande majorité des carrières de matériaux alluvionnaires sont implantées dans la basse plaine alluviale (lit majeur) des principales rivières où le toit de la nappe phréatique est peu profond (1 à 3 m). L'exploitation des gravières a pour conséquence de mettre la nappe au jour et de créer des plans d'eau.

L'impact hydrogéologique des gravières sur les nappes alluviales fait l'objet d'une étude spécifique, à caractère général, présentée en annexe 5. Cette étude montre le rôle mineur joué par les plans d'eau sur l'écoulement et la qualité des eaux souterraines, à condition toutefois de respecter les précautions qui sont énoncées.

D'une façon générale, l'aménagement "naturel" des gravières, sans apport de remblai, ne pose pas de problèmes réels quant à la qualité de la nappe située en aval hydraulique. Le colmatage des berges est plus ou moins rapide. L'évolution de la qualité de l'eau des gravières vers une eutrophisation est faible. Le "vieillessement" des gravières n'induit pas d'impact décelable sur les eaux à l'aval.

a) Vallée de l'Ognon

Le cours de l'Ognon limite les départements du Doubs et de Haute-Saône entre Bonnal et Jallerange. La plaine alluviale, relativement étroite, est jalonnée par de nombreux plans d'eau de superficie très variable qui témoignent d'une activité extractive ancienne, importante et qui ont, localement, profondément modifié le paysage. D'amont en aval, les principales zones d'extraction sont les suivantes :

- Secteur Bonnal (25) - Chassey-les-Montbozon (70) : en amont du pont de la D 87 qui relie ces deux villages, la plus grande partie de la plaine alluviale qui s'étend essentiellement en rive droite (Chassey-les-Montbozon) est occupée par plusieurs plans d'eau, sans relation avec la rivière, gravière encore en activité, aménagement en base de loisir (baignade, pêche).

- Secteur de Rougemont (25), en rive droite : un grand plan d'eau accompagné d'un plus petit et de "trous" plus ou moins remblayés, témoignant d'une exploitation ancienne quelque peu anarchique.

- Entre Germondans (25) et Cromary (70) : c'est dans ce secteur que le cours de la rivière est le plus perturbé. Sur des kilomètres de longueur, le lit mineur de l'Ognon a été dragué et plus ou moins élargi, parfois considérablement jusqu'à occuper toute la largeur de la plaine alluviale (Chambornay-les-Bellevaux - Valleroy). Plusieurs plans d'eau également en lit majeur, sans relation avec la rivière : Rigney (25), Vandelans (70), Aulx-les-Cromary (70), Moncey (25).

- Etuz (70) : plan d'eau immédiatement en aval du pont de Cussey-sur-l'Ognon (25), en rive droite.

- Marnay (70) : vaste plan d'eau, entre le pont et la déviation de la D 67, formé par dragage du lit mineur et élargissement sur le lit majeur, en rive gauche. Aménagement en base de loisir (planche à voile, canoë).

- Sornay (70) : gravière en activité.

En 1992, on compte 4 carrières en activité dans la partie limitrophe de la vallée de l'Ognon : une dans le Doubs, à Valleroy et 3 en rive droite, dans le département de Haute-Saône, à Chassey-les-Montbozon, Etuz et Sornay.

b) Vallée de la Savoureuse

La plus grande partie de la plaine alluviale de la Savoureuse dans le département du Doubs, en aval de Chatenois-les-Forges (90) est occupée par de vastes plans d'eau correspondant tous à d'anciennes gravières dont certains aménagés pour les loisirs (pêche, ski nautique, planche à voile...).

La seule carrière en activité, sur la commune de Dambenois, arrive en fin d'autorisation.

Compte-tenu du passage des voies de communication (autoroute A 36, RN 437, canal de Haute-Saône) et du développement de l'urbanisation, il n'y a plus d'espace suffisant pour permettre l'ouverture d'une nouvelle gravière de quelque importance et l'on peut considérer que le gisement alluvionnaire exploitable, dans cette extrémité aval de la vallée de la Savoureuse, est pratiquement épuisé.

c) Vallée du Doubs

Le long de la vallée du Doubs, les extractions de granulats alluvionnaires sont concentrées essentiellement dans deux secteurs :

- Secteur de Montbéliard :

- . Bourguignon : plusieurs plans d'eau, de superficie variable, en lit majeur, rive gauche,
- . Mathay, lit majeur, rive gauche : un plan d'eau d'environ 25 ha et plusieurs excavations d'assez faible envergure, en eau ou partiellement remblayées,
- . Courcelles-les-Montbéliard et Arbouans, autour de l'aérodrome de Courcelles, en rive droite du Doubs : anciennes exploitations plus ou moins anarchiques, partiellement remblayées et réaménagées, ou recolonisées par la végétation ; trous d'eau de faible importance,
- . Dampierre-sur-le-Doubs, immédiatement en aval de l'agglomération, rive gauche, entre le Doubs et le canal du Rhône au Rhin ; lit majeur "mité" par de nombreuses excavations en eau ou partiellement remblayées, soulignant le parcellaire.

Il n'y a plus de carrière d'alluvions en activité dans la vallée du Doubs aux environs de Montbéliard.

- Secteur aval de Besançon où deux zones d'extraction sont en activité :

- . méandre d'Osselle, en rive droite du Doubs, entre la rivière et le canal du Rhône au Rhin ; plans d'eau de part et d'autre de la D 13, dont un aménagé pour la baignade,

. Saint-Vit, en rive droite, en amont du champ captant du Syndicat des eaux du Val de l'Ognon ; plans d'eau séparés de la rivière par un cordon de terrain. Compte-tenu de l'existence de ce champ captant, il n'y a plus de possibilité ni d'extension, ni d'ouverture d'une nouvelle gravière dans ce secteur.

Entre Montbéliard et Besançon, la vallée du Doubs est encaissée et la plaine alluviale trop étroite pour permettre l'ouverture de gravières de quelque importance, d'autant plus que l'épaisseur des alluvions y est généralement assez faible (< 4 m).

d) Plaine de Pontarlier

La plaine de Pontarlier (ou plaine de l'Arlier), entre Doubs et Drugeon, est marquée par les extractions de granulats. On y compte 3 carrières autorisées, en activité, dont une hors d'eau et cinq carrières abandonnées, dont une hors d'eau. Il s'agit d'un secteur particulièrement sensible en raison de l'existence de plusieurs puits de captage, de la nécessité de réserver des espaces protégés pour les captages futurs et de la situation conflictuelle engendrée par l'exploitation concomitante de la ressource en granulats et de la ressource en eau. La nappe aquifère des alluvions fluvio-glaciaires de la plaine de l'Arlier présente un intérêt majeur pour l'alimentation en eau potable du secteur de Pontarlier. C'est pour cette raison qu'une politique locale d'exploitation des granulats y a été définie en 1988 (cf. paragraphe 4.2.1.B).

3.8.2. Carrières de groise

Quelques carrières d'assez grande envergure (à Ornans, par exemple) allongées parallèlement au versant, d'une hauteur pouvant atteindre 20 à 30 m, mais de faible extension latérale. De nombreuses excavations, de taille plus modeste, aujourd'hui toutes abandonnées, correspondent à des exploitations communales qui utilisaient la groise comme tout-venant de viabilité. Les carrières actuellement autorisées, au nombre de deux, sont très marginales.

L'impact des carrières de groise est surtout d'ordre paysager car elles sont ouvertes généralement à flanc de coteau, en milieu boisé et forment des trous dans la végétation, qui sont visibles de loin.

La revégétalisation des fronts de taille est difficile à mettre en oeuvre car les parois, ouvertes dans des matériaux meubles, ont une pente trop accentuée et sont affectées par de fréquents éboulements.

Les carrières de groise constituent, par ailleurs, des lieux de prédilection pour les décharges sauvages.

3.8.3. Carrières de roches massives

L'abondance des ressources en roches calcaires fait qu'il n'y a pas de fortes concentrations de carrières dans des secteurs particuliers. Les carrières, de toutes tailles, sont nombreuses mais dispersées sur l'ensemble du territoire.

Plus de 100 carrières (dont une soixantaine bénéficient encore d'une autorisation en 1992) sont recensées à la DRIRE. Mais leur nombre est très supérieur si l'on compte les carrières communales généralement de faible envergure, toutes abandonnées aujourd'hui et souvent utilisées comme site de décharge.

Les carrières en activité les plus importantes sont proches des centres de consommation mais à l'écart des zones urbanisées.

Outre les impacts inhérents à toute exploitation de roche massive calcaire (paysage, trafic des véhicules, bruit, poussières...) ces carrières doivent être considérées comme des sites très vulnérables, ouvertes en milieu perméable en grand par fissuration et karstification dans lequel les eaux s'infiltrent et circulent rapidement, sans filtration, pour rejoindre des aquifères plus ou moins profonds (suivant la topographie) alimentant sources et captages. Ce ne sont donc pas les sites les plus favorables pour les décharges puisque seuls les déchets strictement inertes et contrôlés peuvent y être admis.

4. ETUDE DES RESSOURCES

4.1. RESERVES AUTORISEES

Les réserves autorisées à une date donnée ne correspondent pas forcément aux réserves du gisement car elles prennent en compte, d'une part, la durée de l'autorisation, d'autre part, le rythme annuel de l'exploitation. Ainsi, tel gisement sous-exploité peut arriver en fin d'autorisation alors que des réserves encore importantes subsistent.

Le tableau ci-dessous indique l'importance des réserves théoriques autorisées et le nombre théorique d'années de production (au rythme de l'année 1992), par centre de consommation, tels qu'ils ressortent des statistiques de la DRIRE.

	MATERIAUX ALLUVIONNAIRES (kt)			ROCHES MASSIVES CALCAIRES (kt)		
	PRODUCTION (kt, 1992)	RESERVES THEORIQUES (kt, 1993)	ANNEES PRODUCTION THEORIQUES (rythme 1992)	PRODUCTION (kt, 1992)	RESERVES (kt, 1993)	ANNEES PRODUCTION THEORIQUES (rythme 1992)
Secteur de Besançon	340	1 640	5	1 200	26 300	22
Secteur de Montbéliard	80	570	7	800	20 900	26
Secteur de Pontarlier Haut-Doubs	100	1 380	14	1 500	13 800	9
Secteur des plateaux	-	-	-	400	6 400	16
TOTAL.....	520	3 590	7	3 900	67 400	17

4.1.1. Matériaux alluvionnaires

Les réserves autorisées fin 1993, de 3 590 kt, représentent globalement 7 années de production au rythme actuel, hors chantiers exceptionnels, mais le délai d'épuisement des réserves autorisées varie grandement suivant les secteurs :

- 5 ans dans le secteur de Besançon, où la production et les besoins sont les plus importants. En réalité, pour près de la moitié (45%) des réserves, la durée de l'autorisation varie de 2 à 4 ans selon la carrière. Le reste des réserves est détenu par une seule exploitation autorisée pour une durée de 9 ans !
- 7 ans dans le secteur de Montbéliard, pour la seule exploitation en activité, bien que la durée d'autorisation soit de 13 ans.
- 14 ans dans le secteur de Pontarlier où la production a considérablement diminué au cours de ces dernières années (près de 300 kt en 1987). Mais, en réalité, plus de 80% des réserves sont détenues par la principale exploitation dont la durée d'autorisation n'est que de 9 ans.

4.1.2. Roches massives calcaires

Les réserves autorisées fin 1993, de 67 400 kt, représentent globalement 17 ans de production. Le délai d'épuisement des réserves est de :

- 16 ans, dans le secteur des plateaux où la production est relativement peu importante et dispersée géographiquement,
- 22 ans, dans le secteur de Besançon,
- 26 ans, dans le secteur de Montbéliard,
- 9 ans, seulement, dans le secteur de Pontarlier - Haut-Doubs où la production (dont le tiers est exporté vers la Suisse) est la plus importante et s'est beaucoup développée ces dernières années, conséquence, en partie, de l'application de la politique locale d'exploitation des granulats dans la plaine de Pontarlier (substitution progressive des matériaux alluvionnaires par des granulats de roches calcaires massives), élaborée en 1988.

4.2. RESSOURCES POTENTIELLES

4.2.1. Matériaux meubles

A) ALLUVIONS RECENTES

Il s'agit des alluvions d'origine fluviale, généralement aquifères, occupant le fond plat des principales vallées, que l'on peut assimiler au lit majeur des rivières.

a) Vallée du Doubs

Dans le département du Doubs, la vallée est le plus souvent encaissée et n'offre guère de possibilités de gisements exploitables, en amont de Besançon.

- Dans la haute vallée, le lit majeur n'a une extension notable qu'aux abords de Morteau, mais, dans ce secteur, les alluvions sablo-graveleuses sont recouvertes d'une couche de dépôts fins (argiles, vases, tourbes) dont l'épaisseur varie de 5 m à plus de 10 m.

- Dans le secteur de Montbéliard, entre Bourguignon et Clerval, la vallée s'élargit sensiblement, mais l'étude TPFPG réalisée en 1984 a montré qu'il n'existait pas de gisement potentiel exploitable. En amont, le développement de l'urbanisation (Bourguignon, Mathay, Mandeuve, Valentigney, Audincourt) ne laisse plus de place pour une exploitation de quelque envergure. En aval, l'épaisseur des alluvions grossières est faible, le plus souvent inférieure à 3 m avec des valeurs maximales dépassant exceptionnellement 4 m, tandis que celle des terrains de couverture est proportionnellement importante, fréquemment supérieure à 1,5 m. Les gisements les plus intéressants ont été exploités et sont épuisés (Courcelles-les-Montbéliard, Dampierre-sur-le-Doubs) et des puits captent l'eau de la nappe alluviale pour l'alimentation des collectivités riveraines. Ces conditions de gisement ne permettent pas l'ouverture de gravières d'envergure et seules des petites exploitations destinées aux besoins locaux pourraient être éventuellement envisagées.

- Entre Clerval et Besançon, la vallée est à nouveau très encaissée et la plaine alluviale exiguë ne présente pas d'intérêt, à une exception près : le grand méandre de Chalèze, en rive gauche de la rivière face à l'aérodrome de Besançon-Thise. Dans ce secteur, d'une superficie de 75 ha environ, les alluvions grossières sont épaisses de 3 à 4 m, sous 1,5 m à 3 m de couverture limoneuse ou sablo-argileuse.

- En aval de Besançon, des ressources potentielles exploitables existent dans quatre zones :

. la boucle d'Avanne-Aveney, qui fait l'objet d'un projet de création d'un plan d'eau aménagé. Dans ce secteur d'une quarantaine d'hectares, les épaisseurs sont très variables tant en ce qui concerne les alluvions sablo-graveleuses (1,5 m à 7 m - moyenne 4 m à 5 m) qu'en ce qui concerne les argiles et limons de couverture (1 à 5 m - moyenne 2,5 à 3 m),

. la boucle de Thoraise, dans sa partie ouest, entre la rivière et la voie ferrée. Sur une superficie de 30 ha environ, les alluvions grossières ont une épaisseur relativement faible, 3 m à 5 m, sous 1 à 2 m de couverture. De plus, la partie supérieure du gisement est constituée par du sable fin,

. la boucle d'Osselle, déjà exploitée en partie. Sur une superficie restante de 60 ha environ, les alluvions sablo-graveleuses ont 3 m à 8 m d'épaisseur, sous 1 m à 3 m de couverture argilo-limoneuse,

. en amont de Fluans, sur la commune de Roset-Fluans, en rive gauche du Doubs à 400 m en amont du captage communal. Sur une trentaine d'hectares, les conditions d'exploitabilité sont particulièrement favorables avec des alluvions grossières épaisses de 6 m à 12 m sous moins de 1 m en moyenne de couverture argilo-limoneuse.

b) Vallées de l'Allan et de la Savoureuse

L'étude TPGF² réalisée en 1984 a montré qu'il n'y avait pratiquement pas, ou plus, de possibilités de gisements exploitables, tant dans la vallée de l'Allan où les alluvions sont généralement peu épaisses et plus ou moins argileuses, que dans la basse vallée de la Savoureuse où les gisements ont été activement exploités et seront définitivement épuisés à la fin de l'autorisation d'exploiter de la dernière gravière encore en activité.

c) Vallée de l'Ognon

Entre Bonnal, en amont, et Jallerange, en aval, le cours de l'Ognon marque la limite entre le Doubs et la Haute-Saône. Le gisement alluvionnaire se trouve, tour à tour, essentiellement dans l'un ou l'autre de ces départements, mais le plus souvent en Haute-Saône, au gré des méandres de la rivière. Dans ces conditions, la ressource potentielle en granulats alluvionnaires doit être considérée globalement à l'échelle de la vallée.

La localisation des gisements potentiels favorables est basée sur la compilation des résultats de deux études antérieures :

- "Etude d'aménagement coordonné de la vallée de l'Ognon, de Melisey (70) à Heuilley-sur-Saône (21)", réalisée en 1978 dans le cadre de la Taxe Parafiscale sur les Granulats (référence n° 013.070.004) et qui a permis de dégager, compte-tenu des diverses contraintes, des zones plus ou moins favorables aux extractions, ainsi que des zones à réserver pour les captages d'eau potable.
- "Synthèse hydrogéologique de la plaine alluviale de l'Ognon", réalisée en 1986 grâce à des crédits d'Etat (Ministère du Redéploiement industriel et du Commerce extérieur), du Conseil régional de Franche-Comté et de l'Agence de Bassin Rhône-Méditerranée-Corse.

Toutefois, certains gisements potentiels éliminés en 1978, en raison de la forte pression agricole, ont été reconsidérés, les conditions ayant beaucoup évolué depuis cette date.

² "Etude des ressources en granulats et définition des conditions d'approvisionnement futur de l'aire urbaine du SDAU de Belfort - Montbéliard - Référence TPGF n° 036.025.008 - 1984.

Schéma départemental des carrières du Doubs

Le tableau ci-après récapitule les ressources potentielles les plus favorables dans la basse plaine alluviale de l'Ognon, les gisements étant situés presque tous dans le département de Haute-Saône.

NOM DU GISEMENT	DEPARTEMENT		SUPERFICIE (ha)	EPAISSEUR COUVERTURE (m)	EPAISSEUR SABLES ET GRAVIERS (m)
	39	70			
Pagney	X		50	2 à 3	4 à 6
Voray-sur l'Ognon		X	35	2 à 3	4 à 6
Cromary		X	30	1,5 à 2,5	4 à 6
Aulx-les-Cromary		X	30	2	4
Vandelans		X	35	2	5
Maussans		X	30	1 à 1,5	3 à 5
Chassey-les- Montbozon		X	40	1 à 1,5	4 à 6
Esprels - Autrey-le- Vay		X	150	0,5 à 1,5	5 à 7
TOTAL.....			400	2 m (moyenne)	5 m (moyenne)

d) Vallée de la Loue

Dans sa traversée du département du Doubs, la vallée de la Loue n'offre guère d'intérêt en tant que ressource potentielle en granulats, sauf en limite occidentale du territoire, à son débouché dans le domaine bressan, essentiellement sur la commune d'Arc-et-Senans.

La basse plaine alluviale ne présente une extension notable qu'en aval de Quingey mais les alluvions sablo-graveleuses ont une épaisseur relativement faible et plusieurs puits captent la nappe aquifère pour l'alimentation en eau potable des collectivités.

B) ALLUVIONS FLUVIO-GLACIAIRES

Elles n'existent que dans le secteur de Pontarlier. Le gisement potentiel le plus important, et pratiquement le seul intéressant, est constitué par le "cône" fluvio-glaciaire de Pontarlier qui occupe toute la plaine, au Nord-Ouest de la ville, entre le Doubs et le Drugeon.

D'autres gisements de faible extension sont connus en amont, dans la vallée du Drugeon et, en aval, dans la vallée du Doubs, sous forme de placages très localisés, d'importance insuffisante pour permettre l'ouverture d'une carrière d'une certaine envergure.

Depuis longtemps, les extractions de granulats, les captages d'eau potable et le développement de l'urbanisme ont créé une situation conflictuelle permanente dans la plaine de l'Arlier. Pour tenter de répondre à ce problème, une étude TPF³ spécifique a été réalisée en 1988. Cette étude a permis de :

- quantifier, de façon objective les besoins en granulats alluvionnaires nécessaires à l'économie régionale,
- quantifier, sans parti pris, les contraintes et nuisances de toutes sortes, ainsi que les utilisations concurrentielles liées à l'extraction des matériaux alluvionnaires,
- de localiser trois zones préférentielles où orienter les extractions futures.

Elle a servi de base à la définition, par la Commission départementale des carrières, d'une politique locale d'exploitation des granulats.

Or ce travail risque d'être remis en cause par une étude hydrogéologique récente ⁴ réalisée par l'Université de Franche-Comté (Laboratoire de Géologie structurale et appliquée de Besançon) à l'initiative des collectivités locales et territoriales.

En effet, dans cette étude qui doit servir d'outil pour la gestion et la protection de la ressource en eau souterraine, les zones envisagées pour les futurs captages sont les mêmes que celles proposées en 1988 pour l'extraction des graviers. Il est certain que la création de nouveaux captages dans les zones envisagées gèlerait la plus grande partie des ressources potentielles exploitables en granulats, estimées globalement à 18 000 kt en 1988.

Par ailleurs, une étude ⁵ réalisée en 1992 pour le compte de la DRIRE, a montré que, dans la vallée du Drugeon, en amont de Pontarlier, les alluvions d'origine fluvio-glaciaire sont peu développées et qu'il est fort peu probable d'y trouver un gisement potentiel exploitable permettant l'ouverture d'une carrière d'une certaine envergure.

³ "Etude d'une politique locale d'exploitation des granulats dans la plaine de Pontarlier - Référence n° 042.039.012 - 1988.

⁴ "Hydrodynamique, transport de polluants et modélisation en milieu fluvio-glaciaire - Application à la nappe alluviale de la plaine de Pontarlier - Doubs" - Thèse, Fac. Sc. et Tech. de l'Univ. de Franche-Comté - E. GAUBI - 1993.

⁵ "Evaluation des ressources potentielles en granulats dans les dépôts quaternaires de la vallée du Drugeon, à l'Ouest de Pontarlier (25)" - Rapport BRGM R 36245 FRC 4S 92 - 1992.

C) EBOULIS CALCAIRES OU GROISES

Ces dépôts superficiels ne sont pratiquement plus exploités aujourd'hui mais ils l'ont été beaucoup autrefois, souvent sous forme d'extractions sauvages de faible envergure, pour satisfaire les besoins des communes en matériaux de remblai ou d'empierrement.

Les gisements, mal connus, car rarement cartographiés sur les cartes géologiques existantes, sont probablement peu importants. D'autre part, ils sont toujours situés à flanc de coteau, dans des zones souvent difficiles d'accès et très sensibles du point de vue paysager ou du point de vue de la stabilité des terrains.

Dans ces conditions, les matériaux du type groise ne méritent pas d'être retenus comme une ressource potentielle d'avenir.

4.2.2. Roches massives calcaires

La carte de l'annexe 1 montre que pratiquement tous les ensembles calcaires du Jurassique moyen et du Jurassique supérieur sont localement exploités pour la fabrication de granulats.

Dans l'état actuel des connaissances, il n'est pas possible d'évaluer, même approximativement, l'importance des ressources potentielles en roches massives calcaires du département du Doubs. Mais, compte-tenu des vastes étendues des zones d'affleurement, figurant sur les cartes géologiques existantes, on peut affirmer qu'elles sont considérables, voire inépuisables si des techniques d'élaboration fiables sont mises au point, permettant de valoriser et d'exploiter certains niveaux actuellement déconsidérés du fait de leurs caractéristiques mécaniques relativement médiocres.

Dans de telles conditions, une recherche de gisement exploitable est basée principalement sur des critères extra géologiques (économique, géographique, accessibilité, foncier...).

A) SECTEUR DE BESANCON

Dans le secteur de Besançon ce sont les calcaires du Jurassique moyen qui affleurent le plus largement, parmi lesquels les calcaires les plus durs, ceux du Bathonien :

- zone des plateaux au Nord de la vallée du Doubs, depuis Saint-Vit au SW, jusqu'à Marchaux au NE,
- au Sud de la vallée du Doubs :
 - . faisceau bisontin entre Montfaucon au SW et Silley-Blefond au NE,
 - . plateau de Montrond, entre la vallée de la Loue au SW et les marais de Saône au NE.

Toutes les carrières en activité dans le secteur, exploitent les niveaux calcaires du Bathonien.

B) SECTEUR DE PONTARLIER

Dans le secteur de Pontarlier, le Jurassique moyen est pratiquement inexistant, mais les formations calcaires du Jurassique supérieur occupent de très vastes espaces. La plupart des carrières de la région sont ouvertes dans les couches du Kimméridgien supérieur et du Portlandien constituées de calcaires compacts, à pâte fine. Ces formations affleurent très largement de part et d'autre de la vallée du Dugeon et de la vallée du Doubs principalement au Nord (Arçon, Maison-du-Bois Lièvremon, Montflovain) et au Nord-Ouest (Ouhans, Sombacour, Chaffois, Bulle, Dompierre-les-Tilleuls...).

Des niveaux de calcaires exploitables existent également dans le Kimméridgien inférieur (faciès séquanien).

Les calcaires du Jurassique supérieur sont également bien représentés dans la zone frontalière entre Mouthe et Morteau.

C) SECTEUR DE MONTBELIARD

Le secteur de Montbéliard est également riche en gisements potentiels de roches massives calcaires.

- Les calcaires du Jurassique moyen (Bajocien, Bathonien) forment une bande quasi continue large de 1,5 km à 3 km qui s'étend au Nord-Ouest de Montbéliard, aux confins des départements du Doubs et de la Haute-Saône, entre Le Vernoy et Bournois, avec un diverticule entre Arcey et Lougres. Ils affleurent également plus loin, au Sud de la vallée du Doubs, dans la secteur de Clerval.

- L'étude TPGF réalisée en 1984 a montré que les formations calcaires du Jurassique supérieur du secteur de Montbéliard étaient hétérogènes, de qualité relativement médiocre, souvent entrecoupées d'intercalations marneuses, ce qui a conduit à ne retenir a priori que les niveaux actuellement exploités appartenant au Kimméridgien inférieur, à savoir :

- . les calcaires du "Rauracien",
- . les calcaires du "Séquanien" inférieur.

Ces formations affleurent un peu partout aux environs de Montbéliard, principalement dans l'interfluve limité par les deux branches de la grande boucle que décrit le lit du Doubs entre Pont-de-Roide et Clerval.

D) SECTEUR DES PLATEAUX

La plus grande partie des collines et plateaux qui s'étendent entre le Haut-Doubs et les secteurs de Besançon et de Montbéliard, sont constitués par les assises calcaires du Jurassique supérieur et du Jurassique moyen.

Du fait de l'absence de concentration urbaine, les besoins en granulats sont peu importants. Les carrières sont dispersées et leur production est modeste.

Les problèmes de réserves en matériaux ne se posent pas dans ce secteur.

4.3. CARTES DES RESSOURCES POTENTIELLES EN GRANULATS (4 planches hors texte)

Pour les raisons évoquées dans l'introduction, seules les ressources potentielles en granulats ont été prises en compte, les autres matériaux de carrières ne représentant qu'une part infime (2%, environ) de l'activité extractive et ne posant pas de problème de réserves.

Cette carte, à l'échelle du 1/100 000, montre, par des plages de couleurs, l'extension des diverses formations géologiques affleurantes ou subaffleurantes, sélectionnées, exploitées ou susceptibles de l'être, pour la fabrication des granulats, à savoir :

4.3.1. Les matériaux alluvionnaires

Représentés par :

- Les alluvions récentes des basses plaines alluviales (lit majeur) des principales rivières, qui renferment des matériaux d'épaisseur et de qualité acceptables et sur des étendues suffisantes pour que l'on puisse envisager d'y ouvrir éventuellement une carrière, la prise en compte de ces critères étant essentielle dans l'examen de nouvelles demandes d'autorisation :

. *vallée du Doubs*, entre Pont-de-Roide et Clerval, ainsi qu'en amont et en aval de Besançon,

. *vallées de l'Allan et de la Savoureuse*, en amont de Voujeaucourt,

. *vallée de l'Ognon*, entre Bonnal et Jallerange,

. *vallée de la Loue*, en aval de Quingey.

- Les alluvions fluvio-glaciaires, localisées uniquement dans la plaine de Pontarlier.

4.3.2. Les roches calcaires

Parmi lesquelles ont été différenciés :

- les calcaires du Bajocien, partie inférieure du Jurassique moyen (ou Dogger),

- les calcaires du Bathonien, partie supérieure du Jurassique moyen (ou Dogger) qui fournissent généralement les meilleurs granulats calcaires,

- les calcaires du Jurassique supérieur (ou Malm) présentant divers faciès : Rauracien, Séquanien, Kimméridgien, Portlandien.

La carte des ressources potentielles en granulats au 1/100 000 a été établie à partir de l'interprétation des cartes géologiques au 1/50 000 (qui couvrent l'ensemble du département) et de leurs notices explicatives, appuyée par l'expérience régionale. La numérisation des données cartographiques a été réalisée à Orléans, par le Service Géologique National du BRGM.

Sur la carte des ressources, ont été reportées également les carrières autorisées au 31 décembre 1992, avec des symboles différents permettant de différencier le type de matériau exploité.

5. ETUDE DES BESOINS EN GRANULATS

5.1. EVOLUTION DE LA PRODUCTION

Pour évaluer les besoins futurs en granulats, il est utile d'analyser l'évolution de la production sur plusieurs années. L'analyse faite en 1993, dès le début de l'élaboration du schéma des carrières, porte sur la période 1989 - 1992. Il a paru intéressant, en fin d'étude, d'actualiser les données pour la période 1992 - 1995.

5.1.1. Période 1989 - 1992

Le tableau ci-dessous montre l'évolution de la production de granulats dans le Doubs de 1989 à 1992 (en 1 000 tonnes).

En 1 000 tonnes	1989	1990	1991	1992
Alluvions	670	630	535	520
Roches calcaires	3 600	3 230	3 825	3 900
TOTAL.....	4 270	3 860	4 360	4 420
% alluvions	15,7%	16,3%	12,3%	11,8%

Les statistiques de l'activité extractive de granulats permettent de faire les remarques suivantes : la production totale de granulats est de 4 420 kt en 1992, ce qui représente environ 9,1 t par habitant, valeur sensiblement supérieure à la moyenne nationale qui est de l'ordre de 7 t/habitant. Toutefois, si l'on fait abstraction des exportations vers la Suisse (660 kt), on se rapproche de la moyenne (7,8 t/habitant).

Matériaux alluvionnaires

La production (520 kt en 1992) ne couvre pas la consommation (760 kt en 1992).

290 kt ont été importés principalement (80%) de Haute-Saône pour couvrir les besoins de la région bisontine et du Nord du département.

50 kt ont été exportés principalement (75%) vers la Suisse, à partir des gisements de la plaine de Pontarlier.

Entre 1989 et 1992, la production annuelle décroît progressivement de 670 kt à 520 kt grâce, en grande partie, à l'application de la politique locale d'exploitation des granulats définie en 1988 dans le secteur de Pontarlier, où la production de matériaux alluvionnaires est passée de 300 kt en 1987 à 100 kt en 1992.

Roches massives calcaires

La production (3 900 kt en 1992) de roches massives calcaires couvre largement les besoins (3 400 kt consommé en 1992).

190 kt ont été importés de Haute-Saône pour approvisionner la région bisontine.

680 kt ont été exportés principalement (plus de 90%) vers la Suisse, le reste vers le Sud-Est du département de la Haute-Saône, région dépourvue de roches calcaires de qualité convenable.

Entre 1989 et 1992, la production a légèrement augmenté, passant de 3 700 kt à 3 900 kt.

Roches massives éruptives

La totalité de la consommation a été importée du Jura (Moissey) et du Territoire de Belfort (Lepuix-Gy, Rougemont-le-Château), ce type de matériau, particulièrement résistant à l'usure, étant indispensable pour la réalisation des couches de roulement des chaussées.

En définitive, on constate que l'évolution de l'activité extractive des granulats entre 1989 et 1992 est caractérisée par :

- une production totale à peu près stable,
- une baisse progressive de la part des matériaux alluvionnaires au profit des roches massives calcaires. Cet impact provient principalement du secteur de Pontarlier où, en 1992, les granulats alluvionnaires représentent 12% de la production totale de granulats, alors qu'ils en représentaient 16% en 1989.

Par ailleurs, on admet généralement que la consommation de granulats doit se maintenir, en moyenne, au niveau actuel dans les années à venir.

Dans ces conditions, les besoins annuels moyens en granulats du département du Doubs, hors chantiers à caractère exceptionnel, peuvent être estimés à 4 460 kt dont :

- 500 kt de matériaux alluvionnaires (+ 290 kt importés),
- 3 800 kt de granulats de roches calcaires,

- 160 kt de granulats de roches massives éruptives, matériaux indispensables qu'il faudra toujours importer en totalité, le département en étant dépourvu.

5.1.2. Période 1992 - 1995

a) Production

Le tableau ci-dessous montre l'évolution de la production de granulats de 1992 à 1995.

En 1 000 tonnes	1992	1993	1994	1995
Alluvions	520	450	550	440
Roches massives	3 900	3 630	4 780	4 190
TOTAL.....	4 420	4 080	5 330	4 630
% alluvions	11,7%	11%	10,3%	9,5%

Le nombre de carrières est resté stable depuis 1992. Après une année difficile en 1993 où la production de matériaux a diminué par rapport à 1992, l'année 1994 a enregistré une forte augmentation (20%) de la production de roches massives due en majeure partie à l'effet du plan de relance organisé par le Conseil Général du département du Doubs afin de relancer le secteur des travaux publics. Ce plan a permis de maintenir et activer les investissements de la part des collectivités locales et, donc, de favoriser une recrudescence des travaux routiers.

Les derniers chiffres de 1995 montrent que l'effet est momentané et que la production se situe à nouveau autour des niveaux de 1992 et 1993, le pourcentage de production de matériaux alluvionnaires restant stable de 10 ou 12%. Les chiffres de production de 1992 restent donc représentatifs pour servir de base aux réflexions du schéma départemental des carrières.

b) Exportations vers la Suisse

En 1 000 tonnes	1992	1993	1994	1995
Alluvions	37	20	16	20
Roches massives	620	500	460	450
TOTAL.....	657	520	476	470

Les exportations vers la Suisse sont en nette diminution depuis 1992 ; elles représentent en 1995 environ 11% de la production de roches massives et 5% de la production des matériaux alluvionnaires.

5.2. DEFINITION D'UNE POLITIQUE D'EXTRACTION DES GRANULATS - ORIENTATIONS ET OBJECTIFS

Des orientations et des objectifs doivent être définis afin de mettre en oeuvre une utilisation économe et rationnelle des matériaux tenant compte de l'intérêt national, ainsi que des ressources et des besoins du département et des départements voisins. En effet, ces gisements de ressources minérales ne sont pas renouvelables et leur extraction est toujours source de nuisances et d'atteintes à l'environnement qu'il convient d'éviter ou de réduire. Il importe dans ce cadre de préserver les gisements de matériaux de grande qualité et éviter leur gaspillage, par régulation des flux hors département et départements voisins.

Cela est particulièrement vrai pour les matériaux alluvionnaires dont les ressources potentielles sont très limitées alors que les gisements de roches massives calcaires répartis sur l'ensemble du territoire, sont considérables. En effet, l'étude (cf. § 3.5, 4.1.1, 4.2.1) montre que :

- Dans le secteur de Besançon :

- . Les réserves autorisées fin 1993 ne couvrent qu'à peine 5 années de production ou 3,5 années des besoins.
- . Les ressources potentielles dans ce secteur du département sont strictement localisées dans la vallée du Doubs où 4 gisements ont été identifiés (cf. § 4.2.1). En admettant qu'ils ne soient effectivement exploitables que sur 20% à 40% de leur superficie, ces gisements représentent une ressource potentielle de l'ordre de 2 000 kt à 4 000 kt capable d'assurer 6 à 12 années de production (au rythme de 1992) ou 4 à 8 années des besoins (base 1992).

. La vallée de l'Ognon offre des possibilités encore importantes mais la quasi totalité des gisements potentiels sont situés dans le département de Haute-Saône.

. En 1992, plus du 1/4 des besoins ont été couverts par des matériaux importés de Haute-Saône. Or, la politique d'exploitation des granulats définie dans le cadre du schéma des carrières de Haute-Saône est axée sur une réduction progressive des extractions de matériaux alluvionnaires qui implique une réduction des livraisons hors du département.

- Dans le secteur de Montbéliard :

. Les réserves autorisées couvrent 7 années de production mais moins de 2,5 années des besoins du secteur qui sont actuellement assurés en grande partie (67%) par des matériaux importés principalement de Haute-Saône.

. Les mêmes remarques que ci-dessus peuvent être faites en ce qui concerne la politique d'extraction des granulats en Haute-Saône.

. Les ressources potentielles exploitables dans les vallées du Doubs, de l'Allan et la Savoureuse sont quasi inexistantes (cf. § 4.2.1).

- Dans le secteur de Pontarlier :

. Les réserves autorisées couvrent théoriquement 14 années de production ou 23 années des besoins du secteur. Mais on a vu au paragraphe 4.1.1. que la principale exploitation n'est autorisée que pour une durée de 9 ans.

L'étude réalisée en 1988 sur la plaine de Pontarlier a mis en évidence des ressources potentielles très importantes mais les gisements proposés sont remis en question par une étude récente visant à protéger la ressource souterraine en eau potable (cf. § 4.2.1.B).

Quoi qu'il en soit, la politique locale d'exploitation des granulats dans la plaine de Pontarlier définie en 1988 visant à limiter les extractions de granulats alluvionnaires a largement porté ses fruits puisque :

. la production est passée de 300 kt (1987) à 100 kt (1992) et 80 kt (1994),

. les exportations vers la Suisse sont passées de 90 kt (1987) à moins de 40 kt (1992) ; elles ont été de 11 kt en 1994,

. les granulats consommés en 1992 (60 kt, environ), ont été consacrés strictement à la fabrication de bétons.

L'analyse qui précède met en évidence des problèmes d'approvisionnement en granulats alluvionnaires à court terme, particulièrement dans le secteur de Besançon, et dans le secteur de Montbéliard. Il convient donc d'économiser ce type de matériaux en limitant au maximum les extractions dans les années à venir et de préserver autant que possible les rares gisements potentiels exploitables.

Pour réduire les extractions de granulats alluvionnaires, deux voies peuvent être envisagées :

- utilisation plus rationnelle,
- augmentation de la part des granulats de roches massives calcaires dans la fabrication des bétons (substitution).

5.2.1. Utilisation rationnelle des granulats alluvionnaires en technique routière et VRD

Il s'agit d'éviter la surqualité ou le gaspillage de matériaux nobles en réservant les alluvions aux seuls usages pour lesquels ces matériaux sont réellement indispensables, notamment dans les domaines routier et VRD.

La faculté des granulats calcaires de se polir sous l'effet du passage répété des pneumatiques les rend impropres à la confection de la plupart des couches de roulement et enduits superficiels, tandis que les granulats alluvionnaires concassés, de nature siliceuse (Ognon, Saône) conviennent fort bien à ces usages, comme les granulats de roches éruptives concassées. En revanche, les granulats concassés calcaires, avec ou sans traitement, ont les qualités requises pour la confection des couches de forme, de fondation et de la plupart des couches de base des chaussées (cf. annexe 2).

De même, pour la pose des réseaux enterrés, les granulats concassés calcaires sont tout à fait satisfaisants.

En 1992, 110 kt d'alluvions ont été utilisés en viabilité, ce qui représente 14% de la consommation de matériaux alluvionnaires et 3% de la consommation totale de granulats.

Si l'on considère que la plus grande partie de ces matériaux est représentée par des alluvions siliceuses importées de Haute-Saône pour des couches de roulement qui nécessitent ce type de granulats, il ne semble pas y avoir gaspillage et il paraît difficile d'envisager dans les années à venir une économie notable de matériaux sur ce poste, à moins d'accroître dans les mêmes proportions les importations de granulats de nature siliceuse, fabriqués à partir de roches éruptives concassées, en provenance du Jura (Moissey) ou du Territoire de Belfort (Lepuix-Gy).

Il faudra toutefois veiller à ce que ces conditions soient maintenues. A cet égard, les donneurs d'ordre ont un rôle important à jouer au niveau de la rédaction des cahiers des charges pour les appels d'offres, en acceptant, par exemple, des variantes de différents matériaux dans les fournitures, ou même en imposant dans certains cas les types de matériaux à utiliser.

Cependant, il faut rappeler que les normes AFNOR qui s'imposent à tout prescripteur public, en particulier les normes NF P 18-101 et P 18-541 prescrivant les spécifications des granulats pour chaussées en bétons hydrauliques, définissent les caractéristiques intrinsèques, ou de fabrication, et non les origines des matériaux. Dans ces conditions, c'est au niveau des clauses techniques particulières que le présent schéma des carrières recommande d'attirer l'attention des pétitionnaires sur l'utilisation des roches massives calcaires en lieu et place des granulats d'origine alluvionnaire dans les bétons et les assises de chaussées.

5.2.2. Substitution dans la fabrication des bétons

Les granulats utilisés dans la fabrication des bétons hydrauliques doivent satisfaire à des prescriptions normalisées (norme NFP 18-541 de mai 1994) mais aucune norme ne fait valoir d'a priori sur l'origine des matériaux ni ne fait allusion au caractère "roulé" ou non des granulats.

Cependant, les utilisateurs donnent généralement une large préférence aux granulats alluvionnaires roulés qui présentent certains avantages, indépendamment des caractéristiques mécaniques :

- utilisation sans traitement important,
- contrôle aisé de la granulométrie et de la teneur en fines,
- forme arrondie des éléments favorisant la bonne maniabilité des produits,
- prix de revient le plus faible, conséquence des avantages précédents.

Or, la plupart des granulats de roches massives calcaires produits dans le département du Doubs possèdent des caractéristiques intrinsèques convenables pour les bétons, sauf certains calcaires impropres à la fabrication des bétons à hautes performances (cf. annexe 2).

Ainsi, rien ne limite l'emploi de calcaires concassés dans les bétons, à tel point que, dans le Midi de la France, notamment dans la région de Marseille et de Montpellier, on fabrique des bétons tout calcaire concassé en raison de l'absence concrète de granulats roulés.

La préférence pour les granulats roulés est au moins autant une question d'habitude et de facilité d'élaboration ou de mise en oeuvre des produits qu'une question de qualité ou de difficulté technique. C'est pourquoi, en particulier, les usines de préfabrication de produits en bétons sont souvent installées sur des sites d'extraction de matériaux alluvionnaires.

Dans ces conditions, le développement du processus de substitution ne peut se faire que si les conditions du marché évoluent et pour cela il faut sensibiliser toutes les parties concernées par la filière béton, c'est-à-dire :

- convaincre les fabricants de bétons de rechercher et de promouvoir des formules utilisant les granulats calcaires concassés en proportion beaucoup plus importante,
- demander aux carriers de suivre la même voie en adaptant et en améliorant les conditions d'élaboration des granulats pour répondre aux spécifications requises.

- développer également une action de sensibilisation et de promotion des bétons de granulats concassés auprès des utilisateurs (maîtres d'ouvrages, donneurs d'ordres, municipalités, projeteurs-concepteurs, bureaux d'étude...). Mais dès à présent, il importe que les grands donneurs d'ordres prennent en considération ces recommandations par une attitude plus volontariste.

Dans le département du Doubs, la substitution des granulats roulés par des granulats de roches calcaires concassées est déjà bien pratiquée en raison précisément de l'appauvrissement progressif des ressources en matériaux alluvionnaires. D'ailleurs, plusieurs centrales (Mathay, Morteau, Merey-sous-Montrond...) fabriquent couramment des bétons tout calcaire et des immeubles (collège de Pont-de-Roide, salle des fêtes d'Ornans...) sont construits entièrement avec ce type de matériaux. Mais en 1992 (cf. § 3.6.1) les roches massives calcaires (470 kt) représentent déjà globalement 42% des granulats consommés pour la fabrication des bétons.

Il semble donc que, dans le département du Doubs, seul le développement du processus de substitution dans la fabrication des bétons peut permettre de réduire de façon notable les extractions de matériaux alluvionnaires.

Toutefois, vouloir parvenir à la disparition totale des granulats roulés dans la fabrication des bétons ne serait pas réaliste. Certains bétons spéciaux ou certains ouvrages d'art nécessiteront encore ce type de matériaux, dans les conditions techniques actuelles.

Par ailleurs, il y a lieu de différencier les bétons fabriqués industriellement (BPE, préfabrication, centrales performantes de chantier) des bétons à usages diffus pour lesquels les progrès de la substitution sont nécessairement plus lents.

En revanche, abaisser progressivement le pourcentage de matériaux alluvionnaires dans les bétons, toutes catégories confondues, de 58% (en 1992, année de référence) jusqu'à un taux de 30%, en 10 ans, semble être un objectif raisonnable, sachant qu'il s'agit là d'un taux moyen global, le pourcentage de granulats roulés pouvant varier selon les différents types de bétons, et qu'il sera toujours possible, au bout de quelques années, de réexaminer la question et de fixer éventuellement de nouveaux objectifs en fonction notamment de l'évolution des techniques.

Les taux de réduction, définis dans le chapitre 5.4 (évaluation des besoins), afin d'atteindre les objectifs fixés dans le cadre de la politique d'approvisionnement en granulats du département, sont effectivement applicables à la date d'approbation du Schéma des carrières.

A titre indicatif, 30% de granulats roulés utilisés dans les bétons auraient permis d'économiser environ 300 kt sur la consommation de matériaux alluvionnaires du département en 1992.

Mais il faut savoir qu'une telle évolution ne peut se faire que progressivement, afin d'intégrer l'incidence des prix de revient des produits bétonnés et des techniques d'élaboration disponibles sur le marché.

5.2.3. Définition d'une politique de régulation des flux de granulats

Le schéma départemental des carrières prend en compte l'intérêt économique national, les ressources et besoins en matériaux du département et des départements voisins, conformément aux dispositions du décret n° 94-603 du 11 juillet 1994 et de la circulaire du 11 janvier 1995.

Afin d'éviter le gaspillage de la ressource et de limiter les nuisances environnementales, il convient de réguler les flux hors département et départements voisins. La priorité devra toujours être donnée à la couverture des besoins locaux. Le nombre des carrières et leur importance doivent dépendre toujours des besoins du secteur correspondant.

Les sites concernés par ce marché devront être situés dans des zones ayant vocation traditionnelle d'échange, afin d'éviter des nuisances de transport trop importantes.

La nature, le volume et la destination des matériaux doivent être clairement indiqués dans les études d'impact des dossiers initiaux et de renouvellement d'autorisation de carrière (décret du 21 septembre 1977).

a) Roches calcaires

Les matériaux livrés hors département et départements voisins doivent être préférentiellement des produits finis (matériaux prêts à l'emploi). Les matériaux stériles ne font l'objet d'aucune limitation, une fois réservées les quantités nécessaires à la remise en état du site.

Afin d'assurer une gestion rationnelle et optimale des ressources, ainsi qu'une meilleure protection de l'environnement, dans le cadre d'une stratégie environnementale durable, il convient d'examiner attentivement les enjeux du gaspillage de la ressource locale.

b) Alluvions

Il convient de restreindre au maximum les flux hors département, car les réserves sont très limitées.

Seule l'exportation de produits finis (BPE, agglomérés, préfabriqués) et de produits stériles ne fait l'objet d'aucune limitation, une fois réservées les quantités nécessaires à la remise en état du site.

c) Dispositions à promouvoir

Lorsque la quantité de matériaux le justifie, l'exploitant étudiera la possibilité de transporter les matériaux par voie ferrée par substitution à la route afin de limiter les nuisances dues au transport.

Pour assurer la transparence dans la gestion des sites destinés à approvisionner des chantiers hors département et départements voisins, une commission locale de concertation et de suivi sera créée. Des réunions régulières à l'initiative de l'exploitant permettront de favoriser le dialogue. Cette commission sera composée des représentants des diverses parties concernées :

- l'exploitant,
- la commune du lieu d'implantation,
- les administrations compétentes,
- les experts,
- le mouvement associatif local ou départemental de protection de l'environnement.

La création de cette commission peut être étendue à toute exploitation de carrières.

Afin d'assurer la gestion rationnelle et optimale des ressources et de privilégier les besoins locaux si besoin, il est nécessaire de connaître exactement les flux concernés des matériaux recensés par l'intermédiaire des bilans annuels adressés au service compétent.

5.2.4. Conditions d'implantation de nouvelles carrières

a) Règle générale

La carte schématique de l'annexe 1 montre que les carrières autorisées (productives ou non), sont nombreuses et assez bien réparties sur l'ensemble du territoire départemental. Par ailleurs, le transfert des installations et des infrastructures d'un site sur un autre n'est pas une opération simple pour l'exploitant.

Dans ces conditions, pour éviter la multiplication des sites d'extraction (mitage), les demandes de renouvellement d'autorisation d'exploiter ou d'autorisation d'extension prévaudront sur les demandes d'ouverture de nouvelles carrières. En d'autres termes, l'abandon de l'exploitation d'un site au profit d'un autre, de même nature, ne devra être envisagé que lorsqu'il n'y aura plus aucune possibilité d'extension (épuisement du gisement ou contrainte incontournable).

Il y a environ 30% de carrières improductives dans le département. Leur existence permet à leurs propriétaires de "geler" certaines zones de production potentielle en application des principes fondamentaux de la bonne utilisation de la ressource et d'éviter le mitage, ces carrières improductives pouvant être réactivées à tout moment lors de chantier de proximité. Afin d'éviter ces problèmes, le décret n° 94.484 du 09 juin 1994 modifiant le décret du 21 septembre 1977 prévoit la péremption de l'autorisation préfectorale si la carrière n'a pas été exploitée durant deux années consécutives. Cette disposition appliquée strictement conduira soit à un arrêt de l'exploitation improductive avec remise en état, soit à l'instruction d'un nouveau dossier d'Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (I.C.P.E.).

Une utilisation rationnelle et économe des matériaux nécessite que l'octroi des autorisations au titre de la législation sur les ICPE soit strictement compatible avec les objectifs du présent schéma.

Dans ce cadre, les demandes d'autorisation d'exploiter devront préciser clairement les raisons motivant le choix du projet présenté, tant du point de vue économique que vis-à-vis des préoccupations de l'environnement. En particulier, devront être mentionnés, selon la nature des matériaux en cause, la destination géographique prévue, leur usage, les quantités concernées.

En ce qui concerne les chantiers routiers, à caractère exceptionnel, toute demande d'autorisation d'exploitation d'une zone d'emprunt (particulièrement en milieu alluvionnaire) devra être justifiée par le pétitionnaire qui produira une étude technique et économique comparative des conditions d'approvisionnement à partir des sites autorisés les plus proches. A cet égard, il faut rappeler que tout projet routier est habituellement étudié et conçu de manière à limiter les apports de matériaux extérieurs au chantier, en équilibrant au mieux les volumes de remblais et les volumes de déblais réutilisables. Il est possible, également, dans certains cas, d'économiser des matériaux en stockant provisoirement les éventuels déblais excédentaires d'un chantier en vue de les réutiliser sur un autre chantier programmé ultérieurement dans le secteur.

b) Carrières en alluvions

Rappelons que la politique des carrières définie précédemment est axée sur une limitation progressive des extractions de granulats d'origine alluviale au profit des granulats de roches massives grâce, notamment, à l'utilisation rationnelle des matériaux alluvionnaires en viabilité et au développement du processus de substitution dans la fabrication des bétons.

Pour atteindre cet objectif, il faut que l'octroi des autorisations d'exploiter soit soumis à des conditions très strictes. En particulier, toute nouvelle demande d'autorisation d'exploiter un gisement alluvionnaire, ou d'extension, devra s'intégrer dans les objectifs du présent schéma des carrières. Le pétitionnaire devra justifier que son projet répond à un besoin réel pour l'économie, tant du point de vue quantitatif que du point de vue qualitatif. L'exploitation du gisement devra être gérée au mieux, dans un souci d'économie des matériaux alluvionnaires, ce qui pourra amener l'administration à modifier éventuellement les conditions de la demande en accordant, par exemple, l'autorisation pour un tonnage annuel d'extraction plus faible mais, corrélativement, une durée plus longue, à condition, toutefois, que cette disposition ne mette pas en péril la pérennité de l'entreprise.

L'arrêté ministériel (notamment chapitre 2, section 2, article 11) du 22 septembre 1994, relatif aux exploitations de carrières et aux installations de premier traitement des matériaux de carrières vient compléter la législation actuelle.

Les extractions dans les lits mineurs des rivières seront absolument interdites sauf, éventuellement, pour des travaux d'aménagement hydraulique, à condition que ceux-ci soient nécessaires, dûment justifiés, et réalisés sous contrôle des services concernés. Cela est particulièrement vrai pour l'Ognon dont le lit a été localement profondément modifié par les extractions.

L'exploitation, ainsi que les dispositions d'aménagement, ne devront pas faire obstacle au libre écoulement des eaux de surface, notamment en période de crue, ni des eaux de la nappe phréatique. Elles ne devront pas compromettre les activités nautiques. Elles se tiendront à une distance de la rivière suffisante pour permettre le libre écoulement des eaux et la divagation des cours d'eau, pour ne pas menacer la stabilité des berges et des ouvrages existants et pour éviter toute pollution des milieux. Cette distance ne sera pas inférieure à 35 m.

Les éventuelles autorisations d'extraction seront assorties de conditions conduisant les pétitionnaires à rechercher à travers leurs plans techniques d'exploitation, les réponses et mesures adaptées à une réelle prise en considération du patrimoine naturel des zones d'intérêt écologique, régional et local, ainsi que du cadre paysager ambiant.

Les études d'impact accompagnant les demandes d'autorisation d'extraction devront mentionner explicitement le parti de réaménagement retenu, lequel sera défini en concertation avec toutes les parties concernées.

Par ailleurs, la circulaire interministérielle du 11 janvier 1995 prévoit que les orientations et objectifs du SDAGE soient compatibles avec les schémas départementaux des carrières. Le SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse a été approuvé par le Comité de Bassin le 20 décembre 1996 et sa note technique le 11 juillet 1996. Les objectifs du schéma départemental des carrières du Doubs sont cohérents avec les orientations du SDAGE et de la note technique, tout en étant adaptés au contexte local.

Les carrières (ouvertures, extensions ou renouvellements) en lit majeur ne seront autorisées que si l'étude d'impact prouve que :

- l'espace de liberté et les annexes fluviales sont préservés ou restaurés dans leurs caractéristiques physiques, biologiques et dans leur fonctionnement,
- la carrière ne nuit pas à la préservation de la qualité des eaux,
- l'exploitation ne nécessite pas des mesures hydrauliques particulières (protection des berges, enrochements).

Dans les secteurs à fort intérêt pour l'usage alimentation en eau potable (vallée du Doubs à l'aval de Besançon, Haute vallée de la Loue, vallée de l'Ognon, nappe de l'Arlier et de Morteau), l'autorisation d'exploiter les matériaux ne pourra être accordée que si elle garantit la préservation des gisements d'eau souterraine en qualité et en quantité. L'arrêté d'autorisation doit prévoir, durant la durée de l'exploitation, la mise en place et l'exploitation d'un réseau de surveillance de la qualité et des niveaux des eaux de la nappe influencée par la carrière, et après abandon de l'exploitation, le maintien de ce réseau en bon état de fonctionnement pour permettre les contrôles ultérieurs. Les données recueillies devront être transmises aux services chargés de la Police des Eaux.

Pour tout projet d'exploitation situé à proximité d'un espace de liberté d'un des cours d'eau suivants (Doubs, Drugeon, Loue aval, Ognon, Savoureuse), le dossier de demande doit comporter une étude sur l'espace de liberté de la rivière, sur un secteur jugé représentatif (tronçon fonctionnel homogène), d'une longueur minimale de 5 km à l'amont et à l'aval (10 km au total). (Pour la définition de l'espace de liberté, se reporter à la note technique SDAGE).

Pour tous les projets, et particulièrement en présence d'une nappe alluviale, l'étude d'impact doit bien prendre en compte le contexte hydrogéologique et définir les éléments suivants :

- le sens de l'écoulement de la nappe, à l'aide des données piézométriques existantes, en période d'étiage et de hautes eaux, et les relations rivière-nappe,
- le niveau des crues et leur sens d'écoulement des eaux, afin d'éviter leur entrave par des endiguements et des stockages de matériaux,
- les caractéristiques hydrodynamiques de l'aquifère (épaisseur, profondeur, perméabilité, coefficient d'emménagement),
- la géologie de l'aquifère (nature de la couverture, nature et position du substratum, éventualité d'aquifères différenciés),
- la vulnérabilité de la nappe,
- l'importance de la réserve d'eau au droit du projet,
- le niveau d'exploitation des eaux souterraines,
- la qualité des eaux souterraines évaluée à partir des analyses chimiques et bactériologiques faites sur les captages,
- les sources de pollution individuelle, collective ou industrielle au droit ou en amont du projet,
- les relations rivière-nappe au sens de la pollution.

En aucun cas l'exploitation projetée ne doit mettre en communication deux nappes voisines, mais distinctes.

Par ailleurs, les dispositions suivantes devront être respectées dans les secteurs à fort intérêt pour l'alimentation en eau potable :

- ne pas accorder d'autorisation d'exploitation "en eau", quels que soient le volume et la qualité du gisement, lorsque l'épaisseur des formations de recouvrement du gisement alluvionnaire est importante (4 mètres en moyenne),
- conserver une épaisseur suffisante de terrains non saturés entre la cote la plus basse des exploitations "hors d'eau" éventuellement autorisées et le niveau piézométrique le plus haut, afin de conserver un minimum d'effet de filtre (à préciser en fonction des informations apportées par l'étude d'impact),
- ne pas autoriser d'exploitation "en eau" dans les secteurs où le battement de la nappe est important (supérieur à 2 à 4 mètres par exemple),
- ne pas autoriser d'extraction dans les périmètres de protection des captages d'eau potable.

En outre, les autorisations d'extraction pourront être limitées dans les secteurs reconnus comme milieux aquatiques remarquables définis par la réglementation ou non. Ces secteurs sont d'ailleurs le plus souvent couverts par des zones de protection ou d'inventaire.

c) Carrières en roches massives calcaires

En matière de protection de l'environnement, il est impératif de prendre en compte le contexte hydrogéologique pour l'exploitation de roches massives, sachant, par ailleurs, que l'impact de celles-ci sur les eaux (superficielles et souterraines) est généralement moindre et plus facile à maîtriser (sauf en cas de pollution accidentelle) dans les conditions normales d'exploitation.

Par ailleurs, la note technique du SDAGE précise que l'étude hydrogéologique jointe à la demande d'autorisation, devra faire référence à l'inventaire des circulations karstiques établi par le Ministère de l'Environnement et évaluer l'extension prévisible d'une éventuelle pollution, chronique ou accidentelle, générée par l'exploitation.

En ce qui concerne les matériaux calcaires, les réserves autorisées fin 1993 sont suffisantes pour assurer la production pendant une durée de 16 à 26 ans suivant les secteurs, sauf pour le secteur de Pontarlier où cette durée n'est que de 9 ans ; mais les ressources potentielles sont partout considérables.

5.3. POSSIBILITES DE RECYCLAGE DES MATERIAUX

Une étude récente ⁶ réalisée dans le cadre de l'activité de Service Public du BRGM, sur crédits du Ministère de l'Industrie, a permis de faire le point sur les déchets inertes et leurs conditions de mise en décharge dans les carrières.

Cette étude montre que, parmi les déchets dits inertes, certains pourraient être recyclés, ce qui permettrait de réduire d'autant les extractions de granulats tout en prolongeant la vie des décharges qu'ils contribuent actuellement à saturer. Ces matériaux recyclables sont présents dans trois catégories de produits :

- les déblais de terrains naturels non pollués, extraits à l'occasion de travaux de terrassement (fondation d'immeuble, tranchée, plate-forme...), déjà largement réutilisés par les entreprises de travaux publics,
- les matériaux de démolition triables (béton, béton armé, béton cellulaire, fibrociment, pierres de taille, briques, tuiles...),
- les déchets de construction, déchets de fin de chantier comportant le même éventail de produits que la démolition.

Il semble, d'autre part, qu'il existe d'autres possibilités de valorisation en travaux publics ; il s'agit :

- des mâchefers,
- des sables de fonderie.

5.3.1. Les déblais de terrains naturels

Ils sont directement et logiquement valorisables en matériaux pour travaux de génie civil et d'aménagement :

- Terres :

- . stockage puis réutilisation pour la réhabilitation des sols et talus des sites excavés,
- . constitution de nouveaux sols (jardins, espaces verts, parcelles agricoles, viticoles, réaménagement agricole de certaines carrières hors d'eau...).

⁶ "Déchets inertes et comblement des carrières en Franche-Comté".

- Sédiments fins :

- . sous-couche des sols à reconstituer,
- . amélioration des caractéristiques naturelles des terrains en mettant à profit leur faible perméabilité (aménagement de sites de décharges de classe I ou II, par exemple),
- . réserve pour travaux d'intervention (et d'étanchement) contre les pollutions chimiques accidentelles.

- Sables et graviers :

- . directement réutilisables en granulats (bétons, couches de chaussées) ou en remblais routiers si argileux.

- Sédiments et éléments grossiers :

- . fabrication de granulats par concassage-criblage, pour bétons, ballast, empierrement, chaussées, remblais, assainissement.

5.3.2. Les matériaux de démolition et déchets de construction

Source principale des granulats de recyclage, ils sont également valorisables en matériaux pour génie civil :

- les matériaux grossiers et durs (bétons, pierres de taille...) donnent des granulats par concassage-criblage,
- les matériaux plus tendres et/ou friables (tuiles, briques, céramiques, fibrociments) sont réutilisables comme tout-venant pour remblais compactés.

En 1993, POLDEN, pour le compte de l'ADEME, a réalisé sur 15 matériaux de construction différents des tests de lixiviation (cf. annexe 8) selon le protocole provisoire de lixiviation des déchets massifs et solidifiés (Protocole SRETIE - Novembre 1991). Les résultats de ces essais sont donnés dans le tableau 2 de l'annexe 8.

Le tableau 3 de la même annexe indique les possibilités d'élimination de ces types de déchets considérés comme inertes, en fonction de différentes données réglementaires, notamment les critères d'éluion de l'Allemagne, de la Suisse et de la Communauté Européenne (cf. tableau 1).

Vis-à-vis de la mise en décharge de déchets inertes, les matériaux considérés dans cette étude ne pourraient pas être tous admis dans les centres de stockage de déchets inertes européens en raison de teneurs en aluminium ou en sulfates trop élevées.

Vis-à-vis de la valorisation en travaux publics, seuls les déchets de la famille du plâtre ne pourraient être valorisés en technique routière du fait :

- d'une forte fraction soluble, de 2 à 6 points supérieure à la valeur réglementaire selon le matériau et le seuil considéré,
- d'une teneur en sulfates trop élevée, de 2 à 7 fois supérieure.

Par ailleurs, en annexe 7, sont donnés de larges extraits d'une étude ⁷ consacrée au recyclage de la fraction inerte des matériaux de démolition, en France, étude réalisée par le Syndicat national des producteurs de granulats de recyclage, avec la participation financière de l'ADEME.

Cette étude montre que :

- d'une manière générale, le coût des granulats de recyclage est supérieur de 10 à 12 F/tonne à celui des granulats naturels et leur qualité est moindre, du fait de leur hétérogénéité,
- à prix égal livré sur le chantier de mise en oeuvre, le granulat naturel bénéficie d'une distance de transport supérieure de 20 km environ, par rapport aux granulats recyclés,
- dans les conditions actuelles, la réutilisation des matériaux de démolition repose principalement sur la rentabilité de l'opération, laquelle n'est guère envisageable que dans, ou à proximité immédiate des grandes métropoles, seules capables d'assurer l'approvisionnement régulier d'une installation en matière première sélectionnée et peu éloignée.

Le recyclage par une installation fixe collectant les matériaux de démolition sur une vaste aire géographique (la moitié d'un département, par exemple) est réalisable techniquement mais plus incertaine sur le plan économique car le coût de collecte doit être plus attractif que le coût de mise en décharge. Ainsi, pour un chantier de démolition situé à 50 km de l'installation de recyclage, le coût de mise en décharge, pour être dissuasif, devrait être supérieur au coût du transport à l'installation et s'élever, au minimum à 50 F/m³ (à majorer, le cas échéant, d'une réception à titre onéreux correspondant à la préparation des matériaux).

A titre indicatif, en 1994, le tarif était de 10 F/m³ pour la mise en dépôt de déchets inertes à la décharge de classe III gérée par la ville de Besançon pour le compte du Syndicat intercommunal de Besançon-Thise-Chalezeule, à la périphérie de l'agglomération (ancienne carrière des Andiers à Chalezeule).

⁷ "Le recyclage de la fraction inerte des matériaux de démolition" - Mines et Carrières, novembre 1992, pages 32 à 46.

Le recyclage par une installation mobile n'est rentable, selon la profession, que pour des chantiers de démolition importants (au moins 30 000 tonnes) et présente souvent des difficultés au niveau de la commercialisation des produits.

Sur ces considérations, le département du Doubs ou plus généralement l'ensemble de la Franche-Comté (actuellement dépourvue d'installation adaptée) apparaît, a priori, comme une région peu favorable à la création et au développement d'une filière de recyclage de la fraction inerte des matériaux de démolition, l'absence de grande métropole, l'abondance des ressources en granulats naturels et la proximité des carrières productives constituant un obstacle important à la rentabilité d'une telle opération.

Cependant, on peut envisager de stocker, trier et recycler les matériaux récupérés sur un, ou plusieurs site(s) sélectionné(s) (carrière, par exemple).

Quoi qu'il en soit, tout projet de création d'une filière de recyclage de matériaux de démolition devra étudier soigneusement les conditions susceptibles d'assurer la compétitivité de l'installation (proximité des centres de consommation, possibilité d'une collecte régulière de matériaux triés, peu éloignés, compétence technique dans les granulats indispensable pour une bonne intégration dans les circuits de commercialisation). Parallèlement, une action de promotion par les pouvoirs publics est indispensable pour assurer l'approvisionnement (campagnes d'information et de sensibilisation, aide à la certification des produits recyclés, permis de démolir assortis d'une clause prescrivant des recommandations relatives au tri et à la destination des matériaux de démolition...).

Jusqu'à présent aucune étude générale n'a été réalisée en Franche-Comté permettant d'évaluer de façon relativement précise les quantités de déchets inertes produites annuellement et, a fortiori, les quantités de matériaux récupérables et recyclables en granulats. Force est donc de faire référence aux statistiques nationales ou aux résultats d'études partielles.

Selon le Syndicat national des producteurs de granulats de recyclage, le secteur de la démolition en France, qui alimente en grande partie les installations de recyclage, produit annuellement 20 à 25 millions de tonnes de gravats, les matériaux provenant à parts égales de chantiers de démolition de bâtiments industriels et de logements. Mais, tous les produits de démolition ne peuvent servir de matière première pour granulats et le potentiel de matériaux recyclables en granulats ne serait que de 10 à 15 millions de tonnes.

Si l'on rapporte ces valeurs à la population, la production potentielle annuelle de matériaux recyclables en granulats serait, théoriquement, de 85 000 à 125 000 tonnes dans le département du Doubs, ce qui représente environ 2,2% à 3,2% des granulats de roches massives produits dans le département.

Selon une étude réalisée en 1994 pour le compte de la ville de Besançon, portant sur la moitié du département mais extrapolée à l'ensemble de celui-ci, la production annuelle de matériaux de démolition et de déchets de construction dans le Doubs serait comprise entre 110 000 t et 160 000 t, ce qui représenterait un potentiel de matériaux recyclables en granulats de 65 000 t à 95 000 t, soit 1,7% à 2,4% des granulats de roches massives produits dans le département.

Ainsi, l'impact économique prévisible du recyclage des matériaux de démolition et des déchets de construction paraît restreint dans le département du Doubs. Plus profitable serait l'impact environnemental de cette filière qui permettrait de limiter l'encombrement inutile des décharges.

5.3.3. Les matériaux de chaussées

Les matériaux de chaussées sont de plus en plus recyclés et réutilisés aux mêmes fins ou pour la construction de divers remblais. Cette pratique doit se généraliser.

De même, il est possible, techniquement, de recycler une grande partie des enrobés (couches de roulement). Mais cette solution, qui permettrait de réduire de façon notable les extractions de granulats de la meilleure qualité (de nature généralement siliceuse), est encore peu pratiquée en raison du prix de revient élevé des granulats recyclés ; elle ne peut être envisagée que sur des chantiers de grande importance.

5.3.4. Les mâchefers

L'arrêté ministériel du 25/01/91, relatif aux installations d'incinération de résidus urbains, prévoit notamment la possibilité de valorisation en travaux publics des mâchefers récupérés en fin de combustion.

Une circulaire du 09 novembre 1994 précise ses modalités d'analyses et prévoit de les classer en 3 catégories en fonction de leurs caractéristiques physiques, chimiques et leur potentiel polluant :

a) Mâchefers à faible fraction lixiviable

Ils sont valorisables et utilisables dans certaines conditions en techniques routière mais il est souhaitable de les déferrailler et les cribler pour s'assurer de l'absence d'imbrûlés ou d'objets indésirables.

La mise en place de ces mâchefers doit ensuite être effectuée de façon à limiter les contacts avec les eaux météoriques, superficielles et souterraines. Elle doit se faire également en dehors des zones inondables et des périmètres de protection rapprochée des captages d'alimentation en eau potable ainsi qu'à une distance minimale de 30 m de tout cours d'eau. Il conviendra de veiller à la mise en oeuvre de tels matériaux à une distance suffisante du niveau des plus hautes eaux connues. Enfin, ils ne doivent pas servir pour le remblaiement de tranchées comportant des canalisations métalliques ou pour la réalisation de systèmes drainants.

b) Mâchefers intermédiaires

Les mâchefers intermédiaires devront être acheminés vers une installation de traitement et de maturation. Cette installation doit permettre le stockage temporaire des mâchefers car, avec le temps, une carbonatation naturelle conduit à limiter leur potentiel polluant et ainsi atteindre les caractéristiques des mâchefers à faible fraction lixiviable.

c) Mâchefers à forte fraction lixiviable

Ils doivent être éliminés dans des installations de stockages permanents de déchets ménagers et assimilés dûment autorisées.

Dans le département du Doubs, les usines d'incinération d'ordures ménagères produisent environ 30 à 35 000 t de mâchefers par an. Ces produits sont en cours de caractérisation et seront donc valorisables ou non en fonction des résultats d'analyses.

5.3.5. Valorisation des sables de fonderie

L'industrie de la fonderie utilise pour le moulage de ses pièces des sables qui constituent les moules et les noyaux.

Pour la fabrication de ceux-ci, il convient de distinguer les procédés à base de liants minéraux d'origine naturelle et les procédés à base de liants organiques d'origine synthétique.

Le premier type de procédé génère des sables dont l'élimination n'implique pas de risque de pollution de l'environnement.

Le second, utilise dans la grande majorité des cas, des résines phénoliques ou furaniques qui sont présentes dans les sables en quantités diverses.

L'arrêté ministériel du 16 juillet 1991 fixe les modalités d'élimination des sables contenant des liants organiques de synthèse en provenance des fonderies.

Ces sables peuvent être, soit stockés dans des installations dûment autorisées à cet effet, soit valorisés dans des conditions différentes suivant leur teneur en phénols. Cette valorisation peut se faire :

- En remblai : *sans préjudice des spécifications particulières, les sables de fonderie peuvent être utilisés comme remblai si leur teneur en phénols est inférieure à 1 mg/kg de sable rapporté à la matière sèche (mesure réalisée sur le lixiviat).*

L'utilisation de tels sables est cependant interdite pour le remblaiement de carrières et d'excavations lorsque des interactions avec les eaux souterraines sont possibles.

- Pour la fabrication de produits à base de liants hydrauliques : *les sables de fonderie peuvent être utilisés pour la fabrication de produits à base de liants hydrauliques si leur teneur en phénols est inférieure à 5 mg/kg de sable rapporté à la matière sèche (mesure réalisée sur le lixiviat).*

- Dans les procédés aptes à détruire les liants organiques : *les sables contenant des liants organiques, quelle que soit leur teneur en phénols, peuvent être introduits dans des procédés aptes à détruire ces liants (tuileries, briqueteries, cimenteries) sous réserve que les installations correspondantes bénéficient des autorisations nécessaires au titre de la législation sur les installations classées.*

Il arrive également que les liants chimiques utilisés soient dépourvus de phénols ou que d'autres polluants soient présents en quantité notable. Dans cette hypothèse, il appartient à l'administration d'examiner au cas par cas les conditions d'élimination et de valorisation de ces sables (notamment par rapport à leur teneur en métaux).

Il est également nécessaire d'informer l'administration des projets de valorisation des sables et de leur mise en oeuvre, afin de vérifier avant réalisation que les conditions réglementaires applicables sont bien respectées.

En Franche-Comté, les quantités estimées (année de référence 1993) de sables et déchets solides issus de fonderies sont réparties suivant leur admissibilité dans les 3 classes de C.E.T. suivantes :

- classe I : 2 200 tonnes
- classe II : 25 600 tonnes (dont une partie peut être valorisable)
- classe III : 2 000 tonnes

5.4. EVALUATION DES BESOINS

L'évaluation des besoins en granulats du département du Doubs est basée sur les hypothèses et principes suivants :

- le schéma des carrières doit déterminer les possibilités et les conditions d'approvisionnement en granulats du département pour une quinzaine d'années,
- pendant cette période de 15 ans, on admet que la consommation normale se maintiendra, en moyenne, au niveau actuel,
- les valeurs de références de la consommation sont celles de l'année 1992,
- les calculs ne prennent en compte que la consommation moyenne, normale, à l'exclusion des chantiers ponctuels, à caractère exceptionnel (essentiellement routiers), dont il est difficile de prévoir l'importance (qualitative et quantitative) mais qui peuvent demander de grosses quantités de matériaux sur une période courte,
- l'approvisionnement des chantiers exceptionnels devra être étudié cas par cas, en appliquant les règles énoncées au § 5.2.1,
- la politique d'exploitation des carrières définie au § 5.2.2, impose une évolution du marché des granulats marquée par une diminution accrue et progressive des quantités de granulats d'origine alluvionnaire utilisés pour la fabrication des bétons ; c'est, rappelons le, la principale solution pour économiser ce type de matériaux.
- les taux de réduction des extractions de matériaux alluvionnaires définis par le Schéma des carrières, permettant d'atteindre les objectifs fixés dans le cadre de la politique d'approvisionnement en granulats du département, sont applicables à la date d'approbation du Schéma des carrières.

5.4.1. Besoins en matériaux alluvionnaires

Le tableau de la figure 4 prend comme base (état 0) les consommations de l'année 1992 (cf. § 3.5) sachant que sur les 760 kt consommés, 650 kt ont été utilisés dans les bétons et 110 kt en viabilité (essentiellement technique routière). Il tient compte de la diminution progressive des granulats à bétons, à raison de - 3 points en moyenne par an, pendant les 10 premières années. Ensuite, la consommation de granulats à bétons est supposée constante, le seuil minimal de 30% étant atteint (cf. § 5.2.2).

Il donne, en fin de compte, les besoins en matériaux alluvionnaires du département pour les 15 prochaines années, ainsi que les quantités de matériaux économisées.

Schéma départemental des carrières du Doubs

ANNEES		% ALLUV.	BESOINS		ECONOMIE D'ALLUVIONS	
			Bétons	Autres	Annuelle	Cumulée
0	1992	58	650	110	0	0
1	1993	55	617	110	33	33
2	1994	52	583	110	67	100
3	1995	49	549	110	101	201
4	1996	46	515	110	135	336
5	1997	43	482	110	168	504
6	1998	40	448	110	202	706
7	1999	37	415	110	235	941
8	2000	34	381	110	269	1 210
9	2001	31	347	110	303	1 513
10	2002	30	336	110	314	1 827
11	2003	30	336	110	314	2 141
12	2004	30	336	110	314	2 455
13	2005	30	336	110	314	2 769
14	2006	30	336	110	314	3 083
15	2007	30	336	110	314	3 397
TOTAUX			6 353	1 650	3 397	

Figure 4 - Evaluation des besoins à 15 ans en matériaux alluvionnaires (en 1 000 tonnes)

L'examen de ce tableau permet de faire les remarques suivantes :

- le développement du processus de substitution des granulats alluvionnaires par des granulats de roches calcaires dans la fabrication des bétons se traduit, au niveau de la consommation par une baisse de 34 kt par an pendant les 10 premières années, ce qui aboutit, au bout de 15 ans, à une économie d'alluvions totalisant 3 397 kt, équivalente à :

- . 4,5 années de la consommation totale (1992) de matériaux alluvionnaires,
- . 39 hectares d'un gisement ayant une épaisseur moyenne de 5 m,

- l'augmentation corrélative de la consommation de roches calcaires serait équivalente à une superficie de 10 hectares d'un gisement calcaire épais de 20 m. Il en résulte une économie d'espace globale de près de 30 ha.

Le tableau ci-dessous indique le nombre d'années que les réserves autorisées permettent de couvrir, selon les secteurs, par rapport à :

a) la production 1992 (cf. § 4.1.1),

b) la consommation 1992,

c) la consommation théorique résultant du développement du processus de substitution dans les bétons :

SECTEUR	RESERVES AUTORISEES (kt - 1993)	ANNEES (a)	ANNEES (b)	ANNEES (c)
Besançon	1 640	5	3,5	4
Montbéliard	570	7	2,3	2,5
Pontarlier - Haut-Doubs	1 380	14 (*)	23	36

(*) y compris exportations vers la Suisse maintenues au niveau 1992

Schéma départemental des carrières du Doubs

Le tableau suivant fait ressortir, par secteur, l'excédent des besoins à 15 ans (avec développement du processus de substitution), par rapport aux réserves autorisées, ainsi que les superficies correspondantes nécessaires pour une épaisseur moyenne de gisement de 5 m :

SECTEUR	RESERVES AUTORISEES (R, kt - 1993)	BESOINS A 15 ANS (B, kt - 1993)	B - R (kt)	SUPERFICIE (pour H = 5 m)
Besançon	1 640	4 880	3 240	37 ha
Montbéliard	570	2 540	1 970	23 ha
Pontarlier - Haut-Doubs	1 380	630	-	-
TOTAL.....	3 590	8 050	5 210	60 ha

L'examen des deux tableaux précédents montre qu'en l'absence d'importations en provenance de Haute-Saône :

- les réserves autorisées (fin 1993) seraient épuisées à court terme, dans les secteurs de Besançon et de Montbéliard (respectivement 4 ans et 2,5 ans),

- dans le secteur de Besançon, les seules ressources potentielles représentées par les gisements de la plaine alluviale du Doubs en aval de l'agglomération, estimées de 2 000 à 4 000 kt (cf. § 5.2) seraient totalement épuisées d'ici 6 à 12 ans.

Par ailleurs, dans le secteur de Montbéliard, les possibilités de nouvelles ressources exploitables en matériaux alluvionnaires sont quasi inexistantes (cf. § 5.2).

Dans le secteur de Pontarlier, la durée théorique des réserves autorisées en granulats roulés dépend dans une large mesure des exportations vers la Suisse. Elle serait de :

- 14 ans sur la base du tonnage exporté en 1992 et beaucoup plus si l'on se réfère au tonnage 1994,

- 36 ans, en l'absence d'exportation.

Mais rappelons que plus de 80% de ces réserves sont détenus par une exploitation dont la durée d'autorisation n'est que de 9 ans et que la préservation de la nappe aquifère de Pontarlier demeure primordiale pour l'alimentation en eau potable du secteur. Pour ces raisons, les extractions de matériaux doivent être strictement limitées aux usages locaux.

5.4.3. Besoins en roches massives calcaires

Le tableau de la figure 5 permet d'évaluer les besoins à 15 ans par secteur. Il prend comme base (état 0) les consommations de l'année 1992 (cf. § 3.5) et tient compte de l'augmentation progressive des granulats à bétons, à raison de + 3% par an pendant les 10 premières années. Ensuite, la consommation de granulats à bétons est supposée constante, le seuil maximal de 70% étant atteint (cf. § 5.2.2).

Le tableau ci-dessous indique le nombre d'années que les réserves autorisées permettent de couvrir, selon les secteurs, par rapport à :

- a) la production 1992 (cf. § 4.1.2),
- b) la consommation 1992,
- c) la consommation théorique résultant du développement du processus de substitution dans les bétons.

SECTEUR	RESERVES AUTORISEES (kt - 1993)	ANNEES (a)	ANNEES (b)	ANNEES (c)
Besançon	26 300	22	19	17
Montbéliard	20 900	26	28	25
Pontarlier - Haut-Doubs	13 800	9 (*)	16	15
Plateaux	6 400	16	16	16

(*) y compris exportations vers la Suisse maintenues au niveau 1992.

Schéma départemental des carrières du Doubs

	SECTEUR BESANCON	SECTEUR MONTBELIARD	SECTEUR PONTARLIER HAUT-DOUBS	SECTEUR PLATEAUX	TOTAL
0 (1992)	1 390	740	880 (2)	400	3 410
1	1 390 + 20 (1)	740 + 10 (1)	880 + 3 (1)	400	3 410 + 33 (1)
2	1 390 + 40	740 + 20	880 + 6	400	3 410 + 66
3	1 390 + 60	740 + 30	880 + 9	400	3 410 + 99
4	1 390 + 80	740 + 40	880 + 12	400	3 410 + 132
5	1 390 + 100	740 + 50	880 + 15	400	3 410 + 165
6	1 390 + 120	740 + 60	880 + 18	400	3 410 + 198
7	1 390 + 140	740 + 70	880 + 21	400	3 410 + 231
8	1 390 + 160	740 + 70	880 + 24	400	3 410 + 264
9	1 390 + 180	740 + 90	880 + 27	400	3 410 + 297
10	1 390 + 187	740 + 95	880 + 28	400	3 410 + 310
11	1 390 + 187	740 + 95	880 + 28	400	3 410 + 310
12	1 390 + 187	740 + 95	880 + 28	400	3 410 + 310
13	1 390 + 187	740 + 95	880 + 28	400	3 410 + 310
14	1 390 + 187	740 + 95	880 + 28	400	3 410 + 310
15	1 390 + 187	740 + 95	880 + 28	400	3 410 + 310
TOTAUX	20 850 + 2 022	11 100 + 1 020	13 200 + 303	6 000	51 150 + 3 345
	22 872	12 120	13 503	6 000	54 495

(1) : Le second terme représente la quantité de matériaux résultant de l'augmentation progressive du taux de substitution des granulats roulés par des granulats calcaires, dans la fabrication des bétons.

(2) : non compris les exportations vers la Suisse.

Figure 5 - Evaluation des besoins à 15 ans, en roches massives calcaires (en 1 000 tonnes)

L'examen de ce tableau montre que, dans toutes les secteurs et dans tous les cas, les réserves autorisées (fin 1993) couvrent les besoins pendant au moins 15 ans, sauf dans le secteur de Pontarlier où la durée serait abaissée à 9 ans si les exportations se maintiennent au rythme actuel.

Dans le secteur de Montbéliard, toutefois, se pose un problème lié à la qualité relativement médiocre des matériaux extraits, pour la plupart, dans les formations calcaires du Jurassique supérieur qui affleurent très largement au voisinage immédiat de l'agglomération. Les calcaires du Jurassique moyen sont généralement de meilleure qualité, mais les ressources potentielles sont plus éloignées (cf. § 4.2.2.c) et l'on peut craindre, à terme, une pénurie de granulats calcaires de bonne qualité. Pour éviter cette situation, lors de l'instruction d'une demande d'autorisation, une attention toute particulière sera portée à l'examen du dossier pour assurer une bonne adéquation entre la ressource (quantitativement et qualitativement) et les exigences en matière de consommation. Ainsi :

- la demande devra correspondre à un réel besoin de matériau de la qualité concernée,
- à impact environnemental égal, une demande d'ouverture de carrière dans un calcaire de meilleure qualité sera privilégiée, surtout s'il apparaît que les matériaux de qualité moindre sont déjà exploités en quantité suffisante.

5.4.4. Hypothèse du projet de TGV Rhin-Rhône

Les conditions d'approvisionnement du chantier TGV Rhin-Rhône ont été examinées avec la mission TGV. Il apparaît que, dans l'état actuel d'avancement du dossier, les données précises sur les besoins en matériaux du chantier soient difficiles à donner.

Par décision ministérielle, le choix des fuseaux, suite aux études préliminaires est le suivant :

- OUEST 3
- CENTRE 2
- EST 3

Schéma départemental des carrières du Doubs

Le linéaire, pour chaque département de Franche-Comté, s'élève à :

	<i>JURA</i>	<i>DOUBS</i>	<i>HAUTE-SAONE</i>	<i>TERRITOIRE DE BELFORT</i>
OUEST 3	18 km	25,141 km	0,5 km	-
CENTRE 2	-	11,850 km	57,333 km	19 km

Il semble donc délicat de ne pas réfléchir sur l'approvisionnement du chantier dans sa globalité ; chaque schéma départemental ne pouvant tenir compte des besoins de l'ouvrage en fonction d'un découpage départemental.

L'attention de la mission TGV a été attirée sur les points suivants :

- toute extraction de matériaux en dehors de l'emprise du chantier sera soumise à autorisation préfectorale après enquête publique,

- la politique d'approvisionnement du chantier devra privilégier l'utilisation de roche massive et le recyclage des déblais, et prévoir de ne réserver l'emploi de matériaux alluvionnaires qu'aux usages nobles,

- la fourniture de matériaux alluvionnaires, dans certains secteurs, sera difficile, compte-tenu de l'état des gisements et des contraintes environnementales.

6. INVENTAIRE DES ZONES SENSIBLES DU POINT DE VUE ENVIRONNEMENTAL ET PATRIMONIAL

Les ressources potentielles décrites au § 4.2 ont été définies, du moins en ce qui concerne les roches massives calcaires, essentiellement sur la base de critères géologiques et géotechniques (caractéristiques des matériaux). Elles ne correspondent pas, loin s'en faut, aux ressources exploitables qui ne peuvent être dégagées qu'après recensement et hiérarchisation des contraintes susceptibles de faire obstacle aux nouveaux projets d'extraction de matériaux.

L'élaboration du schéma départemental des carrières est l'occasion d'un inventaire des espaces protégés au titre de l'environnement. Cet inventaire ne prend pas en compte les espaces protégés au titre de l'urbanisme. Il comprend :

- les espaces bénéficiant d'une délimitation ou de protection juridique au titre de l'environnement et interdisant l'exploitation de carrières : arrêtés de protection de biotopes, réserves naturelles, sites classés, périmètres de protection immédiate et rapprochée des captages AEP...,
- les espaces bénéficiant d'une délimitation ou de protection juridique au titre de l'environnement qui n'entraîne pas l'interdiction d'exploitation de carrière : zones naturelles d'intérêt écologique, floristique et faunistique (Z.N.I.E.F.F.), zones d'importance communautaire pour les oiseaux (Z.I.C.O.), zones de protection spéciale (Z.P.S.)...,
- les orientations et objectifs des SDAGE et SAGE existants pouvant concerner les carrières,
- les dispositions de la loi Montagne.

6.1. EAUX SOUTERRAINES

Les eaux souterraines, qui contribuent dans une large mesure à l'alimentation en eau potable, représentent sans doute le plus important des biens à sauvegarder et différentes contraintes font, ou peuvent faire obstacle à l'ouverture de nouvelles carrières, surtout dans les plaines alluviales :

- Périmètres de protection des captages d'eau potable

Un recensement des captages d'alimentation en eau potable (AEP) a été réalisé en 1991 sous forme d'un "fichier d'identification des captages d'eau destinée à la consommation humaine du département du Doubs", établi par le BRGM, en collaboration avec l'Agence de l'Eau Rhône-Méditerranée-Corse, la DDASS et la DDAF.

Sur les 443 captages AEP recensés dans le département (données de mars 1997), 35 seulement (soit environ 8%) possèdent des périmètres de protection réglementaires (D.U.P.)

et 100 dossiers sont en cours d'instruction. Leur mise en place est réalisée avec le concours du Conseil Général du Doubs qui assure la maîtrise d'ouvrage déléguée pour le compte des collectivités concernées.

- Zones de ressources potentielles en eau potable

Dans le cadre d'études antérieures, des zones favorables ont été délimitées en tant que ressources potentielles en eau potable pour l'extension de champs captants ou pour l'implantation de futurs captages dans la plaine alluviale de l'Ognon et dans la plaine de Pontarlier. Toutefois, dans ce dernier secteur, des études sont en cours qui doivent aboutir à délimiter de façon précise les zones à protéger pour les captages actuels (dont aucun ne possède actuellement de périmètre de protection réglementaire) et les captages futurs. D'ores et déjà, il y a tout lieu de penser que ces zones protégées couvriront la plus grande partie de la plaine et limiteront considérablement les possibilités d'extension des extractions de granulats alluvionnaires.

- Schémas d'aménagement des eaux (SDAGE et SAGE)

La nouvelle loi sur l'eau n° 92-3, du 03 janvier 1992, pose le principe que l'eau fait partie du patrimoine commun et que sa protection est d'intérêt général. Par ses articles 3 à 5, elle institue des outils novateurs de réglementation et de planification destinés à la mise en oeuvre concrète d'une gestion collective et équilibrée de ce patrimoine commun que constituent l'eau et les milieux naturels aquatiques :

. les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) élaborés par les comités de bassin à l'initiative des préfets coordinateurs,

. les schémas d'aménagement et de gestion des eaux (SAGE) élaborés, dans des unités géographiques cohérentes (dont les limites sont généralement fortement orientées par le SDAGE), par des commissions locales de l'eau instituées par la loi.

Le SDAGE a un caractère global et prospectif, le SAGE, un caractère local et opérationnel.

Du point de vue de sa nature juridique, le SDAGE est un acte réglementaire à portée limitée. Il présente trois caractéristiques principales :

. il est opposable à l'administration (Etat, collectivités locales, Etablissements publics), mais pas aux tiers,

. il ne crée pas de droit, mais détermine des orientations en matière de gestion de l'eau, des objectifs de quantité et de qualité des eaux, ainsi que les aménagements à réaliser pour les atteindre,

. il s'impose à l'administration de manière plus ou moins forte selon que celle-ci intervient dans le domaine de l'eau ou non.

Les autorisations de carrières qui peuvent avoir un impact notable sur l'eau, c'est-à-dire le plus souvent celles qui autorisent les extractions en nappes alluviales, doivent être compatibles avec les orientations et les objectifs des SDAGE et des SAGE.

SDAGE : le Comité de bassin Rhône-Méditerranée-Corse, auquel est rattaché l'ensemble du territoire de la Franche-Comté, a souhaité que soit défini un SDAGE unique. Le SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse, approuvé par le Comité de bassin le 20 décembre 1996, comporte une fiche thématique consacrée aux extractions de matériaux alluvionnaires, dans laquelle sont données un certain nombre de précisions et de préconisations portant sur :

- . les définitions du lit mineur, du lit majeur, de l'espace de liberté et des annexes fluviales des cours d'eau,
- . les conditions d'ouverture de carrières dans ces espaces,
- . la préservation des gisements d'eau souterraine,
- . les conditions de remise en état des sites d'extraction,
- . les orientations à prendre en compte dans l'élaboration du schéma des carrières. Parmi ces orientations, figure la limitation stricte des autorisations d'extraction dans les zones particulièrement sensibles qui sont, pour le département du Doubs :
 - * le Dugeon et l'Allan (cf. carte n° 5 du SDAGE) qui correspondent à des milieux très dégradés physiquement par l'activité humaine (aménagements divers),
 - * la vallée de l'Ognon, les basses vallées du Doubs (en aval de Besançon) et de la Loue (en aval de la confluence avec la Furieuse), la haute vallée de la Loue, les plaines de Morteau (alluvions du Doubs) et de l'Arlier à Pontarlier (cf. carte n°10 du SDAGE), qui correspondent à des milieux aquatiques à forte valeur patrimoniale où la protection qualitative et quantitative de la ressource souterraine est d'intérêt patrimonial au regard de l'approvisionnement en eau potable,
 - * les basses vallées de la Savoureuse (en aval de la confluence avec la Douce) et de la Loue (en aval de la confluence avec la Furieuse), la vallée du Dugeon et la plaine de Morteau (cf. carte n° 4 de l'atlas du Bassin Rhône-Méditerranée-Corse) qui correspondent à des zones humides remarquables (faune, flore, écosystèmes).

Par ailleurs, pour aider à rendre le SDAGE plus opérationnel, une note technique relative à "l'extraction de matériaux et protection des milieux aquatiques", a été élaborée par les services de l'Etat et de l'Agence de l'Eau. Les mesures préconisées dans cette note, adoptée le 11 juillet 1996 par le Comité de bassin, sont reprises pour l'essentiel dans le paragraphe 5.2.4 du présent rapport.

SAGE : un SAGE est en cours d'élaboration dans le département du Doubs. Il concerne les bassins versants du Doubs, en amont de Villers-le-Lac et de la Loue, en amont de son confluent avec la Furieuse.

La Commission locale de l'Eau, mise en place par arrêté du Préfet du Doubs du 1er mars, modifié le 13 avril 1995, a approuvé le SAGE en octobre 1997. Il indique les grandes lignes des interventions qui peuvent être menées pour préserver et valoriser les ressources en eau.

6.2. EAUX SUPERFICIELLES

L'extraction des matériaux ne doit créer aucune gêne pour l'écoulement des eaux de surface, notamment lors des crues, ni polluer celles-ci, qu'il s'agisse de pollution chimique ou de pollution mécanique (matières en suspension). Elle ne doit pas risquer de déstabiliser les berges des cours d'eau, ni les ouvrages existants (fondations d'ouvrages d'art, aménagements hydrauliques, endiguements...).

Pour cela, les gravières devront être maintenues à des distances suffisantes des berges des rivières.

6.3. MILIEUX NATURELS

Les zones sensibles à différents titres, du point de vue écologique, ont été inventoriées et cartographiées au 1/100 000 par la DIREN. Les mesures de protection à caractère environnemental ou patrimonial sont décrites dans l'annexe 9.

- Z.N.I.E.F.F. de type II

Elles concernent les grands ensembles naturels riches et peu modifiés, ou offrant des potentialités biologiques importantes, et peuvent englober plusieurs zones de type I. Il s'agit pour l'essentiel de vallées ou portions de vallées et de massifs forestiers, notamment :

- . vallée de l'Ognon, en totalité,
- . plusieurs secteurs de la vallée du Doubs : amont de Pontarlier, amont de Morteau,
- . vallée du Dugeon,
- . vallées de la Loue et de ses affluents en amont de Scey-Maisières,
- . vallée du Lison,
- . vallées du Dessoubre et de son affluent la Reverotte,
- . vallée de la Barbèche,
- . vallée du ruisseau de Norvaux, entre Amancey et Cléron,
- . massif forestier au Nord-Est de Besançon, englobant la forêt de Chailluz de part et d'autre de la A 36, jusqu'à Corcelle-Mieslot et Roulans,
- . forêts domaniales de Levier et de la Joux,
- . bois d'Epeugney,
- . hauts reliefs à l'Est (montagne du Larmont) et au Nord-Est de Pontarlier.

- Z.N.I.E.F.F. de type I

Elles correspondent à des secteurs délimités plus circonscrits, caractérisés par leur intérêt biologique remarquable. Nombreuses, elles sont dispersées sur l'ensemble du territoire, mais généralement plus fréquentes dans, ou aux abords des vallées que sur les plateaux. Citons à titre d'exemples la vallée des Mercureaux au Sud de Besançon, la Côte des Bois (site des grottes d'Osselle), les marais de Saône, les tourbières du Haut-Doubs...

- Z.I.C.O.

Les zones d'importance communautaire pour les oiseaux sont au nombre de 3 :

- . bassin du Drugeon : Pontarlier - Frasne,
- . forêts d'altitude du Jura : forêt du Risol et Mont d'Or,
- . forêt d'altitude du Jura : forêt du Risoux, à l'extrême pointe sud du département.

- Arrêtés de protection de biotopes

- . Plus de 70 sites (falaises calcaires en général) concernent la protection du faucon pèlerin.
- . 5 sites concernent la protection des chauves-souris.

- Réserves naturelles

Les réserves naturelles sont au nombre de 4 :

- . Frasne, réserve naturelle volontaire dans la vallée du Drugeon (tourbières),
- . Gondenans-les-Moulins, réserve naturelle volontaire,
- . ravin de Valbois (communes de Cléron et Chassagne-Saint-Denis), réserve ministérielle,
- . lac de Remoray (communes de Labergement-Sainte-Marie et Remoray-Boujeons), réserve ministérielle.

- Parc naturel régional du Haut Jura

Il s'étend sur l'extrême pointe sud du département, correspondant exactement au site inscrit de Chapelle-des-Bois - Mont Noir et couvert partiellement, par ailleurs, par une Z.I.C.O. et des Z.N.I.E.F.F. de types I et II.

- Sites classés et sites inscrits, d'intérêt artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque

Ils sont assez nombreux mais la plupart d'entre eux ont une faible extension. Quelques uns sont beaucoup plus étendus mais se superposent le plus souvent à des zones protégées au titre des Z.N.I.E.F.F. et sont a priori peu propices aux extractions de matériaux :

- . soit parce qu'ils sont encaissés, comme la vallée de la Loue, la vallée du Doubs entre Ville-du-Pont et Morteau, le Cirque de Consolation-Maisonnette...,
- . soit parce qu'ils sont aquatiques ou marécageux, comme le Lac de Saint-Point, les tourbières de Frasne,
- . soit parce qu'ils correspondent à des massifs boisés d'altitude élevée, supérieure à 1 000 m, comme la Montagne du Larmont, à l'Est de Pontarlier, ou la Forêt du Mont-Noir, à l'extrême pointe sud du département.

- Z.P.P.A.U.P.

Les zones de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager créées ou à l'étude, encore peu nombreuses, de faible extension, et quasiment toutes situées en zones urbanisées, n'ont actuellement pas d'incidence notable sur l'accès aux ressources potentielles en matériaux de carrières.

- Monuments historiques, inscrits et classés

Ils sont nombreux et dispersés sur l'ensemble du territoire, aussi bien en zones urbaines qu'en zones rurales. Le périmètre de protection d'un monument historique est limité à un cercle de 500 m de rayon centré sur l'ouvrage.

- Loi Montagne

Elle s'applique aux communes ou parties de communes caractérisées par un handicap considérable dans les possibilités d'utilisation des terres et par un accroissement des coûts des travaux, soit en raison de l'altitude (supérieure à 700 m pour le massif du Jura) et des conditions climatiques, soit en raison de fortes pentes, soit par combinaison des deux facteurs précédents s'ils sont chacun moins accentués. 230 communes du Doubs, réparties dans 15 cantons, sont classées en zone de montagne et donc soumises à cette loi. La liste en est donnée en annexe 10.

- Loi Littoral

Elle ne concerne pas le département du Doubs qui n'a pas de plan d'eau d'une superficie supérieure à 1 000 hectares.

- Zones Spéciales de Conservation (Z.S.C.) - Réseau Natura 2000

La phase d'élaboration des listes nationales est en cours, coordonnée dans les régions par les DIREN. Après mise en cohérence des listes nationales, c'est entre les années 1998 et 2004 que deviendra effectif ce réseau et les protections afférentes. C'est pourquoi, les ZSC en projet dans le département du Doubs, au nombre d'une trentaine, n'ont pas été cartographiées. Elles correspondent, pour la plupart, en tout ou en grande partie, à des zones déjà protégées par ailleurs (Z.N.I.E.F.F., Z.I.C.O....). 5 sites ou groupes de sites susceptibles d'être désignés dans le réseau Natura 2000, font l'objet de concertations locales, en 1997, pour affiner les périmètres. Ce sont le bassin du Drugeon, la Tourbière et le lac de Remoray, des Granges Sainte-Marie, le Crêt des roches (Pont de Roide), et des sites à chiroptères (2 anciennes mines et 6 grottes).

- Sites archéologiques

La Direction Régionale des Affaires Culturelles ne donne pas de renseignements sur les sites archéologiques connus, qui sont extrêmement nombreux dans le département du Doubs. Elle insiste toutefois pour que toute demande d'autorisation d'extraction soit impérativement soumise à la Direction des Antiquités préhistoriques de Franche-Comté.

Les références, les significations et les spécifications des différentes contraintes environnementales, ainsi que leurs incidences sur les conditions d'implantation des carrières, sont rappelées brièvement sous forme d'un glossaire présenté en annexe 9.

6.4. CARTE DES DONNEES ENVIRONNEMENTALES (4 planches hors texte)

Comme pour la carte des ressources potentielles, l'échelle adoptée est le 1/100 000.

Tous les espaces protégés au titre de l'environnement, recensés et cartographiés par la DIREN et décrits brièvement ci-avant, ont été également numérisés à Orléans, par le Service Géologique National du BRGM.

Des figurés de formes et de couleurs différentes permettent de traduire la superposition de plusieurs contraintes (jusqu'à 4 ou 5 localement).

Ont été reportés également sur la carte des contraintes tous les captages AEP du département, avec un figuré spécial permettant de différencier ceux qui possèdent des périmètres de protection réglementaires et qui sont actuellement en petit nombre (31 sur 453).

Cette carte des espaces protégés au titre de l'environnement est un document de synthèse qui, compte-tenu de l'échelle adoptée, n'a pas une précision suffisante pour pouvoir être utilisé directement, par exemple, dans le montage d'un dossier de demande d'ouverture de carrière. Sa seule ambition est d'attirer l'attention sur l'existence de telle ou telle(s) contrainte(s) dans un secteur donné, renseignements qu'il conviendra, pour tout projet, de compléter en allant chercher les données précises à la source, tant en ce qui concerne les limites géographiques que les réglementations afférentes à ces contraintes.

Par ailleurs, ce document n'a pas la prétention d'être exhaustif et ne doit pas être considéré comme figé. Il est appelé à évoluer dans le temps et sera actualisé périodiquement à l'initiative de la DRIRE, au minimum tous les trois ans ou, si besoin est, plus fréquemment à l'occasion, par exemple, d'une réunion de la Commission départementale des carrières.

6.5. POIDS DES CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES SUR LES RESSOURCES POTENTIELLES EN GRANULATS

La superposition de la carte des ressources potentielles et de la carte des contraintes environnementales au 1/100 000 permet de faire les remarques générales suivantes :

6.5.1. Gisements alluvionnaires

Aux contraintes liées à l'existence des puits de captage AEP, s'ajoutent :

- la classification en Z.N.I.E.F.F. II de l'ensemble de la vallée de l'Ognon, plus quelques Z.N.I.E.F.F. de type I,
- la Z.I.C.O. du bassin du Dugeon et une Z.N.I.E.F.F. I qui couvrent la bordure méridionale du gisement alluvionnaire de la plaine de Pontarlier,
- les gisements de la vallée du Doubs, en aval de Besançon, sont en quasi totalité en dehors des zones de protection environnementale, à l'exception de l'extrémité sud du gisement de la boucle de Thoraise, couverte par un périmètre de protection d'un monument historique situé sur la rive opposée, sur la commune de Torpes. Toutefois, cette zone est considérée dans le SDAGE comme un milieu aquatique à forte valeur patrimoniale du point de vue de la ressource souterraine en eau potable.

6.5.2. Gisement de roches massives calcaires

A) SECTEUR DE BESANCON

Au Nord de la vallée du Doubs, les gisements potentiels les plus proches de l'agglomération sont soit gelés par le développement de l'urbanisation, soit couverts par une importante Z.N.I.E.F.F. II qui s'étend des confins de l'agglomération jusqu'à Roulans et Corcelle-Mieslot.

Au Nord-Ouest, dans la région des Avant-Monts, il n'y a pratiquement pas de contraintes environnementales mais les gisements sont plus éloignés et ce sont surtout les calcaires du Bajocien qui affleurent, les calcaires compacts du Bathonien, les meilleurs, n'existant que de façon sporadique.

C'est au Sud de la vallée du Doubs, sur le plateau de Montrond, entre les marais de Saône et la vallée de la Loue, que les conditions paraissent les plus favorables au développement des extractions. Dans toute cette zone, traversée par la D 9, les calcaires du Jurassique moyen affleurent largement, notamment les calcaires du Bathonien et les seules contraintes environnementales sont une Z.N.I.E.F.F. II qui couvre un massif forestier au Nord d'Epeugney et une Z.N.I.E.F.F. I à Chenecey-Buillon.

B) SECTEUR DE PONTARLIER

Dans le secteur de Pontarlier, ce sont les calcaires du Jurassique supérieur qui prédominent à l'affleurement. Les contraintes environnementales laissent de larges espaces libres :

- au Nord-Ouest, de part et d'autre de la D 72,

- au Nord, de part et d'autre de la N 57,

- au Nord-Est, au Nord de la D 437,

- au Sud, de part et d'autre de la N 57, Granges-Narboz, Les Fourgs, Malbuisson, Les Hopitaux-Vieux, Les Hopitaux-Neufs, Jougne.

Il en est de même dans le secteur de Morteau - Villers-le-Lac.

C) SECTEUR DE MONTBELIARD

Les ressources potentielles en roches massives calcaires ne sont pratiquement pas concernées par les contraintes environnementales.

Les calcaires du Jurassique moyen, notamment les calcaires compacts du Bathonien, affleurent à l'Ouest de l'agglomération montbéliarde, les gisements les plus proches étant situés entre la N 463 et la D 33, entre Montenois et Bavans.

Les calcaires du Jurassique supérieur se rencontrent presque partout ailleurs, sauf à l'Est de Sochaux dans le domaine rattaché au bassin tertiaire du Sundgau, mais rappelons que leur qualité est souvent assez médiocre dans cette région.

D) ROUTE DES MICROTECHNIQUES (D 461)

Mis à part les Z.N.I.E.F.F. II portant sur les vallées (Brème, Loue, Dessoubre, Reverotte), les espaces protégés au titre de l'environnement sont exceptionnels et de vastes zones libres de contraintes s'étendent de part et d'autre et tout le long de cet axe.

Les calcaires du Jurassique moyen (Bajocien et Bathonien) sont présents entre Mamirolle et l'Hôpital-du-Grosbois, alors qu'ailleurs ce sont essentiellement les calcaires du Jurassique supérieur.

7. APTITUDES HYDROGEOLOGIQUES DES CARRIERES DU DOUBS AU COMPLEMENT PAR DES DECHETS INERTES

L'étude de l'aptitude des carrières à recevoir des déchets inertes fait l'objet de l'annexe 6.

L'impact considéré est le risque de perturbation des conditions hydrodynamiques du milieu et de pollution des eaux superficielles et souterraines, à l'exclusion de toute autre conséquence environnementale.

Différents types de carrières ont été différenciés et caractérisés (sous forme de fiches) suivant la nature du matériau exploité, la formation géologique concernée et des critères de vulnérabilité.

Un tableau synthétique permet d'évaluer et de comparer les risques d'impacts hydrogéologiques des décharges selon le type de carrière.

Les carrières de marnes ou d'argiles apparaissent comme les sites de décharge les plus sûrs. Du fait de leur rareté, elles ne devraient être utilisées pour les déchets inertes que si leur inaptitude au classement I ou II est prouvée.

Tous les autres sites sont vulnérables aux pollutions chimiques, en particulier les carrières de roches calcaires, de loin les plus nombreuses, au droit desquelles les polluants peuvent gagner rapidement les sources et captages, le milieu fissuré, perméable en grand, n'assurant aucune filtration.

Actuellement, il n'y a pas de seuil de perméabilité pour les sites de décharge de classe III réservés aux déchets inertes. Mais, compte-tenu des incertitudes sur l'innocuité de certains déchets dits inertes, tout projet de mise en décharge de tels matériaux dans une carrière doit faire l'objet d'une étude hydrogéologique de faisabilité, ne serait-ce que pour s'assurer qu'aucun captage d'eau potable ne risque d'être menacé. En milieu calcaire où la circulation des eaux souterraines est généralement assez mal connue, des expériences de traçages peuvent s'avérer nécessaires et, dans tous les cas, par mesure de précaution, il est recommandé d'installer un piézomètre de contrôle en aval hydraulique immédiat du site.

Par ailleurs, outre l'exigence d'un contrôle rigoureux de la nature des matériaux entrant sur le site, il convient de prévoir des aménagements minimum à installer :

- bascule,
- aire bétonnée,
- clôture du site,
- barrière d'accès,...

et des dispositions permettant le suivi des apports de matériaux de remblai (bordereau, ...).

Cette installation permettrait d'effectuer en toute sécurité le tri et le recyclage des déchets, ainsi que le stockage provisoire et la reprise des matériaux non conformes qui seront impérativement refoulés.

Cette filière d'élimination et de valorisation doit s'autofinancer pour être pérenne, ce qui induit un coût à l'entrée du site. Pour mener à bien une telle politique, il est nécessaire de promouvoir une action d'information et de sensibilisation des donneurs d'ordres afin que ces données environnementales apparaissent dans les cahiers des charges des plus grands chantiers, comme cela se produit dans d'autres départements.

8. ORIENTATIONS EN MATIERE DE REAMENAGEMENT DES CARRIERES

8.1. GENERALITES

Par réaménagement, on entend l'ensemble des opérations de remise en état des sols, qui est obligatoire pour l'exploitant, et l'aménagement éventuel qui consiste en des travaux complémentaires permettant de valoriser le terrain et de le rendre apte à une utilisation déterminée, généralement différente de sa vocation première.

Une bonne remise en état des sols, pour être pleinement efficace, doit être guidée par les principes d'aménagement ultérieur. Les grandes lignes du réaménagement doivent être réfléchies, prévues au stade le plus précoce possible et leur mise en oeuvre doit commencer en cours d'exploitation. En effet, un aménagement sera d'autant plus coûteux qu'il n'aura pas été envisagé lors de l'exploitation et de la remise en état. Toutefois, les techniques et/ou les idées peuvent évoluer dans le temps (notamment lorsque l'autorisation est de longue durée) et le projet d'aménagement ne doit pas être définitivement figé mais pouvoir faire l'objet de modifications ultérieures éventuelles, en accord avec toutes les parties concernées.

Le choix du parti d'aménagement doit se faire en concertation et doit répondre sinon à un besoin, du moins à un souhait éventuel des collectivités locales.

C'est dans le cadre de l'arrêté d'autorisation que sont définies les conditions de remise en état de la carrière, dont le but est l'insertion satisfaisante du site dans le paysage, après exploitation. Il est donc difficile d'établir des prescriptions techniques uniformes dans ce domaine.

Les règles générales sont les suivantes, quel que soit le parti d'aménagement envisagé :

- il faut obtenir un modelé topographique stable, aussi agréable à l'oeil que possible et bien intégré dans le paysage. Un soin tout particulier doit être apporté à l'enlèvement, au stockage et à la réutilisation des terres de découverte, en particulier la terre végétale,
- pour des raisons de sécurité, les berges (gravières en eau) et les parois en terrains meubles doivent être talutées et les fronts de tailles en roches calcaires purgés pour éviter les chutes de blocs. Les accès dangereux doivent être condamnés et les parois verticales (cas des carrières calcaires) protégées par une solide clôture,
- on évitera autant que possible les formes géométriques, les arbres régulièrement espacés et les berges trop uniformes pour ne pas donner l'impression d'une création artificielle,
- la végétation que l'on envisage de mettre en place doit être adaptée à la nature du sol qui lui servira de support et se composer de préférence d'espèces locales, sauf dans le cas de réaménagements paysagers à vocation de loisirs.

Dans le cas du réaménagement naturel, il faut favoriser la diversité et proposer des types d'aménagement optimaux, adaptés aux conditions du milieu (altitude, climat, espèces...). C'est pourquoi, pour compléter les principes généraux de réaménagement décrits dans les paragraphes qui suivent, une étude spécifique serait nécessaire, visant à localiser et caractériser les principaux types de milieux existants dans le département du Doubs et, pour chacun d'eux, indiquer les principes de réaménagement à privilégier.

8.2. CARRIERES EN EAU

Il s'agit de la grande majorité des carrières ouvertes dans le lit majeur des rivières. L'exploitation des granulats pénètre dans la nappe phréatique et crée des plans d'eau plus ou moins étendus, plus ou moins profonds.

La première règle est d'éviter impérativement le mitage du paysage par des plans d'eau.

8.2.1. Remblayage

Les matériaux de découvertes extraits sur le site servent en grande partie à la remise en état des sols et ne permettent de remblayer qu'une petite partie du bassin. Il est recommandé de ne pas immerger la terre végétale mais plutôt de l'utiliser pour la végétalisation des berges et des abords.

L'étude des aptitudes hydrogéologiques des carrières du Doubs au comblement par déchets inertes (cf. § 7 et annexe 6) montre que les gravières en eau sont des sites très vulnérables et que l'apport de matériaux inertes n'est pas sans risque, l'innocuité de ces derniers n'étant jamais certaine et difficile à contrôler dans la pratique. Par ailleurs, les matériaux déposés doivent avoir une perméabilité suffisante pour ne pas perturber l'écoulement de la nappe.

Dans ces conditions, compte-tenu des risques de pollution des eaux souterraines, il est dans tous les cas déconseillé de remblayer les gravières en eau avec des apports étrangers, sauf en cas de nécessité, pour des bassins de faible envergure, et sous réserve d'un contrôle extrêmement rigoureux de la provenance et de la nature des matériaux.

8.2.2. Mise en valeur écologique

La valeur écologique d'une gravière en eau est directement liée aux habitats créés pour la flore et la faune, en fin d'exploitation. Leur nombre, leur étendue, leur diversité (berges douces et abruptes, zones de marécages, substrats divers...) en déterminent l'intérêt biologique. Elle est liée à la valeur écologique de l'environnement du site : plus l'environnement à proximité de la gravière sera riche et varié (prairies, bocages, zones humides...), plus le milieu neuf se colonisera facilement et rapidement pour acquérir un intérêt écologique.

Pour aboutir à une remise en état des lieux qui optimise la valeur écologique future du site, un certain nombre de mesures doivent être prises tant en cours d'exploitation qu'à la fin des travaux :

- favoriser un plan d'eau de grandes dimensions,
- prévoir un contour aussi sinueux que possible,
- diversifier les berges (pentes variées),
- prévoir des zones d'eau peu profonde (hauts fonds),
- empêcher l'écoulement des eaux de surface dans la gravière,
- limiter les accès.

Il est évident qu'un tel aménagement ne peut se faire qu'en étroite collaboration avec l'exploitant. La décision d'une mise en valeur écologique d'une gravière en eau doit donc être prise très tôt afin que les travaux d'aménagement envisagés puissent être réalisés progressivement, au fur et à mesure de l'avancement de l'exploitation.

8.2.3. Base de loisirs polyvalente

L'aménagement en base de loisirs et touristique (baignade, canotage, planche à voile...) nécessite peu de travaux au niveau des plans d'eau eux-mêmes (talutage des berges, reprofilage, création d'une plage, embarcadère léger...). Il n'en est pas de même pour les abords qui doivent être attractifs et, pour cela, suffisamment spacieux et dotés d'équipements aussi variés que possible : parking, terrain de camping, aire de pique-nique, hangar à bateaux, sanitaires, cours de tennis, jeux d'enfants, chemins piétonniers..., éventuellement restaurant, mini-golf, etc...

Dans tous les cas, l'utilisation d'engins nautiques motorisés est à proscrire.

Il faut savoir que toutes ces installations sont coûteuses et nécessitent beaucoup d'espace autour des plans d'eau. Par ailleurs, leur pérennité dépendra du soin apporté à leur entretien par l'organisme gestionnaire.

8.2.4. Bassin de pêche et pisciculture

L'aménagement d'une gravière en bassin de pêche de loisir ou de pisciculture ne nécessite pas de travaux particuliers importants au niveau du plan d'eau. Ces travaux consistent en une rectification éventuelle des berges et une mise en végétation, suivies d'un alevinage.

Il convient d'éviter des berges trop rectilignes, d'aspect artificiel et peu esthétiques et, pour des raisons de sécurité, des talus trop abrupts. Les plantations ont pour but de fixer les talus et de fournir de l'ombre et une diversité biologique au milieu aquatique.

8.3. CARRIERES SECHES

8.3.1. Remblayage

- En milieu alluvionnaire, de rares carrières sont hors d'eau mais le toit de la nappe est généralement tout proche et le site est à peine moins vulnérable (le risque d'impact hydrodynamique étant exclu) qu'une carrière en eau. Si l'épaisseur de la couche non saturée sous le fond de la carrière est insuffisante, les mêmes précautions que pour les carrières en eau sont à prendre (cf. § 8.2.1).
- En milieu calcaire, les carrières sont des sites perméables, vulnérables, qui, eux aussi, ne peuvent admettre que des matériaux de remblayage strictement inertes.
- En milieu marneux ou argileux, les carrières sont les plus favorables du point de vue hydrogéologique au remblaiement, dans la mesure où l'on maîtrise bien les eaux de surface. Elles constituent des sites privilégiés pour les décharges contrôlées de classe II, voire I dans certaines conditions. Elles sont malheureusement exceptionnelles et c'est pourquoi, dans la mesure où les autres contraintes environnementales le permettent, elles doivent être réservées à cet usage.

Quel que soit le type de carrière, tout projet de remblayage, par tout type de matériau, doit faire l'objet d'une étude hydrogéologique de faisabilité.

8.3.2. Réaménagement agricole

En milieu rural, il est possible de restituer les terrains en vue d'un usage agricole. Cette option s'applique aux gravières hors d'eau et, d'une manière générale, aux carrières peu profondes par rapport à leur surface (pour éviter l'ombre des parois et la stagnation d'air froid) et ayant un fond drainant pour éviter la stagnation de l'eau.

Il est nécessaire de disposer de matériaux meubles en quantité suffisante pour recouvrir le fond d'une couche épaisse au minimum de 0,50 m. Les travaux consistent, après rectification et talutage des parois, à reprendre et à étaler sur le fond de l'excavation les terres de découverte puis la terre végétale, en évitant le compactage.

Du fait de ces contraintes et de la faible pression agricole, ce mode de réaménagement est peu pratiqué et n'est pas recherché de nos jours.

8.3.3. Reboisement

Dans les carrières de toutes tailles, surtout en milieu boisé, on pourra reconstituer une zone défrichée par l'exploitation ou créer un nouveau boisement.

Les plantations d'arbres nécessitent une épaisseur minimale de sols meubles importante, par exemple 0,40 m pour le bouleau ou le pin noir, 0,50 m pour le sapin ou le mélèze, et jusqu'à 0,80 m pour les feuillus.

Les travaux consistent à reconstituer un sol comme indiqué dans le paragraphe précédent et à protéger les jeunes plants contre les prédateurs.

Des analyses de sols et les conditions climatiques permettent de choisir les essences les mieux adaptées.

Si la carrière est de grande dimension, on peut ne reboiser qu'une partie du carreau et essayer de créer plusieurs milieux diversifiés (partie reboisée, partie en pelouse, partie en zone humide..., par exemple).

8.3.4. Autres aménagements

La reconstitution d'un sol en fond de carrière peut avoir une vocation autre qu'agricole ou forestière. Suivant l'importance de la carrière, sa situation géographique, son exposition, le site peut être aménagé :

- en espace vert,
- en parc de loisirs,
- en terrain de sports,
- en zone d'activités artisanales.

8.3.5. Cas des carrières de roches calcaires à flanc de relief

La première préoccupation sera la mise en sécurité du site :

- Pose d'une clôture solide au sommet de la paroi pour prévenir les accidents de personnes.
- Purge soigneuse du front de taille pour éviter les chutes de blocs. Toutefois, cette opération risque d'avoir un effet limité dans le temps, si la roche est très fracturée. Dans ce cas, il faut, soit interdire l'accès au front de taille, soit mettre en place un dispositif de protection contre les chutes de blocs (filets grillagés, piège à blocs en pied de paroi...).

La seconde préoccupation sera l'insertion du front de carrière dans son environnement.

Lorsqu'il n'y a pas de vue lointaine de la carrière ou lorsque le front de taille est relativement peu élevé, un merlon planté d'arbres mis en place à l'entrée du site peut suffire à effacer le front de taille des vues rapprochées.

Dans les cas contraires, il faut reconnaître que l'aménagement des fronts de taille n'est pas facile. Différentes techniques sont utilisées avec plus ou moins de succès :

- revégétalisation des banquettes, avec plantes grimpantes ou tombantes le long des parois,
- pose de filets (genre filets de camouflage) et projection de substances végétales à travers ceux-ci,
- application d'une teinture réactive pour donner au front de taille une patine artificielle analogue à celle des rochers environnants qu'il mettrait, sinon, très longtemps à acquérir...

Le plancher de la carrière, quant à lui, peut faire l'objet de divers aménagements dans les mêmes conditions que celles décrites dans les paragraphes ci-avant.

8.3.6. Témoins géologiques

Dans le cas où l'exploitation d'un gisement mettrait à jour des terrains présentant un intérêt géologique particulier du point de vue stratigraphique, paléontologique ou structural, il devra en être conservé un témoin en place, quel que soit le parti de réaménagement final envisagé.

9. CONCLUSION

Avec 98% de la production totale, en tonnage et 77 carrières autorisées sur 83, les granulats représentent l'essentiel de l'industrie extractive des matériaux de carrières dans le département du Doubs. Les autres exploitations, pour lesquelles le problème des réserves ne se pose pas, se limitent à 5 carrières de pierres de taille calcaires de très faible envergure et 1 carrière de marnes pour tuiles et briques.

L'analyse du flux des granulats et l'inventaire des ressources potentielles conduisent à faire les principales remarques suivantes :

- Le département du Doubs est déficitaire en matériaux roulés d'origine alluvionnaire et fait appel à l'importation :

. essentiellement en provenance de Haute-Saône pour le secteur de Besançon,

. en provenance de Haute-Saône et, dans une moindre mesure d'Alsace, pour le secteur de Montbéliard.

- Les réserves et les ressources potentielles en matériaux alluvionnaires sont partout limitées :

. soit à cause du développement de l'urbanisation et à l'épuisement des gisements dans les plaines alluviales ; c'est le cas de la vallée du Doubs et de la Savoureuse,

. soit à cause de l'existence de contraintes fortes liées notamment à la protection des eaux souterraines pour l'alimentation en eau potable publique, c'est le cas de la vallée de l'Ognon et surtout de la plaine de Pontarlier.

- A la différence des matériaux alluvionnaires, les roches calcaires sont très largement répandues dans le département du Doubs. Elles affleurent pratiquement partout, notamment autour des principaux centres de consommation.

Les réserves autorisées sont importantes et les ressources potentielles quasi inépuisables.

Toutefois, dans le secteur de Montbéliard, les gisements actuellement exploités dans le Jurassique supérieur, au voisinage de l'agglomération, sont de qualité relativement médiocre, alors qu'il existe des gisements de meilleure qualité, mais plus éloignés, dans le Jurassique moyen.

Une partie importante (plus de 40%) de la production des carrières du Haut-Doubs est exportée vers la Suisse, le plus souvent à l'état brut.

C'est sur la base des considérations générales ci-avant qu'ont été définis les orientations et objectifs d'une politique d'extraction des granulats dans le département du Doubs. Cette politique est axée sur l'utilisation économe et rationnelle des matériaux dans le souci de préserver et d'éviter le gaspillage des gisements de matériaux de grande qualité, particulièrement alluvionnaires, tout en protégeant l'environnement.

Pour cela, un certain nombre de dispositions sont envisagées :

- Réserver les alluvions aux seuls usages pour lesquels ces matériaux sont indispensables, dans le domaine routier et en VRD. Toutefois, cette mesure, qui est déjà bien mise en pratique, n'est pas susceptible de générer une économie importante de matériaux alluvionnaires pour le département. En effet, l'essentiel des granulats consommés à ces usages (14% de la consommation de matériaux alluvionnaires) est importé de Haute-Saône, en raison de leur nature siliceuse, indispensable pour les couches de roulement.
- Développer le processus de substitution dans la fabrication des bétons en réduisant progressivement et globalement la proportion de granulats alluvionnaires de 58% (taux de référence de l'année 1992) à 30% sur une dizaine d'années, à compter de la date d'approbation du Schéma Départemental des Carrières, avec possibilités de révision et d'adaptation suivant les conditions locales et l'évolution éventuelle des techniques. Une telle mesure permet d'envisager sur 15 ans, une économie de 3 400 kt d'alluvions ou 30 hectares de terrains.
- Adapter la production de matériaux aux besoins du département et des départements voisins.
- Recycler les matériaux de démolition et les déchets de construction. Bien que dans le département du Doubs le contexte soit peu favorable au recyclage des matériaux (marché restreint, prix de revient élevé, qualité moindre des produits, rendant leur commercialisation difficile), cette filière, très peu pratiquée actuellement, mérite d'être développée, ne serait-ce que pour limiter l'encombrement inutile des décharges.

Pour mener à bien une telle politique, il est nécessaire de promouvoir une action d'information et de sensibilisation de toutes les parties concernées par l'industrie des granulats, producteurs et utilisateurs (carriers, bétonniers, donneurs d'ordres, municipalités, projeteurs et concepteurs...), tout en sachant que le critère économique sera prépondérant dans la réussite.

Les contraintes environnementales, bien que nombreuses et variées, laissent encore de vastes espaces libres pour l'exploitation des granulats, notamment en roches calcaires, au voisinage des principaux centres de consommation. C'est sur le gisement alluvionnaire de la plaine de Pontarlier, pratiquement le seul du Haut-Doubs, que pèse actuellement la contrainte la plus forte, liée à l'exploitation de la nappe pour l'alimentation en eau potable.

Le transport des matériaux s'effectue actuellement exclusivement par voie routière et l'étude montre que cette situation ne peut guère évoluer dans les années à venir. C'est pourquoi un soin attentif devra être porté à la prise en compte des conditions de sécurité liées à la desserte des carrières.

En ce qui concerne les orientations en matière de réaménagement des carrières, une étude complémentaire serait nécessaire pour localiser et caractériser les principaux types de milieux existants dans le département du Doubs et définir, pour chacun d'eux, les principes d'aménagement optimaux à privilégier.

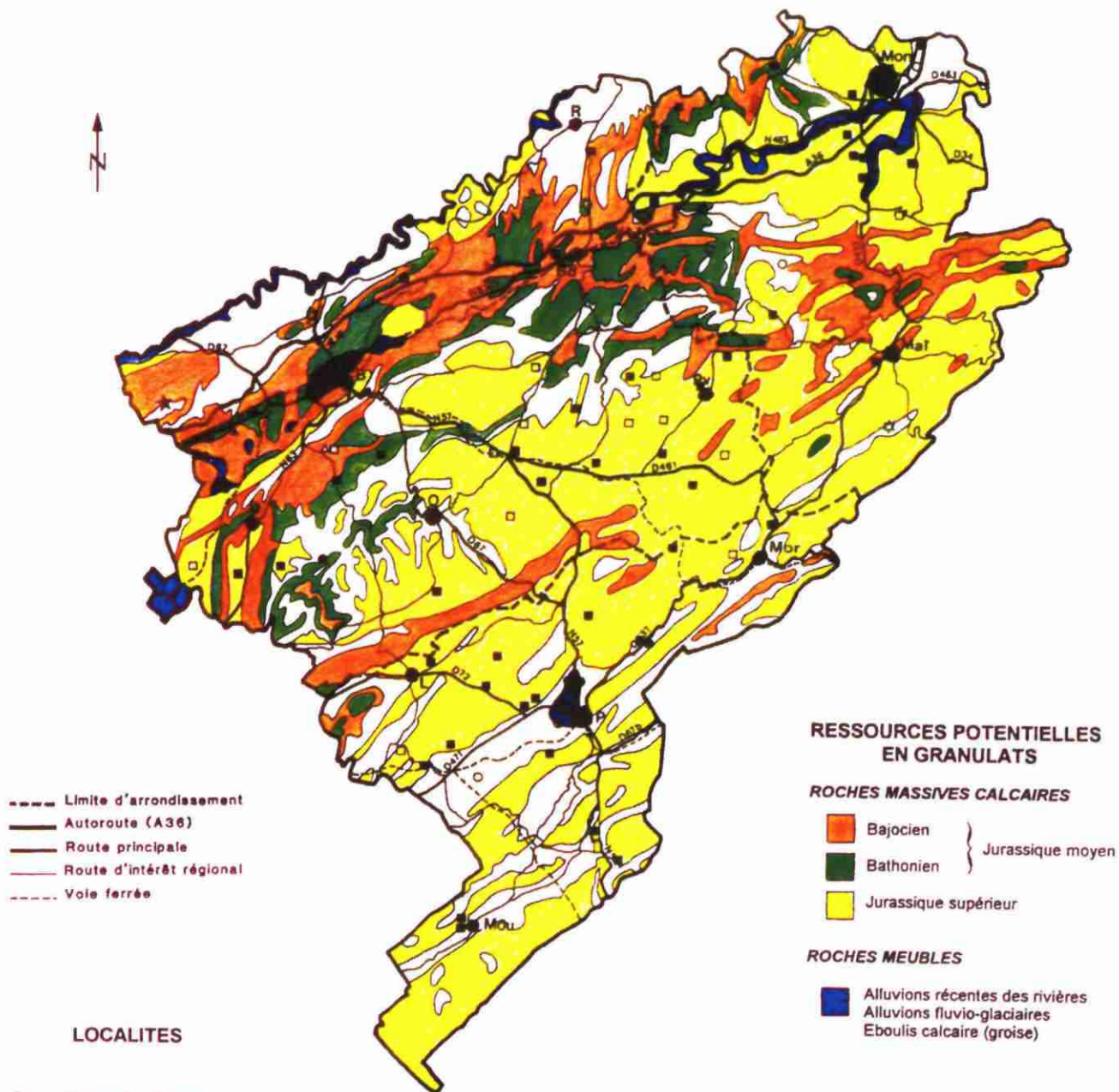
La création d'une commission locale d'information est à encourager pour les sites de carrières susceptibles de poser problème. La mise en place d'une telle commission a pour but de favoriser le dialogue et la transparence lors d'affaires sensibles (exportation, problème environnemental...), de gérer les intérêts de chacun pendant l'exploitation et de préparer au mieux le réaménagement.

Enfin, très souvent, les exploitants confient les études d'impact à des bureaux d'études spécialisés et ne sont pas eux-mêmes bien familiarisés avec les données environnementales. C'est pourquoi, une action d'information et de sensibilisation des carriers dans ce sens, serait certainement profitable.

ANNEXE 1

**LOCALISATION DES RESSOURCES POTENTIELLES EN GRANULATS
ET DES CARRIERES AUTORISEES EN 1992**

LOCALISATION DES RESSOURCES POTENTIELLES EN GRANULATS ET DES CARRIERES AUTORISEES EN 1992



- Limite d'arrondissement
- Autoroute (A36)
- Route principale
- Route d'intérêt régional
- Voie ferrée

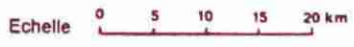
- RESSOURCES POTENTIELLES EN GRANULATS**
- ROCHES MASSIVES CALCAIRES**
- Bajocien
 - Bathonien
 - Jurassique supérieur
- } Jurassique moyen
- ROCHES MEUBLES**
- Alluvions récentes des rivières
 - Alluvions fluvioglacières
 - Eboulis calcaire (groise)

LOCALITES

- Bd - Baume-les-Dames
- B - Besançon
- L - Levier
- Maï - Maîche
- Mon - Montbéliard
- Mor - Morteau
- Mou - Moutho
- O - Ornans
- Pv - Pierrefontaine-les-Varans
- P - Pontarlier
- Q - Quingey
- R - Rougemont

CARRIERES AUTORISEES

- | | PRODUCTIVES | NON PRODUCTIVES |
|----------------------------------------|-------------|-----------------|
| - GRANULATS : | | |
| . Roches massives (calcaires) | ■ | □ |
| . Roches meubles (alluvions) | ● | ○ |
| - PIERRES DE CONSTRUCTION | ▲ | △ |
| - MARNES POUR TUILES ET BRIQUES | ★ | |
| - TOURBE | | ☆ |



ANNEXE 2

**UTILISATIONS POSSIBLES DES GRANULATS
DU DEPARTEMENT DU DOUBS
EN TECHNIQUE ROUTIERE ET POUR LA FABRICATION DES BETONS**

**(extraits de l'étude "Valorisation optimale de la production
des granulats par connaissance de leur domaine d'emploi
en Franche-Comté" - opération TPF n° 602513 - 1989)**

UTILISATION ROUTIERE DES GRANULATS

Rappel des catégories de la norme NF P 18-101

L'appartenance à une catégorie nécessite de satisfaire simultanément aux trois conditions				
Catégorie	LA	MDE	LA + MDE	CPA
A	≤ 20	≤ 15	≤ 25	≥ 0,55
B	≤ 25	≤ 20	≤ 35	≥ 0,50
C	≤ 30	≤ 25	≤ 45	≥ 0,50
D	≤ 35	≤ 30	≤ 55	-
E	≤ 45	≤ 45	≤ 80	-

LA : Coefficient Los Angelès

MDE : Coefficient micro deval humide

CPA : Coefficient de polissage accéléré

2- UTILISATION EN BETON POUR OUVRAGES D ART ET BATIMENTS

CALCAIRES MOYENS A TENDRES

Calcaires du Jurassique supérieur de la région BELFORT - MONTBELIARD

	Béton routier 0/40 ou 0/20	B.P.E. béton prêt à l'emploi 0/20	Béton hautes performances	Béton de sable
Cailloux	■			
Gravillons		■	(1)	
Sable	■	■		■
Filler	■	■		■

Rappel des principales spécifications:

- Coefficient Los Angeles: LA 40
- Micro deval humide: MDE 35
- Friabilité des sables: FS 40
- Coefficient de forme: 30
- Tamisat à 008 mm: 10 %
- Equivalent de sable : 65 ou 75

(1) on demande que la résistance à la compression du calcaire soit au moins égale à celle du béton

2- UTILISATION EN BETON POUR OUVRAGES D'ART ET BATIMENTS

CALCAIRES MOYENS

Jurassique moyen de la bordure sud de la vallée de l'Ognon

	Béton routier 0/40 ou 0/20	B.P.E. béton prêt à l'emploi 0/20	Béton hautes performances	Béton de sable
Cailloux				
Gravillons			(1)	
Sable				
Filler				

Rappel des principales spécifications:

Coefficient Los Angeles: LA 40

Micro deval humide: MDE 35

Friabilité des sables: FS 40

Coefficient de forme: 30

Tamisé à 008 mm: 10 %

Equivalent de sable : 65 ou 75

(1) on demande que la résistance à la compression du calcaire soit au moins égale à celle du béton

2- UTILISATION EN BETON POUR OUVRAGES D'ART ET BATIMENTS

CALCAIRES DURS

Calcaires durs (Bathonien) du faisceau bisontin et du Sud de l'Ognon
Calcaires jurassiques du Haut-Doubs

	Béton routier 0/40 ou 0/20	B.P.E. béton prêt à l'emploi 0/20	Béton hautes performances	Béton de sable
Cailloux				
Gravillons			(1)	
Sable				
Filler				

Rappel des principales spécifications:

Coefficient Los Angeles: LA 40

Micro deval humide: MDE 35

Friabilité des sables: FS 40

Coefficient de forme: 30

Tamisé à 008 mm: 10 %

Equivalent de sable : 65 ou 75

(1) on demande que la résistance à la compression du calcaire soit au moins égale à celle du béton

2- UTILISATION EN BETON POUR OUVRAGES D'ART ET BATIMENTS

GLACIAIRE ET FLUVIOGLACIAIRE

Fluvio-glaciaire de la région de PONTARLIER

	Béton routier 0/40 ou 0/20	B.P.E. béton prêt à l'emploi 0/20	Béton hautes performances	Béton de sable
Cailloux				
Gravillons			(1)	
Sable				
Filler				

Rappel des principales spécifications:

Coefficient Los Angeles: LA 40

Micro deval humide: MDE 35

Friabilité des sables: FS 40

Coefficient de forme: 30

Tamisé à 008 mm: 10 %

Equivalent de sable : 65 ou 75

(1) on demande que la résistance à la compression du calcaire soit au moins égale à celle du béton

2- UTILISATION EN BETON POUR OUVRAGES D'ART ET BATIMENTS

ALLUVIONS SILICOCALCAIRES ET CALCAIRES

Alluvions du Doubs et de la Loue

	Béton routier 0/40 ou 0/20	B.P.E. béton prêt à l'emploi 0/20	Béton hautes performances	Béton de sable
Cailloux				
Gravillons				
Sable				
Filler				

Rappel des principales spécifications:

Coefficient Los Angeles: LA 40

Micro deval humide: MDE 35

Friabilité des sables: FS 40

Coefficient de forme: 30

Tamisat à 008 mm: 10 %

Equivalent de sable : 65 ou 75

2- UTILISATION EN BETON POUR OUVRAGES D'ART ET BATIMENTS

ALLUVIONS SILICEUSES

Alluvions de la Savoureuse et de l'Ognon

	Béton routier 0/40 ou 0/20	B.P.E. béton prêt à l'emploi 0/20	Béton hautes performances	Béton de sable
Cailloux				
Gravillons				
Sable				
Filler				

Rappel des principales spécifications:

Coefficient Los Angeles: LA 40

Micro deval humide: MDE 35

Friabilité des sables: FS 40

Coefficient de forme: 30

Tamisé à 008 mm: 10 %

Équivalent de sable : 65 ou 75

1. UTILISATIONS POSSIBLES EN TECHNIQUE ROUTIERE

CALCAIRES MOYENS A TENDRES

Calcaires jurassiques supérieurs de BELFORT - MONTBELIARD

Caractéristiques intrinsèques du matériau

Nature : Calcaires jurassiques moyen ou supérieur
 Granulométrie : roche massive
 Coefficient Los Angelès : 25 a 40
 Coefficient Micro Deval humide : 20 a 35
 Coefficient de polissage accéléré :
 Porosité :
 Gel :
 Indice de concassage : totalement concassé
 Catégorie (selon directive Setra) : D ou E (C)

Utilisations possibles en techniques routières

Classe de trafic Trafic P.L Trafic V.L		To	T1	T2	T3	< T3
		750 15 000	300 6000	150 3000	100 2000	
Grave non traitée	Base				SI catégorie C	
	Fondation			C	D	D
Grave hydraulique	Base	D	D	D	D	E
	fondation	D	D	E	E	E
Grave t. Hydrocarb.	Base	C	C	D	D	E
	Fondation	D	D	E	E	E
Béton bitumineux					Cloutage si C	
Enduits						
Technique particulière						

Utilisations possibles en béton hydraulique

	Couches de roulement	Couches de fondation	accotements couche drainante	piste forestière vignobles-autres
Cailloux				
Gravillons	Voir note *			
Sable				
Filler				

* Si le matériau se classe en catégorie C et sous Trafic T2 ou T3 : convient avec enduit ou cloutage - il faut de plus respecter les conditions de fabrications et vérifier les caractéristiques du matériau (ES - friabilité - granulométrie)

Si matériau catégorie D ou E : étude nécessaire

Pour les Trafics T0 et T1 et matériau catégorie C : étude nécessaire

1. UTILISATIONS POSSIBLES EN TECHNIQUE ROUTIERE

CALCAIRES MOYENS

Jurassique moyen de la bordure sud de la vallée de l'Ognon

Caractéristiques intrinsèques du matériau

Nature : **calcaires jurassiques**
 Granulométrie : **roche massive**
 Coefficient Los Angelés : **25 a 30**
 Coefficient Micro Deval humide **20 a 25**
 Coefficient de polissage accéléré :
 Porosité :
 Gel :
 Indice de concassage : **totalemment concassé**
 Catégorie (selon directive Setra) : **D (ou C)**

Utilisations possibles en techniques routières

Classe de trafic		T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	< T ₃
Trafic P.L		750		300	150	100
Trafic V.L		15 000		6000	3000	2000
Grave non traitée	Base				SI catégorie C	
	Fondation			SI catégorie C		
Grave hydraulique	Base					
	Fondation					
Grave t.	Base	SI catégorie C				
Hydrocarb.	Fondation					
Béton bitumineux			Couche de liaison si C			
Enduits						
Technique particulière					BB clouté si C	

Utilisations possibles en béton hydraulique

	Couches de roulement	Couches de fondation	accotements couche drainante	piste forestière vignobles-autres
Cailloux				
Gravillons	Voir note			
Sable	enduit ou			
Filler	cloutage			

Utilisation possible si le trafic est T₂ ou T₃ -

Vérifier les caractéristiques du matériau et les conditions de fabrication (granulométrie - ES - friabilité).

Pour les trafics T₀ et T₁ : étude nécessaire

1. UTILISATIONS POSSIBLES EN TECHNIQUE ROUTIERE

CALCAIRES DURS

Calcaires durs (Bathonien) du faisceau bisontin et du Sud de l'Ognon
Calcaires jurassiques du Haut-Doubs

Caractéristiques intrinsèques du matériau

Nature : Calcaires jurassiques durs
Granulométrie : roche massive
Coefficient Los Angelès : 20 a 25
Coefficient Micro Deval humide : 13 a 20
Coefficient de polissage accéléré :
Porosité :
Gel :
Indice de concassage : totalement concassé
Catégorie (selon directive Setra) : C

Utilisations possibles en techniques routières

Classe de trafic		To	T1	T2	T3	< T3
		750	300	150	100	
Trafic P.L		15 000	6000	3000	2000	
Trafic V.L						
Grave non traitée	Base	Etude particulière				
	Fondation	Etude particulière				
Grave hydraulique	Base					
	Fondation					
Grave t. Hydrocarb.	Base					
	Fondation					
Béton bitumineux		Couche de base				
	Enduits					
Technique particulière					BB cloutés	

Utilisations possibles en béton hydraulique

	Couches de roulement	Couches de fondation	accotements couche drainante	piste forestière vignobles-autres
Cailloux	Avec enduit			
Gravillons	ou			
Sable	cloutage			
Filler				

Pour le béton :

respecter les conditions de fabrication (forme - propreté - ES - friabilité et granulométrie).

1. UTILISATIONS POSSIBLES EN TECHNIQUE ROUTIERE

GLACIAIRE ET FLUVIOGLACIAIRE

Fluvio-glaciaire de la région de PONTARLIER

Caractéristiques intrinsèques du matériau

Nature : **Alluvions fluvio-glaciaires calcaires**
 Granulométrie : **0/70 20 a 45 % a 5mm 25 % 20 mm**
 Coefficient Los Angelés : **22 a 26**
 Coefficient Micro Deval humide : **11 a 19**
 Coefficient de polissage accéléré :
 Porosité :
 Gel :
 Indice de concassage : **selon élaboration**
 Catégorie (selon directive Setra) **C**

Utilisations possibles en techniques routières

Classe de trafic		To	T1	T2	T3	< T3
		750	300	150	100	
Trafic P.L			6000	3000	2000	
Trafic V.L		15 000				
Grave non traitée	Base					
	Fondation					
Grave hydraulique	Base					
	Fondation					
Grave t.	Base					
	Fondation					
Hydrocarb.	Fondation					
Béton bitumineux			Couche de liaison		Couche de roulement	
Enduits						
Technique particulière			micrograves - sables traités		BB cloutés	

Utilisations possibles en béton hydraulique

	Couches de roulement	Couches de fondation.	accotements - couche drainante	piste forestière vignobles-autres
Cailloux	Avec enduit			
Gravillons	ou			
Sable	cloutage			
Filler				

Pour les chaussées : il est important de respecter l'indice de concassage

1. UTILISATIONS POSSIBLES EN TECHNIQUE ROUTIERE

ALLUVIONS SILICOCALCAIRES ET CALCAIRES

Alluvions du Doubs et de la Loue

Caractéristiques intrinsèques du matériau

Nature : ALLUVIONS SILICOCALCAIRES ET CALCAIRES

Granulométrie : Grave 0/80 20 a 40 % a 5mm 10 a 30 % a 20 mm

Coefficient Los Angelès : 17 a 25

Coefficient Micro Deval humide : 10 a 15 (doubs)

Coefficient de polissage accéléré : 0.42

Porosité :

Gel :

Indice de concassage : selon élaboration

Catégorie (selon directive Setra) : C

Utilisations possibles en techniques routières

Classe de trafic		To	T1	T2	T3	< T3
		Trafic P.L	750	300	150	100
Trafic V.L		15 000	6000	3000	2000	
Grave non traitée	Base					
	Fondation					
Grave hydraulique	Base					
	Fondation					
Grave t. Hydrocarb.	Base					
	Fondation					
Béton bitumineux Enduits Technique particulière			Couche de faison		Couche de roulement	
			micrograves - sables traités		BB cloutés	

Utilisations possibles en béton hydraulique

	Couches de roulement	Couches de fondation.	accotements couche drainante	piste forestière vignobles-autres
Cailloux	Avec enduit			
Gravillons				
Sable	ou cloutage			
Filler				

* Importance du suivi de la granulométrie

* Pour les chaussées : importance du respect de l'indice de concassage

1. UTILISATIONS POSSIBLES EN TECHNIQUE ROUTIERE

ALLUVIONS SILICEUSES

Alluvions des rivières Savoureuse et Ognon

Caractéristiques intrinsèques du matériau

	Ognon	Savoreuse
Nature :	0/40	0/120
Granulométrie :	15/18	16/20
Coefficient Los Angelès :	11/16	11/27
Coefficient Micro Deval humide :	0,58	0,57
Porosité :		
Gel :		
Indice de concassage : selon élaboration		
Catégorie (selon directive Setra) :	B	B

Utilisations possibles en techniques routières

Classe de trafic		To	T1	T2	T3	< T3
		Trafic P.L.	750	300	150	100
Trafic V.L.		15 000	6000	3000	2000	
Grave non traitée	Base	Etude particulière				
	Fondation	Etude particulière				
Grave hydraulique	Base					
	fondation					
Grave t. Hydrocarb.	Base					
	Fondation					
Béton bitumineux Enduits Technique particulière	Couches de roulement et de liaison					
	(2) si catégorie B			si catégorie C		
	micrograves - sables traités - BB cloutés					

Utilisations possibles en béton hydraulique

	Couches de roulement	Couches de fondation.	accotements couche drainante	piste forestière vignobles-autres
Cailloux				
Gravillons	voir note *			
Sable	enduit ou cloutage			
Filler				

* Pour les chaussées en béton hydraulique, ces matériaux peuvent être utilisés pour des trafics T2 - T3.
Vérifier le coefficient de friabilité des sables.

Ces indications doivent être complétées par le respect de certaines spécifications liées à l'élaboration (indice de concassage-propreté...)

(2) si indice de concassage respecté et CPA satisfaisant.

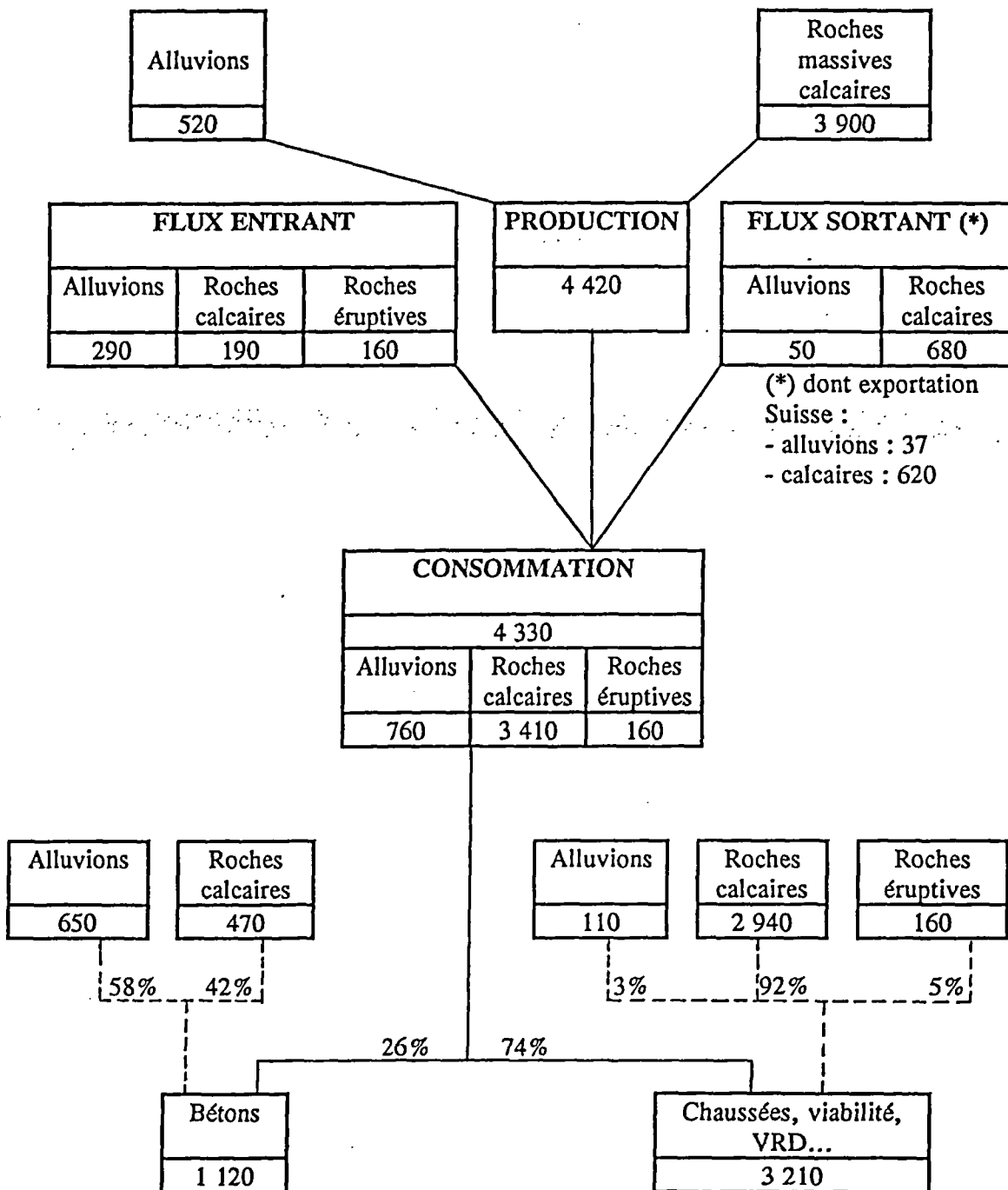
ANNEXE 3

**SCHEMAS MONTRANT LA STRUCTURE DE L'ACTIVITE
EXTRACTIVE DE GRANULATS
DU DEPARTEMENT DU DOUBS EN 1992**

ANNEXE 3

DEPARTEMENT DU DOUBS

LE MARCHE DES GRANULATS EN 1992 (en kt)



GRANULATS

Allu	R. Calc	R. Erupt	Autres		
520	3900	0	0		
12%	88%	0%	0%		

PRODUCTION
4420

FLUX SORTANT		
50	Allu	Jura / Hte Saône Ter Belfort / Suisse
680	R. Calc.	Suisse / Hte Saône
0	R. Erupt.	
0	Autres	

17%

730

83%

LIVRAISONS DANS
LE DEPARTEMENT
3690

FLUX ENTRANT		
290	Allu	Hte Saône Haut Rhin
190	R. Calc.	Hte Saône
160	R. Erupt.	Ter Belfort Jura
0	Autres	

640

15%

85%

CONSOMMATION
4330

Soldes nets (I-E)
Allu = 240
R. Calc = -490
R. Erupt = 160
Autres = 0

Allu	R. Calc	R. Erupt	Autres		
760	3410	160	0	0	0
17%	80%	4%	0%		

GRANULATS

Allu	R. Calc	R. Erupt	Autres		
760	3410	160	0	0	0
17%	79%	4%	0%	0%	0%

CONSUMMATION
4330

25,8%

Produits en béton	280	25%
Béton prêt à l'emploi	530	47%
Autres bétons	310	28%

BETONS HYDRAULIQUES
1120

Allu	R. M.	Autres
650	470	0
58%	42%	0%

74,2%

estimation

Routes	1290	40%
Autres	1920	60%

AUTRES EMPLOIS
3210

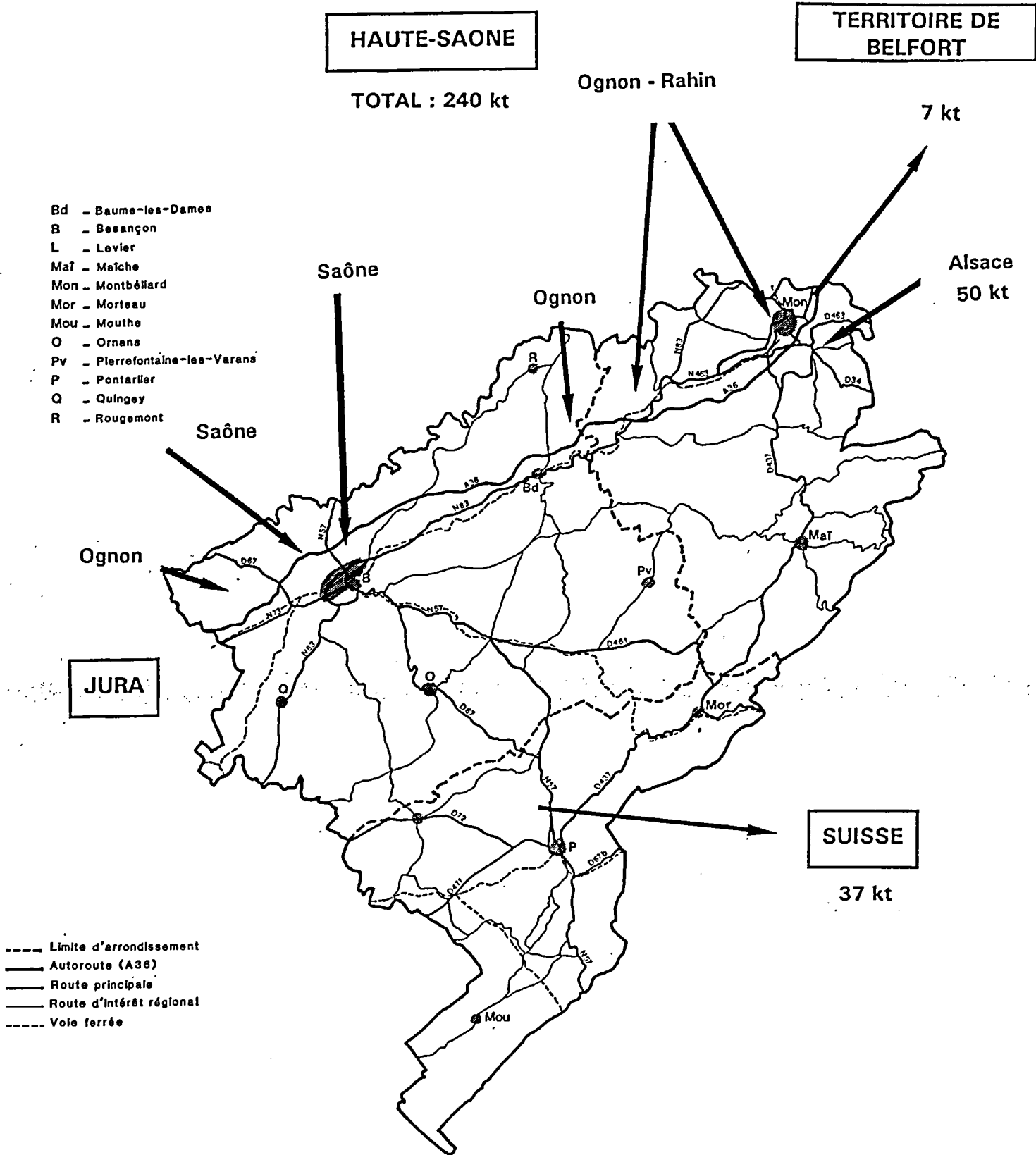
Allu	R. Calc	R. Erupt	Autres		
110	2940	160	0		
3%	92%	5%	0%	0%	0%

UNPG/SE

ANNEXE 4

**SCHEMAS MONTRANT LES FLUX DES GRANULATS
DANS LE DEPARTEMENT DU DOUBS**

Schéma départemental des carrières du Doubs



Annexe 4 a - Flux des granulats alluvionnaires dans le département du Doubs en 1992

Schéma départemental des carrières du Doubs

TERRITOIRE DE BELFORT

HAUTE-SAONE

éruptif : 60 kt

calcaires : 60 kt

- Bd - Baume-les-Dames
- B - Besançon
- L - Levier
- MaI - Maîche
- Mon - Montbéliard
- Mor - Morteau
- Mou - Mouthe
- O - Ornans
- PV - Pierrefontaine-les-Varans
- P - Pontarlier
- Q - Quingey
- R - Rougemont

calcaires :

TOTAL 190 kt

éruptif : 100 kt

JURA

calcaires

SUISSE

TOTAL : 620 kt

- - - - Limite d'arrondissement
- Autoroute (A36)
- Route principale
- Route d'intérêt régional
- - - - Voie ferrée

Annexe 4 b - Flux des granulats de roches massives dans le département du Doubs en 1992

ANNEXE 5

**INCIDENCE DES GRAVIERES SUR LE COMPLEXE
RIVIERES/NAPPES ALLUVIALES**

**INCIDENCES DES GRAVIÈRES
SUR LE COMPLEXE
RIVIÈRES/NAPPES ALLUVIALES**

1. INTRODUCTION

L'ouverture d'une gravière dans une nappe alluviale est susceptible d'entraîner des répercussions sur la nappe elle-même, mais également sur la rivière qui lui est liée. En effet, même si un cours d'eau et sa nappe alluviale en régime normal ne présentent pas toujours des échanges d'eau importants en volume, ils font partie d'un seul et même système qui doit être considéré dans son ensemble. C'est d'ailleurs ainsi que le veut la loi du 03 janvier 1992.

Les répercussions principales sont les suivantes :

- la disparition irréversible d'espaces qui participent au fonctionnement du système aquatique : mortes, zones humides, chenaux d'écoulements, prairies ou forêts alluviales, etc...,
- la découverte de la nappe aquifère, mise directement au contact de l'air et des eaux superficielles, et ainsi rendue particulièrement vulnérable à la pollution,
- la modification locale de la piézométrie de la nappe en créant un rabattement du niveau en amont de la gravière et une surélévation du niveau en aval de celle-ci (figure 1a),
- la mise en suspension de fines argileuses dans l'eau, ce qui provoque le colmatage du fond et des berges de la gravière et limite ainsi les échanges avec la nappe. En cas de colmatage important, on peut aboutir à une surélévation générale du niveau de la nappe dans la gravière, avec risque de débordement à l'aval (figure 1b).

Au-delà de ces conséquences directes, des répercussions indirectes qui peuvent en résulter, telles que la modification des conditions d'écoulement et du régime des crues, la déstabilisation des berges, l'aggravation des inondations ou le déplacement du lit du cours d'eau, sont suffisamment importantes pour qu'on y prête attention. La création de milieux sans valeur et dépourvus de potentiel, qu'il soit biologique, ludique ou économique, est également une perspective à éviter.

Il importe donc de connaître les impacts possibles, afin de les prévenir et de maîtriser sur le long terme l'évolution des milieux nouvellement créés.

On constate à ce propos que les effets, qui peuvent apparaître longtemps après la création de l'excavation et parfois à distance de celle-ci, sont toujours durables, et coûteux à corriger a posteriori. Il est de surcroît difficile de les prévoir avec une grande précision. D'une part, le vieillissement des gravières est mal connu au-delà de deux ou trois décennies. D'autre part, un grand nombre de facteurs variables d'un site à l'autre et interdépendants rend impossible une systématisation des conclusions, et impose des études particulières pour chaque cas.

Cependant, en ce qui concerne l'impact des carrières en eau sur les eaux souterraines en milieu alluvial, diverses études permettent de les préciser (cf. annexe 1).

2. INCIDENCE HYDRODYNAMIQUE

L'ouverture d'une gravière dans un aquifère doit s'effectuer sans modification importante des écoulements et de la qualité des eaux.

Cette double contrainte n'est cependant pas symétrique. En effet, dans une nappe transmissive et bien alimentée (cas le plus fréquent), les perturbations d'écoulement engendrées par un plan d'eau sont limitées et restent proportionnelles au débit d'échange.

Le problème fondamental est celui de la vulnérabilité de la nappe vis à vis des modifications physico-chimiques importantes des eaux de la gravière, imputables à une pollution accidentelle. Sous cet aspect, l'incidence hydrodynamique d'une gravière sur la nappe est liée à l'importance des débits échangés qui dépendent, d'une part, de l'anisotropie et du colmatage du matériau alluvionnaire, d'autre part, de la géométrie et de la pénétration de l'excavation dans la nappe.

2.1. Rôle de l'anisotropie et du colmatage du matériau alluvionnaire

L'anisotropie d'un dépôt alluvionnaire aquifère étant définie par le rapport de la perméabilité horizontale à la perméabilité verticale, on constate que :

- pour un colmatage faible ou nul de la gravière, les débits échangés décroissent quand l'anisotropie augmente,
- pour un colmatage important, les débits croissent avec l'anisotropie.

L'épaisseur de la frange colmatée peut atteindre 1,5 m avec des perméabilités comprises entre 10^{-8} et 10^{-5} cm/s.

Le colmatage affecte d'abord le fond de la gravière par sédimentation des particules fines perdues lors de l'extraction et, parfois, des résidus de lavage des matériaux.

Les échanges hydrauliques se font essentiellement par les berges notamment en Franche-Comté où les gisements alluvionnaires, relativement peu épais, sont exploités jusqu'au substratum constitué souvent par des terrains très peu perméables, argileux ou marneux.

Il existe une valeur critique du colmatage, fonction des dimensions de l'excavation, pour laquelle les écoulements ne sont pratiquement pas perturbés. En deçà de cette valeur, la gravière se comporte comme un "aimant" hydraulique vis à vis des lignes de courant ; au-delà de la valeur critique, c'est un effet de barrage hydraulique qui est observé (cf. figure 1a).

2.2. Rôle de la géométrie de la carrière et de sa pénétration dans la nappe

Les débits échangés entre la gravière et la nappe croissent avec :

- les dimensions, en plan, de la gravière,
- le coefficient de pénétration dans la nappe (rapport de la profondeur d'exploitation à la puissance de la nappe et ce, d'autant plus que ce coefficient se rapproche de 1, cas le plus fréquent en Franche-Comté).

Il en résulte une influence notable du mode d'extraction des alluvions et on constate que le débit échangé croît :

- d'une part, plus rapidement avec la profondeur qu'avec les dimensions horizontales de l'excavation, ce qui conduit à privilégier une exploitation par mode mixte, c'est à dire par tranches horizontales avec enfoncement progressif (pour les gisements les plus épais),
- d'autre part, pour une surface donnée, avec le nombre de gravières, ce qui conduit à privilégier une grande gravière à plusieurs petites unités dispersées.

Par ailleurs, on notera que les carrières en nappes alluviales peuvent présenter des aspects positifs tels que le drainage, l'augmentation du volume des réserves, l'aptitude à écrêter les crues (pour les exploitations de grande taille).

3. INCIDENCE SUR LA QUALITE DES EAUX

3.1. Différenciation entre eaux des gravières et celles des nappes d'accompagnement

Des études comparatives effectuées sur des gravières et sur des eaux de nappes prélevées dans des ouvrages implantés au voisinage ont permis de faire un certain nombre de constatations.

Les eaux des gravières et celles des nappes alluviales dans lesquelles elles sont implantées sont peu distinctes si on les compare dans le cadre de la nomenclature de classification des eaux. Dans le détail, plusieurs paramètres permettent toutefois de les distinguer.

En effet, après la mise à nu de la nappe, l'eau drainée dans la gravière subit une certaine évolution caractérisée par :

- Une régression de la minéralisation globale liée à la mise en contact de l'eau et de l'air, ce qui provoque une modification de la pression partielle en CO_2 dans l'eau, entraînant principalement la décroissance des bicarbonates de calcium dans celle-ci.

Lorsque les eaux sont de type bicarbonaté calcique, ce qui est généralement le cas en Franche-Comté, les principaux paramètres en diminution sont : HCO_3^- , Ca^{++} , résidu sec à 110°C , CO_2 libre, NO_3^- . On constate également une diminution des teneurs en Fe et Mn, sauf lorsque les terres de découverte sont déversées dans le plan d'eau car ces matériaux, constitués de limons et d'argiles, sont généralement chargés en Fer et en Manganèse.

Corrélativement, ce phénomène se traduit par une augmentation du pH et de l'Oxygène dissous, et, dans une moindre mesure, Mg^{++} et SO_4^- . Toutefois, en ce qui concerne SO_4^- , on constate que la teneur des eaux de la nappe est inférieure à celle des gravières récentes et supérieure à celle relevée dans les gravières anciennes ou abandonnées.

Les teneurs en Na^+ , K^+ , Cl^- , PO_4^{--} , SiO_2 restent à peu près stables.

- Une augmentation des mélanges avec la matière organique, animale et végétale se traduisant par :

- . l'augmentation des paramètres "Oxygène cédé par KMnO_4 " (qui est en rapport avec le taux de matières organiques dans l'eau), Carbone organique total, écart (RS 110 - RS 500),

- . le développement des germes bactériologiques et des valeurs des paramètres liés au phytoplancton (ex : chlorophylles, phéopigments),

- . la production d'azote avec légère croissance de NO_2^- et NH_4^+ .

- Une variation des valeurs de certains paramètres, au rythme des saisons et des années. En période estivale, on constate l'augmentation dans les eaux des gravières de la température, de la matière organique, de N, NH_4^+ , NO_2^- , Fe^{++} , SO_4^- alors qu'à cette même époque, les teneurs en Ca^{++} , HCO_3^- et NO_3^- fléchissent nettement.

- Par ailleurs, il a été montré que les eaux des gravières peu profondes (n'excédant pas 10 m), acquièrent la majorité de leurs caractéristiques dans un temps très court (n'excédant pas un an), après la mise à nu de la nappe.

Cette évolution de la qualité de l'eau dans la gravière par rapport à celle de la nappe s'explique en partie par le phénomène de photosynthèse mis en oeuvre par les organismes végétaux.

La synthèse des glucides est effectuée avec absorption d'acide carbonique et dégagement d'oxygène. La diminution de la pression partielle de CO_2 entraîne la précipitation des carbonates de calcium et de magnésium, l'augmentation du pH et la transformation des bicarbonates en carbonates. L'augmentation du pH de l'eau provoque la formation d'hydroxyde de fer $\text{Fe}(\text{OH})_3$ qui précipite, d'où une diminution des teneurs en fer.

Les variations saisonnières de HCO_3 peuvent être rattachées à des variations d'intensité du phénomène de photosynthèse.

La présence de niveaux organiques (tourbeux par exemple) dans les dépôts alluvionnaires peut entraîner une mise en solution des sulfates qui se fait d'autant mieux que les eaux sont riches en oxygène, ce qui est le cas des gravières en exploitation.

La diminution des sulfates avec l'âge de la gravière peut être attribuée à l'activité de micro-organismes réduisant les sulfates, avec formation de sulfures et d'hydrogène sulfuré.

Les mécanismes qui viennent d'être décrits contribuent au colmatage de la gravière. Ce phénomène qui dépend de la composition des eaux de la nappe est généralement lent. Il est accéléré par le dépôt des éléments fins perdus en cours d'extraction et, éventuellement par le rejet des résidus de lavage.

3.2. Impact qualitatif des eaux de gravières sur celles de la nappe

L'impact qualitatif des eaux des gravières sur les eaux des nappes d'accompagnement résulte de trois phénomènes :

- la différenciation des eaux des gravières vis-à-vis de celles de nappes dont elles sont issues (cf. paragraphe 3.1.),
- la modification des caractéristiques des aquifères localisés en aval hydraulique immédiat des plans d'eau,
- la dilution des eaux en provenance des gravières avec celles des nappes (réceptacles), fonction de la perméabilité et du coefficient d'emménagement des aquifères.

Toutes les études ont montré que les modifications de la composition des eaux de nappes localisées en aval hydraulique des gravières sont peu importantes :

- Les teneurs en bicarbonate de calcium ne sont pas significatives. Le plus souvent elles sont en diminution, ce qui confirme la déminéralisation des eaux des gravières ; mais parfois on constate une augmentation dont l'origine peut être rapportée à la présence des matières organiques en suspension ; parfois aussi, les concentrations en bicarbonates de calcium ne sont pas modifiées de façon notable.
- On constate généralement une diminution de NO_3 , Fe, Mn sauf lorsque les terres de découverte argilo-limoneuses sont déversées dans le plan d'eau, ce qui a pour effet d'augmenter les concentrations en Fe et Mn dans la nappe, en aval hydraulique de celui-ci.
- Les autres paramètres sont peu modifiés : pH, matière organique (faible augmentation), Na, K, Cl, SO_4 (faible augmentation), PO_4 , SiO_2 .
- L'impact thermique apparaît comme le paramètre le plus sensible mais les modifications de la température des eaux souterraines entraîne peu de nuisances.

- Le nombre de germes-tests est en faible augmentation. En effet, la comparaison du nombre de germes-tests dans les gravières et en aval de celles-ci montre un très fort abattement de ceux-ci, dès qu'ils transitent dans le sous-sol (filtration naturelle).

3.3. Extension de l'impact qualitatif des gravières en eau

Les études ont montré que l'impact thermique (paramètre le plus sensible) des gravières sur les nappes alluviales atteint un maximum de 250 m en aval. En fait, à cette distance, l'impact physico-chimique et bactériologique n'est plus perceptible en raison essentiellement des effets de dilution.

Par ailleurs, l'impact des gravières sur les nappes est souvent limité en aval par la présence de barrières hydrauliques constituées par les cours d'eau qui les drainent. Là encore, les faibles débits des eaux souterraines (quelques litres/heure/ha) n'apportent pas de modifications notables à celles des rivières.

Pour les gravières peu profondes, cas général en Franche-Comté, il n'a pas été possible de relier l'impact sur les eaux des nappes ni à l'un des paramètres suivants, ni à plusieurs de ceux-ci pris en compte simultanément :

- ancienneté, superficie et profondeur de l'exploitation,
- pourcentage des berges recouvertes de vase (berges dont la pente est inférieure à 20°),
- épaisseur moyenne des boues (ou vases) sur les fonds,
- gradient hydraulique plan d'eau-nappe et présence ou non d'un exutoire en rivière.

En fait, les résultats semblent confirmer que les transferts des plans d'eau vers les nappes sont surtout effectifs au début de l'exploitation. Les modifications saisonnières mises en évidence dans les eaux des nappes, en aval, sont de peu d'importance.

Il n'en reste pas moins vrai que, comme les calculs hydrauliques le montrent, l'étendue de l'alimentation des nappes par les eaux des gravières est fonction de la superficie et de la profondeur des excavations, de la présence ou non d'un exutoire en rivière et surtout de la position hydraulique des plans d'eau. Exemples :

- amont d'une rivière drainante,
- forme allongée du plan d'eau dans le sens d'écoulement de la nappe,
- forme allongée perpendiculairement au sens d'écoulement de la nappe.

3.4. Conclusion

D'une manière générale, les impacts qualitatifs des gravières sur les eaux souterraines sont peu importants et n'ont pas, à proprement parler, d'aspect négatif si ce n'est de rendre ces dernières plus vulnérables aux pollutions en les exposant directement à l'air après décapage de la couverture argilo-limoneuse protectrice.

Certains aspects positifs comme la diminution des teneurs en nitrates (cf. figure 2) et localement en fer et manganèse dans les carrières en eau peuvent même être mis à profit pour améliorer la qualité des eaux captées pour l'alimentation en eau potable des collectivités.

Exemples :

- gravières de la vallée de la Garonne (abaissement des concentrations en nitrates),
- bassin créé dans les alluvions de l'Ognon, en amont de l'un des puits alimentant le Syndicat d'Auxon - Chatillon-le-Duc, au Nord de Besançon, pour réduire les teneurs en fer et manganèse des eaux captées.

4. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

L'étude de l'influence du creusement de gravières en eau sur les systèmes rivières/nappes d'accompagnement, met en évidence que les risques de dégradation des espaces sont parfois considérablement augmentés. Cependant, les plans d'eau peuvent jouer un rôle mineur sur l'écoulement et la qualité des eaux souterraines, à condition toutefois de respecter un certain nombre de précautions :

- D'une manière générale :

- . les prescriptions édictées par le SDAGE du bassin Rhône-Méditerranée-Corse, développées dans la note technique spécifique et reprises partiellement dans le présent schéma (cf. paragraphe 5.4.2.).

- Dans les zones dépourvues de puits de captages :

- . pour limiter le débit d'échange gravière-nappe, concentrer l'exploitation sur de grosses unités et procéder par tranches horizontales avec enfoncement progressif,
- . pour limiter le colmatage, faire progresser l'exploitation de l'amont vers l'aval (par rapport à la direction d'écoulement de la nappe) ; adopter un système de lavage en circuit fermé avec des bassins spécifiques pour la récupération des fines ; éviter de réinjecter directement des eaux très chargées dans le futur bassin.

- Dans les zones où il existe des captages en exploitation ou en projet, ou dans les zones de fort intérêt pour l'alimentation en eau potable (ressource potentielle élevée) :

- . le colmatage de la berge aval (par rapport à la direction d'écoulement de la nappe) peut limiter les flux polluants de la gravière vers la nappe, et renforcer le rôle de filtre à l'égard d'une contamination. Ce colmatage peut se faire, soit par remblaiement par des matériaux appropriés inertes (proscrire tous matériaux susceptibles de larguer des produits indésirables), soit par profilage de la berge en pente douce, de façon à favoriser le développement d'une ceinture végétale.

Cependant, le colmatage de la berge peut entraîner des inconvénients :

- * risque de débordement à l'aval,
- * risque d'eutrophisation de l'eau, par entrave du cycle de minéralisation de la matière organique, entraînant un dépôt de vase et une dégradation de la qualité de l'eau du bassin.

Dans ces conditions, l'implantation d'une gravière nécessite une étude hydrogéologique détaillée, tenant compte de la position des captages, de l'écoulement de la nappe défini par des mesures piézométriques et du cône d'influence des captages, fonction des caractéristiques hydrodynamiques (transmissivité, coefficient d'emmagasinement, limites étanches ou d'alimentation).

- En cours d'exploitation, on interdira les rejets dans le plan d'eau. Afin de réduire les risques de pollution accidentelle par les hydrocarbures, le stockage et la manutention de ceux-ci ainsi que l'entretien des véhicules et engins se feront à l'écart de la plaine alluviale ou, à défaut, sur des aires imperméables avec bacs de rétention.

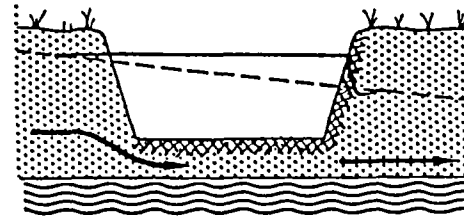
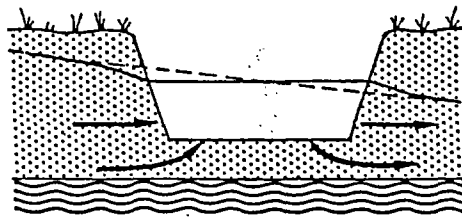
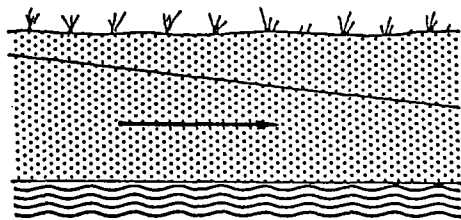
On contrôlera la qualité des eaux de la nappe sur des piézomètres à installer à la périphérie de la gravière. Si nécessaire, on établira des systèmes de captation de pollutions ayant gagné la nappe entre les bassins et les captages.

- En fin d'exploitation, on protégera la gravière contre les risques de pollution accidentelle. On peut envisager :

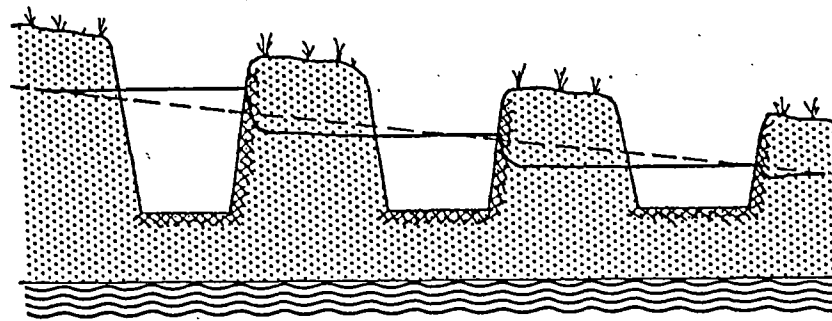
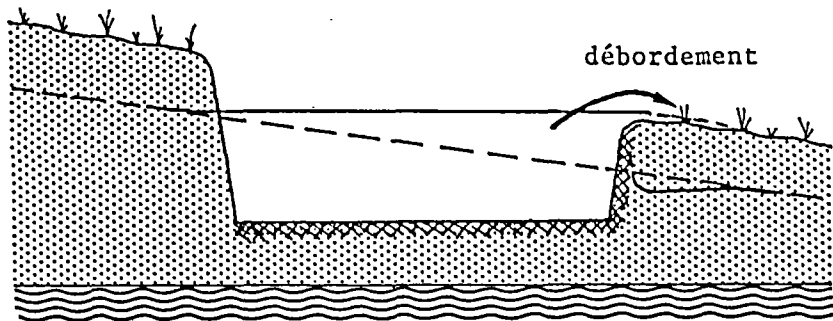
- . soit, pour les carrières modestes, un remblaiement avec des matériaux strictement inertes et perméables (afin de ne pas trop perturber les conditions d'écoulement de la nappe),
- . soit, pour les carrières plus importantes, un aménagement réservé à des activités de loisirs non polluantes (réserve écologique, baignade, pêche, voile...).

D'une façon générale, l'aménagement "naturel" des gravières sans apport de remblais ne pose pas de problèmes réels quant à la qualité de la nappe localisée en aval hydraulique. Le colmatage des berges est plus ou moins rapide. L'évolution de la qualité de l'eau des gravières vers une eutrophisation est faible si les échanges avec la nappe restent élevés. Le "vieillissement" des gravières n'induit pas d'impact décelable sur les eaux à l'aval. Il est à remarquer que la pêche et la baignade pratiquées modérément sur les plans d'eau n'engendrent pas de dégradation de la qualité générale de l'eau.

Figure 1 - EFFETS DE LA REALISATION DE GRAVIERES SUR LA PIEZOMETRIE DE LA NAPPE



1a - Effet de la pénétration de l'excavation dans la nappe



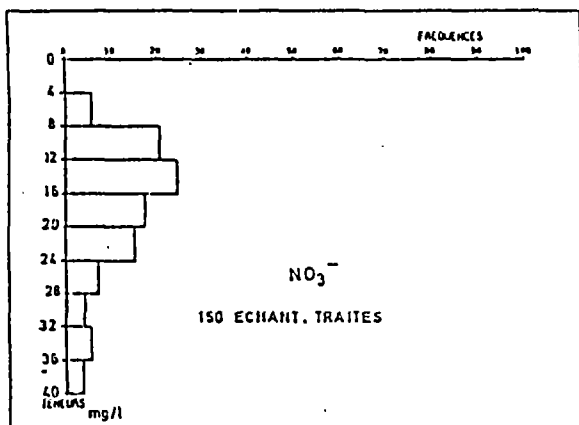
1b - Effet du morcellement des gravières colmatées

HISTOGRAMMES DE DISTRIBUTION DES TENEURS DE NITRATES DANS LES EAUX

Schéma départemental des carrières du Doubs

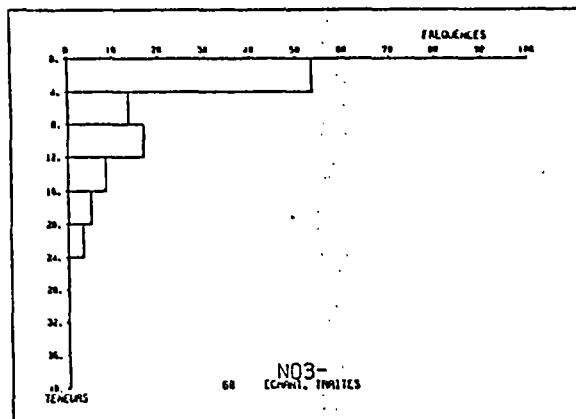
DE NAPPE EN AMONT DES BALLASTIERES

VALEUR MINI	5
VALEUR MAXI	> 50
POTIÈME ARITH.	23
ECHANT-TYPE	
POTIÈME GEOL.	
DEVIATION GEOL.	



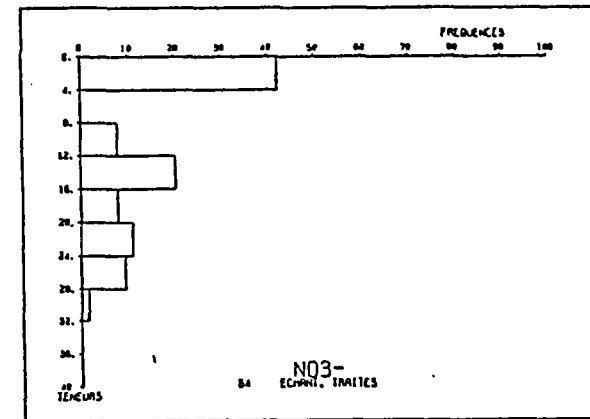
DES BALLASTIERES

VALEUR MINI	1.
VALEUR MAXI	21.
POTIÈME ARITH.	6.
ECHANT-TYPE	6.
POTIÈME GEOL.	3.
DEVIATION GEOL.	3.20



DE NAPPE EN AVA DES BALLASTIERES

VALEUR MINI	1.
VALEUR MAXI	25.
POTIÈME ARITH.	11.
ECHANT-TYPE	9.
POTIÈME GEOL.	6.
DEVIATION GEOL.	3.60



COMPARAISONS : - NAPPE AMONT - BALLASTIÈRES

: Les concentrations en nitrates des eaux des ballastières ($\bar{x} = 6$) marquent une forte régression comparées à celles de la nappe amont ($\bar{x} = 23$)

- NAPPE AMONT - NAPPE AVA

: Les concentrations en nitrates des eaux de la nappe aval ($\bar{x} = 11$) sont également plus faibles que celles de l'amont ($\bar{x} = 23$)

(Extrait du rapport BRGM 87 SGN 567 HNO-ALS)

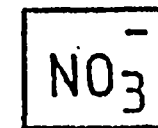


Fig. 2

ANNEXE 1

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANNEXE 1

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1970 - GRAILLAT A.

Etude des problèmes posés par l'ouverture de gravières en Alsace. Chimie des eaux.
Service de la carte géologique d'Alsace et de Lorraine £., 31 p. + annexes.

1972 - SIMLER L. and all

Etude des problèmes posés par l'ouverture de gravières en Alsace - Rapport de synthèse.
Rapport BRGM 72 SGN 039 GAL, 43 p., 82 pl. + tb., 2 ann.

1974 - BABOT M.

Influence des exploitations de sables et graviers sur la qualité des eaux souterraines.
In Technique Sciences Municipales, l'eau 69ème année, n° 6, p. 76-78, mars 1978.

Hydrochimie et hydrobiologie des gravières. Effets sur la pollution des nappes.

1974 - BABOT M.

Modification de la qualité des eaux d'une gravière avec le temps. Interactions de la gravière et de la nappe.
BRGM SGN AME, novembre 1974.

1974 - CHEMLA C.

Synthèse des études sur les interactions entre carrières et nappes souterraines.
Min. RECH. IND. £.

1976 - LLOYD J.W.

Inter-related problems of gravel extraction and supply.
In trans. Instit. Ming. Metallurgy, vol. 85, p. A163 - A166, en Anglais.

Impact de l'exploitation des graviers sur les nappes d'eau souterraines, car beaucoup de ces nappes souterraines dépendent des dépôts de graviers depuis des temps immémoriaux dans différentes vallées telles que celles de la Tamise et de la Trent.

1976 - ARNOULD M. et RIZZOLI J.L.

Granulats alluvionnaires et eau des nappes alluviales.
Annales des Mines, décembre 1976 pp. 107 à 116

1977 - ARMBRUSTER J., KOHM J.

Kiesabbau und wassernutzung in Baden-Wuerttemberg : auswirkungen des kiesabbaues auf des wasserhaushal. (Exploitation des graviers et utilisation de l'eau dans le Bade-Wuerttemberg. Effets de l'exploitation des graviers sur le bilan hydrogéologique).

Minist. Ernaehrung, Landwir DTSCH. £, In Dtsch. géol Gesellsch (tag. Spenzen Grundwassernutz, Kassel 1977), vol. 128, num. 2, p. 361-368 + annexes.

1979 - VALENTIN, GRAILLAT

Etude des problèmes posés par l'ouverture de gravières en Alsace (résumé).

SGR ALS, in bull. BRGM, sec. III, n° 1, 1979, P. 19-26.

1981 - ARQUIE G., PELLECUER P.

Rapport préliminaire du groupe de travail chargé d'étudier les problèmes posés en matière d'extraction de granulats.

Min. de Env. et du Cadre de Vie, Conseil Général des Ponts et Chaussées £. Aff. n° 80-109, 47 p.

1983 - DUBOIS J.M.

Etude de l'impact des gravières sur l'environnement en Alsace. Evolution chimique et biologique des eaux des gravières alsaciennes ; interactions nappes-gravières.

PIREN, Projet (caduque) présenté à Strasbourg en février 1983.

1984 - JASENSKA A.

Jakost vody sterkoviste Chomoutov. (qualité de l'eau provenant de la carrière de graviers à Chomoutov).

In Vodni hospod., Rada B., vol 34, n° 8, p. 222-224.

1985 - EBERENTZ P.

Impact thermique des ballastières sur les eaux superficielles et souterraines.

Hydrogéologie n° 1/1985, p. 75-80, 2 fig.

1985 - HOUERT-CAMUS L.

Contribution à la connaissance de l'impact chimique des ballastières en eau sur la qualité des nappes phréatiques de Basse Normandie.

M.S.T. Env. U. de Rouen, BRGM SGR de Haute-Normandie £. Rap. de stage 24 p. + annexes

Présente une comparaison statistique d'analyses chimiques d'eaux (type I et II) de 39 captages en aval hydraulique de ballastières (d < 5 km, dont 17 < 500 m) avec celles des autres captages de la région, la période d'investigation fut de 5 ans, et mille analyses furent traitées. Aucune variation notable de la qualité des eaux imputables aux carrières est mise en évidence. Seules des augmentations de concentration sembleraient se produire pour les nitrates et les sulfates, mais pour les sulfates une étude complémentaire est souhaitée afin

d'infirmer ou de confirmer l'impact des gravières qui, de toutes façons, est faible ; pour les nitrates leur grande variabilité spatiale n'autorise à aucune conclusion.

1985 - SINOQUET C.

Qualité physico-chimique des eaux de gravière et impact sur le milieu environnant - Analyse globale et approche particulière.

E.N.I.T.R.T.S. et Un. L. Pasteur I.M.F. de Strasbourg, Mém. DEA de Méc., opt. sc. et techn. de l'eau, 86 p., 76 fig., 40 ann., 1985.

L'impact thermique est lié à la profondeur de la gravière : faible, elle réchauffe l'eau souterraine en été et la refroidit en hiver ; forte, elle peut, du fait de la stratification thermique, rafraîchir l'eau de la nappe en été. En Alsace, sur la Wantzenau, la température et les chlorures permettent de localiser les zones d'échange avec la nappe. Plus généralement, une dilution est constatée à l'aval immédiat. Ce schéma reste valable dans le cas d'une contamination uniforme de la gravière avec cette nuance que, selon la masse volumique du polluant, la contamination affectera les zones superficielles ou profondes de l'aquifère. Une solution réside dans son colmatage artificiel lorsqu'une gravière constitue une source de pollution potentielle chimique pour l'aval.

1986 - DONVILLE B.

Evolution des teneurs en nitrates des lacs de gravières. Effets sur les eaux souterraines dans le département de la Haute Garonne.

Conseil Gén. de la Haute Garonne, Lab. Géol. Géochrono, U. Paul Sabatier £., 17 p. + annexes.

1986 - DURBEC A.

Sectorisation des berges des ballastières en eaux - application à l'étude des échanges hydrodynamiques avec la nappe phréatique d'Alsace au Nord de Strasbourg.

200 p. + fig. Inst. de méca. des fluides UA CNRS 854, MIN. de l'AGR. E.N.I.T.R.T.S. £, thèse d'université, U. Louis Pasteur de Strasbourg.

Ce travail propose une méthodologie d'étude des sites alluviaux graviérables. Les trois premières parties présentent les concepts fondamentaux impliqués et les moyens d'investigation qui se rapportent aux domaines hydrogéologique, hydrodynamique et hydro-écologique. L'observation in situ, les carottages en plongée sous-marine, la télédétection infra-rouge et les mesures de conductivités hydrauliques et des paramètres chimiques en laboratoire sont exposés dans deux parties d'expérimentation originale sur le colmatage des gravières. Une méthode de diagnose hydroécologique du colmatage est proposée. Dans la sixième partie, une synthèse des résultats obtenus permet de présenter une modélisation mathématique des échanges hydrodynamiques entre la nappe phréatique, les gravières et les rivières de la Wantzenau, au Nord de Strasbourg.

1986 - DURBEC A.

La thermographie aérienne appliquée au suivi des échanges hydrodynamiques souterrains en site alluvial graviérable.

Comm. séminaire G.S.T.S., Strasbourg 16 janvier 1986.

1986 - DURBEC A., MUNTZER P., ZILLIOX L.

Visualisation par thermographie aérienne des échanges hydrodynamiques entre la nappe phréatique, les cours d'eau et les gravières.

In Revue de la Société Française de Photographie et de Télédétection, n° 102.

1986 - DURBEC A., MUNTZER P., ZILLIOX L.

La télédétection en Alsace, un nouvel outil pour la connaissance des échanges hydrodynamiques en site graviérable.

In Hydrogéologie n° 1, p. 61-63.

Le procédé de thermographie aérienne est utilisé sur un système d'échanges hydrodynamiques complexes au Nord de Strasbourg, qui comprend la nappe phréatique, les gravières en eau, des fossés et des cours d'eau. Les clichés "infrarouge" pris en période de dégel permettent de visualiser le sens des échanges en basses eaux entre les différents éléments du système. Ainsi, la sectorisation des berges de trois principales gravières fut mise en évidence.

1986 - EBERENTZ P.

Connaissance de l'impact qualitatif des gravières en eau sur les nappes souterraines (EG 116).

Rap. d'avancement, NT 86 RHA 059, 7 p. + 2 annexes.

1986 - MARGAT J., ROUX J.C.

Interactions des impacts des aménagements et des exploitations sur les eaux de surface et les nappes souterraines.

Note tech. 86 ENV 003, 11 p., comm. 19ème jour. de l'Hydraulique de la Société Hydrotech. de Fce.

1986 - THOMAS M.

Impact qualitatif des ballastières sur les nappes souterraines. Analyse des paramètres floristiques.

BRGM, SGR de Haute Normandie, U. de Haute Normandie, Lab. de Biologie Végétale et Ecologie E. Rap. de stage, .pp.

1987 - RINCK G.

Connaissance de l'impact qualitatif des gravières en eau sur les nappes souterraines.

Rap. BRGM 87 SGN 199 ALS, 67 p., 15 tableaux, 28 fig., 6 annexes.

1987 - EBERENTZ P., RINCK G.

Impact qualitatif des carrières en eau sur les nappes souterraines - Rapport de synthèse.

Rap. BRGM 87 SGN 567 HNO-ALS, 25 p., 7 fig., 2 annexes.

ANNEXE 6

**APTITUDES HYDROGEOLOGIQUES DES CARRIERES DU DOUBS
AU COMPLEMENT PAR DES DECHETS INERTES**

ANNEXE 6

APTITUDES HYDROGEOLOGIQUES DES CARRIERES DU DOUBS AU COMPLEMENT PAR DES DECHETS INERTES

Cette note s'inspire en grande partie d'une étude réalisée en 1994, pour le Ministère de l'Industrie, intitulée "Déchets inertes et comblement des carrières en Franche-Comté" (rapport BRGM n° 38222).

1. INTRODUCTION

L'impact essentiel considéré ici est le risque de perturbation des conditions hydrodynamiques du milieu et de pollution des eaux superficielles et souterraines, à l'exclusion de toute autre conséquence environnementale.

S'agissant de déchets censés être inertes, le problème de l'impact hydrochimique ne devrait pas se poser, mais on sait d'une part, qu'en l'absence de réglementation précise, certains déchets considérés comme inertes ne le sont pas totalement et que, d'autre part, des réactions peuvent se produire en présence d'eaux minéralisées. Par ailleurs, on connaît le risque lié aux difficultés de tri des déchets à l'amont, aux mélanges accidentels ou aux apports clandestins. C'est pourquoi, la vulnérabilité à la pollution du terrain encaissant est considérée comme un critère essentiel, sachant que cette vulnérabilité intègre divers paramètres tels que perméabilité, vitesse de transfert, présence ou absence de formations aquifères exploitées ou exploitables à l'aplomb, possibilité de contrôle et d'intervention...

Un autre critère important est l'impact hydrodynamique qui ne concerne que les carrières en eau, ouvertes dans des formations aquifères, et comblées par des matériaux inertes moins perméables que les terrains en place, ce qui a pour effet de perturber les conditions d'écoulement des eaux souterraines.

2. CLASSIFICATION ET CARACTERISATION DES CARRIERES

La typologie qui a donné lieu à la rédaction des fiches de carrières F1 à F5 présentées à la fin de cette note, a pour objet la carrière en tant que site de décharge, utilisé ou potentiel, et pour finalité, la prévention des risques hydrogéologiques et géotechniques, principalement de pollution du sous-sol, des eaux souterraines et des captages. Elle est, par conséquent, fondée sur des facteurs géologiques et hydrogéologiques.

Outre la nature du matériau exploité, la classification fait intervenir de multiples paramètres :

- formation géologique concernée,
- particularités hydrogéologiques de celle-ci, principalement sa perméabilité, sa relation avec les aquifères, ainsi que la profondeur de la, ou des, nappe(s) accessible(s),

- l'intérêt et la vulnérabilité de ce, ou ces, aquifère(s),
- l'état hydrique général des excavations ouvertes dans ce type de formation.

Ainsi, cinq principaux types de carrières ont été identifiés dans le département du Doubs :

- Les gravières en lit majeur des rivières (alluvions récentes), nombreuses, souvent de grandes dimensions (horizontales), généralement en grande partie noyées par la nappe de l'aquifère alluvial activement exploité pour l'alimentation en eau potable des collectivités ; milieu très sensible.
- Les gravières du secteur de Pontarlier, nombreuses, de dimensions variées, ouvertes dans un cône d'alluvions fluvio-glaciaires ; tantôt hors d'eau, mais proches du toit de la nappe, tantôt (le plus souvent) pénétrant de plusieurs mètres dans celle-ci, confondue avec la nappe des alluvions récentes du Doubs et du Dugeon et activement exploitée pour l'alimentation en eau potable des collectivités ; milieu très sensible du fait des captages existants et projetés.
- Les carrières de groise (groisières), assez nombreuses, généralement de faible envergure, exploitées comme tout-venant de viabilité, pratiquement toutes abandonnées actuellement, sèches ou humides dans le fond, au contact du substratum marneux.
- Les carrières de marnes et argiles (pour tuiles et briques), rares (une seule en activité actuellement à Lantenne-Vertière), non aquifères, creusées dans des formations imperméables jouant le rôle d'écran protecteur vis-à-vis des aquifères sous-jacents.

Jadis, de très nombreuses excavations, de faible envergure, ont été creusées dans les limons ou argiles superficielles pour alimenter les petites tuileries plus ou moins artisanales dispersées sur l'ensemble du territoire, ou dans les marnes pour amender les sols. Ces excavations, abandonnées depuis longtemps, remblayées ou recolonisées par la végétation, ont disparu du paysage pour la plupart.

- Les carrières de calcaires pour granulats ou pierres de construction, très nombreuses, de toutes tailles, dispersées sur l'ensemble du territoire ; généralement sèches, ouvertes principalement dans les calcaires du Jurassique moyen et supérieur, en milieu perméable en grand par fissuration et karstification, dans lequel les eaux s'infiltrent et circulent rapidement, sans filtration, pour rejoindre des aquifères plus ou moins profonds (selon la topographie) alimentant de nombreuses sources et captages.

3. CRITERES D'APTITUDE DES CARRIERES AU COMPLEMENT PAR DES DECHETS : RISQUES D'IMPACTS HYDROGEOLOGIQUES

La réglementation française ne fixe pas de seuil de perméabilité pour les sites de décharge de classe III réservés aux déchets inertes.

Dans cette étude, l'aptitude des carrières à recevoir des déchets est considérée en fonction :

- des risques hydrogéologiques et sanitaires,
- des possibilités de contrôle et d'intervention sur les eaux superficielles et souterraines,
- de la gestion du parc des sites d'accueil.

Les critères retenus sont donc :

- le risque de pollution superficielle par saturation en eau de la décharge et émission d'effluents contaminant le ruissellement aval,
- le risque d'infiltration de lixiviats dans un aquifère et de propagation lointaine de polluants :
 - . biodégradables,
 - . difficilement biodégradables,
 - . adsorbables,
- le risque géochimique engendré par d'éventuelles réactions entre la charge minérale des eaux drainées par la carrière et les éléments solubles des déchets stockés, avec production de polluants liquides ou gazeux,
- la vitesse de transfert, c'est-à-dire la rapidité d'infiltration des lixiviats pollués et d'accès de ceux-ci aux autres nappes, sources ou captages,
- l'impact sanitaire, caractérisé par l'importance de l'aquifère dans l'alimentation en eau potable du secteur et de la population concernée,
- les difficultés relatives d'un contrôle géochimique, en particulier la difficulté de localiser de façon exhaustive, par sondages et prélèvements ou autres méthodes de prospection, les écoulements souterrains (fissuraires, karstiques, diffus...) éventuellement pollués,
- la difficulté relative d'intervention pour fixer et dépolluer les eaux souterraines, en cas de pollution,
- le risque d'un éventuel colmatage de l'aquifère en cas de mise en décharge de produits fins, peu perméables, en carrières noyées, volumineuses ou multiples, pouvant avoir comme conséquences :
 - . une baisse de productivité de l'aquifère,
 - . une inondation des terrains situés en amont hydraulique,

- l'intérêt éventuel du site pour la mise en décharge de produits non inertes, susceptible d'orienter la recherche de sites de décharges pour ordures ménagères ou déchets industriels.

4. EVALUATION ET COMPARAISON DES RISQUES D'IMPACTS HYDROGEOLOGIQUES DES DECHARGES SELON LE TYPE DE CARRIERE

Cette analyse a été synthétisée sous forme d'un tableau à double entrée (cf. figure 1) dans lequel chaque type de site, caractérisé hydrogéologiquement, est jugé en fonction des risques hydrochimiques et hydrodynamiques.

Selon la codification adoptée, le meilleur site d'accueil serait celui qui cumulerait les 0, avec éventuellement un X, étant entendu que la colonne de l'extrême droite du tableau correspond à l'économie des sites dans le cadre de la gestion globale de l'élimination des déchets, inertes et non inertes, non recyclables.

Ainsi, les carrières de marnes ou d'argiles apparaissent comme les sites de décharges les plus sûrs, dans la mesure, toutefois, où l'on maîtrise bien les eaux de surface. Du fait de leur rareté, ces sites ne devraient être utilisés pour les déchets inertes qu'après avoir prouvé leur inaptitude au classement I ou II.

Par ailleurs, on remarquera, d'une manière générale, que, si des déchets non inertes sont mêlés aux déchets inertes :

- tous les autres types de sites sont très vulnérables aux pollutions chimiques et l'impact sanitaire, grave à très grave, peut concerner une population moyenne à très nombreuse,
- quelques sites comme les gravières ou sablières hors d'eau sont un peu, ou nettement moins, vulnérables aux polluants biodégradables, à condition que l'épaisseur de la couche non saturée subsistant sous le fond de la carrière soit suffisante (oxygénation, dégradation bactérienne),
- dans les calcaires, où les carrières sont, de loin, les plus nombreuses, tous les polluants peuvent gagner rapidement les sources et captages, le milieu n'assurant aucune filtration.
- dans ces mêmes formations, le contrôle hydrochimique de l'aquifère par forages équipés pour les prélèvements est difficile car, souvent, les écoulements souterrains sont mal connus. Ainsi, la carte du panache de pollution, théorique ou effective, est plus aisée à établir dans les milieux moins discontinus et anisotropes comme les alluvions, que dans les roches fissurées. Pour ces mêmes raisons, les possibilités d'intervention efficace sont plus grandes à l'aval hydraulique des carrières de matériaux alluvionnaires où il est généralement facile de réaliser un ou plusieurs puits de fixation et de traitement.

**REMARQUES CONCERNANT LE TABLEAU DE COMPARAISON DES
RISQUES D'IMPACTS HYDROGEOLOGIQUES DES DECHARGES,
SELON LE TYPE DE CARRIERE**

- (1) - s : carrière sèche
- h : carrière humide
- n : carrière noyée

- (2) - Risque variable suivant les dimensions de la carrière et l'importance de celles-ci par rapport à la largeur du lit majeur.

- (3) - Variable selon la nature du substratum.

- (4) - Sans objet, la groise reposant généralement sur un substratum marneux (marnes du Lias ou marnes oxfordo-argoviennes), très peu perméable, épais.

- (5) - Si la couche argileuse est suffisamment épaisse, c'est-à-dire sans formation aquifère proche du fond de la carrière.

- (6) - Sans objet, si la couche argileuse n'est pas mince ni superposée à un aquifère exploité sous-jacent.

- (7) - Selon l'épaisseur de l'argile et la perméabilité du sédiment (fonction de la teneur en silt et en sable).

- (8) - Sans objet, les carrières étant ouvertes généralement dans des séries marneuses très épaisses, très au-dessus des formations aquifères sous-jacentes.

Figure 1 - COMPARAISON DES RISQUES D'IMPACTS HYDROGEOLOGIQUES DES DECHARGES, SELON LE TYPE DE CARRIERE

TYPES DE CARRIERES OU DE SITES HYDROGEOLOGIQUES	ETAT HYDRIQUE (1)	RISQUES D'IMPACTS HYDRO-CHIMIQUE ET HYDRODYNAMIQUE (nul = 0 ; faible = X <----> XXXX = fort)											
		POLLUTION RUSSELL AVAL	POLLUTION SOUTERRAINE			RISQUE GEO- CHIMIQUE	IMPACT SANITAIRE	VITESSE DE TRANSFERT SOUTERRAIN	DIFFICULTE DE CONTRÔLE SOUTERRAIN	DIFFICULTE D'INTERV. SOUTERR.	RISQUE DU AU COLMATAGE		INTERET POUR DECHETS NON INERTES
			POLLUANT BIO- DEGRADABLE	POLLUANT DIFFICILE- MENT BIO- DEGRADABLE	POLLUANT ADSORBABLE						BAISSE DE PRODUCTIV. DE L'AQUIFERE	INONDATION	
GRAVIERES/SABLIERES : - Lit majeur des rivières	n	0	XXX	XXXX	XXX	0	XXXX	X	X	X	XXX	XX (2)	0
- Fluvio-glaciaire	s	X	XX	XXX	XX	0	XX	X	(3)	(3)	0 X	0	0
- Plaine de Pontarlier	s	0	XX	XXXX	XX	0	XXXX	X	X	X	0	0	0
	n	0	XXX	XXXX	XXX	0	XXXX	X	X	X	XXX	X	0
GROISIERES	s	XXXX	X	XXX	XX	0	0	XX	(4)	(4)	0	0	0
CARRIERES D'ARGILES	h	XXXX	X (5)	X (5)	X (5)	0	0 (5)	0/X	(6)	(6)	0	0	XXX (7)
CARRIERES DE MARNES	h	XXXX	0	0	0	X	(8)	0/X	(8)	(8)	0	0	XXXX
CARRIERES DE CALCAIRES	s	0	XXXX	XXXX	XXXX	0	XX	XXXX	XXXX	XXXX	0	0	0

**TPOLOGIE DES CARRIERES DU DOUBS
FICHES DES DIFFERENTS TYPES DE CARRIERES
F1 à F5**

GRAVIERES EN LIT MAJEUR DES RIVIERES

MATERIAU

Mélange de sables, graviers, galets en proportions variables. Grave naturelle 0/40 à 0/100 mm, la granulométrie étant en général de moins en moins grossière d'amont en aval.

UTILISATION

Granulats

FORMATION GEOLOGIQUE

Alluvions fluviatiles quaternaires récentes des basses plaines alluviales des principaux cours d'eau ; siliceuses, calcaires ou silico-calcaires suivant la nature des roches du bassin versant ; épaisseur de quelques m à 12 m, sous 0,50 m à 4 m de découverte argilo-limoneuse. Substratum de nature très variable.

HYDROGEOLOGIE

Formations généralement très perméables (perméabilité de l'ordre de 1.10^{-3} m/s) ; nappes à faible profondeur (1 à 2 m), en relation hydrodynamique avec les nappes des roches encaissantes, lorsque celles-ci sont perméables (calcaires). Fluctuation du niveau de la nappe variable, le plus souvent compris entre 1 m et 3 m.

INTERET ET VULNERABILITE DES AQUIFERES

Aquifères productifs à très productifs ($30 \text{ m}^3/\text{h}$ à $300 \text{ m}^3/\text{h}$), très sollicités (nombreux puits de captage) pour l'alimentation en eau potable des collectivités ; vulnérables, exposés aux pollutions chimiques ; filtration et épuration bactériologique variables selon la granulométrie.

CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES CARRIERES

Superficie variable, de quelques hectares à plusieurs dizaines d'hectares ; profondeur assez faible, le plus souvent inférieure à 10 m, correspondant généralement à l'épaisseur des alluvions (exploitation jusqu'au toit du substratum).

ETAT HYDRIQUE

Carrières noyées par la nappe sur la plus grande partie, voire parfois sur la totalité (notamment en période de hautes eaux) de l'épaisseur des alluvions sablo-graveleuses.

NOMBRE

Relativement important ; gravières dispersées le long des principales rivières (Doubs, Ognon, Savoureuse).

EXEMPLES TYPES

Gravières de Saint-Vit dans la vallée du Doubs, en aval de Besançon.

OBSERVATIONS PARTICULIERES

Ces gravières s'inscrivent dans un milieu très sensible, dans lequel se superposent ou se confondent diverses ressources naturelles (eau, matériaux, espaces agricoles, biotopes...) et où les impacts s'enchaînent ; en particulier, les comblements de carrières inconsidérés, dans les zones exploitées intensivement, peuvent avoir des conséquences dommageables sur la productivité de l'aquifère, l'épuration des eaux, la régulation hydraulique d'une section de vallée.

GRAVIERES DE LA PLAINE DE PONTARLIER

MATERIAU

Mélange de sables, graviers, galets de nature essentiellement calcaire ; fraction argileuse toujours présente en proportion variable ; ensemble hétérométrique, très mal trié avec imbrication de niveaux lenticulaires de granulométrie très variable ; le matériau le plus représentatif est une grave naturelle 0/70 mm comprenant 20% d'éléments 0/5 mm et 30% d'éléments supérieurs à 20 mm.

UTILISATION

Granulats.

FORMATION GEOLOGIQUE

- "Cône" de déjection fluvio-glaciaire formant une vaste plaine (plaine de Pontarlier ou plaine de l'Arlier) à l'Ouest et au Nord-Ouest de Pontarlier (F), au débouché de la cluse du Doubs entre cette rivière et le Dugeon ; la topographie de la nappe d'épandage est à peu près plane, faiblement et régulièrement pentée (pente de 0,35% d'Est en Ouest). L'épaisseur des alluvions grossières varie de quelques mètres à près de 30 mètres (sous la zone industrielle de Pontarlier), sous quelques dm de terre végétale plus ou moins caillouteuse. Le substratum est marneux (dépôt glacio-lacustre) sur la plus grande partie de la plaine, calcaire (Hauterivien), en bordure externe de celle-ci.

- Lambeaux de terrasses fluvio-glaciaires en bordure de la plaine.

HYDROGEOLOGIE

Perméabilité élevée ($1,5 \cdot 10^{-3}$ à $2,6 \cdot 10^{-2}$ m/s) ; nappe à faible profondeur (1 m à 2 m) dans les parties externes du "cône" d'épandage, plus profonde (jusqu'à 7 m dans la partie centrale où l'altitude du terrain naturel est plus élevée ; fluctuation du niveau de la nappe de l'ordre de 1 m au Sud et à l'Est, pouvant atteindre 2,50 m dans les parties centrale et septentrionale.

INTERET ET VULNERABILITE DE L'AQUIFERE

Aquifère productif (30 à 100 m³/h) activement exploité (6 puits existants, nouveaux puits projetés) pour l'alimentation en eau potable des collectivités (Pontarlier et communes voisines) ; très vulnérable en l'absence de couverture argileuse ou limoneuse protectrice ; filtration et épuration bactériologique, mais exposition aux risques de pollutions chimiques.

CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES CARRIERES

Superficie de quelques hectares à 20 hectares environ ; profondeur 3/4 m (carrières hors d'eau) à 6/8 m (carrières en eau).

ETAT HYDRIQUE

Carrières hors d'eau mais à fond humide (proximité de la nappe) dans la partie centrale de la plaine ; noyées dans la nappe en bordure externe du cône d'alluvions.

NOMBRE

3 carrières autorisées, dont une hors d'eau ; 5 carrières abandonnées, dont une hors d'eau.

EXEMPLES TYPES

- Vuillecin (gravière en eau),
- Dommartin (carrières hors d'eau).

OBSERVATIONS PARTICULIERES

La plaine de Pontarlier est une zone très sensible, où la nappe est mal protégée et où règne un conflit permanent résultant de la concomitance de l'exploitation de la ressource en eau et de la ressource en granulats (pratiquement la seule ressource en matériaux alluvionnaires de la région).

GROISIERES

MATERIAU

Eboulis calcaire à éléments anguleux et matrice argilo-sableuse.

UTILISATION

Tout-venant de viabilité.

FORMATION GEOLOGIQUE

"Groise" est le nom donné, dans la région, à des éboulis calcaires calibrés qui se sont formés au Quaternaire, sous climat périglaciaire et se sont accumulés au pied des falaises dont ils sont issus et qu'ils masquent en partie. Adossés au pied des falaises, ils reposent le plus souvent sur des terrains marneux (marnes liasiques ou oxfordo-argoviennes). Ce mode de dépôt explique que l'épaisseur de la groise varie très rapidement dans le sens perpendiculaire au versant : de 0 m à l'aval à plusieurs dizaines de m parfois à l'amont, au pied même de la falaise.

HYDROGEOLOGIE

Formation perméable, généralement sèche, mais masquant souvent des émergences karstiques qui prennent naissance au contact des calcaires et des marnes sous-jacentes imperméables et qui circulent à la base des éboulis avant d'apparaître au jour au pied de ceux-ci.

INTERET ET VULNERABILITE DES AQUIFERES

Du fait de la morphologie des dépôts et de leur situation élevée par rapport au niveau de base hydrographique, les groises ne sont pas des réservoirs aquifères et, du fait de leur perméabilité, ne constituent pas une protection efficace pour les eaux souterraines susceptibles de circuler à leur base (cf. paragraphe précédent) ; filtration et épuration aléatoire ; sensibilité aux risques de pollution chimique.

CARACTERISTIQUES GÉOMETRIQUES DES CARRIERES

Quelques carrières d'assez grande envergure, allongées parallèlement au versant, au front de taille haut, parfois de plus de 20 m, mais d'extension latérale limitée. Une grande partie des excavations, de dimensions modestes, correspond à des prélèvements de matériaux de viabilité effectués épisodiquement (et souvent sans autorisation) pour les besoins de la commune.

ETAT HYDRIQUE

Carrières généralement hors d'eau, parfois humides au fond lorsque le substratum marneux est atteint ou très proche.

NOMBRE

Les carrières de groises sont nombreuses, la plupart de faible envergure et presque toutes abandonnées.

EXEMPLE TYPE

- Ornans,
- Pont-de-Roide.

OBSERVATIONS PARTICULIERES

Les carrières de groise, situées généralement à flanc de coteaux, en milieu boisé, agressent le paysage (visibles de loin). Elles constituent des lieux de prédilection pour les décharges sauvages.

CARRIERES DE MARNES ET D'ARGILES

MATERIAU

Marnes, marnes sableuses, argiles carbonatées, argiles d'altération.

UTILISATION

Matériau première pour produits de terre cuite : tuiles et briques, poteries.

FORMATIONS GEOLOGIQUES

- Marnes de l'Oxfordien inférieur, intercalées entre les calcaires du Malm (Jurassique supérieur) et les calcaires du Dogger (Jurassique moyen), affleurant de façon plus ou moins sporadique dans les collines préjurassiennes et les plateaux.

- Marnes du Lias (Jurassique inférieur), affleurant largement dans la partie occidentale des Avant-Monts, au Nord et Nord-Ouest de Besançon.

Ces séries marneuses, épaisses de plusieurs dizaines de mètres, sont plus ou moins altérées et transformées en argile (par décarbonatation) en surface.

- Limons et argiles d'altération superficielle.

HYDROGEOLOGIE

Très faible perméabilité ; les eaux de pluie ruissellent en surface ou s'infiltrent dans les premiers mètres de marnes altérées et circulent à la limite marne altérée - marne saine (circulation "sous-cutanée").

INTERET ET VULNERABILITE DES AQUIFERES

Pas d'aquifère dans les terrains marneux ou argileux qui jouent le rôle d'écran protecteur efficace vis-à-vis des réservoirs aquifères sous-jacents (calcaires du Jurassique principalement).

NOMBRE ET CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES CARRIERES

Exploitations en butte (à flanc de coteau) ou en fosse. Les carrières de grande envergure (superficie de plusieurs hectares, hauteur supérieure à 10 m) sont exceptionnelles (une seule carrière en activité actuellement à Lantenne-Vertière).

Jadis, un très grand nombre (132 tuileries en activité recensées en 1864 dans le département du Doubs) de tuileries-briqueteries fonctionnaient de façon épisodique et artisanale pour satisfaire, chacune, les besoins de quelques villages. On exploitait également les marnes (marnières) pour amender les sols. Les "carrières" n'étaient que de simples excavations superficielles (hauteur 1 à 3 m), de faible extension qui, après leur abandon, ont été remblayées et/ou colonisées par la végétation, de telle sorte que la plupart des lieux d'extraction ont disparu du paysage.

ETAT HYDRIQUE

Variable, selon la situation topographique, l'ouverture de la carrière, c'est-à-dire les possibilités de drainage naturel ; exposition aux ruissellements sur les parois ; faculté de rétention de l'eau.

EXEMPLE TYPE

Carrière de Lantenne-Vertière.

OBSERVATIONS PARTICULIERES

Les marnes oxfordiennes et liasiques renferment souvent des sulfures (pyrites) et des sulfates (gypse formé secondairement par combinaison des sulfures avec les ions bicarbonatés). Les eaux de ruissellement peuvent donc se charger naturellement en sulfates.

CARRIÈRES DE CALCAIRES

MATERIAU

Calcaires variés, compacts, à pâte fine, oolithiques, graveleux, organodétritiques), massifs ou en dalles.

UTILISATION

Granulats, construction.

FORMATION GEOLOGIQUE

Le département du Doubs est particulièrement riche en formations calcaires qui, pratiquement toutes, sont, ou ont été exploitées localement :

- calcaires du Crétacé (rarement exploités),
- calcaires du Jurassique supérieur (Malm) : Portlandien, Kimméridgien, Oxfordien supérieur et moyen,
- calcaires du Jurassique moyen (Dogger) : Bathonien, Bajocien,

Toutes ces séries calcaires sont épaisses, chacune, de plusieurs dizaines de mètres.

HYDROGEOLOGIE

Les calcaires, plus ou moins fissurés et karstifiés, constituent un milieu perméable en grand :

- karst perché, au-dessus du niveau de base hydrographique : aquifère seulement à la base, alimentant des sources de déversement, au débit très variable, parfois temporaires, situées sur les versants, au pied des escarpements calcaires (cuestas), au contact des marnes sous-jacentes imperméables,
- karst en tout ou partie sous le niveau de base hydrographique : noyé au moins jusqu'à la cote du niveau de base, alimentant des sources de débordement à débit plus ou moins important, situées à la base des versants,

- tout karst : développement anisotrope, selon le plan d'ouvertures tectoniques du réseau fissural (écoulement souterrain selon un réseau organisé).

INTERET ET VULNERABILITE DES AQUIFERES

- karst perché : sans réserve importante, faiblement productif,
- karst encaissé : réservoir de productivité variable selon le degré de fracturation de la roche,
- toute formation calcaire affleurante : très vulnérable, exposée à toutes les pollutions, sans capacité de filtration ; circulations rapides.

CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES CARRIERES

- Carrières de toutes tailles (superficie de quelques hectares à plusieurs dizaines d'hectares ; hauteur quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres).
- Exploitation en butte (à flanc de coteau) ou en fosse (plus rarement),
- Découverte généralement peu épaisse (terre végétale et partie supérieure du calcaire altéré et pollué par des argiles de décalcification).

ETAT HYDRIQUE

Carrières sèches, sauf rares exceptions, lorsque l'approfondissement atteint la nappe phréatique (fond de carrière noyé).

NOMBRE

Important : plus de 100, dont 70 environ encore actives en 1992, recensées par la DRIRE, sans compter les nombreuses carrières communales, généralement de faible envergure, toutes abandonnées aujourd'hui.

EXEMPLES TYPES

- Carrière de Chalezeule (Dogger), pour granulats (abandonnée).
- Carrière de Merey-Sous-Montrond (Dogger), pour granulats.
- Carrières au Nord de Besançon (pierres de taille).

ANNEXE 7

**LE RECYCLAGE EN GRANULATS DE LA FRACTION INERTE
DES MATERIAUX DE DEMOLITION**

ANNEXE 7

LE RECYCLAGE EN GRANULATS DE LA FRACTION INERTE DES MATERIAUX DE DEMOLITION

Cette note consacrée au recyclage de la fraction inerte des matériaux de démolition s'appuie pour l'essentiel sur une étude réalisée par le Syndicat national des producteurs de granulats de recyclage, avec la participation financière de l'ADEME (ex ANRED) et publiée dans la revue "Mines et Carrières - Industrie Minérale" de novembre 1992 (pages 32 à 46), dont elle reprend de larges extraits.

1. INTRODUCTION

Démolir, c'est abattre un quartier, un immeuble, une usine, un ouvrage d'art... Le résultat, c'est un tas de matériaux de construction : béton, béton armé, briques, pierre de taille, plâtre, bois, métaux, verre, matières plastiques, céramiques, papiers... Ce tas est plus ou moins composite suivant la nature des ouvrages démolis et l'âge de leur construction.

Ces matériaux peuvent être classés en deux catégories selon leur aptitude à être déposés dans le milieu naturel avec un risque limité pour l'environnement :

- les matériaux dits inertes, qui n'évoluent pas dans le temps (béton, brique, tuile, pierre, verre, céramique),
- les matériaux qui évoluent dans le temps ou qui représentent une gêne visuelle pour l'environnement (plâtre, bois, papier, carton, métal, matières synthétiques).

Quatre possibilités permettent d'évacuer l'ensemble de ces matériaux :

- la décharge de résidus urbains (C.E.T. de classe II), la plus simple et la plus commode puisqu'elle est apte, réglementairement et techniquement, à recevoir pratiquement tous les matériaux de démolition,
- l'incinération des produits inflammables ; papier, carton, bois, plastiques,

- la décharge de résidus inertes,
- le recyclage, axé sur la fabrication de granulats.

Les trois dernières possibilités ne sont opérationnelles que si l'on procède à un tri préalable et parmi celles-ci, notamment pour les matériaux dits inertes, le recyclage est sans doute la filière la plus contraignante.

2. ASPECT ECONOMIQUE

En 1991, on recensait, en France, une vingtaine de sociétés productrices de granulats de recyclage à partir de matériaux de démolition. La taille des installations reste relativement modeste, avec une production moyenne annuelle de l'ordre de 100 000 tonnes, comprise entre 30 000 et 300 000 tonnes.

Le secteur de la démolition qui alimente en grande partie les installations de recyclage produit, annuellement, de 20 à 25 millions de tonnes de gravats renfermant 10 à 15 millions de tonnes de matériaux recyclables. Pratiquement 20 à 30% de ce potentiel sont transformés actuellement en granulats. Ce sous-emploi s'explique par deux facteurs :

- un facteur temps : le délai moyen d'un chantier de démolition est d'un mois, ce qui ne permet pas toujours l'utilisation d'une technique de démolition sélective, ni la préparation des matériaux. En effet, le réemploi des matériaux de démolition pour la fabrication des granulats nécessite une préparation spéciale : tri par nature de matériau et calibrage des éléments, notamment pour un recyclage à partir de centrales mobiles,
- un facteur distance : les matériaux de démolition sont souvent évacués vers le lieu le plus proche du chantier, qui peut être un site de recyclage, ou une décharge malgré le caractère payant de celle-ci.

2.1. NATURE DES MATERIAUX RECYCLES

Les producteurs ont une politique de sélection des matériaux de démolition à la réception, les matériaux refusés étant mis en décharge par les entreprises de démolition. Cette notion de qualité est fondée sur deux critères : la propreté et l'homogénéité, ce qui permet de distinguer cinq catégories de matériaux :

- le béton propre, armé ou non, sans enduit ni plâtre,
- les matériaux propres, mais composites (enrobés, briques, tuiles, graves, pierres et blocs rocheux...),
- les matériaux mélangés, avec une faible teneur en plâtre et en bois (maçonnerie, béton armé...),
- les mauvais matériaux, avec une teneur en bois et en déchets supérieure à 10% (maçonnerie, béton armé...),
- les autres (matériaux terreux...).

Généralement, les matériaux réceptionnés sont stockés selon leur qualité et leur facilité de traitement. Ils sont composés à plus de 90% de matériaux propres et à 60% de bétons propres.

2.2. PRODUCTION

En 1990, la production française de granulats recyclés à partir de matériaux de démolition a été de 3 000 000 de tonnes environ, représentant 25% de la production de granulats non issus de carrières (schistes houillers + laitiers + démolition), et 0,75% seulement de la production totale de granulats (404 millions de tonnes).

Les zones de production sont les grandes agglomérations qui sont susceptibles d'offrir un potentiel régulier de matériaux de démolition. Ainsi, on constate une très forte concentration de cette activité en Ile de France (65% de la production nationale), les autres régions concernées étant le Nord, avec la reconversion des friches industrielles et, dans une moindre mesure, l'Alsace et la région Rhône-Alpes.

2.3. UTILISATION

Les granulats de recyclage ont deux types d'emploi :

- 75 à 80% sont employés en l'état (sables gravillons, graves ou cailloux),
- 20 à 25% sont utilisés dans la fabrication de graves traitées au liant hydraulique (sables, gravillons, graves 0/20 mm).

La consommation de ces matériaux dans la construction de bâtiments (radiers, bétons de fondation...) n'est pas significative. Ils sont destinés essentiellement à la réalisation d'ouvrages de génie civil, notamment les VRD, canalisations, chaussées à faible ou moyenne circulation, pistes diverses...

2.4. CONDITIONS ECONOMIQUES DE RENTABILITE

Le coût d'élaboration des granulats recyclés est supérieur à celui des granulats naturels. En moyenne, à qualité égale, la différence est de l'ordre de 10 à 12 francs à la tonne et résulte de deux principaux facteurs :

- d'une part, la nécessité d'adjoindre aux fonctions traditionnelles de concassage-criblage, un certain nombre d'opérations, destinées à faciliter le traitement des matériaux et à améliorer la qualité des produits finis, notamment :
 - . le stockage sélectif des matériaux réceptionnés,
 - . la préparation avant concassage (réduction du volume des gros éléments, cisailage des ferrailles...),

- . en cours d'élaboration, le déferrailage (magnétique) ainsi que les tris manuels et mécaniques (épurateur, tables densimétriques) des papiers, des bois et des plastiques,
- d'autre part, l'efficacité moindre des matériels d'une installation de recyclage par rapport à celle d'une installation de granulats naturels.

Le recyclage des matériaux de démolition s'effectue en zone urbaine ou péri-urbaine, c'est-à-dire dans, ou à proximité immédiate, des grands centres de consommation de granulats.

En conséquence, le prix rendu sur les lieux d'utilisation des matériaux recyclés est très voisin du prix au départ de l'installation, ce qui n'est pas le cas, généralement, des granulats naturels qui doivent supporter un transport plus ou moins long.

L'égalité des prix est satisfaite pour un transport de granulats naturels sur une distance de l'ordre de 20 kilomètres. La règle de compétitivité peut se traduire de la façon suivante, à prix égal rendu sur le chantier de mise en oeuvre :

- les granulats recyclés supportent un surcoût, au départ de l'installation, qui correspond à une distance de transport de 20 km, environ,
- ce qui revient à dire que les granulats naturels bénéficient d'une possibilité de transport supplémentaire de 20 km, environ.

Cependant, il s'agit d'un ordre de grandeur car les prix départ des granulats varient d'une région à une autre. D'autre part, les conditions de circulation dans certaines agglomérations peuvent conduire à calculer les coûts de transport non seulement en fonction de la distance parcourue, mais aussi en fonction du temps écoulé.

Ainsi, la différence de coût constatée au niveau de l'élaboration peut être plus ou moins compensée par l'économie faite au niveau du transport, de telle sorte que, sous certaines conditions, les granulats de recyclage sont économiquement compétitifs.

RETOMBEES INDIRECTES DU RECYCLAGE

Pour les entreprises de démolition, l'activité recyclage représente deux possibilités d'économie :

- sur le transport, l'économie peut être totale si l'installation de recyclage est mobile et montée sur le chantier. Elle sera partielle, voire nulle dans le cas d'un transport vers une installation fixe,
- sur la mise en décharge, elle pourra être totale ou partielle selon que les matériaux sont réceptionnés à titre gratuit ou onéreux.

Dans tous les cas, ces économies peuvent conduire à une diminution du coût de l'opération "démolition" et, dans le cas d'un recyclage intégré, venir en diminution du coût d'élaboration des granulats produits, rendant ceux-ci plus compétitifs.

Cependant, le recyclage mobile peut s'avérer très contraignant car il impose une commercialisation rapide des matériaux qui ne doivent pas rester stockés sur place au-delà de la durée du chantier. Or, les centrales mobiles n'ont pas une capacité de traitement comparable à celle des centrales fixes. Elles nécessitent une plus grande préparation des matériaux de démolition (calibrage) et ne fabriquent généralement qu'un seul produit (graves 0/40, 0/80...).

Selon la profession, le déplacement et l'installation d'un ensemble de recyclage mobile n'est économiquement envisageable que pour les chantiers de démolition importants, de 30 000 tonnes au minimum.

3. ASPECT TECHNIQUE

Les normes et les spécifications techniques qui déterminent les possibilités d'utilisation des granulats de recyclage sont les mêmes que pour les granulats naturels :

- norme P 18-101, en ce qui concerne les granulats pour chaussées,
- norme P 18-541 en ce qui concerne les granulats pour bétons.

Pour être utilisés dans les domaines routiers (couche de roulement, couche de base, couche de fondation, ouvrage d'art), les granulats doivent satisfaire aux caractéristiques mécaniques et de fabrication définies par le Ministère des Transports.

Ces spécifications prennent en compte trois critères :

- l'importance du trafic, (de T5, trafic le plus faible à T0, trafic le plus élevé),
- la position des couches dans la chaussée,
- la technique de traitement (graves non traitées ou traitées aux liants hydrauliques, enrobés, etc...).

Deux essais principaux permettent d'évaluer la qualité des granulats :

- l'essai Los Angeles, qui mesure la résistance à la fragmentation,
- l'essai Micro-Deval en présence d'eau, qui mesure la résistance à l'usure.

A partir des valeurs obtenues, les granulats sont classés en 6 catégories, de qualité décroissante (A, B,...F).

Pour être utilisés dans les bétons, outre les spécifications de la norme 18-541, les granulats ne doivent pas contenir de fortes teneurs en matières organiques, sulfates, sulfures, chlorures, ainsi que certaines formes de silice ou silicate, substances susceptibles de nuire à la qualité du béton (corrosion des armatures, gonflement, fissuration) et donc à la résistance de celui-ci.

CARACTERISTIQUES ET DOMAINES D'UTILISATION DES GRANULATS DE RECYCLAGE

D'après leurs caractéristiques, les granulats de recyclage rentrent en majorité dans les catégories D et E, ce qui limite leurs possibilités d'utilisation aux couches de base et de fondation des chaussées, avec une étude particulière pour les trafics supérieurs à T2, ainsi qu'aux couches de liaison de bétons bitumineux pour des chaussées à trafic inférieur à T3.

Mais, compte-tenu de l'hétérogénéité des matériaux de construction, et malgré les sélections pratiquées, les granulats de recyclage sont susceptibles de présenter des variations mécaniques, physiques ou chimiques. Cette absence de régularité dans la qualité limite souvent les possibilités d'utilisation aux catégories E et F, les plus médiocres.

En ce qui concerne les bétons, l'emploi des granulats de recyclage se heurte à la caractérisation des teneurs en sulfates et en sulfures. Toutefois, il apparaît que la connaissance de la teneur globale en sulfates n'est pas suffisante et des études sont menées pour déterminer :

- la répartition des sulfates dans les différentes fractions granulométriques,
- la mise au point d'un test semi-quantitatif mesurant les teneurs en sulfates,
- les seuils critiques de teneur en sulfates,
- les domaines d'utilisation des granulats.

4. ASPECT REGLEMENTAIRE

Les unités de recyclage des matériaux de démolition sont justiciables, comme toutes les industries, de la législation des installations classées pour la protection de l'environnement.

Les unités de production de granulats sont analogues aux installations de broyage-concassage existantes sur les sites de carrières, et, comme celles-ci relèvent donc des rubriques 89 bis et 89 ter de la nomenclature des installations classées.

5. PERSPECTIVES

Malgré une évolution ascendante de la production, le développement du recyclage de la fraction inerte des matériaux de démolition n'est pas acquis. En effet, la différence entre granulat "neuf" et granulat "ancien" est principalement d'ordre économique. Pour que l'utilisation des granulats de recyclage s'accroisse, il faut que celle-ci ne soit pas plus coûteuse que l'utilisation des matériaux naturels.

A cet égard, ce sont les grandes métropoles qui offrent les conditions les plus favorables :

- approvisionnement en matériaux de démolition abondant et régulier,
- consommation de granulats importante, avec des sources d'approvisionnement en granulats naturels souvent éloignées,
- coût de mise en décharge élevé.

Dans ce contexte, le recyclage peut être rentable, d'autant plus qu'il permet :

- d'économiser une matière première d'accès souvent difficile aux environs des grandes métropoles,
- de réduire l'encombrement des décharges de résidus urbains,
- de réduire, au moins partiellement, le transport en milieu urbain ou péri-urbain.

Ailleurs, où le potentiel de recyclage est plus ou moins diffus, des solutions techniques sont envisageables, mais les risques d'échecs sont importants :

- le recyclage par une installation mobile, outre le fait qu'il nécessite des chantiers de démolition importants (30 000 tonnes au minimum), présente des difficultés au niveau de la commercialisation des produits, pour plusieurs raisons :
 - . compétitivité souvent moins favorable que dans les grandes métropoles,
 - . délais d'évacuation des matériaux courts (durée du chantier),
 - . offre des produits se situant en marge des circuits organisés,
- le recyclage par une installation fixe collectant les matériaux de démolition sur une vaste aire géographique (la moitié d'un département, par exemple) est réalisable techniquement mais plus incertaine sur le plan économique car le coût de collecte doit être plus attractif que le coût de mise en décharge. Ainsi, pour un chantier de démolition situé à 50 km de l'installation de recyclage, le coût de mise en décharge, pour être dissuasif, devrait être supérieur au coût du transport à l'installation et s'élever, au minimum à 50 F/m³ (à majorer, le cas échéant, d'une réception à titre onéreux correspondant à la préparation des matériaux).

FACTEURS DE DEVELOPPEMENT DE LA FILIERE RECYCLAGE

Le développement de la réutilisation des matériaux de démolition repose principalement sur la rentabilité économique de l'opération. Pour favoriser ce développement, des mesures sont envisageables mais peuvent avoir des effets secondaires allant à l'encontre des objectifs recherchés :

- la hausse des coûts de réception dans les installations de recyclage repositionne la mise en décharge qui devient plus attractive,
- le réajustement de l'incitation au recyclage par l'augmentation du coût de la mise en décharge accroît les risques de multiplication des dépôts sauvages.

Par ailleurs, deux facteurs devraient, à moyen terme, contribuer à développer le recyclage :

- l'augmentation plus rapide du coût rendu des granulats naturels liée à la prise en compte des données environnementales de plus en plus contraignantes,
- la diffusion de nouvelles pratiques dans la démolition, orientées vers une technique de "déconstruction" adaptée à la récupération sélective des matériaux potentiellement valorisables. En effet, le tri effectué par le démolisseur en amont de l'installation de production de granulats recyclés, ne peut que concourir à améliorer l'efficacité du matériel et faciliter le suivi de la qualité de la fabrication. Cette option pourrait être prévue dans les appels d'offres de démolition.

PROMOTION DU RECYCLAGE

La promotion du recyclage de la fraction inerte des matériaux de démolition se situe à trois niveaux :

- au niveau des producteurs qui, compte-tenu de l'hétérogénéité des matériaux de démolition, doivent parvenir à maîtriser parfaitement leur fabrication, de façon à proposer sur le marché des granulats de qualité(s) homogène(s) et régulière(s),
- au niveau des pouvoirs publics, qui, en tant que prescripteurs de la filière, poursuivent deux objectifs :
 - . une réduction de la production de granulats naturels, consommatrice d'espaces souvent en concurrence avec d'autres occupations du sol,
 - . un réemploi optimal des matériaux inertes qui sont évacués dans des sites de décharges alors que ceux-ci sont de plus en plus difficiles à renouveler du fait des contraintes environnementales et de l'opposition quasi systématique des populations.

L'action de promotion par les pouvoirs publics peut s'exercer suivant quatre voies :

- . inciter les détenteurs de déchets de démolition à approvisionner en priorité les unités de recyclage avec des matériaux homogènes ; pour l'ADEME, cette incitation repose notamment sur la création d'une taxe sur la mise en décharge,
 - . mener des campagnes d'information et de sensibilisation sur les filières de recyclage de l'ensemble des matériaux de démolition,
 - . aider à la certification des produits recyclés,
 - . participer au développement des techniques de "déconstruction", de tri et de recyclage des matériaux de démolition,
- au niveau des collectivités qui, de par leurs compétences, sont à même d'intervenir dans trois domaines :
- . *l'approvisionnement des unités de recyclage* : la délivrance d'un permis de démolir peut être assorti d'une clause prescrivant des recommandations relatives à la destination des matériaux de démolition,
 - . *le développement des sites de recyclage* : les collectivités, notamment les collectivités territoriales, sont à même d'aider et de planifier la mise en place d'unités de recyclage,
 - . *l'ouverture des marchés de travaux aux granulats recyclés* : outre les collectivités, l'ensemble des maîtres d'ouvrage et maîtres d'oeuvre, publics et privés, ont la possibilité de favoriser l'utilisation des granulats recyclés en proposant systématiquement une variante "granulats de recyclage" dans les appels d'offres.

6. CONCLUSION

Le développement du processus de recyclage de la fraction inerte des matériaux de démolition repose sur la promotion de projets économiquement viables, des projets construits non pas sur la recherche d'opportunités, mais sur l'étude des conditions susceptibles d'assurer la compétitivité de l'installation (proximité des centres de consommation, possibilité d'une collecte régulière d'une matière première sélectionnée et peu éloignée, compétence technique dans les granulats pour une bonne intégration dans les circuits de commercialisation). Ceci suppose :

- une action de promotion visant à diffuser auprès des maîtres d'ouvrage et des maîtres d'oeuvre les possibilités d'utilisation, sans risques, de ces granulats de recyclage,
- des mesures d'accompagnement de types réglementaire et incitatif,
- une parfaite intégration dans le milieu environnant pour que la filière recyclage ne puisse être assimilée, aux yeux de la population, à un traitement de déchets, au risque, à terme, d'être rejetée loin des grands centres urbains et d'être privée, ainsi, d'un atout économique important.

ANNEXE 8

**CARACTERISATION ET POSSIBILITES D'ELIMINATION
DE MATERIAUX CONSIDERES COMME INERTES
(tableaux extraits d'une étude réalisée en 1993
par POLDEN pour le compte de l'ADEME)**

Tableau 1 - Critères d'éluion pour la mise en décharge de déchets inertes

ADEME 1993

DECHETS INERTES : seuils sur les eaux de lixiviation						
Analyses	Allemagne (Projet : TA Siedlung Abfall)		Suisse (Ordonnance sur le Traitement des Déchets. Fév. 91)		CE (Projet -6è version, nov. 90)	
Fraction soluble	3 %		-		-	
	mg/l (1)	mg/kg MS	mg/l (2)	mg/kg MS	mg/l (1)	mg/kg MS
pH	-	-	-	-	4 < pH	<13
Conductivité	-	-	-	-	-	-
COT	20	200	20	400	200	2000
DCO	-	-	-	-	-	-
Aluminium	-	-	1	20	-	-
Arsenic	0,1	1	0,01	0,2	0,1	1
Cadmium	0,05	0,5	0,01	0,2	0,1*	1**
Chrome total	-	-	-	-	-	-
Chrome hexavalent	0,05	0,5	0,01	0,2	0,1*	1**
Cuivre	1	10	0,2	4	2*	20
Fer	-	-	-	-	-	-
Etain	-	-	0,2	4	-	-
Manganèse	-	-	-	-	-	-
Mercure	0,005	0,05	0,005	0,1	0,02*	0,2**
Nickel	0,2	2	0,2	4	0,4*	4**
Plomb	0,2	2	0,1	2	0,4*	4**
Vanadium	-	-	-	-	-	-
Zinc	2	20	1	20	2*	20**
Phénol	0,2	2	-	-	10	100
HAP	-	-	-	-	-	-
Sulfates	500	5000	-	-	1000	1000
Sulfites	-	-	0,01	0,2	-	-

mg/kg MS = mg/kg de matière sèche

Somme ces* < 5 mg/l

Somme ces ** < 50 mg/kg MS

(1) pour un ratio liquide/matière sèche = 10 (1 seul lixiviat)

(2) pour un ratio liquide/matière sèche = 20 (2 x 10)

Schéma départemental des carrières du Doubs
Tableau 2 - Résultats obtenus après lixiviation ou lessivage

(par application du protocole provisoire de lixiviation des déchets massifs et solidifiés : Protocole SRETIE - Novembre 1991)

ADEME

CARACTERISATION DE MATERIAUX CONSIDERES COMME INERTES																	
Paramètres Mesurés	Unité (1)	MATERIAUX															Limite de Détection
		Carreau de plâtre	Plâtre	Placo plâtre	Biluma de démolition	Enrobé à froid	Enrobé à chaud	Béton de démolition	Béton CPA	Béton C-F	Brique perforée	Brique pleine	Tuile	Moellon "vingt crous"	Moellon stocké	Moellon bloc	
Conductivité	µ S/cm	1980	1 565	1 563	166	27	60	183	452	125	132	16,7	13	1123	960	1937	
Humidité	% Brut	13	15,3	15	0,1	3,7	0,02	3,2	5,2	5,45	0,2	1,3	0,04	2	2,5	3,2	
F. soluble	% MS	2,4	2,8	2,2	0,97	0,14	0,08	0,34	< 0,1	< 0,1	0,13	< 0,1	0,12	1,14	0,7	2,01	
COT	mg/kg de MS	< 69	24-71	1 070	109	135	20-60	< 60	53-74	113	30-70	< 61	60-100	184	78-98	93	2 m g/l
DCO	mg/kg de MS	< 345	496-614	3 152	< 300	< 311	< 300	< 300	179-390	< 317	< 300	< 305	370-570	766-868	< 310	124-330	10 m g/l
As	mg/kg de MS	< 0,17	< 0,18	< 0,176	< 0,15	< 0,156	< 0,15	< 0,15	< 0,16	< 0,16	0,10-0,23	< 0,15	< 0,15	< 0,153	< 0,15	< 0,155	5 µ g/l
Cd	mg/kg de MS	< 0,035	< 0,035	0,098-0,121	< 0,03	0,028-0,0	< 0,03	< 0,03	< 0,032	< 0,032	< 0,03	< 0,034	0,017-0,037	0,083-0,104	< 0,03	< 0,031	1 µ g/l
Cr	mg/kg de MS	< 0,35	< 0,35	< 0,35	< 0,3	< 0,31	< 0,3	< 0,3	< 0,32	< 0,32	< 0,3	< 0,3	< 0,3	0,32 0,42	< 0,31	< 0,31	10 µ g/l
Cr6	mg/kg de MS	< 0,35	< 0,35	< 0,35	< 0,3	< 0,31	< 0,3	< 0,3	< 0,32	< 0,32	< 0,3	< 0,3	< 0,3	0,46	< 0,31	< 0,31	10 µ g/l
Cu	mg/kg de MS	< 0,35	0,41	0,66	< 0,3	< 0,31	< 0,3	< 0,3	< 0,32	< 0,32	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,31	< 0,31	< 0,31	10 µ g/l
Hg	mg/kg de MS	< 0,0035	< 0,018	< 0,176	< 0,006	< 0,0156	< 0,015	< 0,006	< 0,016	< 0,016	< 0,015	< 0,003	< 0,015	< 0,015	0,006	< 0,0155	0,5 µ g/l
Ni	mg/kg de MS	< 0,35	< 0,35	0,14-0,38	< 0,3	< 0,31	< 0,3	< 0,3	< 0,32	< 0,32	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,31	< 0,31	< 0,31	10 µ g/l
Pb	mg/kg de MS	< 0,35	< 0,35	< 0,35	< 0,3	< 0,31	< 0,3	< 0,3	< 0,32	< 0,32	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,31	< 0,31	< 0,31	10 µ g/l
Sn	mg/kg de MS	< 0,35	< 0,35	< 0,35	< 0,3	< 0,31	< 0,3	< 0,3	< 0,32	< 0,32	< 0,3	< 0,3	< 0,3	< 0,31	< 0,31	< 0,31	10 µ g/l
V	mg/kg de MS	< 0,35	4,02	3,67	< 0,3	< 0,31	< 0,3	< 0,3	< 0,32	< 0,32	< 0,3	< 0,3	< 0,3	0,16-0,37	< 0,31	< 0,31	10 µ g/l
Zn	mg/kg de MS	1	0,94	0,02-1,06	< 0,6	< 0,62	< 0,6	< 0,6	< 0,63	< 0,63	0,5-0,7	0,91	< 0,6	< 0,61	1,1	< 0,62	20 µ g/l
Fluoranthène	mg/kg de MS					11	< 0,0003										10 µ g/l
Benzo b Fluoranthène	mg/kg de MS						< 0,00031	< 0,0003									10 µ g/l
Benzo k Fluoranthène	mg/kg de MS						< 0,00031	< 0,0003									10 µ g/l
Benzo a Pyrène	mg/kg de MS						< 0,00031	< 0,0003									10 µ g/l
Benzo ghi Pérylène	mg/kg de MS						< 0,00062	< 0,0006									20 µ g/l
Indéno 1,23,c,d Pyrène	mg/kg de MS						< 0,00062	< 0,0006									20 µ g/l
Phénols	mg/kg de MS	< 1,72	< 1,77	< 1,76		< 1,56	< 1,5										50 µ g/l
Ca	mg/kg de MS	22 496	23 722	23 609				556	1 381	526		< 30		4010		8 440	1 m g/l
Al	mg/kg de MS							11,7	47,8	44,5	0,42	0,3	0,21	69	52,3	37	3 µ g/l
Fe	mg/kg de MS		< 3,5	< 3,5		< 3,1	< 3		< 3,2	< 3,2	< 3	< 3	< 3	< 3,1		< 3,1	0,05 m g/l
Ti	mg/kg de MS					< 1,56	< 1,5				< 1,5	< 1,5					50 µ g/l
Hydrocarbures totaux	mg/kg de MS				< 6	23-25	31-37										0,1 m g/l
Sulfates	mg/kg de MS	50 374	51 253	52 632													1 m g/l
Sulfures	mg/kg de MS	11	< 0,35	< 0,35													0,5 m g/l
Mn											0,12		0,015-0,02				0,5 µ g/l

(1) L'unité retenue est le mg/kg de déchets, à l'exception des fractions solubles exprimées en %

Tableau 3 - Possibilités d'élimination de déchets considérés comme inertes
selon différentes données réglementaires

ADEME

	Décharge d'inertes (All., Suisse, C.E.) (2)	Valorisation en T.P.(1) (Projet de Circulaire mâchefer TP - FRANCE)	Décharge de classe 2 (Projet de Circulaire REFIOM - FRANCE)
<u>Plâtres</u> • carreau • plâtre • placo-plâtre	NON Facteurs limitants : - sulfates (All., C.E.) - sulfures (Suisse) - COT du placo- plâtre (Suisse, All.)	NON Facteurs limitants : - fraction soluble du placo-plâtre - sulfates	NON Facteurs limitants : - fraction soluble - sulfates - COT du placo- plâtre
<u>Enrobés</u> • bitume de démolition • enrobé à froid • enrobé à chaud	CUI	OUI	CUI
<u>Ciments</u> • béton de démolition • béton CPA • béton CHF • moellon "20 creux" • moellon stocké • moellon bloc	OUI NON en Suisse Facteurs limitants : - Al - Cr ⁶ du "20 creux"	OUI	OUI
<u>Argiles</u> • brique perforée • brique pleine • tuiles	CUI	OUI	CUI

(1) : T.P. = Travaux Publics

(2) : Concernant la mise en décharges de déchets inertes, il est important de noter que les tests de lixiviation diffèrent d'un pays à l'autre ; les comparaisons doivent donc être effectuées avec prudence.

ANNEXE 9

**GLOSSAIRE DES CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES
(DIREN DE FRANCHE-COMTE)**



SCHEMA DEPARTEMENTAL DES CARRIERES

Département du DOUBS

MESURES DE PROTECTION à caractère environnemental ou patrimonial

1 - Monuments historiques classés ou inscrits	p 1
2 - Sites classés ou inscrits	p 1
3 - Z.P.P.A.U.P.	p 2
4 - Réserves naturelles	p 2
5 - Arrêtés de protection de biotope	p 3
6 - Z.N.I.E.F.F.	p 3
7 - Z.I.C.O.	p 4
8 - Z.S.C. - Réseau Natura 2000	p 4
9 - Espèces protégées (pour mémoire)	p 4
10 - Parcs Naturels Régionaux	p 5
11 - Loi Montagne	p 5
12 - Loi Littoral	p 5

septembre 1995

DIREN FRANCHE-COMTE

MESURES DE PROTECTION

à caractère environnemental ou patrimonial

1 - MONUMENTS HISTORIQUES (L 31/12/1913)

La loi de 1913 institue des mesures de protection (inscription sur l'inventaire supplémentaire ou classement) pour les immeubles, ou parties d'immeubles, objets, meubles, vestiges, etc, dont la conservation présente un intérêt au point de vue de l'histoire et de l'art. La décision de protection est prise, par le préfet pour l'inscription, par le ministre chargé de la Culture pour le classement. Les conséquences du classement ou de l'inscription sont les suivantes :

	M. H. CLASSES	M. H. INSCRITS
destruction de l'objet ou de l'immeuble protégé	interdit, ou possible après accord préalable ministériel	
déplacement, modification, réparation	accord ministériel préalable obligatoire	déclaration 4 mois à l'avance
modification du champ de visibilité (points visibles du monument ou en même temps que lui et dans un rayon de 500 m)	accord préalable de l'Architecte des Bâtiments de France	
déboisement, camping, caravanage, ...	interdit sauf accord préalable	
report au P.O.S.	servitude d'utilité publique	
permis de démolir	obligatoire	

2 - SITES (L 2/05/1930 ; D 13/06/1969 ; D 15/12/88)

Il existe en France des « sites et monuments naturels » dont la conservation ou la préservation présentent du point de vue artistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque, un intérêt général. Le classement ou l'inscription d'un tel site vise à le protéger ou à le conserver, qu'il soit naturel ou bâti, quelle que soit son étendue, en limitant (par interdiction, soumission à autorisation ou à déclaration) les libertés de modifier ou détruire l'état ou l'aspect des lieux. Les conséquences du classement ou de l'inscription sont les suivantes :

	SITES CLASSES	SITES INSCRITS
travaux de modification des lieux	interdits, sauf autorisation spéciale accordée par le ministre après avis de la Commission des Sites, ou dans certains cas par le préfet après avis de l'A.B.F.	déclaration 4 mois à l'avance
affichage, publicité, camping, ...	interdits (sauf dérogation ministérielle)	
report aux P.O.S.	servitude d'utilité publique	

Les projets sont instruits par la DIREN, le classement ou l'inscription sont pris par arrêté du ministre chargé des sites (ou par le Conseil d'Etat en cas de désaccord du propriétaire pour le classement).

Nombre de sites en Franche-Comté : inscrits : 130 ; classés : 60. Doubs : inscrits : 76 ; classés : 44.

3 - Z.P.P.A.U.P. (L 7/01/1983 ; L 8/01/1993)

La Zone de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager peut être instituée, à la demande le plus souvent des conseils municipaux intéressés, par arrêté du préfet de région autour de Monuments Historiques et de sites à protéger. Elle est destinée à se substituer aux servitudes d'utilité publique liées aux M. H. (loi de 1913) et aux sites (loi de 1930). A l'intérieur du périmètre d'une Z.P.P.A.U.P., les travaux de construction, démolition, ... sont soumis à autorisation spéciale (maire ou préfet) après avis conforme de l'Architecte des Bâtiments de France. Les effets d'une Z.P.P.A.U.P. sont semblables à ceux des abords M. H., mais dans un périmètre adapté à la zone et avec des règles propres.

Nombre de ZPPAUP en Franche-Comté : 12. Dans le Doubs : 2.

Secteurs sauvegardés, Monuments commémoratifs et cimetières militaires : voir Ministère chargé de l'Urbanisme.

4 - RESERVES NATURELLES (L 10/07/1976 ; D 25/11/1977 ; C. Rural, art L 242.1 et suivants)

Peut être classé en réserve naturelle un territoire dont la faune, la flore, le sol, les eaux, les gisements de minéraux ou de fossiles et en général le milieu naturel doivent faire l'objet de conservation, ou qu'il convient de soustraire à toute intervention artificielle susceptible de les dégrader. Elle est créée par décret, après enquête publique. La constitution d'une réserve naturelle peut être volontaire, l'agrément étant donné à la demande du ou des propriétaires par arrêté préfectoral pour une durée de 6 ans renouvelable.

L'acte de classement définit les conditions de la gestion technique, administrative et financière de chaque réserve. Cette gestion peut être confiée à un organisme (établissement public propre, associations, collectivités locales, etc.). Un comité de gestion présidé par le préfet en assure le suivi.

A l'intérieur d'une réserve, toute action susceptible de nuire au développement de la faune et de la flore ou de porter atteinte à son intérêt (activités et travaux divers, publicité, extraction de matériaux, utilisation des eaux, circulation et accès, survol, etc) peut être réglementée, voire interdite. Toute dérogation est soumise à arrêté du ministre chargé de l'Environnement.

14 Réserves naturelles en Franche-Comté, dont 8 volontaires. Dans le Doubs : 4 dont 2 volontaires.

Réserve biologique domaniale ou communale : il s'agit d'un territoire forestier présentant un intérêt biologique certain, sur lequel est recherchée et élaborée une gestion orientée vers la sauvegarde de la faune, de la flore et de toute autre ressource naturelle. La réserve est créée par arrêté d'aménagement du

ministre chargé de la forêt. L'exploitation de la forêt est limitée mais pas exclue. (3 en Franche-Comté, 1 dans le Doubs).

5 - ARRETES DE PROTECTION DE BIOTOPES (L 10/07/1976 ; D 25/11/1977)

Un biotope est l'ensemble des conditions physico-chimiques qui déterminent les caractéristiques d'un milieu de vie nécessaire à une communauté d'être vivants (microorganismes, végétaux et animaux). La protection d'espèces peut passer par la protection de leur milieu de vie. L'arrêté préfectoral de protection de biotope est institué sur un territoire dont cet équilibre biologique doit être préservé ; il fixe les mesures de préservation du milieu et non des espèces, par réglementation ou interdiction de certaines activités (par exemple pénétration, traitement phytosanitaire, extraction de matériaux, construction,...). Il est pris sans enquête publique. Sa portée est beaucoup moins forte que celle d'une réserve naturelle, mais il est mieux adapté à de petits territoires qui nécessitent une protection particulière (falaises à faucon pèlerin, cavités à chiroptères,...).

11 Arrêtés de Protection de Biotope en Franche-Comté, 6 dans le Doubs (falaises à faucons pèlerins sur 64 sites ; grottes et galeries de mines sur 11 sites, lac et zones humides sur 1 site).

6 - Z.N.I.E.F.F. (Circ. 14/05/91)

L'inventaire du patrimoine naturel a pour objet la localisation et la description des zones naturelles présentant un intérêt écologique floristique ou faunistique particulier : ce sont les Z.N.I.E.F.F. Il constitue la synthèse des connaissances acquises, entreprise dès 1982 en Franche-Comté. Source précieuse d'informations sur notre environnement naturel, il permet d'attirer l'attention sur les enjeux environnementaux, et ainsi de mieux prévoir et prévenir les incidences des aménagements, et de dégager les nécessités de protections d'espaces fragiles.

En Franche-Comté, plus de 700 zones, de nature et de taille variées, ont été ainsi répertoriées. Elles se répartissent en deux types :

type I : secteurs limités, caractérisés par leur intérêt biologique remarquable (présence d'espèces protégées, rares, menacées ou caractéristiques du patrimoine régional, associations d'espèces, etc) ;

type II : grands ensembles naturels et peu modifiés, qui offrent des potentialités biologiques importantes. Par définition elles peuvent inclure plusieurs zones de type I.

L'inventaire est élaboré à l'échelle régionale : les études sont sollicitées par la DIREN, puis validé par un comité scientifique régional nommé par le préfet de région, et enfin transmis au Secrétariat Faune-Flore du Muséum d'Histoire Naturelle qui assure la synthèse et la cohérence nationale. Il est régulièrement mis à jour. Il est communiqué pour information, pour ce qui les concerne, aux organismes intéressés : Conseil Général, maires, services de l'Etat, etc.

L'inventaire des ZNIEFF, outil de connaissance, n'a pas de valeur juridique propre. Cependant l'absence de la prise en compte d'une ZNIEFF dans une opération d'aménagement peut relever d'une erreur manifeste d'appréciation susceptible de faire l'objet d'un recours. L'autorisation de défrichement d'une partie de ZNIEFF boisée peut être refusée. Les données de la ZNIEFF ne tiennent pas lieu d'étude d'impact. Et l'absence de ZNIEFF ne signifie pas absence d'intérêt à protéger.

Nombre de ZNIEFF en Franche-Comté : 716. Dans le Doubs : 236.

7 - Z.I.C.O.

L'inventaire des Zones Importantes pour la Conservation des Oiseaux est le résultat de l'engagement de la France pour l'application de la Directive Oiseaux de l'Union Européenne (1981). Il s'agit de sites d'intérêt majeur qui hébergent des effectifs d'oiseaux sauvages jugés d'importance communautaire ou européenne. Cet inventaire est établi sur des bases scientifiques et validé par la DIREN. Il a la même portée juridique que les ZNIEFF (non opposables aux tiers, mais leur ignorance relève de l'erreur d'appréciation). Ces sites, nécessitant des mesures de gestion ou de protection des populations d'oiseaux sauvages remarquables ont vocation à être désignées en Z.P.S. (zones de protection spéciale) ; elles seront intégrées au réseau européen Natura 2000 d'espaces protégés désignés au titre de la Directive Habitats (voir ci-dessous).

285 ZICO en France, 8* en Franche-Comté, 4* dans le Doubs (* : en tout ou partie).
1 ZPS en Franche-Comté : lac de Remoray (Doubs).

8 - Z.S.C. - Réseau Natura 2000 (Directive CEE 21/05/1992 ; D 5/05/1995)

En application de la directive Habitats de l'Union Européenne, les Etats membres doivent établir l'inventaire des sites qui abritent des habitats naturels menacés, sur la base de laquelle la Commission dresse la liste des sites d'importance communautaire. Ces sites, après accord des Etats, sont désignés comme Zones Spéciales de Conservation et constituent un réseau européen cohérent dénommé Natura 2000. Il appartient aux Etats de mettre en place sur ces zones des plans de gestion et des mesures de protection appropriés. Un tel réseau est bien sûr évolutif. Par ailleurs, certaines espèces animales ou végétales font l'objet de protections plus ou moins strictes.

La phase d'élaboration des listes nationales est en cours, coordonnée dans les régions par les DIREN. Après mise en cohérence des listes nationales, c'est entre les années 1998 et 2004 que deviendra effectif ce réseau et les protections afférentes.

Nombre approximatif de ZSC en projet : en Franche-Comté :72; dans le Doubs :31.

9 - ESPECES PROTEGEES

Espèces animales : Sont interdits par arrêtés ministériels (protection sur l'ensemble du territoire ou sur une région seulement), en tous temps, la destruction ou l'enlèvement des oeufs, des nids, des larves ou des nymphes, la destruction, la mutilation, la capture ou l'enlèvement, la naturalisation, le colportage, le transport, la vente ou l'achat des oiseaux, mammifères, amphibiens, reptiles, insectes et autres invertébrés figurant sur des listes limitatives nationales ou régionales dressées en application du décret du 25/11/1977 (Art 211.1 et suivants du Code Rural). C'est l'espèce, l'individu ou la population qui est protégée, et non son biotope ou son environnement (sauf pour les crustacés et les poissons, pour lesquels l'altération et la dégradation consciente des milieux particuliers aux espèces sont interdites). Signalons cependant qu'en application de la Directive Habitats (cf ci-dessus), la protection des espèces répertoriées entraîne la protection de leur milieu.

Espèces végétales : Sont interdits par arrêtés ministériels (protection sur l'ensemble du territoire ou sur une région seulement), en tous temps, la destruction, la coupe, la mutilation, l'arrachage, la cueillette ou l'enlèvement, le colportage, l'utilisation, la mise en vente, la vente ou l'achat de tout ou partie des spécimens sauvages des espèces énumérées dans des listes limitatives. Cette interdiction ne s'applique pas aux travaux agricoles courants des parcelles habituellement cultivées. Cette protection entraîne par voie de conséquence la protection du biotope du végétal.

10 - PARCS NATURELS REGIONAUX (L 8/01/1993 ; D 1/09/1994 ; Circ 5/05/1995)

Peut être classé en Parc Naturel Régional un territoire à l'équilibre fragile, au patrimoine naturel et culturel riche et menacé, faisant l'objet d'un projet de développement fondé sur la préservation et la valorisation du patrimoine. Le P.N.R. a pour objet, entre autres, de protéger ce patrimoine, notamment par une gestion adaptée des milieux naturels et des paysages, et de contribuer à l'aménagement du territoire, au développement économique, social, culturel et à la qualité de la vie.

Il est régi par une charte mise en oeuvre par un organisme de gestion (le plus souvent un syndicat mixte) auquel adhèrent les communes qui composent son territoire. Une convention d'application de la charte est signée avec l'Etat, qui précise les engagements de celui-ci. Les schémas directeurs ou de secteurs, les P.O.S., doivent être compatibles avec les orientations et mesures de la charte. Présenté à l'initiative de la Région, le classement est prononcé pour une durée maximale de 10 ans renouvelable, par décret pris sur rapport du ministre de l'environnement.

Deux P.N.R. concernent la région (Haut-Jura et Ballons des Vosges). Leurs chartes doivent être révisées selon le décret du 1/09/1994 avant le 31 décembre 1997.

11 - LOI MONTAGNE (L 9/01/1985 - art L 145.1 à 8 du Code de l'Urbanisme)

La zone de montagne comprend les communes subissant un handicap significatif dû à l'altitude, la pente ou les conditions climatiques. Elle est délimitée par arrêté ministériel. La politique de la montagne a pour finalité de donner à sa population des outils pour promouvoir un développement local adapté, et protéger ses équilibres écologiques, ses sites, son patrimoine, et d'améliorer les équipements et services, etc. La préservation des terres nécessaires au maintien et au développement des activités agricoles, pastorales ou forestières peut s'opposer aux travaux, notamment aux extractions de matériaux ou aux installations classées. Sur les parties des plans d'eau situées à moins de 300 mètres de la rive, les extractions et affouillements sont interdits.

12 - LOI LITTORAL (L 3/01/1996 ; D 20/09/1989 ; art L 146.1 à 9 du Code de l'Urbanisme)

Sont considérées comme communes littorales les communes riveraines entre autres de plans d'eau de plus de 1000 ha. La politique du littoral a pour objet notamment la protection des équilibres écologiques, la lutte contre l'érosion, la préservation des sites et du patrimoine, la préservation des activités économiques liées à l'eau (pêche, aquaculture, etc). En dehors des parties urbanisées, les constructions ou installations (dont les ouvertures de carrières et les installations classées) sont interdites sur une bande littorale de 100 mètres. Les extractions de matériaux sont limitées ou interdites lorsqu'elles risquent de compromettre l'intégrité des plages, falaises, marais, frayères, etc.

ANNEXE 10

**LISTE DES COMMUNES DU DOUBS
CLASSEES EN ZONE DE MONTAGNE**

LISTE DES COMMUNES DU DOUBS CLASSEES EN ZONE DE MONTAGNE

N° CANTON	COMMUNE	N° CANTON	COMMUNE
9	ABBEVILLERS	17	CHATELBLANC
27	ADAM LES VERCEL	15	(LA) CHAUX
15	(LES) ALLIES	17	CHAUX NEUVE
18	AMATHAY-VESIGNEUX	25	(LA) CHENALOTTE
8	ANTEUIL	27	CHEVIGNEY
15	ARC SOUS CICON	20	(LA) CLUSE ET MIJOUX
11	ARC SOUS MONTENOT	16	(LES) COMBES
15	ARCON	19	CONSOLATION MAISONNETTE
27	ATHOSE	12	COUR SAINT MAURICE
15	AUBONNE	26	COURTEFONTAINE
27	AVOUDREY	11	COURVIERES
20	BANNANS	17	(LE) CROUZET
25	(LE) BARBOUX	1	CROUZET MIGETTE
12	BATTENANS VARIN	12	DAMPRICHARD
12	BELFAYS	9	DANNEMARIE
25	(LE) BELIEU	1	DESERVILLERS
12	BELLEHERBE	20	DOMMARTIN
8	BELVOIR	11	DOMPIERRE LES TILLEULS
11	BIANS LES USIERS	19	DOMPREL
26	BIEF	20	DOUBS
25	(LE) BIZOT	18	ECHEVANNES
1	BOLANDOZ	12	(LES) ECORCES
25	BONNETAGE	27	EPENOUSE
17	BONNEVAUX	27	EPENYOY
25	(LA) BOSSE	27	ETRAY
11	BOUJAILLES	11	EVILLERS
20	BOUVERANS	27	EYSSON
12	(LES) BRESEUX	27	FALLERANS
25	BRETONVILLERS	12	FERRIERES LE LAC
17	BREY ET MAISON DU BOIS	12	FESSEVILLERS
15	BUGNY	21	FEULE
11	BULLE	16	(LES) FINS
26	BURNEVILLERS	19	FLANGEBOUCHE
12	CERNAY L'EGLISE	26	FLEUREY
20	CHAFFOIS	25	(LES) FONTENELLES
25	CHAMESEY	17	FOURCATIER MAISON NEUVE
26	CHAMESOL	20	(LES) FOURGS
18	CHANTRANS	12	FOURNET BLANCHEROCHE
11	CHAPELLE D'HUIN	19	FOURNET LUISANS
17	CHAPELLE DES BOIS	12	FRAMBOUHANS
12	CHARMAUVILLERS	11	FRASNE
12	CHARMOILLE	26	FROIDEVAUX
12	CHARQUEMONT	19	FUANS
27	CHASNANS	17	GELLIN
18	CHATEAUVIEUX LES FOSSES	19	GERMEFONTAINE

Schéma départemental des carrières du Doubs

N° CANTON	COMMUNE	N° CANTON	COMMUNE
1	GEVRESIN	26	MONTANDON
15	GILLEY	25	MONTBELIARDOT
9	GLAY	15	MONTBENOIT
26	GLERE	26	MONTECHEROUX
12	GOUMOIS	15	MONTFLOVIN
11	GOUX LES USIERS	26	MONTJOIE LE CHATEAU
16	GRAND'COMBE CHATELEU	16	MONTLEBON
25	GRAND'COMBE DES BOIS	1	MONTMAHOX
19	GRANDFONTAINE S/CREUSE	20	MONTPERREUX
12	(LA) GRANGE	16	MORTEAU
20	GRANGES-NARBOZ	17	MOUTHE
20	(LES) GRANGETTES	18	MOUTHIER HAUTE PIERRE
16	(LES) GRAS	1	NANS SOUS STE ANNE
19	GUYANS VENNES	25	NARBIEF
27	HAUTAPIERRE LE CHATELET	27	NODS
15	HAUTERIVE LA FRESSE	25	NOEL CERNEUX
20	(LES) HOPITAUX NEUFS	19	ORCHAMPS VENNES
20	(LES) HOPITAUX VIEUX	12	ORGEANS BLANCHEFONTAINE
20	HOUTAUD	15	OUHANS
26	INDEVILLERS	19	OUVANS
17	JOUGNE	20	OYE ET PALLET
1	LABERGEMENT DU NAVOIS	27	PASSONFONTAINE
17	LABERGEMENT STE MARIE	21	PESEUX
19	LANDRESSE	17	PETITE CHAUX
25	LAVAL LE PRIEURE	9	PIERREFONTAINE LES BLA.
18	LAVANS VUILLAFANS	19	PIERREFONTAINE LES VAR.
19	LAVIRON	25	PLAIMBOIS DU MIROIR
11	LEVIER	19	PLAIMBOIS VENNES
26	LIEBVILLERS	26	(LES) PLAINS ET GDS ESSARTS
18	LODS	20	(LA) PLANEE
27	LONGECHAUX	21	PONT DE ROIDE
27	LONGEMAISSON	20	PONTARLIER
25	LONGEVILLE LES RUSSEY	17	(LES) PONTETS
18	LONGEVILLE	12	PROVENCHERE
15	(LA) LONGEVILLE	27	RANTECHAUX
17	LONGEVILLES MONT D'OR	17	RECVLFOZ
19	LORAY	17	REMORAY BOUJEONS
25	(LE) LUHIER	15	RENEDALE
12	MAICHE	1	REUGNEY
15	MAISONS DU BOIS LIEVREM.	20	(LA) RIVIERE DRUGEON
20	MALBUISSON	17	ROCHEJEAN
12	MANCENANS LIZERNE	17	RONDEFONTAINE
25	(LE) MEMONT	21	ROSIERES S/BARBECHÉ
17	METABIEF	25	ROSUREUX
25	MONT DE LAVAL	25	(LE) RUSSEY
12	MONT DE VOUGNEY	8	SANCEY LE GRAND
26	MONTANCY	17	SARRAGEOIS

Schéma départemental des carrières du Doubs

N° CANTON	COMMUNE	N° CANTON	COMMUNE
11	SEPTFONTAINES	12	VAUCLUSOTTE
1	SILLEY AMANCEY	26	VAUFREY
21	SOLEMONT	17	VAUX ET CHANTEGRUE MAL.
11	SOMBACOUR	19	VELLEROT LES VERCEL
19	(LA) SOMMETTE	8	VELLEVANS
26	SOULCE CERNAY	19	VENNES
8	SURMONT	27	VERCEL VILLEDIEU LE CAMP
17	ST ANTOINE	27	VERNIERFONTAINE
15	ST GORGON MAIN	21	VERNOIS LES BELVOIR
26	ST HIPPOLYTE	20	VERRIERES DE JOUX
25	ST JULIEN LES RUSSEY	9	VILLARS LES BLAMONT
20	ST POINT LAC	21	VILLARS SOUS DAMPJOUX
1	STE ANNE	15	VILLE DU PONT
20	STE COLOMBE	17	(LES) VILLEDIEU
26	(LES) TERRES DE CHAUX	11	VILLENEUVE D'AMONT
12	THIEBOUHANS	19	VILLERS CHIEF
20	TOUILLON ET LOULETEL	19	VILLERS LA COMBE
12	TREVILLERS	16	VILLERS LE LAC
12	URTIERE	11	VILLERS SOUS CHALAMONT
27	VALDAHON	18	VOIRES
26	VALOREILLE	18	VUILLAFANS
27	VANCLANS	20	VUILLECIN
12	VAUCLUSE	8	VYT LES BELVOIR

Contacts

Préfecture du Doubs
8 bis, rue Charles Nodier
25035 BESANÇON Cedex
Tél. 03 81 25 10 00
Fax 03 81 83 21 82

**Direction Régionale de l'Industrie,
de la Recherche et de l'Environnement
de Franche-Comté**
Subdivision de Besançon
Parc Scientifique et Industriel
"Cité des Technologies et de l'Entreprise"
21 b, rue Alain Savary - BP 1269
25005 BESANÇON Cedex
Tél. 03 81 41 65 00
Fax 03 81 53 00 81

BRGM
SERVICE GÉOLOGIQUE RÉGIONAL FRANCHE-COMTÉ
Parc scientifique et industriel - 21 A, rue Alain Savary - 25000 Besançon, France
Tél. : 03.81.80.62.22 - Télécopieur : 03.81.88.61.27

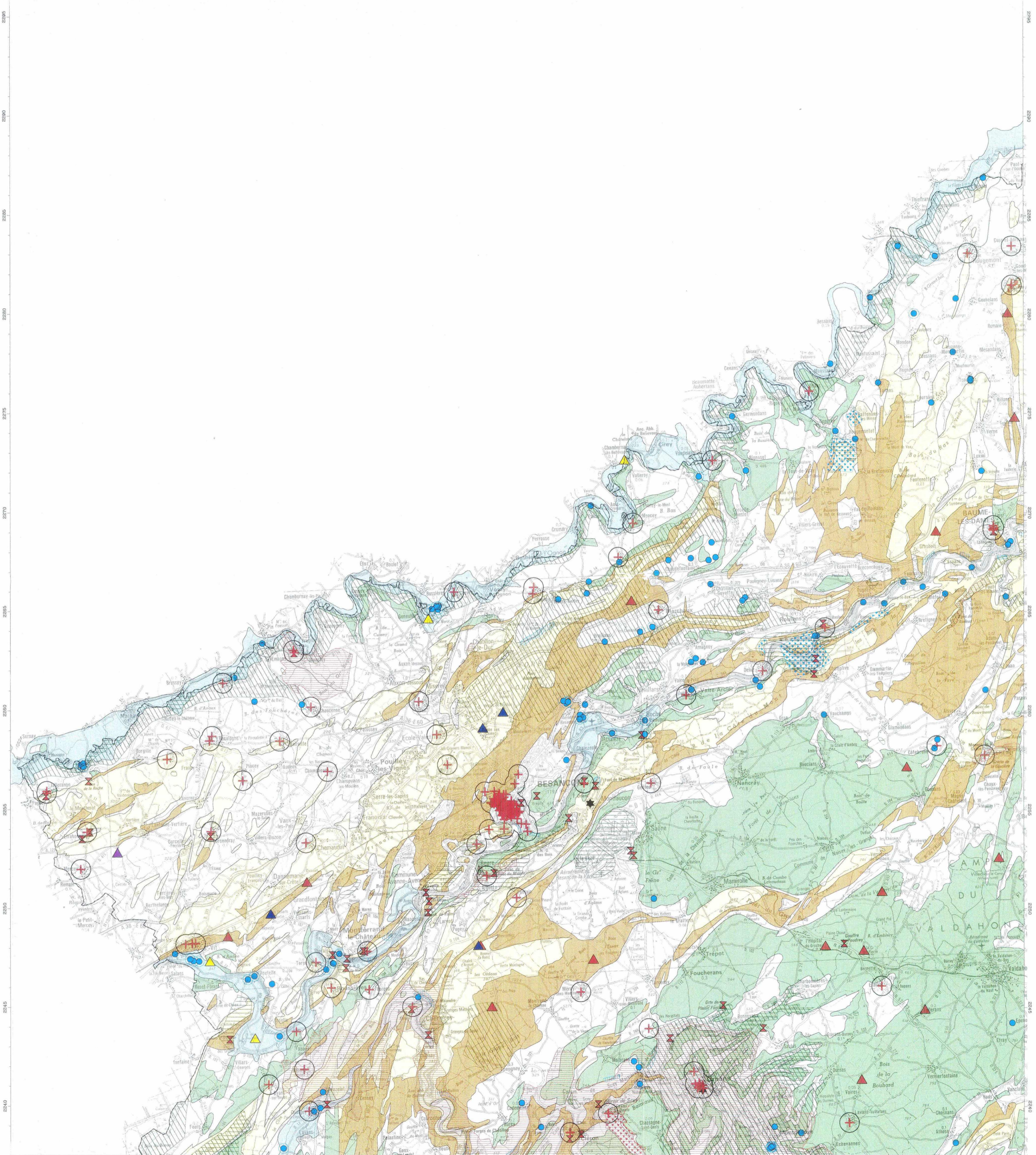
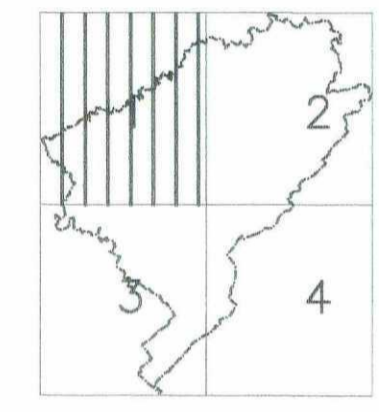


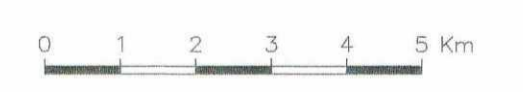
Schéma départemental des carrières du département du Doubs

Ressources potentielles en granulats
carrières autorisées au 31/12/92
Données environnementales
Planche 1
(Feuille Nord-Ouest)

Secrétariat assuré par
la DRIRE de Franche-Comté



Source des données
carrières : DRIRE 1992
ressources potentielles en granulats : BRGM 1996
AEP : DDAF 1998
autres données environnementales : DREN 1996



Echelle 1/100 000

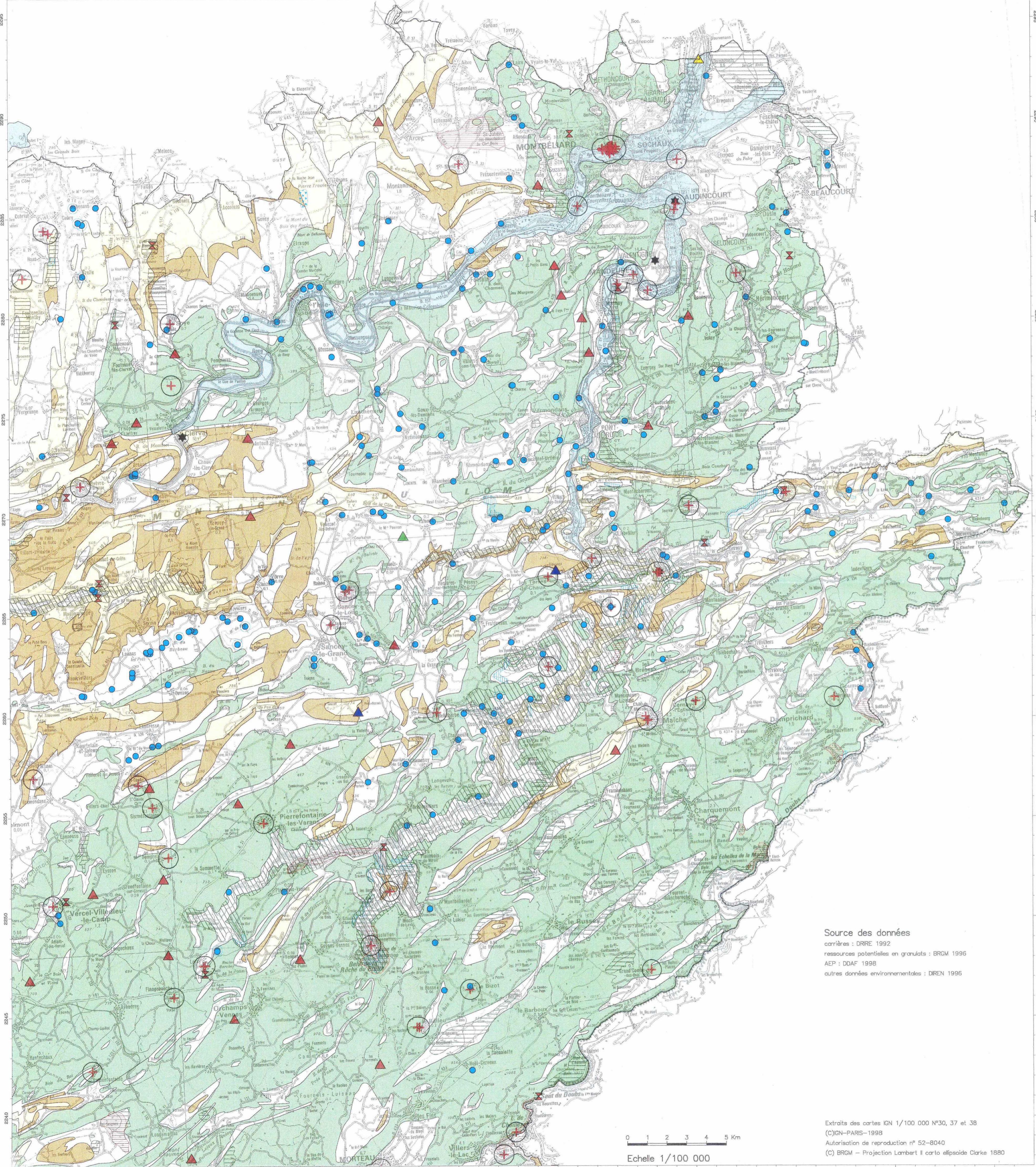
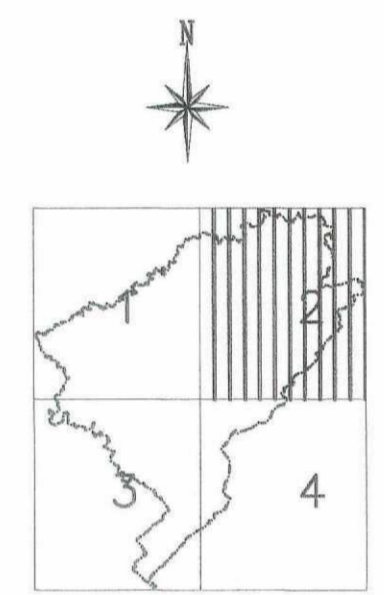


Schéma départemental des carrières du département du Doubs

Ressources potentielles en granulats
 carrières autorisées au 31/12/92
 Données environnementales
Planche 2
 (Feuille Nord-Est)



Secrétariat assuré par la DRIRE de Franche-Comté

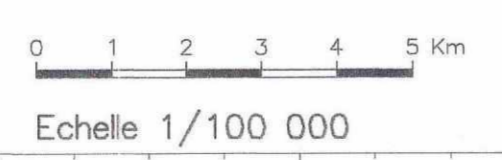


Rapport N° R 38876

Juin 1998

Source des données
 carrières : DRIRE 1992
 ressources potentielles en granulats : BRGM 1996
 AEP : DDAF 1998
 autres données environnementales : DREN 1996

Extraits des cartes IGN 1/100 000 N°30, 37 et 38
 (C)N-PARS-1998
 Autorisation de reproduction n° 52-8040
 (C) BRGM - Projection Lambert II carto ellipsoïde Clarke 1880



Les données environnementales sont évolutives dans le temps et toutes les précautions doivent être prises quant à leur utilisation.

Voir légende PLANCHE 4

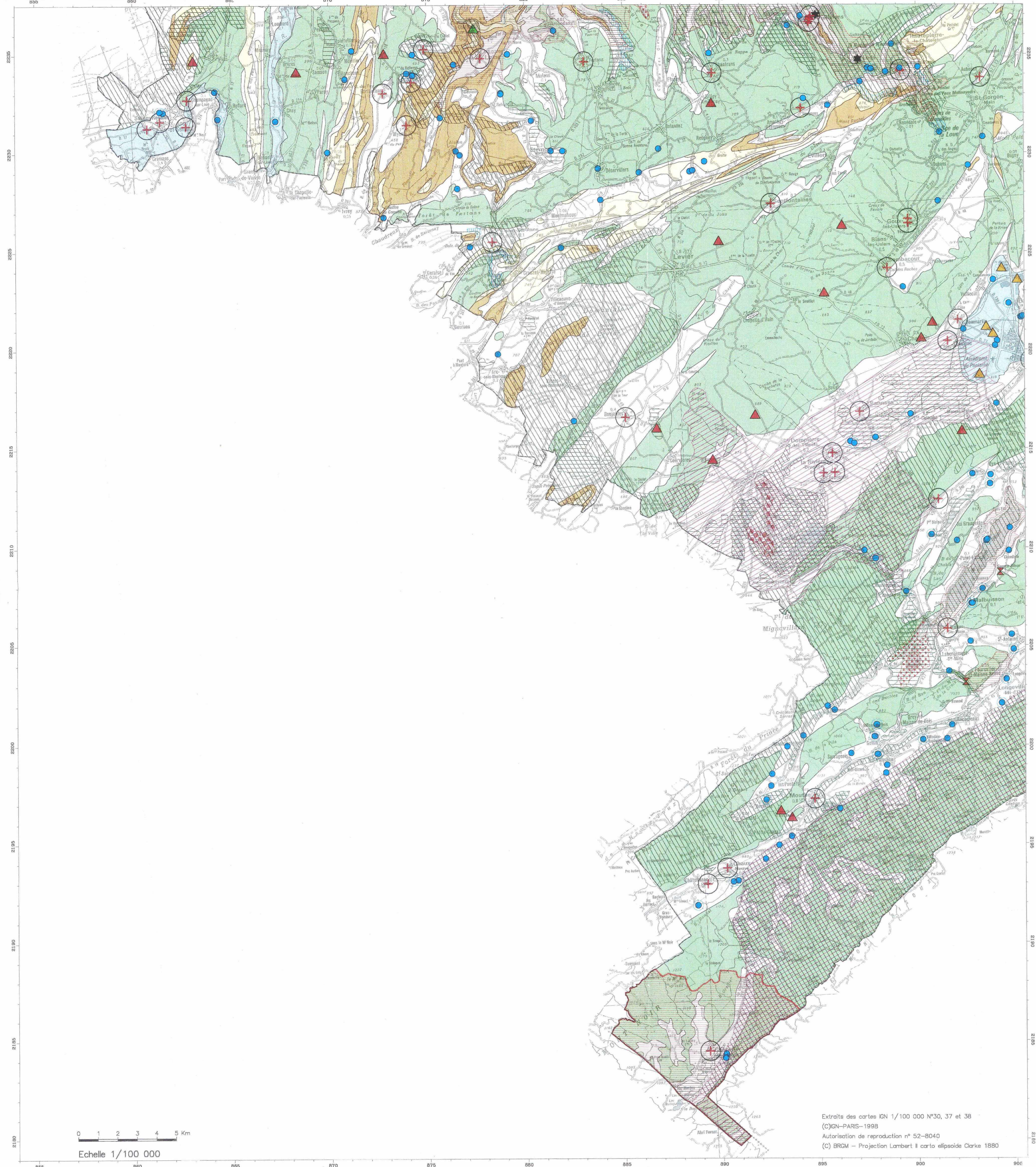
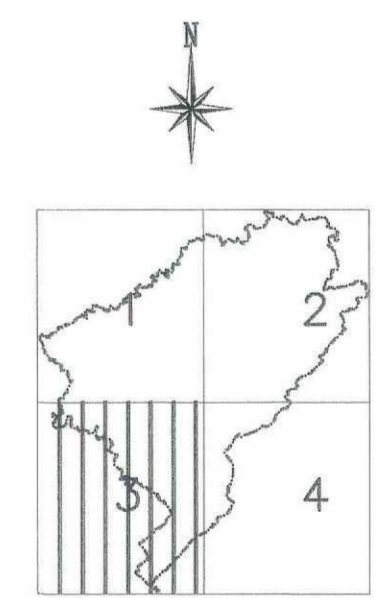


Schéma départemental des carrières du département du Doubs

Ressources potentielles en granulats
 carrières autorisées au 31/12/92
 Données environnementales
Planche 3
 (Feuille Sud-Ouest)



Rapport N° R 38876

Juin 1998

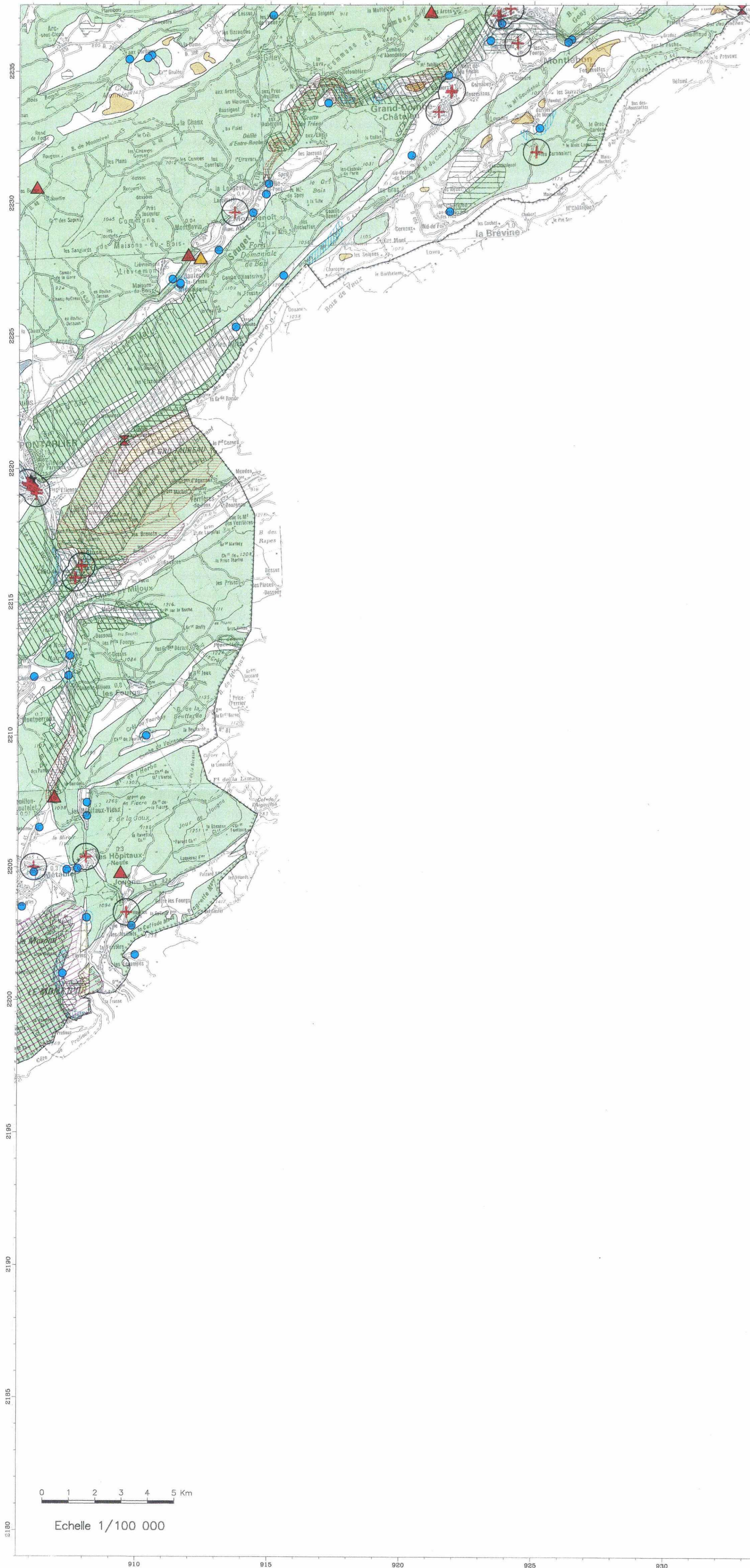
0 1 2 3 4 5 Km
 Echelle 1/100 000

Extraits des cartes IGN 1/100 000 N°30, 37 et 38
 (C)IGN-PARIS-1998
 Autorisation de reproduction n° 52-B040
 (C) BRGM - Projection Lambert II carto ellipsoïde Clarke 1880

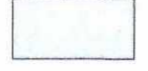
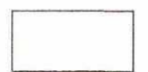

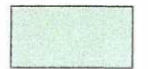
Source des données
 carrières : DRIRE 1992
 ressources potentielles en granulats : BRGM 1996
 AEP : DDAF 1998
 autres données environnementales : DREN 1996

Les données environnementales sont évolutives dans le temps et toutes les précautions doivent être prises quant à leur utilisation.

Voir légende PLANCHE 4



RESSOURCES POTENTIELLES EN GRANULATS MATERIAUX ALLUVIONNAIRES

-  Alluvions fluviales et fluvio-glaciaires
- ### ROCHES CALCAIRES
-  Calcaires du Bajocien (Jurassique moyen - Dogger)
 -  Calcaires compacts du Bathonien (Jurassique moyen - Dogger)
 -  Calcaires du Jurassique supérieur (Malm)

CARRIERES AUTORISEES (31/12/1992) GRANULATS

-  Alluvions récentes des rivières
-  Alluvions fluvio-glaciaires
-  Eboulis calcaires (groise)
-  Roches massives calcaires






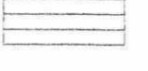


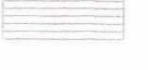





PIERRES DE TAILLE, CONSTRUCTION

-  Calcaires

PRODUITS DE TERRE CUITE, TUILES ET BRIQUES

-  Marnes

DONNEES ENVIRONNEMENTALES

-  Z.I.C.O. (Zones d'Importance Communautaire pour les Oiseaux)
-  Arrêtés de Protection de Biotope - Faucon-Pélerin
-  Arrêtés de Protection de Biotope - Chiroptères
-  Réserves naturelles (décret ministériel)
-  Réserves naturelles volontaires (arrêté préfectoral)
-  Z.N.I.E.F.F. de type 1 (Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Floristique et Faunistique)
-  Z.N.I.E.F.F. de type 2 (Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Floristique et Faunistique)
-  Parc naturel régional du Haut-Jura
-  Sites classés et sites inscrits
-  Sites classés et sites inscrits de petite superficie
-  Monuments historiques classés et monuments historiques inscrits
-  Z.P.A.U.P. (Zones de Protection du Patrimoine Architectural, Urbain et Paysager)
-  Captages AEP en service (1997) sans périmètre de protection réglementaire
-  Captages AEP en service (1997) avec périmètre de protection réglementaire (DUP ou procédure en cours)

Echelle 1/100 000

Extraits des cartes IGN 1/100 000 N°30, 37 et 38
(C)IGN-PARIS-1998
Autorisation de reproduction n° 52-8040
(C) BRGM - Projection Lambert II carto ellipsoïde Clarke 1880

Ministère de l'Economie,
des Finances et de l'Industrie
Secrétariat
d'Etat à l'Industrie

PREFECTURE DU DOUBS

MINISTÈRE DE
L'AMÉNAGEMENT DU TERRITOIRE
ET DE L'ENVIRONNEMENT

Schéma départemental des carrières du département du Doubs

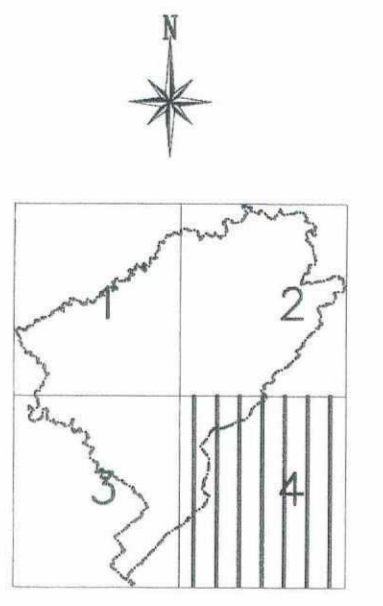
Ressources potentielles en granulats
carrières autorisées au 31/12/92
Données environnementales
Planche 4
(Feuille Sud-Est)

UNICEM
Bourgogne
Franche-Comté

DRIRE
FRANCHE-COMTE

BRGM

Secrétariat assuré par
la DRIRE de Franche-Comté



Rapport N° R 38876
Juin 1998

Source des données
carrières : DRIRE 1992
ressources potentielles en granulats : BRGM 1996
AEP : DDAF 1998
autres données environnementales : DREN 1996

Les données environnementales sont évolutives dans le temps et toutes les précautions doivent être prises quant à leur utilisation.