



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



FRANCHE-COMTÉ



PREFECTURE DU JURA

DOCUMENT PUBLIC

UNICEM

Bourgogne
Franche-Comté

Schéma départemental des carrières du département du Jura

Rapport de synthèse

Etude réalisée dans le cadre des actions de Service public du BRGM 95-G-043

octobre 1997
R 39052



BRGM
L'ENTREPRISE AU SERVICE DE LA TERRE

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

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

(1996) - Schéma départemental des carrières du département du Jura - Rapport de synthèse. Rapport BRGM R 39052, 105 p., 7 fig., 10 ann., 4 planches hors texte.

© BRGM, 1996, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

Le schéma départemental des carrières du Jura, décidé en Commission des Carrières, 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 du Jura concerne principalement les granulats qui, en tonnage, représentent environ 80% de la totalité des matériaux extraits dans le département.

Le marché départemental des granulats est caractérisé actuellement par :

- une production importante (plus de 40%) de granulats alluvionnaires qui suffit largement aux besoins du département et dont une partie (environ 15%) est livrée aux départements voisins (Doubs, Saône-et-Loire) et en Suisse,
- une production de granulats de roches calcaires qui permet de satisfaire les besoins du département et d'exporter une quantité relativement modeste (5%) hors département et départements voisins,
- une seule carrière (et un seul gisement) produisant des granulats de roches éruptives dont près des 2/3 sont livrés dans les départements voisins (Doubs, Côte d'Or, Haute-Marne).

En ce qui concerne les utilisations des granulats, on constate :

- l'emploi exclusif de granulats d'origine alluviale dans la fabrication des bétons,
- un certain gaspillage des matériaux alluvionnaires dans le domaine routier.

Les matériaux 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).

La durée théorique des réserves autorisées, fin 1994, dans les principaux secteurs de production et de consommation de granulats est, au rythme actuel d'extraction :

- d'une vingtaine d'années en matériaux alluvionnaires,
- variable, de 3 à 10 ans en roches calcaires,
- de 4 ans seulement, en ce qui concerne les roches éruptives.

L'inventaire des ressources potentielles en granulats montre que le département du Jura est, globalement, bien pourvu en gisements de matériaux alluvionnaires et de roches massives calcaires. Le seul gisement de roches éruptives est aussi relativement important mais il occupe une position excentrique.

Cependant, les alluvions qui fournissent des granulats généralement de très bonne qualité ne sont pas inépuisables et les gisements sont situés le plus souvent en milieux sensibles du point de vue environnemental, raisons qui justifient un usage économe de ce type de matériaux.

Dans le département du Jura, le recyclage des matériaux n'offre que peu de perspectives pour la substitution, 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 la régulation des flux de granulats par la prise en compte stricte des besoins du département et des 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 rivières, qui recèlent les principaux 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, (particulièrement nombreuses dans le secteur du Haut-Jura), de grands 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.

Une fois par an, à l'occasion d'une de ses réunions, la Commission départementale des Carrières s'assurera de la bonne application du schéma.

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 Jura, 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	10
1.1. Elaboration du schéma départemental des carrières	10
1.2. Contenu du rapport de synthèse	11
2. Généralités	13
2.1. Cadre géographique, morphologique et géologique	13
2.2. Nature et origine des matériaux de carrières exploités	16
2.3. Conditions de gisement	20
2.4. Conditions générales d'exploitation	22
2.5. Principales caractéristiques des matériaux pour granulats	24
2.6. Domaines d'utilisation des matériaux	26
3. Structure de l'activité extractive dans le département du Jura	29
3.1. Répartition géographique des carrières autorisées.....	29
3.2. Production.....	32
3.3. Flux entrant de granulats.....	35
3.4. Flux sortant de granulats.....	35
3.5. Consommation de granulats.....	36
3.6. Destination (utilisation) des granulats consommés.....	37
3.7. Modalités de transport des granulats	38
3.8. Impact des carrières existantes sur l'environnement	41

4. Etude des ressources	45
4.1. Réserves autorisées.....	45
4.2. Ressources potentielles	47
5. Orientations prioritaires et objectifs à atteindre dans les modes d'approvisionnement des granulats	61
5.1. Définition d'une politique d'extraction des granulats	61
5.2. Conditions d'implantation de nouvelles carrières.....	66
5.3. Possibilités de recyclage des matériaux.....	70
6. Evaluation des besoins en granulats	76
6.1. Evolution de la production au cours des dernières années.....	76
6.2. Evaluation des besoins	76
7. Inventaire des zones sensibles du point de vue environnemental et patrimonial	82
7.1. Eaux souterraines.....	82
7.2. Eaux superficielles	87
7.3. Milieux naturels	87
7.4. Carte des données environnementales.....	91
7.5. Poids des contraintes environnementales sur les ressources potentielles en granulats	92
8. Aptitudes hydrogéologiques des carrières du Jura au comblement par des déchets inertes.....	95
9. Orientations en matière de réaménagement des carrières	97
9.1. Généralités.....	97

9.2. Carrières en eau	98
9.3. Carrières sèches	100
10. Conclusion.....	103

Table des figures

Figure 1 - Situation du département du Jura dans le contexte structural franc-comtois.....	14
Figure 2 - Principales caractéristiques et catégories d'utilisation en technique routière des granulats extraits dans le Jura.....	27
Figure 3 - Répartition des carrières autorisées du Jura en 1994, par formation exploitée.....	31
Figure 4 - Répartition des carrières actives du Jura selon l'importance de leur production, en 1994.....	34
Figure 5 - Réserves autorisées théoriques en granulats du département du Jura au 31/12/1993.....	46
Figure 6 - Besoins à 15 ans du département du Jura en granulats alluvionnaires.	78
Figure 7 - Besoins à 15 ans du département du Jura en granulats de roches massives	81

Liste des annexes

Annexe 1 - Localisation des ressources potentielles en granulats et des carrières autorisées en 1992	106
Annexe 2 - Utilisations possibles des granulats du Jura en technique routière et pour la fabrication des bétons.....	108
Annexe 3 - Schémas montrant la structure de l'activité extractive de granulats du département du Jura en 1992	122

Annexe 4 - Schémas montrant les flux des granulats dans le département du Jura.....	125
Annexe 5 - Incidence des gravières sur le complexe rivières/nappes alluviales	128
Annexe 6 - Caractérisation et possibilités d'élimination de matériaux considérés comme inertes.....	144
Annexe 7 - Le recyclage en granulats de la fraction inerte des matériaux de démolition.....	148
Annexe 8 - Aptitudes hydrogéologiques des carrières du Jura au comblement par des déchets inertes.....	162
Annexe 9 - Glossaire des contraintes environnementales	187
Annexe 10 - Liste des communes du Jura classées en zone de montagne.....	194

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 au 1/100 000, feuille nord-est.**
- Planche 3 - Carte des ressources potentielles en granulats et des données environnementales au 1/100 000, feuille sud-ouest.**
- Planche 4 - Carte des ressources potentielles en granulats et des données environnementales 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, principalement les alluvions et les roches massives à partir desquelles sont fabriqués les granulats (utilisés pour la réalisation d'ouvrages de génie civil, de bâtiment et de travaux publics) et qui représentent, en tonnage, plus des trois quarts des matériaux extraits dans le département.

La préservation et la valorisation de la ressource minérale imposent également que des orientations et objectifs en matière d'utilisation 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 départemental des carrières, élaboré par la Commission départementale des carrières, doit constituer un instrument d'aide à la décision du préfet, lorsque celui-ci 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.

L'élaboration du schéma départemental des carrières a bénéficié d'une large concertation à l'occasion des différentes réunions du groupe de travail au sein duquel étaient représentés les administrations et organismes suivants, 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), représentant la profession,
- Conseil Général du Jura (Direction Départementale des Infrastructures - DDI),
- Chambre départementale de l'Agriculture,
- Fédération des Associations de pêche du Jura,
- Fédération départementale de l'Environnement du Jura,
- Association départementale des maires du Jura,
- Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM).

Ce groupe de travail, créé en décembre 1993, a été piloté par la DRIRE et assisté par le BRGM en qualité de chargé de mission.

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 Jura prend en compte les orientations du SDAGE du Bassin Rhône-Méditerranée-Corse, les objectifs du SAGE Haut-Doubs - Haute-Loue n'étant pas encore connus.

1.2. CONTENU DU RAPPORT DE SYNTHESE

Le schéma départemental des carrières du Jura concerne principalement les granulats qui représentent, en tonnage, environ 80% des matériaux de carrières extraits dans le département ¹.

¹En effet, hormis les 74 carrières de granulats autorisées, le Jura ne compte que :

- 2 carrières de pierres de construction ou ornementales calcaires, dont la production est insignifiante,
- 6 carrières de matériaux à usages industriels, très diversifiés :
 - . 2 carrières d'argiles à tuiles,
 - . 2 carrières de marnes et calcaires à ciment, dont une a récemment cessé son activité,
 - . 1 carrière souterraine de gypse,
 - . 1 carrière de calcaires pour industrie chimique.

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 les nappes alluviales (annexe 5),
- recyclage en granulats de la fraction inerte des matériaux de démolition (annexe 7),
- aptitudes hydrogéologiques des carrières du Jura au comblement par des déchets inertes (annexe 8).

2. Généralités

2.1. CADRE GEOGRAPHIQUE, MORPHOLOGIQUE ET GEOLOGIQUE

(figure 1)

Formant la partie sud-occidentale de la Franche-Comté, le département du Jura couvre une superficie de 5 055 km² et compte environ 250 000 habitants. Sa partie nord-ouest s'étend sur la plaine de Bresse tandis que le reste du territoire appartient à la partie médiane du croissant jurassien.

Différentes unités structurales et morphologiques se succèdent du Nord-Ouest au Sud-Est :

- la bordure orientale de la plaine de Bresse, prolongée par le bassin de la forêt de Chaux, régions déprimées occupées par des dépôts meubles argileux, sableux ou sablo-graveleux d'âge plioquaternaire. A l'extrémité nord du département, les formations du socle ancien du massif de la Serre et leur couverture sédimentaire forment un relief qui sépare la Forêt de Chaux au Sud et la plaine de Saône au Nord.
- le Jura externe : c'est un domaine complexe formé de zones tabulaires ou plateaux séparés par des zones plissées et très tectonisées, ou faisceaux.

Les faisceaux se présentent comme d'étroites bandes de terrains disloquées, plissées, faillées, qui s'allongent entre les plateaux ou en bordure de ceux-ci, en formant généralement un relief,

Les plateaux sont constitués de couches tabulaires ou faiblement ondulées, plus ou moins faillées. Ils sont souvent inclinés vers l'intérieur de la chaîne du Jura et s'étagent à des altitudes respectivement croissantes dans cette direction.

Ainsi peut-on distinguer successivement :

- . le faisceau lédonien, ou zone du Vignoble, prolongé vers le Sud par le Revermont et se raccordant, vers le Nord, au faisceau salinois ; c'est une région très tectonisée, découpée en lanières par des failles d'orientation subméridienne à WSW-ENE,
- . le plateau de Lons-le-Saunier, prolongé vers le Sud par le plateau d'Arinthod, après un bombement anticlinal au niveau d'Orgelet,
- . le faisceau de la chaîne de l'Euthe, prolongé vers le Sud par le faisceau d'Orgelet-Poncin,
- . le plateau de Champagnole, entre le faisceau de l'Euthe et la Haute-Chaîne,
- . le faisceau de Syam,
- . le plateau de Nozeroy, entre le faisceau de Syam et la Haute-Chaîne,

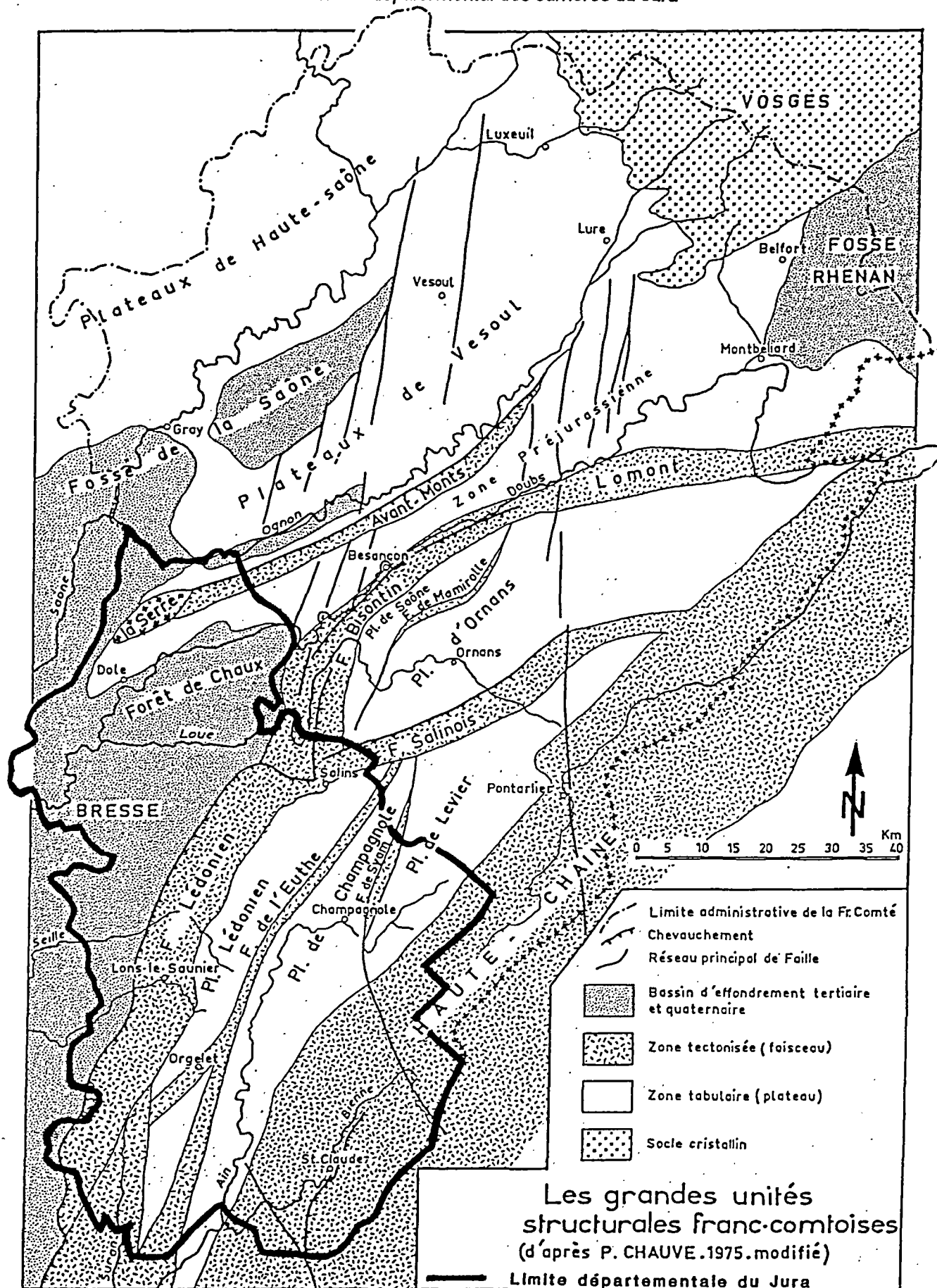


Figure 1 - Situation du département du Jura dans le contexte structural franc-comtois

A l'extrémité méridionale du département, les plis, de direction subméridienne, se resserrent ; les plateaux se terminent en coins et la région devient uniformément plissée.

D'une manière générale, l'âge des terrains constituant les plateaux est de plus en plus récent, de l'extérieur vers l'intérieur du massif jurassien :

- . jurassique moyen pour le plateau de Lons-le-Saunier,
- . jurassique moyen et supérieur pour la partie septentrionale du plateau de Champagnole,
- . jurassique supérieur pour la partie méridionale du plateau de Champagnole et le plateau d'Arinthod,
- . jurassique supérieur et crétacé pour le plateau de Nozeroy.

Dans les faisceaux plissés la tectonique et l'érosion intenses ont amené à l'affleurement des terrains très variés allant du Trias au Jurassique supérieur (faisceaux lédonien et salinois) mais, là encore, d'une façon générale, l'âge des terrains est de plus en plus récent lorsqu'on se déplace vers l'intérieur de la chaîne.

- Le Jura interne

On l'appelle aussi Jura plissé, Haute-Chaîne, faisceau helvétique ou encore Haut-Jura. Il comporte un ensemble de plis parallèles qui se suivent d'une manière presque continue du Nord au Sud à une altitude généralement supérieure à 1 000 m. Les anticlinaux du Jurassique supérieur sont souvent dissymétriques, coffrés, quelquefois même renversés sur les synclinaux crétacés. Des failles directionnelles chevauchantes les affectent parfois.

La région est drainée par de nombreux cours d'eau :

- au Nord les cours inférieurs de l'Ognon, du Jura et de la Loue, le confluent de ces deux derniers formant une vaste plaine alluviale au Sud-Ouest de Dole,
- dans la partie centre-ouest, des rivières de moindre importance prennent naissance au fond de reculées qui entaillent le premier plateau et s'écoulent vers la Bresse : l'Orain, la Brenne, la Seille, la Vallière.

Toutes ces rivières appartiennent au bassin versant de la Saône.

- La partie sud du département est drainée par l'Ain, principale rivière et ses affluents la Bienne, le Suran et la Valouse, appartenant au bassin versant du Rhône.

Des alluvions quaternaires, d'origine fluvatile, glaciaire ou fluvio-glaciaire se sont déposées dans le fond et localement sur les bords des principales vallées et de certaines cuvettes synclinales.

2.2. NATURE ET ORIGINE DES MATERIAUX DE CARRIERES EXPLOITES

L'activité extractive des matériaux de carrières du département du Jura concerne différents domaines :

- la fabrication de granulats, qui représente en 1994 85% de la production, en tonnage,
- l'industrie, qui représente environ 15% de la production :
 - . calcaires et marnes à ciment,
 - . gypse pour plâtre,
 - . calcaires pour industrie chimique,
 - . terre cuite,
- l'agriculture, production insignifiante,
- les pierres de construction et ornementales, production insignifiante.

2.2.1. Granulats

Du point de vue géologique ou géotechnique, on distingue deux grandes catégories de roches susceptibles de fournir des granulats : *les roches meubles*, d'une part, et *les roches massives*, d'autre part, cohérentes, plus ou moins dures.

a) *Roches meubles*

Les roches meubles donnent des granulats naturels généralement roulés.

Il peut s'agir :

- soit, d'alluvions quaternaires récentes d'origine fluvatile, déposées dans les basses plaines alluviales (lit mineur et lit majeur) des principaux cours d'eau : Ognon, Doubs, Loue, Orain, Seille, Ain, Bienne ;
- soit, d'alluvions quaternaires anciennes, d'origine glaciaire (moraines) ou fluvio-glaciaire, déposées dans le fond et/ou en bordure de certaines dépressions : vallées du Drugeon, de l'Ain, de la Bienne, synclinaux crétacés de la Haute-Chaîne ; ainsi que sur les hauts plateaux où elles ne subsistent qu'à l'état de lambeaux de faible extension ;
- soit d'alluvions encore plus anciennes, d'âge plioquaternaire, déposées dans des bassins d'effondrement tertiaires : Bresse, Forêt de Chaux.

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

b) Roches massives

Dans le département du Jura, les roches massives à partir desquelles sont fabriqués des granulats de concassage se divisent en deux grandes catégories : les roches massives calcaires, les plus répandues, et les roches massives de nature siliceuse, ou roches éruptives (appelées "porphyres", dans la profession).

Roches massives calcaires

Les roches massives calcaires, d'origine sédimentaire, sont particulièrement abondantes dans la série stratigraphique du Jura et affleurent sur une grande partie du territoire départemental. Les niveaux exploités appartiennent essentiellement au Jurassique moyen (Dogger) et supérieur (Malm) et présentent des faciès variés :

Jurassique moyen

- Bajocien

- . calcaires organo-détritiques, à entroques, et calcaires à polypiers (Bajocien inférieur),
- . calcaires oolithiques (Bajocien supérieur),

- 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, sublithographiques, parfois plus ou moins dolomitiques, 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 dans le Séquanien et le Kimméridgien.

Roches massives siliceuses (éruptives)

Les roches massives de nature siliceuse, appartiennent au socle hercynien qui affleure uniquement dans le massif de la Serre, au Nord de Dole. Elles sont représentées par des granites, des gneiss et des tufs (eurite), ces derniers étant les seuls exploités actuellement.

2.2.2. Matériaux pour ciment

Après la fermeture de l'usine de Champagnole, il ne reste plus qu'une cimenterie dans le département du Jura, la seule d'ailleurs, de la région Franche-Comté. Il s'agit de la cimenterie de Rochefort-sur-Nenon (Ciments d'Origny SA) à quelques kilomètres au Nord-Est de Dole. La carrière, qui jouxte l'usine, s'étend sur les communes de Rochefort-sur-Nenon et Chatenois.

Le gisement exploité est constitué par un ensemble de calcaires francs (faciès rauracien), et de calcaires plus ou moins argileux (calcaires hydrauliques du faciès argovien) recouvert par des limons argileux, formation superficielle d'âge quaternaire. Le ciment est fabriqué à partir d'un mélange de ces trois matériaux (calcaires francs et calcaires argileux en proportions à peu près équivalentes, 10% de limons argileux).

La carrière de Champagnole, aujourd'hui abandonnée, est ouverte dans les mêmes formations, les limons de couverture en moins.

2.2.3. Calcaires pour l'industrie chimique

La Société Solvay à Tavaux utilise pour la fabrication de ses produits des calcaires que l'on peut qualifier d'ordinaires, dont la principale caractéristique est une teneur élevée (supérieure à 90%) en carbonate de calcium (Ca CO_3), ce qui est le cas pour la plupart des calcaires jurassiques de Franche-Comté.

Le gisement exploité, situé à proximité immédiate de l'usine, sur la commune de Damparis, est constitué par des assises calcaires du Jurassique supérieur appartenant au Kimméridgien inférieur (Séquanien), pour l'essentiel, et à l'Oxfordien supérieur (Rauracien), en fond de carrière.

2.2.4. Gypse ou "pierre" à plâtre

Le gypse, matière première pour la fabrication du plâtre et de produits moulés pour la construction, est exploité par la Société des Plâtrières de Grozon.

Le gisement exploité est situé dans la zone du Vignoble, à quelques kilomètres au Nord de Poligny, entre Grozon et Buvilly.

Les couches de gypse, exploitées souterrainement par galeries, sont inter-stratifiées dans les sédiments à dominante marno-dolomitique du Keuper supérieur représentant le Trias terminal. Un niveau principal, d'une dizaine de mètres de puissance, renferme des bancs massifs (1 à 2 m d'épaisseur) de gypse saccharoïde blanc ou rosé.

2.2.5. Pierres de construction et pierres ornementales

Il n'existe, dans le Jura, que deux carrières autorisées de pierres ornementales et de construction.

a) Carrière de Revigny

A Revigny, à 7 kilomètres au Sud - Sud-Est de Lons-le-Saunier, on exploite à ciel ouvert, sur quelques mètres d'épaisseur, des bancs calcaires appartenant au Bajocien inférieur (partie inférieure du Jurassique moyen). La production, faible, est en partie livrée sous forme de blocs bruts aux marbriers funéraires, et en partie taillée sur place.

b) Carrière de Chassal

Il s'agit d'une carrière souterraine à activité épisodique ouverte à flanc de coteau sur la commune de Chassal, à 8 km au Sud-Est de Saint-Claude.

Le niveau exploité, épais de 3 à 4 m, est un calcaire marbrier, pseudobréchique, diversement coloré, appartenant au Barrémien (Crétacé inférieur).

2.2.6. Argiles pour produits de terre cuite (tuiles et briques)

Dans le département du Jura, une seule usine exploite des argiles pour la fabrication de tuiles.

L'usine, installée à Commenailles, tire sa matière première de deux carrières situées, l'une, sur cette même commune, l'autre, sur la commune de Bois-de-Gand. Ces deux carrières exploitent des niveaux argileux appartenant aux formations plio-quaternaires de la Bresse, ensemble complexe constitué d'une alternance de sables, d'argiles et de marnes, parfois plus ou moins sableuses, les couches ayant un caractère lenticulaire.

2.3. CONDITIONS DE GISEMENT

2.3.1. Roches meubles

a) Alluvions récentes

D'origine fluviatile, localisées dans le fond des principales vallées, elles 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 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 varie de quelques mètres à une douzaine de mètres. Des valeurs plus importantes peuvent se rencontrer mais elles sont très localisées, au droit de certains chenaux de surcreusement.

L'épaisseur des argiles et limons de couverture est le plus souvent comprise entre 0,50 m et 3 m, mais peut atteindre localement 5 m.

b) Alluvions fluvio-glaciaires

Constituées par des dépôts morainiques plus ou moins lavés et triés par les eaux de fonte des glaciers, elles sont généralement plus hétérogènes, hétérométriques et un peu plus argileuses que les alluvions récentes. Des intercalations essentiellement sableuses, à caractère lenticulaire n'y sont pas rares.

Leur puissance, très variable, dépasse localement 20 m sous une couche peu épaisse (le plus souvent inférieure à 1 m) de terre plus ou moins caillouteuse.

Les gisements sont en totalité ou en grande partie hors d'eau mais peuvent être parfois aquifères à la base, alimentant des petites sources (vallée de l'Ain) ou en continuité avec le réservoir des alluvions récentes qu'ils dominent (vallée de la Bienne).

c) Alluvions glaciaires (moraines)

Mal connues et pratiquement pas exploitées, leur hétérogénéité, leur grande hétérométrie et leur caractère très argileux (argile à blocs) leur enlèvent, a priori, tout intérêt en tant que ressource potentielle en granulats ou en eau potable.

d) Eboulis calcaires calibrés, ou groises

Ils 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.

e) Argiles à tuiles

Les argiles des formations plio-quaternaires de la Bresse, exploitées pour la fabrication des tuiles, sont inter-stratifiées dans un complexe sédimentaire constitué de limons, d'argiles, de sables, de cailloutis, avec tous les intermédiaires. Les variations de faciès sont fréquentes et très rapides tant verticalement qu'horizontalement. Les couches argileuses, homogènes, sont peu épaisses et ont un caractère lenticulaire, ce qui rend difficile la localisation et la recherche de gisements exploitables et, partant, l'évaluation des ressources potentielles.

2.3.2. Roches massives

a) 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). 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 utilisés en cimenterie).

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.

b) Roches massives siliceuses

Les roches massives siliceuses, cristallines et éruptives strictement localisées dans la forêt de la Serre, comportent un granite des plus communs, des gneiss et une roche particulière d'origine éruptive (tuf pyroclastique) appelée "Eurite". Le granite et les gneiss sont altérés sur une épaisseur importante et seule l'Eurite est exploitée pour fabriquer des granulats d'excellente qualité, à usage routier principalement.

Le gisement unique est situé en bordure nord-ouest du massif cristallin de la Serre où il forme une bande étroite, longue d'une dizaine de kilomètres, d'une largeur variant de 50 m à 500 m. L'épaisseur maximale de la formation est mal connue mais dépasse localement 15 m.

c) Gypse

Le gypse exploité au Nord de Poligny se présente en couches d'épaisseur variable, interstratifiées dans une série marno-dolomitique du Keuper supérieur. Le gisement comporte sous plusieurs dizaines de mètres de couverture deux couches de gypse épaisses de 1,80 m à 3,80 m, séparées par 2,5 m de terrains stériles (marnes et dolomies).

L'épaisseur importante des terrains de couverture nécessite une exploitation en souterrain, la méthode adoptée étant celle des chambres et piliers.

d) Pierres de construction et ornementales

Les deux carrières de pierres de construction et ornementales autorisées dans le département du Jura, sont de faible envergure et exploitent des niveaux calcaires peu épais, présentant une bonne aptitude à la taille ("Pierre du Jura") ou susceptibles de prendre le poli (calcaire marbrier). Dans les deux cas, les couches utiles sont interstratifiées dans des séries calcaires épaisses de plusieurs dizaines de mètres.

- La "Pierre du Jura", extraite à Revigny près de Lons-le-Saunier, est constituée par un calcaire organo-détritique, stratifié en bancs réguliers subhorizontaux, épais d'une quarantaine de centimètres, appartenant au Bajocien.
- La carrière de Chassal, près de Saint-Claude, exploite deux bancs subhorizontaux superposés, épais chacun de 1,40 m de calcaire bréchique dur appartenant au Barrémien (Crétacé inférieur). Il s'agit d'un calcaire marbrier connu sous le nom de "Brocatelles de Molinges" : brocatelle jaune (banc supérieur) et brocatelle violette (banc inférieur). Cette carrière n'a pas produit en 1993.

2.4. CONDITIONS GENERALES D'EXPLOITATION

2.4.1. Carrières de granulats

90% des carrières autorisées sont des carrières de granulats pour lesquelles 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.

Pour exploiter les roches massives, généralement hors d'eau, 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 gisement présente des avantages et des inconvénients :

- Les gisements se présentant sur des épaisseurs limitées, parfois très faibles dans les gravières en nappe alluviale, 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.
- Les terrasses ou cônes d'épandage d'alluvions fluvio-glaciaires dominent généralement les basses plaines alluviales et sont, de ce fait, plus sensibles du point de vue paysager.

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 de nombreuses possibilités, notamment au niveau des activités de loisirs à vocation aquatique (baignade, planche à voile, pêche, réserve naturelle...) ou écologique ; la recolonisation par des espèces pionnières y est assez rapide. 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.

2.4.2. Carrières de matériaux à usage industriel

- Les calcaires à ciment ou à chaux (pour l'industrie chimique) s'exploitent de la même manière que les roches massives pour granulats.
- Les argiles (pour tuiles), du fait de leur imperméabilité, ne sont pas aquifères mais les carrières sont exposées aux ruissellements sur les parois et l'eau peut s'accumuler dans le fond des excavations si les conditions de drainage sont mauvaises. En tout état de cause, l'extraction ne peut se faire qu'en saison sèche, avec des engins de terrassement courants.
- Lorsque l'épaisseur de la couche utile est faible en regard de celle des terrains de couverture, il est nécessaire de recourir à l'exploitation souterraine (gypse, calcaire marbrier de Chassal). La méthode adoptée est celle des chambres et piliers.

2.5. PRINCIPALES CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX POUR GRANULATS

Dans ce paragraphe on ne traitera que des roches exploitées pour les granulats, ceux-ci ayant des domaines d'utilisation différents suivant leurs caractéristiques.

2.5.1. Matériaux meubles

- Les alluvions d'origine fluvatile ou fluvio-glaciaire 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 récentes de l'Ognon, issues en grande partie du démantèlement des roches du socle vosgien, sont de nature siliceuse, de même que les alluvions plio-quadernaires apportées par des cours d'eau issus des Alpes.

- Les alluvions du Doubs, de la Loue et de la Seille sont silico-calcaires et résultent d'un mélange d'éléments calcaires jurassiens et d'éléments siliceux issus des Vosges (Doubs, en amont de Dole) ou provenant du remaniement des dépôts plio-quadernaires. Généralement, les matériaux à prédominance calcaire à la partie supérieure, deviennent de plus en plus siliceux en profondeur.

- Les alluvions récentes de l'Orain, issues en grande partie du remaniement des dépôts plio-quaternaires sur lesquels elles reposent, sont essentiellement siliceuses.
- Les alluvions de la Bienne, ainsi que les alluvions d'origine fluvio-glaciaire sont calcaires, ces dernières étant moins roulées que les alluvions des rivières.

De par leur mode de formation, les alluvions sont constituées par des éléments de 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.

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 Jura, les calcaires peuvent être regroupés en deux grands ensembles en fonction de leur 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 :

. Jurassique moyen (Bathonien) des secteurs de Dole, du Revermont et des premiers plateaux du Jura,

. Jurassique supérieur (Kimméridgien et Portlandien) des secteurs de Dole, des Hauts plateaux et de la Haute Chaîne du Jura.

- les calcaires à dominante moyennement dure :

. Jurassique moyen (Bajocien) des secteurs de Dole, du Revermont et des premiers plateaux du Jura.

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

2.5.3. Roches massives siliceuses (éruptives)

La formation ("Eurite") exploitée dans le massif de la Serre est une roche très dure, très résistante à l'usure, possédant des caractéristiques géotechniques excellentes.

Le tableau de la figure 2, tiré de la synthèse départementale des exploitations de carrières du Jura, 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,

ainsi que les domaines d'utilisation des granulats pour les assises de chaussées et de couches de roulement (norme NFP 18 101).

On notera que seule la roche massive éruptive du massif de la Serre donne des granulats de classe A.

2.6. DOMAINES D'UTILISATION DES MATERIAUX

2.6.1. Granulats

Les deux grands domaines d'utilisation des granulats sont les bétons hydrauliques et la viabilité (routes, VRD).

- *Les alluvions de nature siliceuse* (alluvions récentes de l'Ognon, cailloutis plioquaternaires de la Bresse) catégorie B à C 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 enduits superficiels, trafic important.
- *Les alluvions calcaires ou silico-calcaires* fluviatiles ou fluvio-glaciaires (catégorie C) sont utilisables pour la fabrication des bétons et la confection des chaussées : couches de fondation et de base, tout trafic.
- *Les éboulis de type groise* ne sont utilisables qu'en tout-venant pour les remblais courants.
- *Les calcaires durs (catégorie C) à moyennement durs (catégorie D)* conviennent à la plupart des usages routiers : couche de forme, couche de fondation, couche 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 un CPA (coefficient de polissage accéléré) suffisamment élevé.
- *Les calcaires les moins durs (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 haute performance (la résistance à la compression du calcaire devant être au moins égale à celle du béton).

FORMATION	NATURE	LA	MDE	CPA	CATEGORIE D'UTILISATION (SETRA-LCPC)
ROCHES MEUBLES					
- Alluvions récentes					
. Ognon	siliceuse	15 à 18	11 à 16	0,58	B
. Doubs	silico-calcaire	17 à 25	10 à 20	0,42 à 0,53	B à C
. Loue	silico-calcaire				
. Seille	silico-calcaire				
. Orain	siliceuse	(22)	(10)		C
- Fluvio-glaciaire	calcaire	21 à 26	11 à 19		C
- Plioquatenaire	siliceux	15 à 22	11 à 18		B à C
- Eboulis (grose)	calcaire	?	?	?	remblais courants
ROCHES MASSIVES					
- Socle (éruptif)	siliceuse	15	10	0,59 à 0,60	A
- Bathonien	calcaire dur	20 à 26	12 à 20		C
- Kimméridgien					
- Portlandien					
- Bajocien	calcaire moyen	25 à 30	20 à 25		C à D

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 couche de fondation et de base tout trafic - couches de roulement trafic moyen.

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'un 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 Jura

- *Les roches massives siliceuses d'origine éruptive*, du type "Eurite" de la Serre (catégorie A), donne les granulats les plus durs et les plus résistants (notamment à l'usure) que l'on puisse trouver dans la région et conviennent à tous les usages : bétons, toutes couches de chaussées y compris bétons bitumineux et enduits superficiels, ballasts SNCF...

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

2.6.2. Pierres de construction

La "Pierre du Jura", extraite à Revigny, est en partie livrée en brut, pour les marbriers funéraires, en partie taillée sur place.

Les "Brocatelles de Molinges", de la carrière de Chassal, sont extraites sous forme de blocs pour monuments funéraires, tranches sciées, et carreaux...

2.6.3. Industrie

- Les argiles des formations plio-quaternaires de la Bresse, exploitées à Commenailles et à Bois-de-Gand, sont utilisées en mélange pour la fabrication de tuiles.
- Le calcaire de la carrière de Damparis est utilisé pour fabriquer de la chaux, à usage chimique.
- Le gypse extrait au Nord de Poligny sert à fabriquer du plâtre en vrac ou en sac, des carreaux de plâtre, colles et enduits. Une partie de la production est simplement concassée et livrée sans transformation aux cimenteries.
- La cimenterie de Rochefort-sur-Nenon fabrique son ciment à partir d'un mélange de limons argileux, de calcaires argileux et de calcaires, ces trois composants étant présents en superposition dans la carrière (limons quaternaires, calcaire argileux de l'"Argovien", calcaire du "Rauracien").

3. Structure de l'activité extractive dans le département du jura

L'étude est basée sur l'analyse des données statistiques de l'année 1994 fournies :

- d'une part, par la **DRIRE** de Franche-Comté (tableau de bord des carrières du Jura) 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 (annexe 1)

En 1994, le département du Jura compte 82 carrières autorisées, dont 17 improductives. Elles se répartissent de la manière suivante :

3.1.1. Granulats

Les carrières de granulats autorisées sont au nombre de 74, dont 15 inactives et comportent :

- 11 carrières d'alluvions récentes dont 2 improductives, généralement en eau dans le lit majeur des principales rivières : Doubs (4), Loue (2), Seille (4), Ognon (1),
- 18 carrières d'alluvions fluvio-glaciaires ou glaciaires, dont 5 improductives, les plus nombreuses étant échelonnées le long de la vallée de l'Ain (11) et de la Bienne (3),
- 2 carrières dans les alluvions plio-quaternaires de la Bresse,
- 2 carrières de groise ou tout-venant calcaire, matériaux exploités en faible quantité et assimilés aux alluvions dans les statistiques,
- 40 carrières de roches massives calcaires, dont 9 improductives. L'abondance des ressources en roches massives calcaires permet une bonne répartition des carrières sur l'ensemble du territoire départemental : calcaires du Jurassique moyen (Bajocien et Bathonien) dans le plateau du Sud-Est du massif de la Serre, le Revermont et les premiers plateaux du Jura ; calcaires du Jurassique supérieur dans les hauts plateaux et la haute chaîne du Jura.

Les carrières les plus importantes (production supérieure à 100 kt/an) sont logiquement situées au voisinage des principaux centres de consommation : 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.

- 1 carrière de roche éruptive, en bordure septentrionale de la forêt de la Serre.

3.1.2 Pierres de construction ou ornementales

2 carrières seulement, de faible envergure, concernent les pierres de construction ou ornementales :

- l'une, exploite un niveau de pierre de taille dans le Bajocien, près de Lons-le-Saunier,
- l'autre, inactive en 1994, exploite souterrainement deux bancs de calcaire marbrier dans le Crétacé inférieur (Barrémien).

3.1.3. Matériaux à usages industriels

6 carrières exploitent des matériaux à usages industriels :

- 2 carrières d'argiles à tuiles alimentant la même usine, dans les formations plio-quaternaires de la bordure nord-orientale de la Bresse, au Nord de Lons-le-Saunier,
- 2 carrières de calcaires et de marnes pour la fabrication de ciment dans la série marno-calcaire de l'Argovien (Jurassique supérieur), à côté de Dole et de Champagnole, l'exploitation de cette dernière ayant cessé en 1993,
- 1 carrière souterraine de gypse dans les formations du Keuper supérieur de la zone du Vignoble, au Nord de Poligny,
- 1 carrière de calcaires du Jurassique supérieur (Séquanien-Rauracien) pour une industrie chimique, à l'Ouest de Dole.

La carte schématique au 1/500 000 de l'annexe 1 montre la répartition géographique des différentes formations géologiques exploitées pour la fabrication des granulats, ainsi que la localisation de toutes les carrières autorisées.

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

PRODUITS FABRIQUES	FORMATIONS GEOLOGIQUES EXPLOITEES	NOMBRE DE CARRIERES AUTORISEES		TOTAL
		PRODUCTIVES	IMPRODUCTIVES	
GRANULATS	ROCHES MEUBLES			
	- Alluvions Ognon	1	0	1
	- Alluvions Doubs	4	0	4
	- Alluvions Loue	1	1	2
	- Alluvions Seille	3	1	4
	- Fluvio-glaciaire vallée Ain	7	4	11
	- Fluvio-glaciaire vallée Bienne	3	0	3
	- Fluvio-glaciaire divers	4	0	4
	- Plio-quaternaire Bresse	2	0	2
	- Groise, tout-venant calcaire	2	0	2
	ROCHES MASSIVES CALCAIRES			
	- Bajocien	6	3	9
	- Bathonien	12	2	14
	- "Rauracien"	1	1	2
	- "Séquanien"	4	0	4
	- "Kimméridgien"	6	0	6
	- Portlandien	2	2	4
	- Barrémien	0	1	1
	ROCHES MASSIVES ERUPTIVES			
	- Socle ("Porphyres")	1	0	1
CIMENT	CALCAIRES ET MARNES			
	- Argovien	1	1	2
PLATRE	GYPSE	1	0	1
TERRE CUITE (tuiles)	ARGILES : Plio-Quaternaire	2	0	2
CHIMIE	CALCAIRES : Séquanien	1	0	1
PIERRES DE TAILLE	CALCAIRES			
	- Bajocien	1	0	1
	- Barrémien	0	1	1
	TOTAL.....	65	17	82

Figure 3 - Répartition des carrières autorisées du Jura,
en 1994 par formation exploitée

3.2. PRODUCTION

En 1994, le département du Jura a produit 5 508 kt de matériaux de carrières, dont 4 700 kt (85%) de granulats.

Le tableau ci-dessous montre l'évolution de la production des matériaux de carrières par grandes catégories au cours des 5 dernières années :

En 1 000 tonnes	1989	1990	1991	1992	1993	1994
GRANULATS						
. Alluvions	1 132	1 408	1 254	1 296	1 398	1 850
. Roches massives	1 477	1 611	1 788	1 290	2 447	2 850
MATERIAUX POUR L'INDUSTRIE	1 222	1 138	1 112	1 120	942	803
PIERRES DE CONSTRUCTION	1	0	0	1	1	5
PRODUCTION TOTALE	3 832	4 157	4 154	3 707	4 788	5 508

3.2.1. Granulats

Les 4 700 kt de granulats produits dans le département en 1994 se répartissent en :

- 1 850 kt (39%) de granulats naturels d'origine alluvionnaire,
- 2 550 kt (54%) de granulats fabriqués à partir de roches massives calcaires concassées,
- 300 kt (7 %) de granulats fabriqués à partir de roches massives éruptives.

Le tableau ci-dessous montre la répartition de la production de granulats par secteur et par catégorie, en 1993 et en 1994.

en 1 000 tonnes	ANNEES	SECTEUR DE DOLE	SECTEUR DE LONS LE SAUNIER	SECTEUR DE MOREZ ST CLAUDE	SECTEUR DE SALINS ARBOIS, POIGNY, CHAMPAGNOLE	SECTEUR SUD REVERMONT	TOTAL
ALLUVIONNAIRES	93 94	524 693	686 904	123 139	65 97	0 18	1 398 1 850
CALCAIRES	93 94	1 417 1 546	330 352	204 271	123 152	73 219	2 147 2 540
ERUPTIFS	93 94	300 310	- -	- -	- -	- -	300 310
TOTAL	93 94	2 241 2 549	1 016 1 256	327 410	188 249	73 237	3 845 4 700

Le tableau suivant permet de comparer l'évolution de la production de granulats au cours des 6 dernières années.

En 1 000 tonnes	1989	1990	1991	1992	1993	1994
ALLUVIONNAIRES	1 132	1 408	1 254	1 296	1 148 + 250 ⁽¹⁾	1 350 + 500 ⁽¹⁾
ROCHES MASSIVES (calcaires + éruptif)	1 477	1 611	1 788	1 290	1 647 ⁽²⁾ + 800 ⁽¹⁾	1 750 ⁽²⁾ + 1 100 ⁽¹⁾
TOTAL	2 609	3 019	3 042	2 586	2 795 + 1 050 ⁽¹⁾	3 100 + 1 600 ⁽¹⁾
% d'alluvionnaires	43	47	41	50	41 ⁽³⁾	43 ⁽³⁾

(1) : pour chantiers à caractère exceptionnel

(2) : dont environ 300 kt de roches éruptives

(3) : en faisant abstraction des productions à caractère exceptionnel

L'examen de ces tableaux montre une augmentation sensible de la production des années 1993 et 1994 par rapport à celle des années précédentes. Ce surcroît de production s'explique par l'approvisionnement de divers chantiers routiers :

- autoroute A 39,
- pont de la Corniche,
- déviation de Tavaux,
- déviation de Champagnole.

Si l'on excepte les quantités de matériaux extraites pour ces chantiers à caractère exceptionnel, la production totale n'est plus que de 2 795 kt (1993) et 3 100 kt (1994), dont respectivement 1 148 kt (41%) et 1 350 kt (43%) de matériaux alluvionnaires, et 1 647 kt (1993) et 1 750 kt de granulats de roches massives, valeurs tout à fait comparables à celles des années antérieures.

A noter qu'en 1994, près de 80% des granulats alluvionnaires ont été produits par les 9 carrières les plus importantes (production supérieure à 50 kt) et, pareillement, près de 90% des granulats de roches massives par les 11 carrières les plus importantes.

Le tableau de la figure 4 montre la répartition des carrières productives en fonction de l'importance de leur production en 1994.

NATURE	PRODUCTION EN KT						TOTAL
	≤ 10	10 à 50	50 à 100	100 à 200	200 à 300	> 300	
GRANULATS							
Alluvions fluviatiles et fluvio-glaciaires	6	10	4	2	1	2	25
Groise, tout-venant calcaire	1	1	-	-	-	-	2
Roches massives calcaires	12	8	5	3	1	2	31
Roches massives éruptives	-	-	-	-	-	1	1
Calcaires et marnes à ciment	-	-	-	-	-	1	1
Gypse	-	-	1	-	-	-	1
Argiles à tuiles	-	2	-	-	-	-	2
Pierres de taille	1	-	-	-	-	-	1
TOTAL	20	21	10	5	2	6	64

Figure 4 - Répartition des carrières actives du Jura selon l'importance de leur production en 1994

3.2.2. Pierres de taille

La seule carrière en activité, près de Lons-le-Saunier, produit 1 à 2 kt/an de pierre de taille calcaire.

3.2.3. Matériaux à usages industriels

En 1994, la production totale de matériaux à usages industriels a été de 803 kt environ comprenant :

- calcaires et marnes à ciment	484 kt
- calcaires pour industrie chimique	216 kt
- gypse pour plâtre et ciment	45 kt
- argiles pour tuiles	58 kt

TOTAL	803 kt

La baisse de production sensible enregistrée en 1993 et 1994 par rapport à celle des années précédentes remarquablement constante, de l'ordre de 1 200 kt, s'explique en grande partie par l'arrêt au cours de l'année 1993 d'une carrière de calcaires et marnes à ciment.

3.3. FLUX ENTRANT DE GRANULATS

L'importation de granulats pour le département du Jura est insignifiante. Elle ne concerne qu'une faible quantité (20 à 30 kt) de matériaux d'origine éruptive en provenance d'une carrière de Saône-et-Loire (IGE) utilisés essentiellement pour les couches de roulement dans le Sud du département.

3.4. FLUX SORTANT DE GRANULATS

En 1994, les livraisons de granulats hors du Jura ont été de 480 kt, ce qui représente, globalement, environ 10% de la production totale (4 700 kt) du département ; mais si l'on rapporte cette valeur à la production normale, hors chantiers à caractère exceptionnel, la proportion est alors de 15%. Elles comportent :

- 210 kt de matériaux alluvionnaires, soit environ 15% de la production normale,
- 200 kt de granulats de roches éruptives, soit à peu près les 2/3 de la production,

- 70 kt de granulats de roches calcaires, ne représentant que 5% de la production normale.

Elles se répartissent approximativement de la façon suivante :

En 1 000 tonnes	DEPARTEMENTS				SUISSE	TOTAL
	21	25	52	71		
Alluvions	-	50	-	80	80	210
Roches calcaires	-	-	-	-	70	70
Roches éruptives	70	100	30	-	-	200
TOTAL.....	70	150	30	80	150	480

Les quantités de matériaux exportées en Suisse sont relativement limitées. Elles comportent :

- 80 kt de granulats alluvionnaires, soit 6% de la production normale,
- 70 kt de granulats de roches massives calcaires, soit 5% de la production normale.

3.5. CONSOMMATION DE GRANULATS

Les quantités de granulats consommés dans le département du Jura en 1994 totalisent 4 240 kt, soit 90% du tonnage produit (4 700 kt), mais 2 640 kt seulement, soit 85% du tonnage produit (3 100 kt) si l'on ne tient pas compte des matériaux extraits pour les chantiers à caractère exceptionnel. Elles se répartissent de la façon suivante :

- granulats alluvionnaires : 1 640 kt ou 1 140 kt, soit respectivement 89% ou 84% de la production selon que l'on tienne compte, ou non, des chantiers à caractère exceptionnel,
- granulats de roches calcaires : 2 470 kt ou 1 370 kt, soit respectivement 97% ou 95% de la production, selon que l'on tienne compte, ou non, des chantiers à caractère exceptionnel,
- granulats de roches éruptives : environ 130 kt, soit 43% de la production.

On constate que la production de granulats satisfait aux besoins du département, quelle que soit la nature des matériaux.

3.6. DESTINATION (UTILISATION) DES GRANULATS CONSOMMÉS

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

- les bétons hydrauliques,
- les autres emplois qui regroupent essentiellement routes (couches de chaussées y compris couches de roulement, sans ou avec traitement), viabilité courante et VRD.

3.6.1. Bétons hydrauliques

700 kt, soit 27% des granulats consommés (hors chantiers exceptionnels) dans le département du Jura en 1994 ont été utilisés dans les bétons hydrauliques :

- environ 400 kt (57%) pour les bétons prêts à l'emploi et les produits en béton (préfabrication),
- environ 300 kt (43%) pour les autres bétons.

Les granulats utilisés pour la fabrication des bétons sont exclusivement d'origine alluvionnaire.

3.6.2. Autres emplois

1 940 kt, soit 73% des granulats consommés (hors chantiers exceptionnels) dans le département du Jura en 1994 ont été employés à des usages autres que les bétons hydrauliques, principalement en technique routière.

Les matériaux utilisés comportent :

- 440 kt (23%) d'alluvions,
- 1 370 kt (70%) de roches calcaires,
- 130 kt (7%) de roches éruptives.

Les chantiers routiers, à caractère exceptionnel ont consommé en 1994 environ 500 kt d'alluvions et 1 100 kt de roches calcaires.

Le tableau ci-après montre la répartition des granulats, consommés dans le département en 1994 (hors chantiers exceptionnels), par nature et par catégorie d'utilisation.

UTILISATION NATURE	BETONS HYDRAULIQUES (kt)	ROUTES VIABILITE ET AUTRES (kt)	TOTAL (kt)
Alluvions	700 (61%)	440 (39%)	1 140 (100%)
Roches calcaires	0 (0%)	1 370 (100%)	1 370 (100%)
Roches éruptives	0 (0%)	130 (100%)	130 (100%)
TOTAL.....	700 (27%)	1 940 (73%)	2 640 (100%)

Les tableaux synthétiques de l'annexe 3 donnent une vue globale de l'activité extractive des granulats dans le Jura, en 1994.

3.7. MODALITES DE TRANSPORT DES GRANULATS

3.7.1. Transport routier

Dans le département du Jura, quelle que soit la nature des matériaux exploités, le transport intra ou extradépartemental des granulats s'effectue exclusivement par voie routière, ce qui engendre des nuisances au voisinage des carrières et contribue à l'accroissement du trafic routier général et dans les agglomérations. Cet accroissement du trafic routier entraîne une accélération de la vitesse de dégradation de la voirie.

Les nuisances liées au trafic entre les sites d'extraction et les grands axes routiers peuvent être importantes lorsque les camions doivent traverser un village ou un hameau en circulant sur une voirie mal adaptée. Une carrière produisant 200 000 t/an, soit environ 1 000 t/jour, induit un trafic de l'ordre d'une cinquantaine de camions pleins et autant de vides par jour.

En outre, par temps humide, il arrive que les souillures laissées sur les routes à la sortie des carrières rendent les chaussées glissantes.

3.7.2. Possibilités de transport par rail

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

- Sauf exception, 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, la plus grande partie des matériaux sont livrés dans un rayon qui n'excède pas 40 km. Les exportations vers la Suisse se font en faibles quantités (150 kt au total en 1994), à partir d'une dizaine de sites.
- 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 augmentent le prix des matériaux livrés et ne sont envisageables que pour des produits nobles, transportés en quantités importantes, sur de longues distances.

Selon un responsable du transport frêt de la SNCF, seule la carrière de roche éruptive de Moisey, au Nord de Dole, en bordure du massif de la Serre paraît, a priori, remplir les conditions qualitative et quantitative permettant d'envisager la livraison de matériaux par voie ferrée.

Par ailleurs, le réseau SNCF du Jura ne dispose pas, actuellement, de base de réception fonctionnelle pour des granulats, à l'exception de Tavaux.

Dans ces conditions, il apparaît que la structure actuelle de l'activité extractive des granulats et les infrastructures ferroviaires existantes dans le département du Jura ne sont pas adaptées au transport intradépartemental des matériaux par voie ferrée. Seule une restructuration allant dans le sens d'un regroupement des extractions sur quelques sites seulement, ou l'ouverture de chantiers ponctuels de grande envergure pourrait amener à reconsidérer la question, notamment sur le plan économique.

3.7.3. Possibilités de 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 et dont le projet de mise à grand gabarit est actuellement abandonné. Cet ouvrage occupe une position très marginale, à l'extrémité nord du département.

Comme pour le transport ferroviaire et pour les mêmes raisons évoquées ci-dessus, la structure actuelle de l'activité extractive du département n'est pas favorable au développement du transport des matériaux de carrière par voie fluviale.

Cependant, ce mode de transport peut s'avérer intéressant dans le cas d'un gros chantier à caractère exceptionnel. La situation géographique de ce dernier 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.

Le canal actuel, du fait de sa situation géographique, ne présente guère d'intérêt pour la desserte en granulats du département.

En définitive, sachant que pour longtemps encore, la route restera le moyen de transport essentiel des granulats, les orientations à privilégier dans ce domaine doivent se situer au niveau de la sécurité.

En effet, 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 privilégiera les sites pouvant être reliés par des voies spécifiques aux voies de circulation importantes et permettant d'éviter la traversée de zones habitées qui impliquerait des nuisances.

Dans tous les cas, d'une manière générale, une attention toute particulière sera portée sur la prise en compte, dans le dossier de demande d'autorisation, 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 graviers 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

Alors que les carrières sont nombreuses en Haute-Saône, on ne compte qu'une seule exploitation dans la partie de la vallée de l'Ognon qui concerne le département du Jura. Cette carrière, ouverte récemment (1994) en rive gauche, sur la commune de Pagny, n'en est qu'à son début.

b) Vallées du Doubs et de la Loue

Les vallées du Doubs et de la Loue sont peu marquées par les extractions de granulats qui sont en petit nombre (6) isolées et très éloignées les unes des autres.

A l'exception de la carrière de Dole (zone d'emprunt utilisée pour la construction du pont de la Corniche), dont l'exploitation est terminée et qui doit être aménagée en plan d'eau de loisirs pour le compte de la ville, les exploitations sont situées en bordure immédiate des cours d'eau, dans des secteurs où la plaine alluviale, bien développée, a une largeur de plusieurs kilomètres.

Par ailleurs, les exploitations les plus importantes sont en grande partie masquées à la vue par les massifs boisés à caractère linéaire (ripisylve) qui bordent le lit mineur.

c) Vallée de la Seille

En aval d'Arlay, la plaine alluviale de la Seille, plate, largement développée et vouée essentiellement à l'activité agricole, offre un paysage ouvert, entièrement découvert. Les gravières déterminent des plans d'eau dont l'impact est atténué par :

- la concentration des sites d'extraction, tous situés dans le même secteur, aux confins des communes de Desnes, Ruffey-sur-Seille et Vincent, au milieu de la plaine, très à l'écart de la rivière,
- la largeur importante de la plaine alluviale qui, dans ce secteur, atteint près de 4 kilomètres.

En amont d'Arlay, on ne relève que deux carrières de faible envergure et peu actives qui exploitent, comme tout-venant, hors d'eau, les matériaux alluvionnaires plus ou moins argileux d'une terrasse ancienne qui domine de quelques mètres la basse plaine alluviale de la Seille.

d) Vallée de l'Ain

Dans la vallée de l'Ain, on compte une quinzaine de carrières d'alluvions, échelonnées entre Syam en amont et Largillay-Marsonnay en aval. Toutes exploitent, généralement hors d'eau, des matériaux d'origine fluvio-glaciaire qui forment, en bordure de vallée, des terrasses dominant la basse plaine alluviale.

La plupart de ces carrières sont de taille modeste (superficie inférieure à 5 hectares). Les plus importantes sont regroupées dans deux secteurs :

- à Crotenay, où les sites d'extraction sont "coincés" entre le relief de la côte de l'Heute à l'Ouest, l'aérodrome de Champagnole-Crotenay au Nord, le village à l'Est et le CD 5 au Sud,
- à Largillay-Marsonnay, où des travaux de retalutage et de revégétalisation des fronts de taille sont prévus pour atténuer l'impact paysager des deux carrières principales qui arrivent en phase terminale d'exploitation.

A noter qu'il y a une dizaine d'années, dans le cadre des études financées par la Taxe parafiscale sur les granulats, une opération pilote de réaménagement en terre agricole a été réalisée sur une partie d'une carrière de Crotenay.

e) Vallée de la Bienne

Malgré leur nombre réduit (4) et leur taille relativement modeste (surface unitaire inférieure à 10 hectares), les carrières qui exploitent les alluvions dans la nappe (alluvions récentes du lit majeur) ou hors d'eau (terrasses fluvio-glaciaires), ont un impact non

négligeable sur le paysage, l'hydrodynamique de la rivière et la morphologie de la vallée, en aval de Saint-Claude, entre Chassal et Lavancia-Epercy.

f) Autres sites d'extraction

Une dizaine d'autres carrières, dispersées sur le territoire, hors des vallées, exploitent le plus souvent comme tout-venant, soit des alluvions fluvio-glaciaires (en placages sur les plateaux calcaires), soit des éboulis (groises), soit des alluvions plio-quaternaires.

Toutes ces carrières, de petite dimension (surface autorisée inférieure à 5 hectares) et hors d'eau, ont peu d'impact sur l'environnement.

Toutefois, il convient de signaler une exploitation ancienne anarchique du gisement fluvio-glaciaire du Bief des Cornes qui s'étend sur les communes d'Arbois et de La Châtelaine. Dans ce secteur, on constate en effet l'existence de plusieurs excavations abandonnées, aux contours irréguliers, lieux propices pour les décharges sauvages.

3.8.2. Carrières de roches massives calcaires

Les ressources en roches massives calcaires sont abondantes et réparties sur l'ensemble du territoire, à l'exception de la plaine bressanne. Par ailleurs, la faible valeur ajoutée des produits ne permet pas leur transport sur de longues distances. C'est ce qui explique en grande partie :

- l'absence de carrière de très grande envergure,
- le nombre important de carrières, mais la dispersion de celles-ci sur l'ensemble du territoire,
- le caractère épisodique de l'activité de certaines d'entre elles qui ne produisent qu'à l'occasion de l'ouverture de chantiers dans les environs.

Une soixantaine de carrières de roches calcaires (dont une quinzaine abandonnées) sont recensées à la DRIRE, mais leur nombre est très supérieur si l'on compte les carrières (communales pour la plupart) généralement de faible envergure, abandonnées depuis très longtemps, sites privilégiés de décharges sauvages.

On constate toutefois une concentration de carrières dans le secteur de Dole où la plupart des communes (Dole, Champvans, Monnières, Sampans, Anthume, Jouhe) ont au moins un site d'extraction (actif ou abandonné). C'est dans ce secteur également que l'on trouve les exploitations les plus importantes. En effet, aux cinq carrières qui seules produisent plus de 60% des granulats de roches calcaires du département, il convient d'ajouter deux grosses exploitations de calcaires à usages industriels : celle de la Société Solvay à Damparis et celle des ciments d'Origny à Rochefort-sur-Neenon.

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'infiltrant 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 et seuls les déchets strictement inertes et contrôlés peuvent y être admis (cf. § 3).

3.8.3. Carrières de roches éruptives

La totalité du seul gisement potentiel de roches éruptives se trouve dans le massif forestier de la Serre, au Nord de Dole. Le secteur d'extraction (ancienne et actuelle) forme une entaille quasi continue, haute de plusieurs dizaines de mètres sur une longueur de 2,5 kilomètres en lisière de la forêt, au pied du versant méridional du Vallon de la Vèze. La vue éloignée des fronts de taille est quelque peu masquée par le versant opposé du vallon, lui-même en grande partie boisé. Compte-tenu des conditions de gisement, l'extraction ne peut se développer que vers l'Est, en pénétrant de plus en plus au coeur de la forêt de la Serre.

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 de la figure 5 indique par région de production, tels qu'ils ressortent des statistiques de la DRIRE, l'importance des réserves **théoriques** autorisées et le nombre **théorique** d'années de production (au rythme de l'année 1994), ce dernier étant sans rapport avec la durée d'autorisation.

4.1.1. Matériaux alluvionnaires

Les réserves théoriques autorisées fin 1994, de 26 500 kt, représentent globalement 20 années de production au rythme moyen actuel, c'est-à-dire sans tenir compte des productions pour chantiers à caractère exceptionnel, mais le délai d'épuisement varie suivant les secteurs :

- égal ou supérieur à 20 ans dans les principaux secteurs de production et de consommation (Dole, Lons-le-Saunier, Saint-Claude - Morez),
- 12 ans dans le secteur Arbois - Poligny - Salins-les-Bains,
- 7 ans seulement dans le secteur Sud Revermont mais la production y est marginale.

4.1.2. Roches massives calcaires

Les réserves théoriques autorisées fin 1994, de 23 900 kt représentent globalement 14 années de production au rythme actuel, hors chantiers à caractère exceptionnel, mais la durée d'épuisement des réserves varie considérablement suivant les régions :

- 3 ans seulement dans le secteur Saint-Claude - Morez,
- 8 ans dans le secteur de Dole où la production annuelle est la plus importante,
- 10 ans dans le secteur de Lons-le-Saunier,
- 13 ans dans le secteur Sud Revermont,
- 58 ans dans le secteur Arbois - Poligny - Salins-les-Bains où la production annuelle est la plus faible.

Schéma départemental des carrières du Jura

SECTEURS	MATERIAUX ALLUVIONNAIRES (kt)			ROCHES MASSIVES CALCAIRES (kt)			ROCHES MASSIVES ERUPTIVES (kt)		
	PRODUCTION (kt, 1994)	RESERVES THEORIQUES (kt, 1994)	ANNEES PRODUCTION THEORIQUES (rythme 1994)	PRODUCTION (kt, 1994)	RESERVES THEORIQUES (kt, 1994)	ANNEES PRODUCTION THEORIQUES (rythme 1994)	PRODUCTION (kt, 1994)	RESERVES PRODUCTION THEORIQUES (kt, 1993)	ANNEES PRODUCTION THEORIQUES (rythme 1994)
DOLE	360 (1)	6 780 (2)	19	640 (1)	5 360	8	300	1 200	4
LONS-LE-SAUNIER	700 (1)(3)	14 800	21	380	3 870	10	-	-	-
ARBOIS POLIGNY-SALINS	100	1 200	12	180	10 520	58	-	-	-
SAINT-CLAUDE MOREZ	150	3 650 (4)	24	300	1 000	3	-	-	-
SUD REVERMONT	20	140	7	240	3 210	13	-	-	-
TOTAL.....	1 330	26 570	20	1 740	23 960	14	300	1 200	4

- (1) : hors productions temporaires pour chantiers à caractère exceptionnel
 (2) : dont 80% sur un seul site
 (3) : y compris les carrières de Crotenay
 (4) : dont plus de 60% sur un seul site

Figure 5 - Réserves autorisées théoriques en granulats du département du Jura au 31/12/1994

4.1.3. Roches massives éruptives

Les réserves théoriques autorisées fin 1994, 1 300 kt, ne garantissent que 4 années de production au rythme actuel.

4.2. RESSOURCES POTENTIELLES

4.2.1. Granulats

Dans les paragraphes qui suivent, les superficies indiquées sont des superficies totales, sans déduction d'aucune sorte. Elles représentent donc des ressources en place et non pas, loin s'en faut, des ressources effectivement exploitables.

a) Matériaux meubles

Alluvions récentes

Il s'agit des alluvions quaternaires d'origine fluviale, généralement aquifères, occupant le fond plat des principales vallées.

Vallée de l'Ognon (alluvions siliceuses)

La vallée de l'Ognon marque la limite entre le Jura et la Haute-Saône.

La rivière décrit de nombreux méandres et le gisement alluvionnaire se trouve tour à tour principalement dans l'un ou l'autre de ces départements mais le plus souvent en Haute-Saône (rive droite).

Dans ces conditions, la ressource potentielle doit être considérée globalement à l'échelle de la vallée.

Trois gisements potentiels favorables ont été localisés grâce à la compilation de deux études antérieures² :

² - "Etude d'aménagement coordonné de la vallée de l'Ognon, de Mélissey (70) à Heuilley-sur-Saône (21)", réalisé en 1978, dans le cadre de la Taxe Parafiscale sur les Granulats (TPFG, référence n°013-070-004) qui a permis de dégager, compte tenu des diverses contraintes existantes à l'époque, 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.

Le tableau ci-dessous donne les principales caractéristiques de ces trois gisements :

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
THERVAY	X		25	2 à 3	4 à 6
MUTIGNEY- PESMES	X	X	125	2 à 3	4 à 6
TOTAL			200	2,5 (moyenne)	5 (moyenne)

(*) valeurs estimées à partir de quelques sondages ; à préciser par des sondages complémentaires.

On constate que dans cette partie de la vallée de l'Ognon (basse vallée) l'épaisseur de découverte est relativement importante et que le rapport d'exploitabilité (épaisseur de sables et graviers sur épaisseur de découverte G/D) de l'ordre de 2, n'est pas particulièrement intéressant.

Vallée du Doubs (alluvions silico-calcaires)

Entre Salans et Dole, la plaine alluviale du Doubs est relativement bien développée avec une largeur qui varie de 1 km à près de 2 km mais présente trois rétrécissements où elle n'a que quelques centaines de mètres de large et qui correspondent à des seuils ("remontée du substratum), aux niveaux de Rans - Ranchot, Nenon - Audelange, Dole.

En aval de Dole, la vallée s'évase progressivement avant de s'ouvrir très largement sur la plaine de Bresse ; elle atteint 15 km de large entre Asnans-Beauvoisin et Saint-Aubin.

L'épaisseur de découverte varie de quelques décimètres à 4 mètres.

L'épaisseur des sables et graviers est irrégulière ; elle varie de quelques mètres à 10 mètres en amont de Dole et jusqu'à 15 mètres, en aval de Dole.

Les ressources potentielles sont très importantes. En effet, une étude ³ réalisée par SOGREAH en 1976, appuyée sur les résultats d'une étude antérieure ⁴, évalue à plus de

³ Les matériaux alluvionnaires dans la région de Franche-Comté. La vallée du Doubs à l'aval de Besançon. Rapport SOGREAH. 1976. Etude réalisée pour le compte de la Région de Franche-Comté (Service Régional de l'Équipement).

110 millions de m³, soit près de 200 millions de tonnes les ressources en matériaux exploitables "hors contraintes" à cette époque, dans les seules zones où les conditions d'exploitation sont a priori les plus favorables, avec un rapport r :

épaisseur de découverte D

épaisseur exploitable G

au plus égal à 0,25, ce qui correspond à 0,25 mètres de découverte par mètre de matériaux exploitables.

Ces ressources potentielles, en place, se répartissent de la manière suivante :

SECTEUR	EPAISSEUR MOYENNE		D/G	SUPERFICIE TOTALE (ha)	TOTAL DES COEFFICIENTS LIMITANTS (contraintes)	SUPERFICIE RESTANTE (ha)	RESERVES DISPONIBLES	
	D (m)	G (m)					m ³ x 1 000	t x 1 000
LA BARRE-FALLETANS	1,70	6,50	0,25	500	0,46	270	17 500	31 000
FALLETANS-DOLE	1,70	7,50	0,22	256	0,76	61	4 600	8 000
DOLE-GEVRY	1,25	7,50	0,17	532	0,76	127	9 500	17 000
GEVRY-NEUBLANS	1,25	8,00	0,15	2 475	0,60	990	79 200	139 000
TOTAL						1 448	110 800	195 000

En outre, une étude complémentaire ⁵ réalisée en 1977 dans le cadre de la TPGF a permis, grâce à de nouvelles investigations, de classer en "zone favorable" une partie des zones considérées comme a priori "peu favorables" en 1975.

⁴ Etude préliminaire des ressources en sables et graviers de la basse vallée du Doubs entre Dole et Verdun-sur-le-Doubs. 1975. Etude réalisée pour le compte du Ministère de l'Industrie et de la Recherche (Arrondissement Minéralogique de Dijon).

⁵ Etude complémentaire des ressources en sables et graviers de la basse vallée du Doubs entre Dole et Verdun-sur-le-Doubs. TPGF n° 002.071.003.1977.

Vallée de la Loue (alluvions silico-calcaires)

Dès son entrée dans le département du Jura, à Cramans, la vallée de la Loue, jusque-là très étroite, s'étale largement sur les formations plio-quaternaires de la forêt de Chaux que l'on peut rattacher au domaine bressan.

Entre Cramans et Parcey, confluence avec le Doubs, sur une vingtaine de kilomètres de longueur, la plaine alluviale a une largeur remarquablement constante, comprise entre 3 et 3,5 km. Le tracé du cours de la rivière a été rectifié et une partie des méandres qui divaguaient dans la plaine ont été supprimés.

Le remplissage alluvial de la vallée de la Loue est assez complexe, les alluvions récentes à dominante calcaire reposant sur des alluvions plio-quaternaires également sablo-graveleuses, mais siliceuses et plus ou moins remaniées dans la partie supérieure.

Ainsi, les alluvions graveleuses d'abord calcaires, s'enrichissent de plus en plus en éléments siliceux avec la profondeur. La transition est marquée par la disparition complète des éléments calcaires et un changement assez net de la cohésion des alluvions, les éléments plio-quaternaires siliceux étant souvent cimentés jusqu'à constituer un véritable conglomérat.

Quelquefois, la limite entre alluvions récentes et alluvions plio-quaternaires est marquée par un niveau argileux à caractère lenticulaire mais dont l'épaisseur peut atteindre localement plusieurs mètres. Dans ces conditions, seule la partie supérieure du remplissage alluvial correspondant aux alluvions récentes paraît exploitable.

Dans l'ensemble de la plaine, l'épaisseur des alluvions récentes sablo-graveleuses varie de 5 m à 10 m sous une découverte argilo-limoneuse le plus souvent inférieure à 1 m mais pouvant atteindre localement 3 m.

Vallée de la Cuisance

En l'absence de données, les potentialités de la vallée de la Cuisance, en aval d'Arbois, sont indéterminées.

Vallée de l'Orain (alluvions siliceuses)

Une étude ⁶ financée par la TPF, réalisée en 1981, a mis en évidence, dans la moyenne vallée de l'Orain, entre Colonne et Villers-Robert, la présence d'un gisement de granulats alluvionnaires, de nature siliceuse, épais de plusieurs dizaines de mètres, séparé verticalement en deux parties par une intercalation argileuse épaisse de quelques décimètres, située vers 15 m de profondeur.

⁶ Etude des ressources en matériaux calcaires et silico-calcaires pour l'approvisionnement de Lons-le-Saunier. TPF n° 028.039.005, 1981.

Ces alluvions sont probablement, pour l'essentiel, d'âge plio-quaternaire, correspondant aux cailloutis de la Forêt de Chaux. (cf. § 4.2.1. - alluvions plio-quaternaires siliceuses), la distinction avec les alluvions récentes, de même nature, n'étant pas possible.

La zone concernée s'étend sur une longueur de 9,25 km et une largeur moyenne de 1 km.

La découverte argilo-limoneuse a une épaisseur relativement importante, comprise entre 2,10 m et 3,60 m.

En ne considérant que la partie supérieure du gisement, soit 10 à 12 m de graviers, la ressource potentielle en place peut être estimée à 100 millions de m³ environ, soit plus de 150 millions de tonnes.

Il convient toutefois de signaler que les matériaux sont plus ou moins argileux et rendent le lavage indispensable.

L'élimination sélective de la couche argileuse intercalée permettrait d'accéder à des réserves encore plus considérables.

Vallée de la Seille (alluvions silico-calcaires)

Entre Arlay et Cosges, la plaine alluviale de la Seille s'étend sur une longueur de près de 12 km et une largeur de 2,5 à 5 km.

L'épaisseur de la couverture argilo-limoneuse augmente d'Est en Ouest : de 1 à 1,5 m en amont de Bletterans, elle dépasse souvent 2 m entre Villevieux et la D58 et atteint 3 m et plus à l'Ouest de cette dernière.

L'épaisseur de la formation sablo-graveleuse varie en sens inverse : supérieure à 10 m et atteignant localement plus de 15 mètres à l'Est de Desnes, elle dépasse rarement 6 à 7 m entre Villevieux et la D 58 et 4 à 5 m à l'Ouest de cette dernière ; dans le même sens, le matériau devient de plus en plus sableux.

Le substratum des alluvions grossières, sableux à l'amont, devient de plus en plus argileux vers l'aval.

L'étude TPF⁶ estimait la superficie totale du gisement potentiel à 3 250 ha environ, représentant entre 200 et 250 millions de m³ de matériaux en place.

La zone jugée a priori la plus favorable à l'extraction, avec une épaisseur de découverte généralement inférieure à 1,50 m et une épaisseur moyenne de graviers supérieure à 10 m est localisée à l'extrémité nord-est de la plaine alluviale entre Desnes et la D 120. Elle s'étend sur les communes de Arlay, Lombard, Vincent, Desnes, Ruffey-sur-Seille. Elle couvre une superficie totale de 600 ha environ, ce qui représente une ressource potentielle de granulats en place de 60 millions de m³, soit plus de 100 millions de tonnes.

Vallée de la Brenne

Dans la vallée de la Brenne, les renseignements sont trop dispersés et trop hétérogènes pour qu'il soit possible d'évaluer, même approximativement, l'importance des réserves exploitables. Cependant, ils mettent en évidence un certain nombre de facteurs défavorables qui rendent peu probable l'existence d'un gisement de graviers exploitable d'envergure :

- relative étroitesse de la plaine alluviale (500 m en moyenne),
- épaisseur importante de la découverte argileuse, le plus souvent égale ou supérieure à 4 m,
- épaisseur très variable et caractère argileux des graviers avec présence d'intercalations de couches d'argile.

Vallée de la Vallière

Entre Frebuans à l'amont et la limite occidentale du département du Jura à l'aval, la plaine alluviale de la Vallière et de son affluent, la Sorne, occupe une superficie de 730 ha environ, ce qui représente un volume de graviers en place estimé entre 20 et 27 millions de m³.

Toutefois, l'épaisseur relativement importante de la découverte (2 à 3 m en moyenne, atteignant parfois 4 m), la faible puissance (3 à 4 m en moyenne) et le caractère argileux des graviers ne sont guère favorables à l'implantation d'une exploitation d'envergure qui consommerait beaucoup de terrain.

Vallée de l'Ain

Le lit majeur, généralement très étroit, et les basses terrasses de la vallée de l'Ain ne présentent pas d'intérêt en tant que ressources potentielles en granulats. Les sondages qui y ont été réalisés montrent que les alluvions sablo-graveleuses sont peu épaisses : 3 à 3,5 m en moyenne, souvent argileuses, sous un recouvrement argilo-limoneux épais de quelques décimètres à 2,5 m.

Vallée de la Bienne

Le lit majeur de la Bienne n'a une extension notable qu'entre Jeurre et Lavancia-Epercy, sur moins de 2 km de longueur. Le gisement, en partie exploité, est morcelé par les méandres de la rivière qui reste très active et qui divague d'un bord à l'autre de la plaine alluviale.

Dans le secteur d'extraction, l'épaisseur des alluvions sablo-graveleuses est d'une dizaine de mètres, sous un mince recouvrement (quelques décimètres de terre).

En l'absence de sondages, l'importance de la ressource potentielle en granulats est difficile à évaluer mais elle est probablement assez limitée, compte tenu de la faible superficie du gisement qui est de l'ordre d'une quinzaine d'hectares au total.

Alluvions fluvio-glaciaires (calcaires)

C'est dans la vallée de l'Ain que les alluvions fluvio-glaciaires sont les mieux connues, formant des terrasses plus ou moins étendues qui dominent la basse plaine alluviale et reposent le plus souvent sur un substratum argileux.

L'étude TPGF de 1981 ⁶ précitée donne une évaluation approximative de la ressource potentielle en place que représentent ces gisements, du Nord au Sud :

SECTEUR	SUPERFICIE (ha)	RESSOURCE	
		m ³ x 1 000 (1)	t x 1 000
CROTENAY NORD	200 (2)	20 000	35 000
CROTENAY OUEST et SUD-OUEST	55	5 500	9 500
PONT DU NAVOY - MONNET LA VILLE	240	24 000	42 000
MONNET LE BOURG - MONTIGNY SUR L'AIN	100	10 000	17 500
MARIGNY	35	3 500	6 000
CHARCIER	60	6 000	10 500
CHAREZIER - VERTAMBOZ	125	12 500	22 000
SUD-EST VERTAMBOZ	30	3 000	5 500
CLAIRVAUX LES LACS - SOYRIA	155	15 500	27 000
TOTAL	1 000	100 000	175 000

(1) : pour une épaisseur moyenne estimée à 10 m.

(2) : en grande partie gelé par l'aérodrome de Champagnole-Crotenay.

Cependant, il convient de préciser que certains gisements, spécialement ceux du Sud (Marigny, Charcier, Charezier, Vertamboz, Clairvaux-les-Lacs) contiennent des passages de matériaux finement sableux, sans gros éléments, ce qui peut leur enlever de l'intérêt.

D'autres gisements potentiels, situés en aval du barrage de Vouglans, à Cernon (lieu-dit "Menouille"), Chancia, Coisia, Thoirrette, sont mal connus.

Les alluvions fluvio-glaciaires, localement exploitées, existent également sous forme de terrasses ou de cônes d'épandage d'extension variable :

- aux environs de Champagnole,
- dans le secteur d'Orgelet et la vallée de la Valouse : Plaisia, Sarroгна, Savigna, Cornod,
- dans la vallée de la Bienne, en aval de Saint-Claude : entre Chassal et Jeurre, Lavancia-Epercy.

Dans ces secteurs les dépôts fluvio-glaciaires représentent une ressource en granulats alluvionnaires certainement intéressante, mais dont l'importance (qualitative et quantitative) ne peut être précisée en l'absence totale d'informations autres que celles données par les cartes géologiques au 1/50 000 existantes.

Alluvions plio-quaternaires (siliceuses)

Les alluvions graveleuses plio-quaternaires se rencontrent principalement dans le Nord du département, notamment dans l'interfluve Doubs-Loue correspondant à la Forêt de Chaux, ainsi qu'en bordure méridionale de la vallée de la Loue. A l'affleurement, ces alluvions ne constituent pas un matériau de choix pour les granulats en raison de leur hétérométrie, et de la présence fréquente d'une matrice argilo-sableuse et d'éléments de roches très altérées, plus ou moins friables.

De fait, elles sont rarement exploitées et essentiellement comme tout-venant de viabilité (pour empierrement) ; les deux carrières autorisées dans cette formation n'ont extrait au total que moins de 10 000 tonnes en 1994.

Plus au Sud, les graviers plio-quaternaires sont recouverts par des formations argileuses (argiles d'Oussières) sauf au droit des vallées de l'Orain et de la Seille où, cette couverture argileuse ayant été décapée par l'érosion, on les trouve sous les alluvions récentes et en continuité avec celles-ci (cf. paragraphe 2.5.1.).

Dans ce cas, il semble que les matériaux soient de meilleure qualité.

Eboulis calcaires ou groises

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

Les gisements moins connus, rarement cartographiés sur les cartes géologiques existantes, sont probablement peu importants. D'autre part, ils sont situés à flanc de coteaux dans des zones très sensibles du point de vue paysager ou du point de vue de la stabilité des terrains (risques de glissements).

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

b) Roches massives

Roches calcaires

La carte schématique de l'annexe 1 et le tableau de la figure 3 montrent 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 Jura. Mais compte tenu des vastes étendues des zones d'affleurement (hors de la Bresse et de la Forêt de Chaux) figurant sur les cartes géologiques existantes, on peut affirmer qu'elles sont considérables, voire inépuisables pour peu que des techniques d'élaboration soient 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, impact environnemental...).

Secteur de Dole

Les séries calcaires du Jurassique affleurent très largement entre la vallée du Doubs et le massif de la Serre :

- les calcaires du Jurassique moyen, bajociens et bathoniens (ces derniers étant les plus activement exploités du fait de leur meilleure qualité) au Nord-Ouest, entre Dole et Sampans et, plus éloignés, au Nord-Est, entre Rochefort-sur-Nenon et Pagney, au bord de la vallée de l'Ognon,
- les calcaires du Jurassique supérieur, essentiellement rauraciens et séquaniens à l'Ouest, entre Dole et Champvans et au Nord-Est entre Dole et Amange.

Secteur de Lons-le-Launier

Dans le secteur de Lons-le-Saunier, les calcaires du Jurassique moyen, bajociens et bathoniens sont largement prédominants. Ils forment la quasi totalité des plateaux qui dominent la zone du Vignoble et s'étendent, vers l'Est, jusqu'au relief de la chaîne de l'Euthe sur une largeur qui varie de 5 km à 10 km.

Ils affleurent aussi largement mais de façon beaucoup plus irrégulière, au Sud de Lons-le-Saunier, dans la partie méridionale du Vignoble et dans le Revermont où la structure est compartimentée et découpée en "lanières" par de nombreuses failles de direction méridienne.

Secteur de Morez - Saint Claude

- Dans le secteur de Morez, les calcaires du Jurassique supérieur sont les plus répandus. Ils constituent le sous-sol de tous les grands massifs boisés : Bois du Bevet, Forêts du Risoux, de la Joux Devant, du Mont Noir...

Les calcaires du Jurassique moyen, moins épais, plus hétérogènes et souvent entrecoupés d'intercalations marneuses, forment le noyau d'anticlinaux érodés (anticlinal de Morez-Bellefontaine) et apparaissent rarement à l'affleurement car ils sont recouverts par des dépôts glaciaires morainiques très développés.

- Dans le secteur de Saint-Claude, les calcaires du Jurassique supérieur et les calcaires du Jurassique moyen affleurent largement :

. les premiers forment la voûte des structures anticlinales : anticlinaux de Lavans-les-Saint-Claude, du Bois de Cuttura, d'Avignon, de la Forêt du Frênois, des Bouchoux...

. les seconds apparaissent au coeur des anticlinaux érodés sous forme de bandes allongées Sud-Ouest Nord-Est, de largeur variable (0,5 à 2 km) notamment au Sud de Saint-Claude (communes de La Pesse, Bellecombe, Les Molunes), au Sud-Ouest de Saint-Claude (Chevry, Ranchette, Larrivoire, Choux) et plus à l'Ouest, entre Vaux-les-Saint-Claude et Prénovel, en passant par Les Crozets, ainsi qu'au Nord et au Nord-Est de Moirans-en-Montagne.

Secteur de Salins-Arbois-Poligny-Champagnole

Les calcaires du Jurassique moyen sont largement prédominants et occupent la plus grande partie de la surface des plateaux qui s'étendent entre la zone du Vignoble et la vallée de l'Ain, jusqu'à l'Est de Champagnole (Forêt de la Fresse, Forêt de Sapois).

Les calcaires du Jurassique supérieur se rencontrent essentiellement au Sud de Champagnole où ils constituent le sous-sol des hauts plateaux qui s'étendent de part et d'autre de la vallée de la Lemme.

Roches éruptives

La formation exploitée appartient au socle cristallin hercynien qui n'apparaît à l'affleurement que dans le massif de la Serre, au Nord de Dole. Appelée "eurite", elle correspond à un faciès de tuf volcanique reposant sur un substratum gneissique et recouvert par les sédiments argilo-gréseux du Permien, sous lesquels elle disparaît vers le Nord-Ouest avec un pendage qui varie de 10° à 35°.

Ainsi défini, le gisement potentiel forme à l'affleurement une bande très étroite, large de quelques dizaines de mètres à 400 m qui s'étend suivant une direction WSW-ENE sur une longueur de près de 10 km, entre Moissesey et Serre-les-Moulières, sur le flanc septentrional du massif de la Serre.

L'épaisseur de l'eurite varie d'une dizaine de mètres à une quarantaine de mètres.

4.2.2. Matériaux à usages industriels, pierres ornementales et pierres de construction

Lorsque les réserves d'un gisement de granulats sont épuisées, il est relativement aisé de déplacer les installations de traitement sur un autre site, même éloigné.

En ce qui concerne les matériaux à usage industriel, les ressources exploitables doivent se trouver le plus près possible des usines de traitement ou de transformation (cimenterie, tuilerie...).

C'est pourquoi, dans le cadre du présent schéma des carrières, les exploitants ont été consultés pour permettre de délimiter au voisinage des gisements actuellement exploités, en tenant compte du contexte géologique, des espaces renfermant des réserves suffisantes pour assurer l'approvisionnement des usines pendant une trentaine d'années. C'est ce qui a été fait pour :

- la carrière de la Société Solvay, à Damparis,
- la carrière des Ciments d'Origny, à Rochefort-sur-Nenon,
- la carrière des Plâtrières de Grozon,
- les carrières d'argiles d'IRB Etablissements Jacob à Bois-de-Gand et à Commenailles,
- la carrière Rocamat à Chassal.

En ce qui concerne la carrière de La Pierre du Jura à Revigny, le gisement actuellement exploité est en voie d'épuisement et une étude spécifique serait nécessaire pour rechercher un nouveau gisement exploitable.

4.2.3. Carte des ressources potentielles en matériaux de carrières

La carte des ressources potentielles en matériaux de carrières, établie à l'échelle du 1/100 000, montre, par des plages de couleurs :

- d'une part, la localisation et l'extension des seuls gisements de matériaux à usages industriels permettant d'assurer l'approvisionnement des entreprises en activité pendant une trentaine d'années (cf. § 4.2.2.),
- d'autre part, l'extension des diverses formations géologiques affleurantes ou subaffleurantes, sélectionnées, exploitées ou susceptibles de l'être, pour la fabrication des granulats, à savoir :

a) Les matériaux alluvionnaires

Ils sont représentés par :

- **Les alluvions récentes quaternaires des basses plaines alluviales (lit majeur) des principales rivières :**
 - . basse vallée de l'Ognon, en aval de Pagney,
 - . basse vallée du Doubs depuis Salans jusqu'à la limite occidentale du département,
 - . basses vallées de la Loue, en aval de Grange-de-Vaivre, et de son affluent la Cuisance, en aval d'Arbois,
 - . vallée de l'Orain, en aval de Colonne,
 - . vallée de la Seille, en aval de Voiteur,
 - . vallée de la Vallière, en aval de Frebuans,
 - . vallée de la Bienne, entre Jeurre et Lavancia-Epercy.
- **Les alluvions plio-quaternaires de la Forêt de Chaux et de la bordure méridionale de la vallée de la Loue.**
- **Les alluvions fluvio-glaciaires de la combe d'Ain, de la vallée de la Bienne et de divers cônes d'épandage ou lambeaux de terrasses dispersés.**

Sachant que plus l'épaisseur du gisement est faible, plus la consommation d'espace est grande, le rapport d'exploitabilité (épaisseur de sables et graviers sur épaisseur de découverte) est un critère très important à prendre en compte dans l'examen de nouvelles demandes d'autorisation d'exploiter en milieu alluvial.

b) Les roches calcaires

Parmi celles-ci, ont été différenciés :

- les calcaires du Bajocien et, dans la partie sud du Jura, les calcaires du Jurassique moyen ou Dogger (ensemble Bajocien, Bathonien),
- les calcaires compacts du Bathonien, présents dans la partie nord du Jura et qui fournissent les meilleurs granulats calcaires,
- les calcaires du Jurassique supérieur (ou Malm) présentant divers faciès : Rauracien, Séquanien, Kimméridgien, Portlandien.

c) Les roches éruptives

Il s'agit essentiellement de la bande d'"eurite", exploitée à Moissey et qui s'étend entre ce village et Serre-les-Moulières, au Nord de Dole, sur le flanc septentrional du massif de la Serre.

Sur la carte, ont été reportées également les carrières autorisées au 31 décembre 1994, chacune d'elles étant représentée par un symbole indiquant l'utilisation des matériaux (granulats, construction-ornementation, industrie) et, pour les granulats, le type de roche exploitée.

La carte des ressources potentielles en matériaux 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,
- des résultats d'études antérieures,
- de l'expérience régionale.

La numérisation des données cartographiques a été réalisée à Orléans, par le Service Géologique National du BRGM.

5. Orientations prioritaires et objectifs à atteindre dans les modes d'approvisionnement des granulats

5.1. DEFINITION D'UNE POLITIQUE D'EXTRACTION DES GRANULATS

Des orientations et des objectifs doivent être définis afin de mettre en oeuvre une utilisation économe et rationnelle des matériaux. 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 donc de préserver les gisements de matériaux de grande qualité et éviter leur gaspillage.

Ceci est particulièrement vrai pour les matériaux alluvionnaires dont les ressources potentielles sont loin d'être inépuisables et sont soumises à des contraintes environnementales de plus en plus astreignantes, alors que les gisements de roches massives calcaires, répartis sur la plus grande partie du territoire départemental, sont considérables. Par ailleurs, la limitation des extractions de granulats dans les plaines alluviales est un objectif prioritaire des pouvoirs publics, au niveau national.

Quatre voies principales sont envisageables pour réduire les extractions de granulats en milieu alluvionnaire :

- utilisation plus rationnelle des matériaux en technique routière et VRD,
- développement du processus de substitution des granulats alluvionnaires par des granulats de roches massives concassées, dans la fabrication des bétons,
- limitation des exportations,
- recyclage des matériaux.

5.1.1. 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 le domaine routier et en 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, conviennent fort bien et sont même indispensables. En revanche, les granulats 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. A noter, par ailleurs, que même pour les couches de roulement, les granulats siliceux d'origine alluviale peuvent être remplacés par des granulats de roches éruptives concassées.

En 1994, 1 090 kt d'alluvions, soit près du quart de la production totale de granulats, ont été utilisées en viabilité et VRD. Si l'on se réfère à la seule consommation du département, hors chantiers à caractère exceptionnel, c'est encore 440 kt d'alluvions qui ont été consacrées à cet usage. L'utilisation de granulats de roches calcaires en proportion de 50%, par exemple, aurait permis d'économiser 220 kt d'alluvions.

En particulier, l'utilisation à l'état brut (tout-venant) des matériaux alluvionnaires extraits dans les gravières en eau pour des remblais est à proscrire.

Cette orientation ne s'applique pas aux matériaux extraits hors d'eau dans la Forêt de Chaux pour les travaux de viabilisation forestière.

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, d'où la difficulté pour les maîtres d'oeuvre publics d'imposer des roches massives calcaires plutôt que des granulats d'origine alluvionnaire dans les bétons et les assises de chaussées. Dans ces conditions, c'est au niveau du cahier des clauses techniques particulières (C.C.T.P.) qu'il faut attirer l'attention des pétitionnaires sur l'intérêt d'utiliser des roches massives en lieu et place des granulats d'origine alluvionnaire dans les bétons et les assises de chaussées.

A cet effet, les services concernés de la DDE et de la DDI, après concertation, proposent d'adopter les dispositions suivantes dans la rédaction du C.C.T.P. :

- pour la couche de forme, le choix des matériaux sera laissé (classes D2, D3 ou R) mais avec un minimum de 30% d'éléments de roches massives concassées (R),
- pour les terrassements, les granulats de roches massives seront imposés pour tout apport de matériaux extérieurs au chantier.

Une alternative est également prévue au C.C.T.P. pour le recyclage et l'utilisation après traitement de matériaux locaux (déjà appliqués sur les RD).

De plus, il est déjà demandé l'origine et la nature des matériaux (règlement de consultation), ce critère technique étant utilisé sur les RN, dans le jugement des offres.

5.1.2. Substitution dans la fabrication des bétons

Actuellement, dans le Jura, la part des granulats de roches massives qui entrent dans la composition des bétons, est quasi nulle car les utilisateurs donnent la 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 fine,
- forme arrondie des éléments favorisant la bonne maniabilité des produits,
- prix de revient le plus faible, conséquence des avantages précédents.

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.

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

Ainsi, rien ne limite l'emploi de calcaires concassés dans les bétons, aucune indication de proportion ou formule n'existant à ce sujet. Pour preuves, on peut rappeler que dans le secteur de Besançon, voisine, où le processus de substitution est engagé depuis longtemps, les granulats des bétons sont à plus de 50% des calcaires concassés et que, dans certaines régions du Midi de la France, on fabrique du béton tout calcaire en raison de l'absence concrète de matériaux roulés.

A titre indicatif, 50% de granulats calcaires introduits dans les bétons, auraient permis d'économiser environ 350 kt sur la consommation de granulats alluvionnaires du département, en 1994.

C'est pourquoi, la DDE et la DDI s'engagent à imposer dans les C.C.T.P. l'utilisation d'au moins 30% de granulats de roches massives concassées dans la formulation des bétons.

5.1.3. 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° 94603 du 11 juillet 1994 et de la circulaire du 11 janvier 1995.

a) Livraisons vers les départements voisins

En 1994, 130 kt d'alluvions ont été livrées dans les départements voisins : 80 kt en Saône-et-Loire, 50 kt dans le Doubs. Ces livraisons sont modestes et sauf à vouloir les interdire, leur limitation n'entraînerait qu'une faible économie de matériaux. Dans ces conditions, il suffira simplement de veiller à ce qu'elles n'augmentent pas, notamment vers la Saône-et-Loire qui dispose de ressources potentielles (vallées de la Saône et de la Loire), alors que celles du Doubs sont en voie d'épuisement.

En ce qui concerne les roches massives, 200 kt de granulats de roches éruptives ont été livrées dans les départements voisins en 1994. Mais ces granulats de grande qualité, indispensables pour certaines couches de roulement des chaussées ont été livrés dans des départements où les gisements de ce type de matériau sont, soit totalement absents (Doubs, Haute-Marne), soit beaucoup plus éloignés du centre de consommation (Côte d'Or).

Le Jura ne livre pas de granulats de roches massives calcaires dans les départements voisins qui, tous, possèdent des gisements de ce type.

b) Autres livraisons

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

Roche calcaire

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.

Dans tous les cas, les matériaux livrés hors du département et des départements voisins doivent être des produits finis (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.

Roche alluvionnaire

Il convient de limiter au maximum les livraisons hors du département et des départements voisins.

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.

Dispositions à promouvoir

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

Si besoin est, pour assurer la transparence dans la gestion des sites destinés à approvisionner des chantiers hors du département et des départements voisins, une commission locale de concertation et de suivi sera créée. Des réunions régulières (au moins une fois par an) à l'initiative de l'exploitant permettront de favoriser le dialogue. Cette commission sera composée des représentants des divers organismes concernés :

- 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 carrière.

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 aux services compétents.

5.1.4. Suivi des orientations et objectifs définis

La Commission départementale des Carrières, à laquelle seront associées la DDAF et la DDASS, se réunira tous les ans pour faire le bilan des actions définies ci-dessus et adapter les règles en conséquence, conformément à l'article 5 du décret du 11 juillet 1994.

5.2. CONDITIONS D'IMPLANTATION DE NOUVELLES CARRIERES

5.2.1. Règles générales

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).

En 1994, 15 (soit 20%) des carrières de granulats autorisées n'ont pas produit. 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.

Les nouvelles autorisations de carrière seront instruites selon la procédure des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement comprenant notamment une étude d'impact mais également une justification de l'adéquation entre les besoins locaux et les productions.

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 la région.

5.2.2. Carrières en alluvions

Rappelons que la politique des carrières définie précédemment est axée sur une limitation progressive des extractions de granulats d'origine alluvionnaire 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 être dans la ligne des objectifs du présent schéma des carrières. Le pétitionnaire devra fournir des arguments irréfutables prouvant 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. Ainsi, l'administration pourra inciter un pétitionnaire à réduire le tonnage d'extraction annuel qu'il souhaite au profit d'une durée d'autorisation plus longue, pour autant que les critères de rentabilité de l'entreprise le permettent.

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.

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 Jura sont cohérents avec les orientations du SDAGE et de la note technique, tout en étant adaptés au contexte local.

Les carrières (ouverture, extension ou renouvellement) 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, 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 la réserve en bon état de fonctionnement pour permettre les contrôles ultérieurs. Les données recueillies devront être transmises aux services chargés de la Police des Eaux.

Indépendamment des contraintes liées aux périmètres de protection réglementaires, les secteurs susvisés sont les zones réservées pour le renforcement des ouvrages existants ou pour l'implantation de nouveaux captages (cf. carte des zones privilégiées des planches hors texte).

Pour tout projet d'exploitation situé à proximité d'un espace de liberté d'un des cours d'eau suivants : Brenne, Loue aval, Ognon, Seille, (liste indicative, mais non exhaustive), 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).

Pour tous les projets, l'étude d'impact doit bien prendre en compte le contexte hydrogéologique et définir notamment 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,
- 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 (vallée du Doubs, vallée de la Loue, vallée de l'Ognon, nappe de la Seille) :

- 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.

Enfin, le SDAGE préconise de limiter strictement les autorisations d'extraction dans les secteurs reconnus comme milieux aquatiques remarquables (voir la carte n° 4 de l'atlas territorial SDAGE). Ces secteurs sont d'ailleurs le plus souvent couverts par des zones de protection ou d'inventaire.

5.2.3. Carrières en roches massives calcaires

En matière de protection de l'environnement, les mesures indiquées ci-dessus, au § 5.2.2., sont valables pour les exploitations 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, l'étude hydrogéologique jointe à la demande d'autorisation, devra faire référence à l'inventaire des circulations karstiques établi par les services du Ministère de l'Environnement et évaluer l'extension prévisible d'une éventuelle pollution, chronique ou accidentelle, générée par l'exploitation.

5.3. POSSIBILITES DE RECYCLAGE DES MATERIAUX

Une étude récente ⁷ 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.

5.3.1. Les déblais de terrains naturels

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

⁷ "Déchets inertes et comblement des carrières en Franche-Comté". Rapport BRGM R 38222, décembre 1994.

- 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...).

- 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) 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 6) 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 6.

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'élution 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 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 ⁸.

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).

⁸ "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 Jura 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 dans le Jura, ni 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 45 000 à 65 000 tonnes dans le département du Jura, ce qui représente environ 1,6% à 2,3% des granulats de roches massives produits dans le département en 1994.

Selon les résultats d'une étude réalisée en 1994 pour le compte de la ville de Besançon, portant sur la moitié du département du Doubs, appliqués au département du Jura, la production annuelle de matériaux de démolition et de déchets de construction dans ce

dernier serait comprise entre 60 000 t et 80 000 t, ce qui représenterait un potentiel de matériaux recyclables en granulats de 45 000 t à 65 000 t, valeurs identiques aux précédentes.

La Fédération Régionale du Bâtiment évalue entre 70 kt et 110 kt/an la quantité de matériaux recyclables en granulats, produits par le secteur de la démolition, pour l'ensemble de la Franche-Comté.

Ainsi, l'impact économique prévisible du recyclage des matériaux de démolition et des déchets de construction paraît restreint dans le département du Jura. 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 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.

Il n'existe qu'une seule usine d'incinération d'ordures ménagères (à Lons-le-Saunier) dans le Jura, qui produit annuellement tonnes de mâchefers. Des tests de potentiel polluant (en trois lixiviations successives, conformément à la norme NF X 31-210) sont nécessaires pour caractériser ces matériaux et définir leurs possibilités de valorisation.

5.3.5. Les sables de fonderie

L'industrie métallurgique ne produit pas de sables de fonderie dans le département du Jura et, en tout état de cause ce type de matériaux (de substitution) n'a que peu d'intérêt pour le marché des granulats, en raison de la faible quantité de produits valorisables. En effet, pour l'ensemble de la Franche-Comté (essentiellement Doubs et Haute-Saône), les quantités de sables et déchets solides issus de fonderies, réparties selon leur admissibilité dans les différentes classes de centres d'enfouissement technique, sont estimées de la façon suivante (année de référence 1993) :

- relevant de CET de la classe I : 2 200 tonnes,
- relevant de CET de la classe II : 25 600 tonnes, valorisables en partie,
- relevant de CET de la classe III : 2 000 tonnes.

6. Evaluation des besoins en granulats

6.1. EVOLUTION DE LA PRODUCTION AU COURS DES DERNIERES ANNEES

Les tableaux du § 3.2 montrent l'évolution de la production de granulats au cours des dernières années, de 1989 à 1994, ce qui permet de faire les constatations suivantes :

- Entre 1989 et 1994, la production de granulats, hors chantiers à caractère exceptionnel (2 600 à 3 100 kt/an) n'évolue pas de façon significative, de même que la proportion de matériaux alluvionnaires qui oscille entre 41% et 50%. La production moyenne annuelle est de l'ordre de 1 300 kt d'alluvions et 1 700 kt de roches massives dont 300 kt de roches éruptives.
- La production moyenne totale annuelle, de l'ordre de 3 000 kt, représente 12 t par habitant, valeur nettement supérieure à la moyenne nationale qui est voisine de 7 t/habitant.
- La production de granulats du département satisfait les besoins, quelle que soit la nature des matériaux, l'importation étant limitée à quelques dizaines de kt de granulats éruptifs pour couches de roulement en provenance d'un gisement de Saône-et-Loire (IGE) plus proche de la partie sud du Jura que celui de Moirans-lez-Abbaye.

6.2. EVALUATION DES BESOINS

Ainsi, dans les conditions actuelles, les besoins annuels moyens en granulats du département du Jura, hors chantier à caractère exceptionnel, peuvent être estimés à 3 000 kt, dont approximativement :

- 1 300 kt d'alluvions,
- 1 400 kt de granulats de roches calcaires,
- 300 kt de granulats de roches éruptives.

6.2.1. Besoins en matériaux alluvionnaires

L'évaluation des besoins en granulats du département du Jura 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 et, en conséquence, on prendra donc comme valeurs de références celles de 1994,
- les calculs ne prennent en compte que la consommation moyenne normale, à l'exclusion des chantiers ponctuels (principalement routiers) importants, à caractère exceptionnel dont il est difficile de prévoir l'importance (qualitativement et quantitativement) 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 § 5.1.1.,
- la politique d'exploitation des carrières définie au § 5.1., impose une évolution du marché des granulats marquée par un transfert progressif de la consommation de sables et graviers alluvionnaires vers les matériaux de roches concassées, sachant que le département du Jura, à l'exception de sa bordure bressanne, est largement pourvu en gisements de roches calcaires. Ainsi, les mesures suivantes sont proposées pour les 15 années à venir :
 - . **granulats pour bétons** : réduction globale moyenne de 5% de la consommation de granulats alluvionnaires d'une année à l'autre pendant les 5 premières années, puis 3%/an. C'est ce qui a été proposé pour le département de la Haute-Saône où les conditions sont identiques,
 - . **granulats pour viabilité et VRD** : ramener la consommation de granulats alluvionnaires, actuellement de 440 kt, à une valeur constante de 150 kt en 10 ans, soit une diminution de 30 kt/an. Les 150 kt annuelles seront ensuite réservées exclusivement à des usages "nobles" (granulats siliceux ou silico-calcaires pour enrobés),
- livraisons hors département :
 - . maintien du rythme actuel (130 kt/an) en ce qui concerne les livraisons de granulats alluvionnaires vers les départements voisins,
 - . arrêt en 5 ans des livraisons de granulats alluvionnaires au-delà du département et des départements voisins (80 kt actuellement), soit une réduction de 15 kt/an environ.

Le tableau de la figure 6 montre, à titre de simulation, sur la base de ces dispositions, l'évolution théorique de la production annuelle et les besoins à 15 ans.

ANNEES		BESOINS (kt)				PRODUC. ANNUELLE (kt)	ECONOMIE ALLUVIONS (kt)	
		BETONS	VIABILITE VRD	HORS DEPARTEMENT			ANNUELLE	CUMULEE
				DEPTs VOISINS	SUISSE			
0	1994	700	440	130	80	1 350	0	0
1	1995	665	410	130	65	1 270	80	80
2	1996	632	380	130	50	1 192	158	238
3	1997	600	350	130	35	1 115	235	473
4	1998	570	320	130	20	1 040	310	783
5	1999	542	290	130	5	967	383	1 166
6	2000	526	260	130	0	916	434	1 600
7	2001	510	230	130	0	870	480	2 080
8	2002	495	200	130	0	825	525	2 605
9	2003	480	170	130	0	780	570	3 175
10	2004	466	150	130	0	746	604	3 779
11	2005	452	150	130	0	732	618	4 397
12	2006	438	150	130	0	718	632	5 029
13	2007	425	150	130	0	705	645	5 674
14	2008	412	150	130	0	692	658	6 332
15	2009	400	150	130	0	680	670	7002
TOT.		7 613	3 510	1 950	175	13 248	7 002	-

Figure 6 - Besoins à 15 ans du département du Jura en granulats alluvionnaires

Les calculs détaillés effectués année par année permettent de constater qu'en 15 ans, l'économie totale de matériaux alluvionnaires est de 7 000 kt environ, dont :

- 3 100 kt, grâce à l'utilisation rationnelle des matériaux en technique routière et VRD,
- 2 900 kt, grâce au processus de substitution dans les bétons,
- 1 000 kt, résultant de l'arrêt des livraisons de granulats alluvionnaires hors département et départements voisins.

Au bout de 15 ans, la production annuelle normale de granulats alluvionnaires du département, comparativement à celle de 1994, se caractérise par une économie globale de 670 kt, soit 50% dont :

- 300 kt, dans les bétons,
- 290 kt, en viabilité et VRD,
- 80 kt, résultant de l'arrêt des livraisons de granulats alluvionnaires hors département et départements voisins.

Une économie de 7 000 kt de matériaux représente une économie d'espace de 48 ha, environ, en milieu alluvionnaire, pour une épaisseur moyenne de gisement de 8 m.

Les besoins totaux correspondant à 15 années de production, c'est-à-dire 13 250 kt d'alluvions représentent une consommation d'espace de 92 ha environ, pour une épaisseur de gisement de 8 m. Ils sont largement couverts par les réserves théoriques autorisées, estimées à près de 28 000 kt.

Toutefois, la pente de réduction des extractions de matériaux alluvionnaires pourra être modulée en fonction de la conjoncture ou des conditions locales. Ainsi, le taux de substitution de 5%, puis de 3% dans les bétons doit être considéré comme un taux moyen annuel à l'échelle du département et pas forcément au niveau de chaque exploitation, la pérennité de certaines (parmi les moins importantes) pouvant être menacée à plus ou moins long terme. Il est nécessaire, en effet, de tenir compte du seuil de rentabilité de chaque entreprise.

Par ailleurs, il sera toujours possible, après quelques années, 3 ans par exemple, d'établir un bilan qui permettra de fixer les conditions pour les années suivantes avec un éventuel réajustement.

6.2.2. Besoins en granulats de roches massives

a) Roches massives calcaires

Le tableau de la figure 7 montre l'évolution théorique de la production et les besoins à 15 ans en granulats de roches massives. Cette évaluation est basée sur les hypothèses et principes suivants :

- tous les granulats de substitution des matériaux alluvionnaires dans les bétons et la viabilité sont des granulats de roches massives calcaires,
- la production de roches massives éruptives est maintenue au rythme actuel (300 kt en 1994),
- l'exportation de granulats de roches calcaires vers la Suisse est maintenue au rythme actuel (70 kt en 1994).

Le processus de substitution dans les bétons et la viabilité entraînent une augmentation progressive sensible de la production annuelle de granulats de roches calcaires qui passe de 1 400 kt en 1994 à environ 2 000 kt, soit plus 43%, au bout de 15 ans.

A l'horizon 2009, 300 kt de granulats calcaires entreraient théoriquement dans la fabrication des bétons, soit un taux de substitution de 43%.

Les besoins à 15 ans en roches calcaires, estimés globalement à 28 000 kt, sont supérieurs aux réserves autorisées (25 700 kt). L'augmentation de la production diminuera d'autant la durée des réserves autorisées qui, actuellement, sont déjà inférieures à 15 ans dans la plupart des secteurs, notamment les secteurs de Dole, Saint-Claude - Morez et, dans une moindre mesure Lons-le-Saunier, ce qui conduit à envisager dans ce délai de nouvelles ouvertures ou extensions de carrières.

Sur 15 ans, le surcroît de production de roches calcaires lié aux processus de substitution est de 6 000 kt environ, ce qui, pour une épaisseur de gisement de 20 m, correspond à une consommation d'espace de 16 ha, valeur qui, comparée aux 48 ha économisés en alluvionnaires (cf. § 6.2.1.) fait apparaître un gain d'espace global de 32 ha.

b) Roches massives éruptives

L'exploitation des roches éruptives de la bordure septentrionale du massif de la Serre a un intérêt d'ordre régional qui dépasse largement le cadre du département en raison de l'excellente qualité des matériaux qui les rend indispensables pour certaines couches de roulement de chaussées, et la rareté de ce type de gisement (affleurement localisé du socle) en pays sédimentaire comme le Jura, la Bresse, voire la Franche-Comté.

Sur 15 ans, la production totale de roches éruptives est estimée à 4 500 kt, alors que les réserves autorisées (1 500 kt) fin 1993 ne couvrent que 5 années de production. Une rupture de l'approvisionnement est donc à craindre, à court terme.

ANNEES		BESOINS (kt)			ROCHES ERUPTIVES	PRODUC. ANNUELLE (kt)
		ROCHES CALCAIRES			VIABILITE	
		BETONS	VIABILITE VRD	HORS DEPARTEMENT		
0	1994	0	1 400	70	300	1 770
1	1995	35	1 430	70	300	1 835
2	1996	68	1 460	70	300	1 898
3	1997	100	1 490	70	300	1 960
4	1998	130	1 520	70	300	2 020
5	1999	158	1 550	70	300	2 078
6	2000	174	1 580	70	300	2 124
7	2001	190	1 610	70	300	2 170
8	2002	205	1 640	70	300	2 215
9	2003	220	1 670	70	300	2 260
10	2004	234	1 690	70	300	2 294
11	2005	248	1 690	70	300	2 308
12	2006	262	1 690	70	300	2 322
13	2007	275	1 690	70	300	2 335
14	2008	288	1 690	70	300	2 348
15	2009	300	1 690	70	300	2 360
TOT.		2 887	24 090	1 050	4 500	32 527

Figure 7 - Besoins à 15 ans du département du Jura en roches massives

7. 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 protection réglementaire au titre de l'environnement et excluant généralement l'exploitation des carrières : arrêtés de protection de biotopes, réserves naturelles, sites classés, périmètres de protection immédiate et rapprochée des captages AEP...,
- les espaces bénéficiant de dispositions de protection moins strictes n'interdisant pas systématiquement et explicitement l'exploitation des carrières : 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 du SDAGE et des SAGE existants pouvant concerner les carrières,
- diverses dispositions de préservation et de gestion de l'espace (loi Montagne, loi Littoral : lac de vouglans, loi Paysages, Espaces Naturels sensibles...).

7.1. 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 :

7.1.1. Périmètres de protection des captages d'eau potable

Pour limiter, sinon supprimer les risques de pollution de surface, chroniques ou accidentelles, des périmètres de protection sont établis autour des captages d'eau potable, périmètres à l'intérieur desquels certaines activités, les carrières par exemple, peuvent être interdites ou réglementées.

Actuellement, sur les 330 captages d'eau potable recensés dans le département du Jura, seulement 51 possèdent des périmètres de protection réglementaires opposables, ou en voie de l'être à court terme (18 D.U.P. et 33 procédures en cours).

7.1.2. Zones privilégiées de ressources en eau potable

Afin de protéger les captages existants et assurer des ressources en eau potable pour les besoins futurs des collectivités, une concertation a été menée au sein du groupe de travail qui a permis de localiser, en milieu alluvial, des zones sensibles où la protection de la ressource en eau souterraine (nappe alluviale) doit être considérée comme prioritaire. Ces zones, qui intéressent essentiellement les basses plaines alluviales des rivières et certaines terrasses ou cônes fluvio-glaciaires, sont les suivantes :

a) Vallée de l'Ognon

- Plaine alluviale, rive gauche, entre Thervay (lieu-dit "Balançon") et Pesmes (Pont de la D 475). Cette zone englobe un secteur de dimension relativement modeste (25 ha) reconnu comme favorable aux extractions dans le cadre d'une étude antérieure.

b) Vallée du Doubs

- De nombreuses zones sensibles s'échelonnent tout au long de la vallée, jusqu'à Asnans-Beauvoisin.

En amont de Dole, ces zones couvrent partiellement ou en totalité une grande partie des secteurs favorables aux extractions de granulats.

En aval de Dole, à l'inverse, la plupart des secteurs favorables aux granulats, certains étant très vastes, sont en dehors des zones à protéger pour l'AEP.

c) Vallée de la Loue

- Totalité de la plaine alluviale (étroite) en amont de Cramans.
- Rive gauche de la plaine alluviale entre Cramans et Ounans.
- Totalité de la plaine alluviale entre Ounans et Belmont.
- Rive gauche de la plaine alluviale entre Belmont et Parcey (pont de la RN 5).

Plus globalement, les zones sensibles pour l'AEP occupent toute la plaine alluviale en amont de Cramans, ainsi qu'entre Ounans et Belmont et toute la rive gauche de la vallée dans sa traversée du Jura, jusqu'au pont de la RN 5 à Parcey.

Resterait disponible pour les extractions, la rive droite de la plaine alluviale entre Cramans et Santans, ainsi qu'entre Belmont et Parcey, sur des superficies encore très importantes.

d) Vallée de la Seille

- Totalité de la plaine alluviale en amont d'Arlay, mais cette zone est jugée a priori peu favorable aux extractions de granulats malgré l'existence de deux petites exploitations.
- Totalité de la plaine alluviale au Sud et en aval de la D 120.

Ne reste disponible pour les extractions de granulats que la zone située au Nord de la D 120. Toutefois, cette zone englobe la totalité du secteur reconnu comme étant le plus favorable dans la vallée de la Seille, d'une superficie de 600 ha, environ.

e) Vallée de la Brenne

Disponible aux extractions, à part deux secteurs à protéger autour de deux champs captants existants.

Mais la totalité de la plaine alluviale de la Brenne est, a priori, peu favorable aux extractions de granulats.

f) Vallée de l'Ain

Les zones sensibles s'étendent principalement sur la basse plaine alluviale de l'Ain considérée comme inintéressante pour les granulats. Mais elles empiètent plus ou moins sur les gisements de granulats fluvio-glaciaires les plus septentrionaux (Syam, Crotenay, entre Pont-du-navoy et Montigny-sur-l'Ain) et les plus méridionaux (Cernon, lieu-dit "Menouille", Chancia, Coisia).

g) Vallée de la Bienne

La quasi totalité des gisements potentiels de granulats alluvionnaires, tant en ce qui concerne les alluvions récentes (lit majeur) que les alluvions fluvio-glaciaires (terrasses), sont couverts par des zones sensibles pour l'AEP.

h) Autres gisements fluvio-glaciaires

Parmi les autres gisements dispersés, généralement d'assez faible extension, un seul est en grande partie couvert par une zone sensible : à Plaisia.

7.1.3. Schémas d'aménagement des eaux (SDAGE, 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 projet de SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse, approuvé par le Comité de bassin le 08 septembre 1995, donne, en ce qui concerne les extractions de matériaux alluvionnaires, 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 Jura :

- les cours inférieurs de la Loue et l'Orain, qui correspondent à des **milieux très dégradés physiquement** par l'activité humaine (aménagements divers),
- les plaines alluviales des vallées de l'Ognon, du Doubs, de la Loue et de la Seille, ainsi que la Forêt de Chaux, 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 plaines alluviales de l'Ognon, du Doubs (en aval de Dole), de la Loue, de la Seille, de la Vallière, de l'Ain (en aval de Champagnole jusqu'au confluent avec le ruisseau de Balerne), ainsi que les plaines inondables de l'Orain et de la Brenne, qui correspondent à des **zones humides remarquables** (faune, flore, écosystèmes).

Par ailleurs, pour aider à rendre le SDAGE plus opérationnel, une note technique intitulée "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 § 5.2. du présent rapport.

SAGE : une toute petite partie du département du Jura est concernée par le SAGE Haut-Doubs - Haute-Loue, en cours d'élaboration qui comprend le haut bassin du Doubs et le bassin de la Loue, depuis les sources de la Loue jusqu'à la confluence avec la Furieuse dans le département du Jura. Les dispositions éventuelles de ce SAGE, concernant particulièrement les extractions de matériaux, ne sont pas encore connues.

7.2. 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, endiguement...).

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

Contrat de rivière

La Bienne fait l'objet d'un contrat de rivière dont l'objectif est la réalisation, entre 1995 et 1999, de travaux visant à réduire la pollution, restaurer, entretenir et mettre en valeur les cours d'eau du bassin de la Bienne.

Parmi les mesures réglementaires appliquées dans le cadre de ce contrat de rivière, celles relatives aux carrières sont l'interdiction des extractions de matériaux dans le lit mineur des cours d'eau et la limitation des dragages dans un but d'aménagement ou d'entretien.

Zones inondables

Elles sont assimilées aux basses plaines alluviales ou lits majeurs des rivières.

7.3. 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.

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

Dans le département du Jura elles sont très nombreuses et, pour beaucoup, très étendues, atteignant parfois plusieurs centaines de km². Au total elles couvrent près des 2/5 du territoire départemental.

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

Elles correspondent à des secteurs délimités plus circonscrits, caractérisés par leur intérêt biologique remarquable. Très nombreuses, elles sont dispersées sur l'ensemble du territoire ou plus concentrées dans certaines régions : quart sud-est du département, Bresse, bordure septentrionale de la Forêt de Chaux, vallée du Doubs, basse vallée de la Loue...

7.3.3. Z.I.C.O.

Les zones d'importance communautaire pour les oiseaux sont au nombre de 5 :

- Basse vallée du Doubs, en aval de Dole.
- Forêt de Chaux.
- Bassin du Dugeon, dans le Doubs, qui déborde un peu sur le département du Jura (Mignovillard, Bief-du-Fourg).
- Forêt du Risoux.
- Forêt du Massacre.

7.3.4. Arrêtés de protection de biotopes

Ils visent à protéger certaines espèces (animales ou végétales), en protégeant leur milieu de vie. Ils sont au nombre de 3 dans le département du Jura :

- le premier regroupe de nombreux sites (falaises et forêts), totalisant environ 1 000 ha, fréquentés par le Faucon pèlerin (régions de Salins, Arbois, Champagnole, Bonlieu-Ilay, Clairvaux-les-Lacs, Voiteur - Morez - Les Rousses, Saint-Claude, Arinthod, Cousance, Moirans-en-Montagne),
- le deuxième concerne des massifs forestiers d'altitude à Tétraonidés, totalisant environ 3570 ha (Forêts du Massacre, du Risoux, de la Haute-Joux, du Prince, de Mignovillard),
- le troisième, de 1 070 ha, correspond à la Forêt du Paradis (Les-Planches-en-Montagne) pour sa richesse en espèces de flore et de faune protégées.

7.3.5. Réserves naturelles

Il s'agit des parties du territoire d'une ou de plusieurs communes dont la flore, le sol, les eaux, les gisements de minéraux ou de fossiles, ou le milieu naturel, présentent une importance particulière. Une réserve naturelle peut être volontaire, correspondant à des propriétés privées dont la flore et la faune sauvages présentent un intérêt particulier sur le plan scientifique et écologique.

Dans le Jura, les réserves naturelles sont au nombre de 5 :

- Ile du Girard, dans la vallée du Doubs (communes de Parcey, Gevry, Rahon, Molay),
- la grotte de Gravelle, à Macornay,
- la Côte de Mancy à Macornay, au Sud de Lons-le-Saunier (procédure en cours),
- la Seigne des Barbouillons à Mignovillard,
- la tourbière du bief de Nanchez à Prénovel.

Les deux premiers sites sont des réserves naturelles ministérielles, les trois autres des réserves naturelles volontaires.

A considérer également comme réserve naturelle, le site de la Glacière, en Forêt de Joux, classé en réserve biologique domaniale, sur la commune d'Esserval-Tartre.

7.3.6. Parc naturel régional

Il correspond à un territoire dont l'équilibre est fragile et le patrimoine naturel et culturel, riche. Le département du Jura est concerné par le Parc naturel régional du Haut-Jura qui s'étend sur tout l'angle sud-est du territoire départemental.

7.3.7. Sites classés ou inscrits

Il s'agit de sites et monuments dont la conservation ou la préservation présente, du point de vue argistique, historique, scientifique, légendaire ou pittoresque, un intérêt général. De superficie très variable, ils sont au nombre d'une quarantaine dans le département du Jura.

7.3.8. Monuments historiques classés ou inscrits

Il s'agit d'immeubles ou parties d'immeubles, meubles, objets, vestiges, etc..., dont la conservation présente un intérêt au point de vue de l'histoire et de l'art.

En vertu de la législation, aucune modification ne peut être apportée dans un rayon de 500 m autour du monument ou de son champ de visibilité, sans l'autorisation de l'Architecte des Bâtiments de France.

Dans le département du Jura, ils sont très nombreux (environ 200) dispersés sur l'ensemble du territoire ou parfois concentrés (Poligny, Lons-le-Saunier, Dole...).

7.3.9. Z.P.P.A.U.P.

Les zones de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager sont destinées à se substituer aux servitudes d'utilité publique liées aux monuments historiques et aux sites. Elles sont au nombre de 4 dans le département du Jura : Salins-les-Bains, Arbois, Domblans, Baume-les-Messieurs.

7.3.10. Sites archéologiques

La Direction Régionale des Affaires Culturelles (DRAC) ne donne pas de renseignements sur les sites archéologiques connus qui sont extrêmement nombreux dans le Jura comme, d'ailleurs dans l'ensemble de la Franche-Comté. La DRAC insiste toutefois pour que toute demande d'autorisation d'extraction soit impérativement soumise à la Direction des Antiquités préhistoriques et historiques de Franche-Comté.

7.3.11. 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.

La loi Montagne concerne en totalité les cantons de Nozeroy, Les-Planches-en-Montagne, Saint-Laurent-en-Grandvaux, Morez, Saint-Claude, Les Bouchoux et, partiellement, les cantons de Salins-les-Bains, Champagnole, Clairvaux-les-Lacs, Moirans-en-Montagne, soit, au total, 151 communes, dont la liste est donnée en annexe 10.

7.3.12. Loi Littoral

Sont considérées comme communes littorales, les communes riveraines, entre autres, de plans d'eau de plus de 1 000 ha. C'est le cas pour le lac de Vouglans.

En dehors des parties urbanisées, les constructions ou installations (dont les carrières et autres installations classées) sont interdites sur une bande littorale de 100 m. Les extractions de matériaux sont limitées ou interdites lorsqu'elles risquent de compromettre l'intégrité des plages, falaises, marais, frayères, etc...

7.3.13. 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 Z.S.C en projet dans le département du Jura 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....).

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.

7.3.14. Zones du Vignoble de l'A.O.C. Jura

La zone du vignoble de l'appellation d'origine contrôlée Jura comporte quatre appellations : Château-Chalon, l'Etoile, Arbois, Côtes du Jura. Les espaces concernés s'étendent essentiellement sur les formations triasico-liasiques à dominante marneuse et, dans une moindre mesure, sur des dépôts argilo-limoneux à chailles, d'âge quaternaire. Ils n'affectent donc pratiquement pas les gisements potentiels en matériaux de carrières, qu'il s'agisse des granulats ou des autres roches à usages industriels exploitées actuellement dans le département.

7.4. 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.

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.

7.5. 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 suivantes :

7.5.1. Gisements alluvionnaires

A part les basses terrasses de la vaste plaine du Doubs rive droite, en aval de Tavaux, entre Petit-Noir et Abergement-la-Ronce, les gisements alluvionnaires sont particulièrement concernés par les contraintes environnementales.

Aux servitudes liées à l'existence des puits de captages, s'ajoutent :

- la classification en Z.N.I.E.F.F. de type II de la plus grande partie des basses plaines alluviales de l'Ognon, du Doubs et de la Loue,
- de nombreuses Z.N.I.E.F.F. de type I dans la vallée du Doubs, surtout en aval de Dole,
- la Z.I.C.O. de la basse vallée du Doubs (en aval de Dole),
- de nombreuses et vastes zones où la sauvegarde de la ressource en eau souterraine (nappes alluviales) est considérée comme prioritaire, dans toutes les principales vallées (Ognon, Doubs, Loue, Seille, Ain, Bienne),
- les dispositions du SDAGE du Bassin Rhône-Méditerranée-Corse qui concernent toutes les plaines alluviales.

En ce qui concerne les alluvions fluvio-glaciaires, les gisements potentiels sont presque tous englobés dans des périmètres protégés, représentés essentiellement par des Z.N.I.E.F.F. de type II (vallée de l'Ain) et des zones où la ressource en eau souterraine est prioritaire (secteurs de Syam et de Crotenay, vallée de l'Ain en aval du barrage de Vouglans, vallée de la Bienne en aval de Chassal).

7.5.2. Gisements de roches massives calcaires

a) Secteur de Dole

Les ressources potentielles en roches calcaires du Jurassique moyen et du Jurassique supérieur du secteur de Dole, au Nord de la vallée du Doubs, sont relativement peu concernées par les contraintes environnementales. Celles-ci sont représentées essentiellement par quelques Z.N.I.E.F.F. de type I et de nombreux monuments classés ou inscrits dans les villages du pourtour du massif forestier de la Serre. A noter, toutefois :

- 3 Z.N.I.E.F.F. de type I qui s'étendent en partie sur les calcaires bathoniens du Mont Roland et de ses environs, au Nord de Dole,
- 1 Z.N.I.E.F.F. de type I (Bois des Ruppes) à l'Ouest de la cimenterie de Rochefort-sur-Nenon, c'est-à-dire dans la seule direction où, géologiquement, une extension éventuelle à long terme de la carrière est possible.

b) Secteur de Lons-le-Saunier

Toute la zone des plateaux située à l'Est de Lons-le-Saunier, entre Vignoble-Revermont et vallée de l'Ain, où affleurent très largement les calcaires du Jurassique moyen, est pratiquement exempte de contraintes environnementales.

Une Z.N.I.E.F.F. de type II, très étendue, couvre une grande partie du Vignoble et du Revermont, au Sud de Lons-le-Saunier. Mais, en raison, d'une part, du découpage en "lanières" dû à la tectonique, qui interrompt fréquemment la continuité des affleurements calcaires, d'autre part, à la qualité moindre des matériaux (rareté des gisements de calcaire bathonien), cette zone est moins propice à l'ouverture de carrières.

c) Secteur de Saint-Claude - Morez

Le secteur de Saint-Claude - Morez appartient au domaine du Haut-Jura, région sensible du point de vue environnemental comme le montre la multitude des espaces protégés à différents titres qu'on y trouve :

- Parc naturel régional du Haut-Jura dont le périmètre englobe la quasi totalité de la zone concernée,
- de nombreuses Z.N.I.E.F.F. de type II, vastes, parfois superposées à des Z.I.C.O. et à des arrêtés de protection de biotopes (Forêts du Massacre, du Risoux, du Paradis),
- nombreuses Z.N.I.E.F.F. de type I, le plus souvent de faible superficie, dispersées sur l'ensemble du territoire,
- plusieurs sites classés ou inscrits.

Toutefois, dans le secteur Saint-Claude - Morez, les calcaires du Jurassique moyen et surtout du Jurassique supérieur affleurent très largement et les espaces libres de "contraintes" environnementales (autres que celles liées au Parc naturel régional du Haut-Jura) restent considérables.

d) Secteur de Salins-les-Bains - Arbois - Poligny - Champagnole

Comme dans le secteur précédent, les formations calcaires affleurent très largement : Jurassique moyen des plateaux de Lons-le-Saunier et de Champagnole, Jurassique supérieur des plateaux de Chatelneuf et de Nozeroy.

Sur ces zones de plateaux, les contraintes environnementales sont peu nombreuses, de faible extension et dispersées (quelques Z.N.I.E.F.F. de type I), à l'exception des Z.N.I.E.F.F. de type II qui couvrent tous les principaux espaces forestiers (forêt de Poligny, forêt d'Arbois, forêt domaniale des Moidon, forêt domaniale de la Joux).

7.5.3. Gisement de roches éruptives

Le seul gisement de roches éruptives est en quasi totalité inclus dans le périmètre de la Z.N.I.E.F.F., type II, de la forêt de la Serre, au Nord de Dole.

8. Aptitudes hydrogéologiques des carrières du Jura au comblement par des déchets inertes

L'étude de l'aptitude des carrières à recevoir des déchets inertes fait l'objet de l'annexe 8.

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.

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.

9. Orientations en matière de réaménagement des carrières

9.1. 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 Jura et, pour chacun d'eux, indiquer les principes de réaménagement à privilégier.**

9.2. CARRIERES EN EAU

Il s'agit 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.

9.2.1. 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 Jura au comblement par déchets inertes (cf. § 8 et annexe 8) 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.

9.2.2. 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.

9.2.3. 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.

9.2.4. 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.

9.3. CARRIERES SECHES

9.3.1. Remblayage

- En milieu alluvionnaire, dans les dépôts fluvio-glaciaires ou plio-quaternaires, les carrières sont généralement hors d'eau, mais le toit de la nappe est souvent peu profond. Dans ces conditions, 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 rares 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.

9.3.2. 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.

Il y a une dizaine d'années, une opération pilote de réaménagement agricole, financée par la Taxe parafiscale sur les granulats a été réalisée dans une carrière de matériaux fluvio-glaciaires, à Crotenay.

9.3.3. 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).

9.3.4. 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.

9.3.5. Cas des carrières de roches massives 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.

9.3.6. 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.

10. Conclusion

Avec 80% de la production totale, en tonnage, et 74 carrières autorisées sur 82, les granulats représentent l'essentiel de l'activité extractive des matériaux de carrières dans le département du Jura.

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

- la production du département satisfait les besoins, quel que soit le type de matériaux : alluvions, roches calcaires ou roches éruptives,
- la durée théorique des réserves autorisées fin 1994, au rythme actuel de production, est globalement d'une vingtaine d'années en matériaux alluvionnaires. En ce qui concerne les roches calcaires, elle est très variable suivant les secteurs, de 3 ans à 13 ans et atteint exceptionnellement près de 60 ans dans le secteur Arbois - Poligny - Salins-les-Bains, où la production est la plus faible. Elle n'est que de 4 ans en roches éruptives,
- globalement, les ressources potentielles en granulats sont abondantes, qu'il s'agisse des alluvions (alluvions des rivières dans la moitié nord-ouest, alluvions fluvio-glaciaires dans la moitié sud-est du département), des roches massives calcaires qui affleurent très largement partout, en dehors de la Bresse et de la Forêt de Chaux. Le seul gisement de roches éruptives est relativement important, mais occupe une position excentrique, à l'extrême nord du département,

Néanmoins, bien que les ressources en matériaux alluvionnaires soient importantes, elles ne sont pas inépuisables. Par ailleurs, de nombreuses contraintes pèsent sur les gisements potentiels situés dans des zones particulièrement sensibles du point de vue écologique et environnemental, que sont les plaines alluviales. Ces contraintes sont liées principalement à la situation conflictuelle engendrée par la coexistence eaux-granulats, qu'il s'agisse des eaux superficielles (équilibre dynamique des cours d'eau, zones humides...) ou des eaux souterraines des nappes alluviales très sollicitées pour l'alimentation en eau potable des collectivités.

L'abondance de la ressource entraîne une tendance à la surexploitation des granulats alluvionnaires qui se traduit par un certain gaspillage dans le domaine routier et leur utilisation exclusive dans la fabrication des bétons. C'est pourquoi la réduction sensible des extractions en milieu alluvial est le principal objectif de la politique définie dans le cadre du schéma des carrières.

Les mesures de réduction progressive proposées pour atteindre cet objectif permettent d'espérer, au bout de 15 ans, une économie globale annuelle de 670 kt (représentant environ 50% de la production normale 1994) de granulats alluvionnaires, se répartissant de la manière suivante :

- 290 kt, dans le domaine viabilité - VRD, en réservant les matériaux alluvionnaires strictement aux usages pour lesquels ils sont indispensables (principalement les couches de roulement),
- 300 kt, dans le domaine des bétons, en développant le processus de substitution des granulats alluvionnaires par des granulats de roches massives,
- 80 kt, qui résultent de l'arrêt progressif des livraisons hors du département et des départements voisins, les prescriptions allant dans ce sens pouvant, le cas échéant, être intégrées dans l'arrêté préfectoral d'autorisation.

Pour parvenir aux réductions proposées dans le schéma, au-delà des moyens techniques et économiques recensés, il faut aussi agir sur le plan administratif, dès l'instruction des dossiers d'autorisation en :

- définissant clairement les principes d'économie des matériaux alluvionnaires que le pétitionnaire compte mettre en place (préservation de la ressource, volonté de substitution),
- formulant une justification étayée de la demande pour les sites de matériaux alluvionnaires,
- élaborant des dossiers avec études proportionnelles aux nuisances engendrées,
- diminuant progressivement les quantités annuelles maximales autorisées et augmentant corrélativement la durée de l'autorisation, en milieu alluvial,
- réduisant les surfaces autorisées si celles-ci sont disproportionnées par rapport aux besoins du secteur.

Ces différents moyens d'action seront ajustés au cas par cas, suivant les caractéristiques de l'exploitation envisagée.

Une telle évolution, qui nécessite de promouvoir une action d'information et de sensibilisation auprès des producteurs et des consommateurs et implique, de la part de ceux-ci une réelle volonté d'adaptation, c'est-à-dire une modification des habitudes et, dans bien des cas, des investissements plus ou moins importants, ne pourra se faire que progressivement. Aussi, les représentants de la profession ont-ils attiré l'attention sur les notions de durée d'exploitation et de rentabilité d'investissement qui ne peuvent porter que sur une période assez longue. Il va de soi que le morcellement des autorisations sur quelques années n'est souhaitable ni pour la profession, ni pour l'administration et que les

prescriptions doivent s'inscrire sur le long terme. Ceci est vrai pour un éventuel zonage, comme pour la durée des autorisations accordées.

Une fois par an, la Commission départementale des carrières s'assurera que le schéma des carrières est bien appliqué, conformément à l'article 5 du décret du 11 juillet 1994.

Le recyclage en granulats des matériaux tels que les produits de démolition, les déchets de carrières, les mâchefers ou les sables de fonderie, n'offrent que peu de possibilités pour la substitution, tant du point de vue qualitatif (hétérogénéité, qualité souvent moindre des granulats), que du point de vue quantitatif. Néanmoins, cette filière, encore très peu pratiquée, mérite d'être développée, ne serait-ce que pour éviter l'encombrement inutile des décharges.

Des contraintes environnementales multiples affectent principalement deux catégories de gisements potentiels :

- les gisements alluvionnaires très largement concernés par les captages AEP, les Z.N.I.E.F.F., les Z.I.C.O. et les prescriptions du SDAGE du Bassin Rhône-Méditerranée-Corse,
- les gisements de roches calcaires du Haut-Jura, situés en totalité à l'intérieur du périmètre du Parc naturel régional qui englobe de nombreux espaces protégés à d'autres titres : Z.N.I.E.F.F., Z.I.C.O., arrêtés de protection de biotopes...

Mais d'une manière générale, les calcaires affleurent si largement que les espaces restant libres de contraintes sont encore très vastes sur l'ensemble du territoire, hors la plaine de Bresse.

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 Jura et définir, pour chacun d'eux, les principes d'aménagement optimaux à privilégier.

De même, **un complément d'étude serait nécessaire** pour localiser et caractériser de façon plus précise quelques sites de carrières les plus aptes à accueillir des déchets inertes, dans le département.

ANNEXE 1

LOCALISATION DES RESSOURCES POTENTIELLES EN GRANULATS ET DES CARRIERES AUTORISEES EN 1994

DEPARTEMENT DU JURA Localisation des ressources potentielles en granulats et des carrières autorisées en 1994

RESSOURCES POTENTIELLES EN GRANULATS

Roches meubles

-  Alluvions récentes des rivières
-  Alluvions fluvioglaciales
-  Alluvions plio-quaternaires

Roches massives calcaires

-  Jurassique moyen
-  Jurassique supérieur

Roches massives éruptives

-  Porphyres

CARRIERES AUTORISEES

Productives Non productives

GRANULATS

-  Roches meubles
-  Roches massives

○

□

PIERRES DE CONSTRUCTION

▲

△

CALCAIRES A USAGES INDUSTRIELS

×

ARGILES POUR TUILES ET BRIQUES

★

GYPSE

★

- A - Arbois
- C - Champagnole
- D - Dole
- L - Lons le Saunier
- M - Morez
- P - Poligny
- S - Salins les Bains
- Sc - Saint Claude

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

ECHELLE: 1/500 000



BRGM

ANNEXE 2

UTILISATIONS POSSIBLES DES GRANULATS DU DEPARTEMENT DU JURA 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 TPFG 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	$\geq 0,55$
B	≤ 25	≤ 20	≤ 35	$\geq 0,50$
C	≤ 30	≤ 25	≤ 45	$\geq 0,50$
D	≤ 35	≤ 30	≤ 55	-
E	≤ 45	≤ 45	≤ 80	-

LA : Coefficient Los Angelès

MDE : Coefficient micro deval humide

CPA : Coefficient de polissage accéléré

1. UTILISATIONS POSSIBLES EN TECHNIQUE ROUTIERE

ALLUVIONS SILICEUSES

Alluvions récentes (quaternaires) de l'Ognon.

Alluvions plioquaternaires (Cailloutis de la Forêt de Chaux, vallée de l'Orain).

Caractéristiques intrinsèques du matériau

Nature :	Alluvions siliceuses
Granulométrie :	0/40 à 0/80
Coefficient Los Angelès :	15 à 22
Coefficient Micro Deval humide :	11 à 18
Coefficient de polissage accéléré :	0,58 (Ognon)
Porosité :	
Gel :	
Indice de concassage : selon élaboration	
Catégorie (selon directive Setra) :	B à 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	Etude particulière				
	Fondation	Etude particulière				
Grave hydraulique	Base					
	fondation					
Grave t.	Base					
	Hydrocarb.					
Béton bitumineux		Couches de roulement et de liaison				
Enduits		(2) si catégorie B			si catégorie C	
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				
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.

1. UTILISATIONS POSSIBLES EN TECHNIQUE ROUTIERE

ALLUVIONS SILICOCALCAIRES ET CALCAIRES

Alluvions du Doubs, de la Loue, de la Saône

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 Angelés : 17 a 25

Coefficient Micro Deval humide : 10 a 15 (Doubs) 15 a 20 (Saône)

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.	Base					
Hydrocarb.	Fondation					
Béton bitumineux			Couche de base		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				
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

FLUVIOGLACIAIRE

Terrasses fluvio-glaciaires de la vallée de l'Ain et de la vallée de la Bienne.

Caractéristiques intrinsèques du matériau

Nature : **Alluvions fluvio-glaciaires calcaires**
 Granulométrie : **0/70 20 à 45 % à 5mm 25 % 20 mm**
 Coefficient Los Angelès : **22 à 26**
 Coefficient Micro Deval humide : **11 à 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
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.	Base					
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

CALCAIRES DURS

Jurassique moyen (Bathonien), région de DOLE, Revermont et premiers plateaux.
Jurassique supérieur (Kimméridgien, Portlandien) région de DOLE, hauts plateaux et haute chaîne

Caractéristiques intrinsèques du matériau

Nature : **Calcaires jurassiques durs**
Granulométrie : **roche massive**
Coefficient Los Angelés : **20 a 25**
Coefficient Micro Deval humide : **13 a 20**
Coefficient de polissage accéléré :
Porosité :
Gel :
Indice de concassage : **totalelement concasse'**
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	Etude particulière				
	Fondation	Etude particulière				
Grave hydraulique	Base					
	Fondation					
Grave t.	Base					
	Fondation					
Béton bitumineux		Couche de balson				
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 enrobé			
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

CALCAIRES MOYENS

Jurassique moyen (Bajocien), région de DOLE, Revermont et premiers plateaux.

Caractéristiques intrinsèques du matériau

Nature : **calcaires jurassiques**
 Granulométrie : **roche massive**
 Coefficient Los Angelès : **25 a 30**
 Coefficient Micro Deval humide **20 a 25**
 Coefficient de polissage accéléré :
 Porosité :
 Gel :
 Indice de concassage : **totalelement concassé**
 Catégorie (selon directive Setra) : **D (ou 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				Si catégorie C	
	Fondation			Si catégorie C		
Grave hydraulique	Base					
	Fondation					
Grave t.	Base	Si catégorie C				
Hydrocarb.	Fondation					
Béton bitumineux			Couche de béton 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

ROCHES ERUPTIVES

Roche éruptive (Eurite) du Massif de la Serre.

Caractéristiques intrinsèques du matériau

Nature : **Roche éruptive, type tuf rhyolitique**
 Granulométrie : **roche massive**
 Coefficient Los Angelès : 15
 Coefficient Micro Deval humide : 10
 Coefficient de polissage accéléré : 0,59 à 0,60
 Porosité :
 Gel :
 Indice de concassage : **totalelement concassé**
 Catégorie (selon directive Setra) : **A**

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.	Base					
Hydrocarb.	Fondation					
Béton bitumineux						
Enduits						
Technique particulière		sables traités (étude particulière)		cloutage si CPA convenable		

Utilisations possibles en béton hydraulique

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

Pour les bétons hydrauliques, vérifier les conditions de fabrication et éventuellement les risques d'alcali réaction.

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

ALLUVIONS SILICEUSES

Alluvions récentes (quaternaires) de la vallée de l'Ognon.

Alluvions plioquaternaires (Cailloutis de la Forêt de Chaux, vallée de l'Orain).

	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 %

Equivalent de sable : 65 ou 75

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

ALLUVIONS SILICOCALCAIRES ET CALCAIRES

Alluvions du Doubs. de la Loue et de la Seille.

	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 %

Equivalent de sable : 65 ou 75

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

FLUVIOGLACIAIRE

Terrasses fluvioglaciaires de la vallée de l'Ain et de la vallée de la Bienne.

	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 Angelès: 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

- Jurassique moyen (Bathonien), région de DOLE, Revermont et premiers plateaux.
- Jurassique supérieur (Kimméridgien, Portlandien), région de DOLE, hauts plateaux et haute-Chaîne.

	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 Angelès: 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 (Bajocien), région de DOLE, Revermont et premiers plateaux.

	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 Angelès: 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

ROCHES ERUPTIVES

Roches éruptives (Eurite) du massif de la Serre.

	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 a 008 mm: 10 %

Equivalent de sable : 65 ou 75

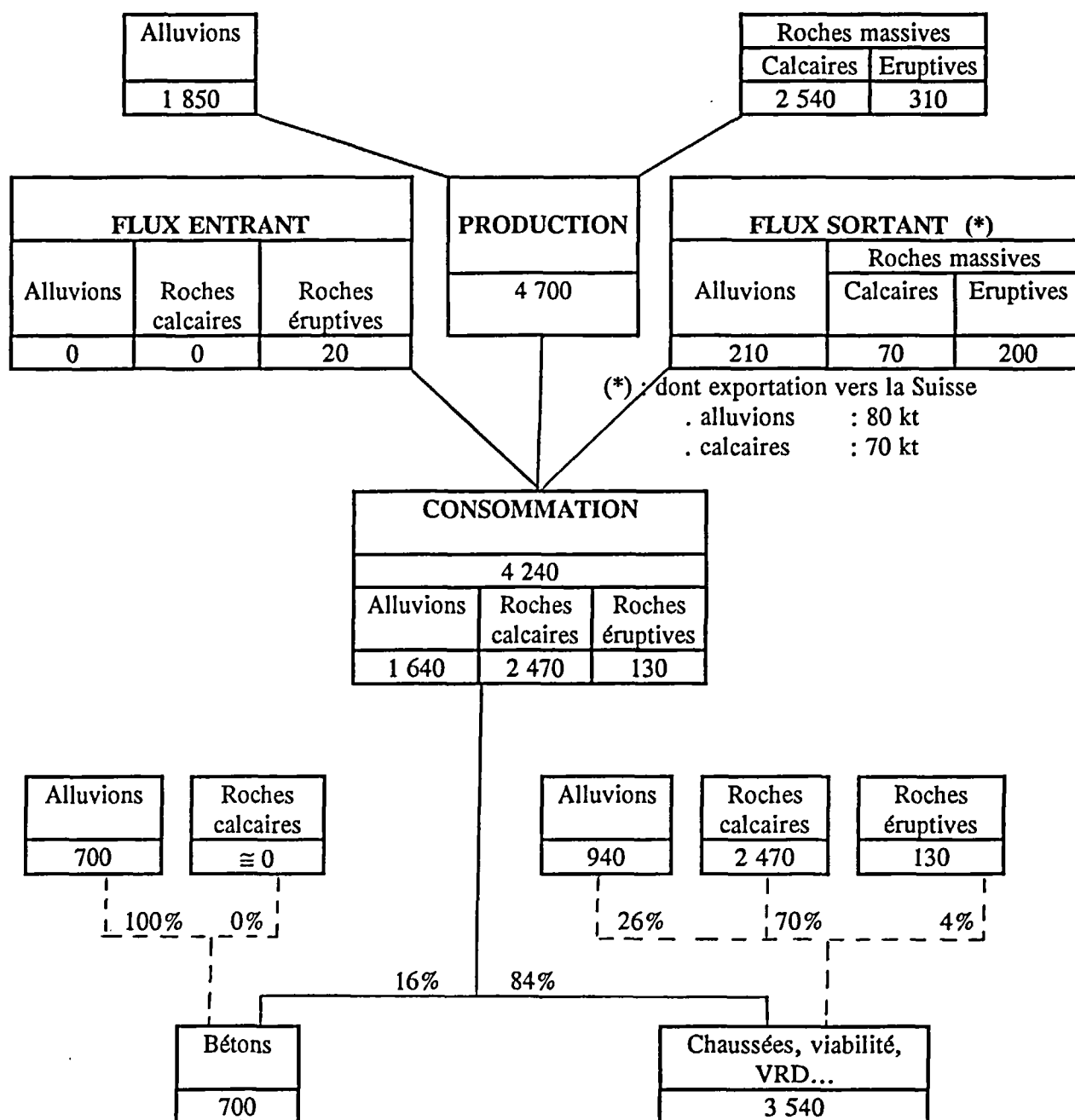
ANNEXE 3

SCHEMAS MONTRANT LA STRUCTURE DE L'ACTIVITE EXTRACTIVE DE GRANULATS DU DEPARTEMENT DU JURA EN 1994

ANNEXE 3

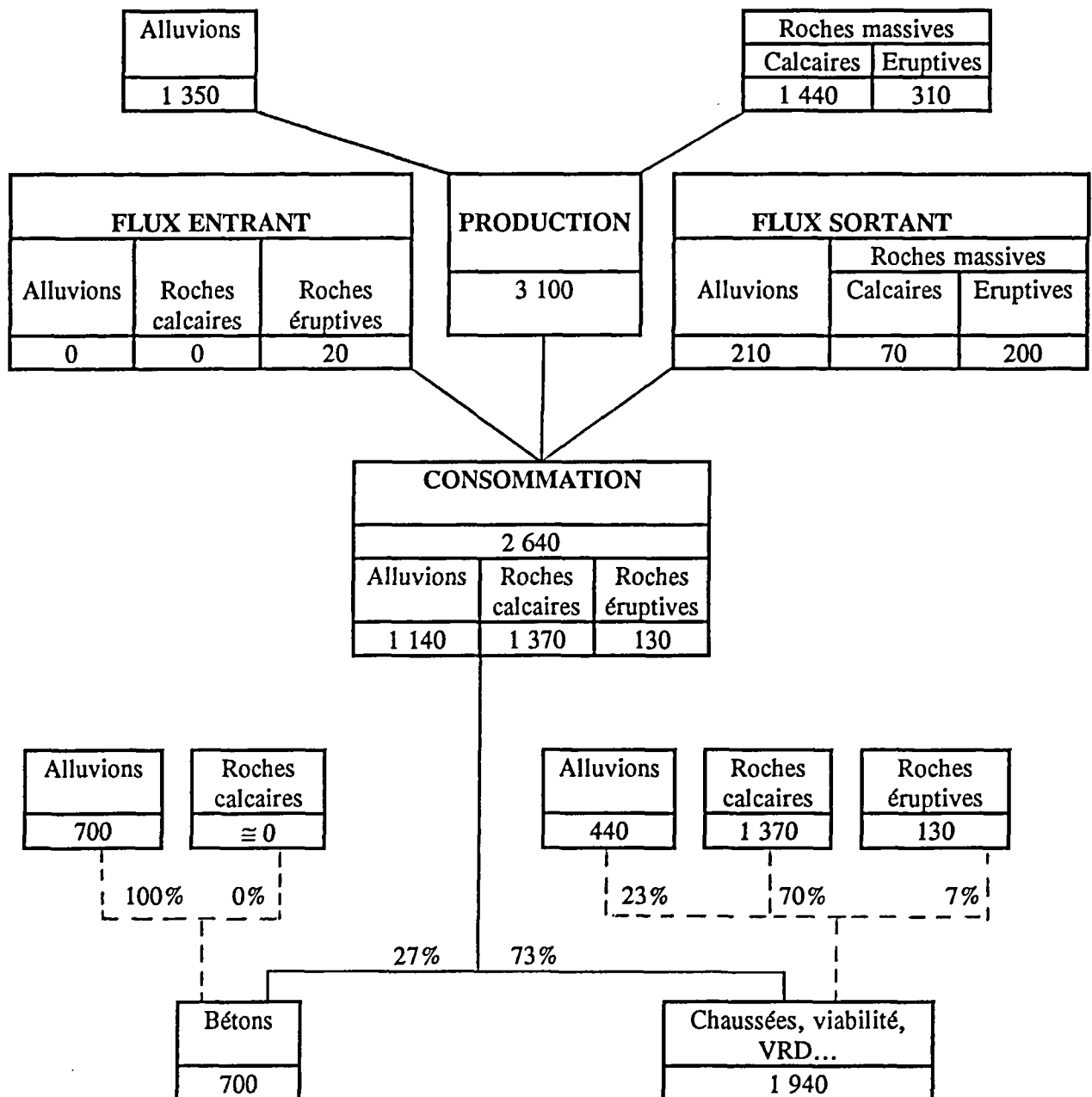
DEPARTEMENT DU JURA

LE MARCHE DES GRANULATS EN 1994 (en kt)



ANNEXE 3

DEPARTEMENT DU JURA

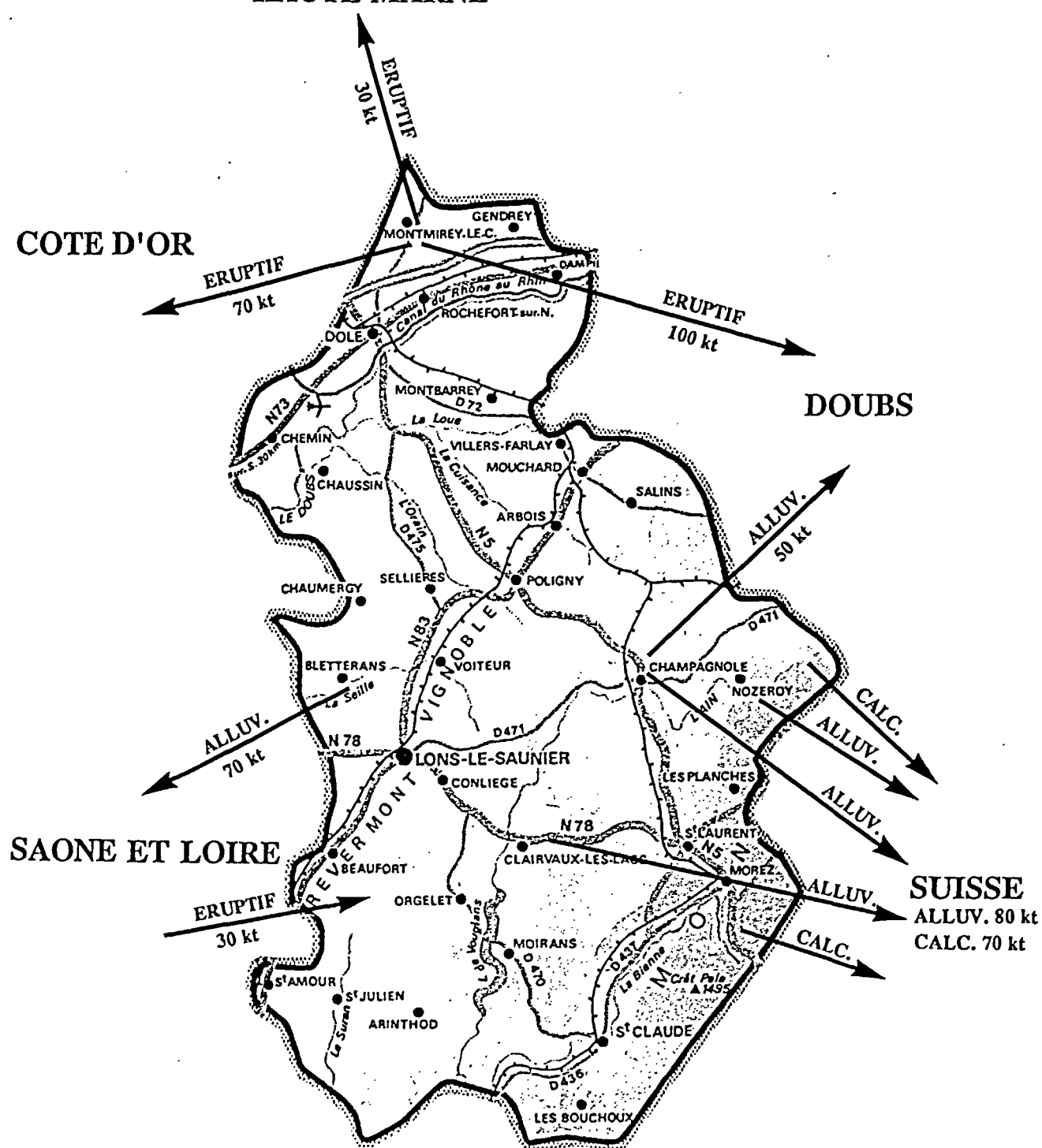
LE MARCHE DES GRANULATS EN 1994 (en kt)
HORS CHANTIERS A CARACTERE EXCEPTIONNEL

ANNEXE 4

SCHEMAS MONTRANT LES FLUX DES GRANULATS DANS LE DEPARTEMENT DU JURA

Rapport BRGM R 39052

HAUTE MARNE



SCHEMA MONTRANT LE FLUX DES GRANUATS DANS LE DEPARTEMENT DU JURA EN 1994

ANNEXE 5

INCIDENCE DES GRAVIERES SUR LE COMPLEXE RIVIERES/NAPPES ALLUVIALES

INCIDENCES DES GRAVIERES SUR LE COMPLEXE RIVIERES/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'emmagasinement 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'emménagement, 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.

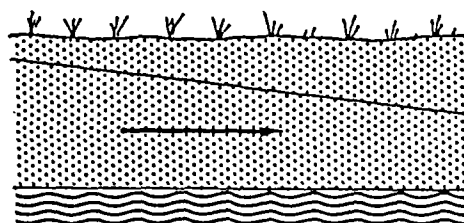
On contrôlera la qualité des eaux de la nappe sur des piézomètres à installer à la périphérie de la gravière. Si nécessaire, on établira des systèmes de captation de pollutions ayant gagné la nappe entre les bassins et les captages.

- En fin d'exploitation, on protégera la gravière contre les risques de pollution accidentelle. On peut envisager :

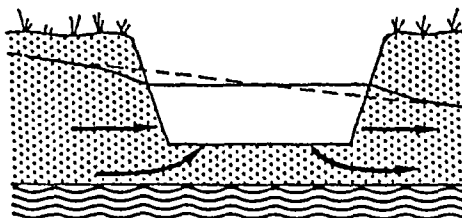
- . soit, pour les carrières modestes, un remblaiement avec des matériaux strictement inertes et perméables (afin de ne pas trop perturber les conditions d'écoulement de la nappe),
- . soit, pour les carrières plus importantes, un aménagement réservé à des activités de loisirs non polluantes (réserve 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.

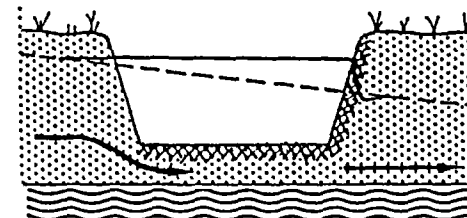
Figure 1 - EFFETS DE LA REALISATION DE GRAVIERES SUR LA PIEZOMETRIE DE LA NAPPE



Transmissivité naturelle
 T_0

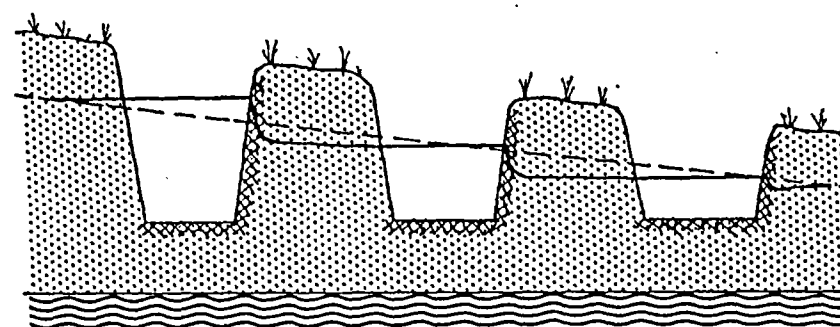
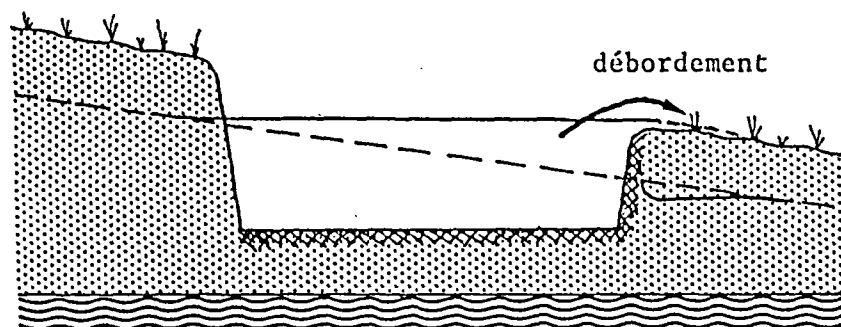


Carrière non colmatée
 $T = T_0$



Carrière colmatée
 $T < T_0$

1a - Effet de la pénétration de l'excavation dans la nappe

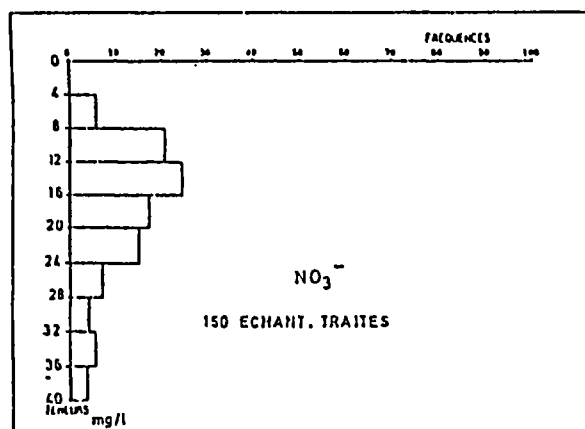


1b - Effet du morcellement des gravières colmatées

HISTOGRAMMES DE DISTRIBUTION DES TENEURS DE NITRATES DANS LES EAUX

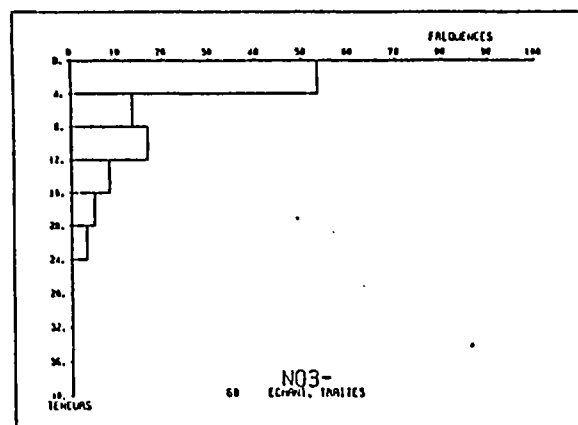
DE NAPPE EN AMONT DES BALLASTIERES

VALEUR MIN.	5
VALEUR MAX.	> 50
MOYENNE ARITH.	23
Ecart-TYPE	
MOYENNE GEOM.	
DEVIATION GEOM.	



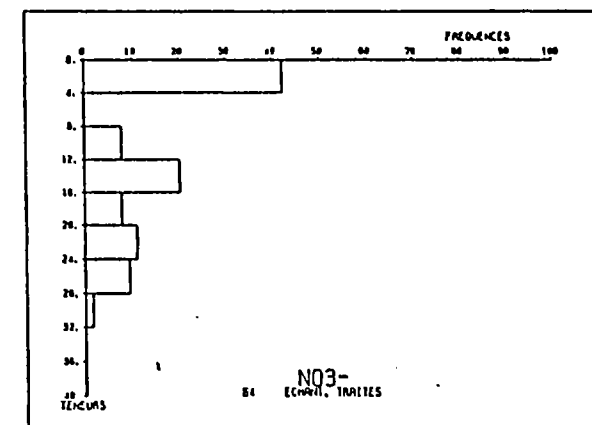
DES BALLASTIERES

VALEUR MIN.	1.
VALEUR MAX.	21.
MOYENNE ARITH.	6.
Ecart-TYPE	6.
MOYENNE GEOM.	3.
DEVIATION GEOM.	3.28



DE NAPPE EN AVAL DES BALLASTIERES

VALEUR MIN.	1.
VALEUR MAX.	29.
MOYENNE ARITH.	11.
Ecart-TYPE	8.
MOYENNE GEOM.	6.
DEVIATION GEOM.	3.64



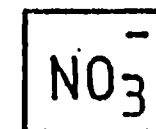
COMPARAISONS : - NAPPE AMONT - BALLASTIÈRES

: Les concentrations en nitrates des eaux des ballastières ($\bar{m} = 6$) marquent une forte régression comparées à celles de la nappe amont ($\bar{m} = 23$)

- NAPPE AMONT - NAPPE AVAL

: Les concentrations en nitrates des eaux de la nappe aval ($\bar{m} = 11$) sont également plus faibles que celles de l'amont ($\bar{m} = 23$)

(Extrait du rapport BRGM 87 SGN 567 HNO-ALS)



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'infirmier ou de confirmer l'impact des gravières qui, de toutes façons, est faible ; pour les nitrates leur grande variabilité spaciale 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

**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'élution 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 des* < 5 mg/l

Somme des ** < 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)

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	Béton de démolition	Enrobé à froid	Enrobé à chaud	Béton de démolition	Béton CPA	Béton CF	Brique perforée	Brique pleine	Tuile	Moellon "vingt creux"	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	% But	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	0,18-0,23	< 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
Mn	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	0,82-1,06	< 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	51 632													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 mâchefers 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	OUI	OUI	OUI
<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	OUI	OUI	OUI

(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 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 économique

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 réglementaire

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

**APTITUDES HYDROGEOLOGIQUES DES CARRIERES DU JURA
AU COMPLEMENT PAR DES DECHETS INERTES**

ANNEXE 8

APTITUDES HYDROGEOLOGIQUES DES CARRIERES DU JURA AU COMPLEMENT PAR DES DECHETS INERTES

Cette note s'inspire en grande partie d'une étude réalisée en 1994 par le BRGM, pour le Ministère de l'Industrie, intitulée "Déchets inertes et comblement des carrières en Franche-Comté" (rapport BRGM R 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 F8 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, huit principaux types de carrières ont été identifiés dans le département du Jura :

- **Les gravières en lit majeur des rivières** (alluvions récentes), assez peu nombreuses, parfois de grandes dimensions (horizontales), généralement en grande partie noyées par la nappe de l'aquifère alluvial, activement exploitée pour l'alimentation en eau potable des collectivités ; milieu très sensible.
- **Les gravières ou sablières dans les alluvions plio-quaternaires**, assez nombreuses dans la Bresse, la plupart abandonnées et de faible envergure, généralement hors d'eau ou humides dans le fond, à l'approche du substratum imperméable.
- **Les gravières dans les alluvions fluvio-glaciaires**, assez nombreuses (vallées de l'Ain et de la Bienne), de dimensions variées, le plus souvent hors d'eau, quelquefois humides dans le fond (lorsque le substratum est argileux) ou atteignant à la base une nappe aquifère (Crotenay).
- **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 d'argiles**, produits de terre cuite (tuiles, poteries), rares, localisés dans certains niveaux argileux du complexe plio-quaternaire de la Bresse ; formations imperméables jouant le rôle d'écran protecteur vis-à-vis des aquifères sous-jacents généralement lenticulaires, peu productifs et non exploités pour l'alimentation en eau potable publique.

Les nombreuses excavations, de faible envergure, creusées dans les formations superficielles (limons et/ou argiles de décalcification) qui alimentaient jadis les petites tuileries dispersées sur l'ensemble du territoire, et abandonnées depuis longtemps, ont été comblées ou recolonisées par la végétation, disparaissant ainsi du paysage.

- **Les carrières de marnes** pour tuiles et briques ou pour ciment, rares, creusées dans les formations marneuses épaisses du Lias (Gendrey) ou de l'Argovo-Oxfordien (Champagnole), non aquifères, jouant le rôle d'écran protecteur vis-à-vis des aquifères sous-jacents.

Jadis, on utilisait les marnes pour amender les sols mais comme pour les argiles à tuiles, les anciennes excavations (marnières) nombreuses mais sans envergure, ont disparu pour la plupart.

- **Les carrières de calcaires** très nombreuses, de toutes tailles, 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'infiltrant et circulent rapidement, sans filtration, pour rejoindre des aquifères plus ou moins profonds (selon la topographie) alimentant de nombreux captages et sources.
- **Les carrières de roches éruptives** pour granulats, peu nombreuses, de dimensions variables, parfois importantes (Moissey), ouvertes dans des roches dures du socle ancien du massif de la Serre ; carrières sèches en milieu très fissuré, donc perméable avec suintements ou venues d'eau possibles le long des fissures : écoulement fissural, plus ou moins diffus, drainé par les vallées.

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 (fissuraux, 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
- Fluvioglaciaire	s	X	XX	XXX	XX	0	XX	X	(3)	(3)	0 X	0	0
- Plioquaternaire	s	0	XX	XXXX	XX	0	X	X	(3)	(3)	0	0	0
	n		XXX	XXX	X								
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
CARRIERES DE ROCHES ERUPTIVES	s/h	0	XXX	XXXX	XXX	0	XX	XXX	XXXX	XXXX	0	0	0

**TPOLOGIE DES CARRIERES DU JURA
FICHES DES DIFFERENTS TYPES DE CARRIERES
F1 à F8**

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, dans une même vallée.

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 15 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, grès...).

INTERET ET VULNERABILITE DES AQUIFERES

Aquifères productifs à très productifs (30 m³/h à 300 m³/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

Les gravières en eau sont assez peu nombreuses, dispersées (vallées de l'Ognon, du Doubs, de la Bienne) ou concentrées (vallée de la Seille).

EXEMPLES TYPES

Gravières de la plaine alluviale de la Seille (Desne, Ruffey-sur-Seille, Vincent).

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 inconsiderés, 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 OU SABLIERES
DANS LES FORMATIONS PLIO-QUATERNAIRES**

MATERIAU

Sables plus ou moins grossiers ou mélange de sables, graviers, galets, à matrice sableuse ou sablo-argileuse plus ou moins développée.

UTILISATION

Tout-venant de viabilité.

FORMATION GEOLOGIQUE

Niveaux sableux, sablo-graveleux, ou à galets (cailloutis) interstratifiés dans le complexe des formations plio-quaternaires de la Bresse et de la Forêt de Chaux.

Epaisseur variable, souvent recouverts de sédiments fins argileux ou argilo-sableux.

HYDROGEOLOGIE

Formations moyennement perméables (perméabilité de l'ordre de 10^{-4} m/s) aquifères ou non selon la topographie, la perméabilité du substratum et les possibilités de drainage naturel ; en relation hydrodynamique avec les nappes alluviales des vallées, en pied de versant.

INTERET ET VULNERABILITE DE L'AQUIFERE

Productivité de quelques m^3/h à $50 m^3/h$; formations filtrantes et bactériologiquement épuratrices souvent recouvertes de sédiments fins limoneux ou argilo-sableux ; en l'absence d'une telle couverture protectrice, sensibilité aux pollutions chimiques.

CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES CARRIERES

Carrières de faible envergure en général (superficie inférieure à 5 ha, hauteur de quelques mètres). La plupart des excavations correspondent à des prélèvements effectués épisodiquement souvent sans autorisation pour les besoins de la commune.

ETAT HYDRIQUE

Généralement hors d'eau mais avec humidité ou suintements possibles en fond de carrière lorsque celui-ci s'approche ou atteint le substratum argileux.

NOMBRE

Carrières assez nombreuses dans la Bresse, la plupart abandonnées et de très faible envergure.

EXEMPLES TYPES

- Carrières de Villers-Robert et Our dans la formation du cailloutis de la Forêt de Chaux.

GRAVIERES DES TERRASSES FLUVIO-GLACIAIRES

MATERIAU

Mélange de sables, graviers, galets et petits blocs calcaires avec parfois passages de niveaux essentiellement sableux ; grave naturelle 0/60 à 0/150 mm, hétérométrique.

UTILISATION

Granulats.

FORMATION GEOLOGIQUE

Alluvions d'origine fluvio-glaciaire, à caractère deltaïque, triées et stratifiées, résultant du remaniement et du lessivage des dépôts glaciaires morainiques par les eaux de fonte des glaciers ; localisées principalement dans les vallées de l'Ain et de la Bienne, ainsi que dans la région d'Orgelet ; épaisseur variable (quelques mètres à plus de 20 mètres) sous une découverte mince (quelques dm de terre végétale plus ou moins caillouteuse) ; substratum argileux (argiles varvées glacio-lacustres) dans la vallée de l'Ain et la région d'Orgelet, de nature variable, mais le plus souvent calcaire dans la vallée de la Bienne.

HYDROGEOLOGIE

Formations perméables, en grande partie hors d'eau, mais parfois aquifères à la base, alimentant des sources (vallée de l'Ain) ou en continuité avec le réservoir des alluvions récentes qu'elles dominent (vallée de la Bienne).

INTERET ET VULNERABILITE DES AQUIFERES

Aquifères peu épais (base de la formation) et peu productifs, alimentant quelques sources (dont certaines captées) à faible débit, en bordure de la vallée de l'Ain, ou en relation avec la nappe des alluvions récentes (vallée de la Bienne, région de Crotenay) ; filtrants et bactériologiquement épurateurs mais risque de pollution chimique important en raison de la quasi absence de couverture argileuse ou limoneuse protectrice.

CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES CARRIERES

- Carrières à flanc de coteau : hauteur variable, de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres (dépôt fluvio-glaciaire adossé au versant).
- Carrières en fosses sur terrasses : profondeur variable de quelques mètres à une douzaine de mètres ; superficie également variable, de 1 ha à une trentaine d'ha.

ETAT HYDRIQUE

Carrières le plus souvent hors d'eau ou humides dans le fond ; parfois creusées jusqu'à quelques mètres sous le niveau de la nappe (Crotenay).

NOMBRE

Assez nombreuses dans les vallées de l'Ain et de la Bienne ; beaucoup sont abandonnées.

EXEMPLES TYPES

- Crotenay : carrière en terrasse, partiellement en eau,
- Largillay-Marsonnay : carrière à flanc de coteau.

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 GEOMETRIQUES DES CARRIERES

Carrières 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 assez nombreuses, la plupart de faible envergure et presque toutes abandonnées.

EXEMPLE TYPE

- Carrières abandonnées de Lent ou de Condes.

OBSERVATIONS PARTICULIERES

Les carrières de groises 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 D'ARGILES

MATERIAU

Argiles plus ou moins silteuses ou sableuses.

UTILISATION

Matière première pour produits de terre cuite : tuiles, poterie horticole.

FORMATION GEOLOGIQUE

Complexe des formations plio-quaternaires de la Bresse, caractérisé par une alternance de niveaux sableux (plus ou moins grossiers, parfois caillouteux), silteux et argileux interstratifiés. Stratification à caractère lenticulaire entraînant des variations de faciès très rapides tant horizontalement que verticalement. Les niveaux argileux ont une épaisseur variable mais jamais importante (inférieure à 10 m).

HYDROGEOLOGIE

Couches peu perméables, jouant le rôle d'écrans dans l'ensemble sablo-argileux aquifère.

INTERET ET VULNERABILITE DE L'AQUIFERE

Pas d'aquifère dans les argiles imperméables qui concourent à la protection des aquifères sous-jacents contre les infiltrations polluées.

ETAT HYDRIQUE

Variable selon la position topographique et la géométrie de la carrière, c'est-à-dire les possibilités de drainage naturel. Exposition aux ruissellements sur les parois et faculté de rétention de l'eau.

NOMBRE

Carrières peu nombreuses.

EXEMPLE TYPE

- Carrières d'Etrepigny, Commenailles, Bois-de-Gand.

OBSERVATIONS PARTICULIERES

Il y a un siècle, un très grand nombre de tuileries-briqueteries fonctionnaient de façon épisodique et artisanale pour satisfaire, chacune, les besoins de quelques villages. Les "carrières" n'étaient généralement 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.

CARRIERES DE MARNES

MATERIAU

Marnes, marnes sableuses, argiles carbonatées.

UTILISATION

Matière première pour produits de terre cuite (tuiles et briques), ciment, amendement.

FORMATION GEOLOGIQUE

- Marnes de l'Oxfordien inférieur (Oxfordo-Argovien), intercalées entre les calcaires du Malm (Jurassique supérieur) et les calcaires du Dogger (Jurassique moyen) affleurant de façon plus ou moins sporadique dans les plateaux.
- Marnes triasico-liasiques (Jurassique inférieur, ou Lias, Keuper, Muschelkalk inférieur) affleurant largement dans la région du Vignoble et de façon moindre à l'Est du massif de la Serre et dans le Revermont.

Formations généralement épaisses (plusieurs dizaines de mètres), plus ou moins altérées en surface.

HYDROGEOLOGIE

Très faible perméabilité ; les eaux de pluies ruissellent en surface ou s'infiltrant dans les premiers mètres de marne altérée et circulent à la limite marne altérée - marne saine (circulation "sous-cutanée").

INTERET ET VULNERABILITE DES AQUIFERES

Pas d'aquifère dans les terrains marneux qui jouent le rôle d'écran protecteur efficace vis-à-vis des réservoirs aquifères sous-jacents (calcaires du Jurassique ou du Muschelkalk supérieur, grès du Trias inférieur).

NOMBRE ET CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES CARRIERES

Exploitations en butte (à flanc de coteau) ou en fosse. Les carrières de grande envergure (superficie supérieure à 5 ha, hauteur supérieure à 10 m) sont extrêmement rares et correspondent à des exploitations en activité ou abandonnées récemment.

On exploitait jadis les marnes pour amender les sols. Les "carrières" (ou marnières), assez nombreuses, n'étaient que simples excavations, de faible envergure. Abandonnées depuis longtemps, la plupart d'entre elles se sont fondues dans le 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.

EXEMPLES TYPES

- Carrières abandonnées de Champagnole (marnes oxfordo-argoviennes pour ciment) et de Gendrey (marnes liasiques pour tuiles).

OBSERVATIONS PARTICULIERES

Les marnes et argiles carbonatées triasiques et, dans une moindre mesure, les formations oligocènes, comportent des évaporites (NaCl, KCl, SO₄, Ca), les marnes oxfordiennes et liasiques des sulfures (pyrites) et sulfates (gypse formé secondairement par combinaison des sulfures avec les ions bicarbonatés). Les eaux de ruissellement peuvent donc se charger naturellement en chlorures et/ou en sulfates.

CARRIERES DE CALCAIRES

MATERIAU

Calcaires variés, massifs ou en dalles, calcaires argileux...

UTILISATION

Granulats, construction, ciment, industrie.

FORMATION GEOLOGIQUE

Le département du Jura est particulièrement riche en formations calcaires qui affleurent très largement sur la plus grande partie du territoire et qui sont, ou ont été pratiquement toutes exploitées localement :

- calcaires du Crétacé (rarement exploités),
- calcaires du Jurassique supérieur (Malm) : Portlandien, Kimméridgien, Oxfordien supérieur et moyen (faciès séquanien et rauracien),
- 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), exceptionnellement souterraine (Champagnole, Chassal).
- 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 50 carrières (autorisées ou abandonnées), recensées par la DRIRE, réparties sur l'ensemble du territoire, à l'exception de la Bresse, sans compter les nombreuses carrières communales, toutes abandonnées aujourd'hui.

EXEMPLES TYPES

- Carrière de Damparis pour industrie chimique.
- Carrière de Rochefort-sur-Nenon pour ciment.
- Carrières de Jouhe, Monnières, Crançot..., pour granulats.
- Carrière de Revigny, pour construction et ornementation.

CARRIERES DU SOCLE

MATERIAU

Roches éruptives (tufs pyroclastiques) de nature siliceuse, appelés "porphyres" dans la profession.

UTILISATION

Granulats, ballast.

FORMATION GEOLOGIQUE

Socle hercynien soulevé, affleurant dans le massif de la Serre ; couverture d'altération (arène plus ou moins argileuse ou sableuse), d'épaisseur variable.

HYDROGEOLOGIE

Roches intrinsèquement imperméables mais perméables en grand par fissuration. Nappe "fissurale" épousant de plus ou moins près, en profondeur, la topographie de la surface. Le niveau d'eau se rapproche de la surface en bas de versant, jusqu'à rejoindre la cote des rivières et des nappes alluviales d'accompagnement avec lesquelles il est en relation hydrodynamique. Les écoulements sont plus diffus que dans les calcaires karstifiés.

INTERET ET VULNERABILITE DES AQUIFERES

Productivité généralement faible (quelques m³/h). Possibilité d'obtenir des débits plus importants à l'aide d'ouvrages (galeries, par exemple) recoupant un grand nombre de fissures. Aptitude relative à la filtration grâce aux altérites sablo-argileuses du réseau fissural et aux arènes superficielles.

CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES CARRIERES

Carrières de dimensions variées, ouvertes généralement à flanc de coteau.

ETAT HYDRIQUE

Carrières de versants généralement sèches ou avec suintements, voire venues d'eau le long de certaines fissures et accumulations locales en fond.

NOMBRE

Carrières peu nombreuses mais assez importantes, concentrées en bordure septentrionale du massif de la Serre. La plupart sont abandonnées.

EXEMPLES TYPES

- Carrière en activité de Moissesey-Offlanges.

ANNEXE 9

GLOSSAIRE DES CONTRAINTES ENVIRONNEMENTALES (DIREN DE FRANCHE-COMTE)



SCHEMA DEPARTEMENTAL DES CARRIERES

Département du JURA

MESURES DE PROTECTION

à caractère environnemental ou patrimonial

1 - Monuments historiques classés ou inscrits	p 2
2 - Sites classés ou inscrits	p 2
3 - Z.P.P.A.U.P.	p 3
4 - Réserves naturelles	p 3
5 - Arrêtés de protection de biotope	p 4
6 - Z.N.I.E.F.F.	p 4
7 - Z.I.C.O.	p 5
8 - Z.S.C. - Réseau Natura 2000	p 5
9 - Espèces protégées (pour mémoire)	p 5
10 - Parcs Naturels Régionaux	p 6
11 - Loi Montagne	p 6
12 - Loi Littoral	p 6

janvier 1996

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 au 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 dans le Jura : inscrits : 43 (pour 4300 ha) ; classés : 8 (pour 3000 ha).

3 - Z.P.P.A.U.P. (L 7/01/1983 ; L 8/01/1993)

Une 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 opposables en Franche-Comté : 12. Dans le Jura : 5 (Arbois, Baume-les-Messieurs, Bracon, Domblans, Salins-les-Bains).

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 s.)

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 Jura : 4 (Ile du Girard, Grotte de Gravelle ; volontaires : Seigne des Barbouillons, Tourbière du Bief du Nanchay).

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, une dans le Jura : la Glacière en forêt de Joux).

5 - ARRETES DE PROTECTION DE BIOTOPE (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 (micro-organismes, 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, 3 dans le Jura (Forêt du Paradis, 1070 ha, flore et faune protégée ; falaises à faucons pèlerins, 11 sites, 1000 ha ; forêts d'altitude à Tétragnidés, 3570 ha ; forêts de Mignovillard, de la Haute-Joux, du Risoux, du Massacre).

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 Jura : 326.

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, 5 dans le Jura (Bassin du Drugeon, Forêt du Risoux, Forêt du Massacre, Forêt de Chaux, Basse Vallée du 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 deviendront effectifs ce réseau et les protections afférentes.

Nombre approximatif de ZSC en projet : en Franche-Comté : 72; dans le Jura : une quarantaine.

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. Demandé 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.

Le département est concerné par le Parc Naturel Régional du Haut-Jura. Sa charte est en cours de révision, en vue du renouvellement de son classement avant le 31 décembre 1997. Un projet de P.N.R. est à l'étude sur la Bresse Jurassienne (cantons de Chaussin, Chaumergy, Poligny, Sellières, Bletterans, Voiteur).

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.

Le département est concerné par le lac du barrage de Vouglans.

ANNEXE 10

LISTE DES COMMUNES DU JURA CLASSEES EN ZONE DE MONTAGNE

LISTE DES COMMUNES DU JURA CLASSEES EN ZONE DE MONTAGNE

NOM DE LA COMMUNE	N° DE CODE		NOM DE LA COMMUNE	N° DE CODE	
	COMMUNE	CANTON		COMMUNE	CANTON
ABERGEMENT LES THESY	004	29	CONTE	165	20
ANDELOT EN MONTAGNE	009	06	COYRIERE	174	05
ARESCHES	586	29	CRANS	178	22
ARSURE-ARSURETTE	020	20	CRENANS	179	16
AVIGNON LES SAINT CLAUDE	032	26	LES CROZETS	184	16
BELLECOMBE	046	05	CUTTURA	186	26
BELLEFONTAINE	047	19	CUVIER	187	20
BIEF DES MAISONS	052	22	DENEZIERES	192	28
BIEF DU FOURG	053	20	DOURNON	202	29
BILLECUL	055	20	DOYE	203	20
BOIS D'AMONT	059	19	ENTRE DEUX MONTS	208	22
BONLIEU	063	28	EQUEVILLON	210	06
LES BOUCHOUX	068	05	ESSERVAL COMBE	213	20
BOURG DE SIROD	070	06	ESSERVAL TARTRE	214	20
BRACON	072	29	ETIVAL	216	16
CENSEAU	083	20	LA FAVIERE	221	20
CERNANS	084	29	FONCINE LE BAS	227	22
CERNIEBAUD	085	20	FONCINE LA HAUT	228	22
LES CHALESMES	091	22	FONTENU	230	10
CHANCIA	102	16	FORT DU PLASNE	232	28
CHAPOIS	105	06	FRAROS	237	20
CHARENCY	108	20	LA FRASNEE	239	10
CHASSAL	113	26	LE FRASNOIS	240	10
CHATEAU DES PRES	115	28	GERAISE	248	29
CHATEL DE JOUX	118	16	GILLOIS	254	20
CHATELNEUF	120	06	GRANDE RIVIERE	258	28
LA CHAUMUSSE	126	28	IVORY	267	29
CHAUX	133	29	IVREY	268	29
CHAMPAGNY					
CHAUX DES CROTENAY	129	22	JEURRE	269	16
CHAUX DES PRES	130	28	LAC DES ROUGES	271	28
LA CHAUX DU DOMBIEF	131	28	TRUITES LAJOUX	274	26
CHEVROTAINE	143	10	LAMOURA	275	26
CHILLY SUR SALINS	147	29	LE LARDERET	277	06
CHOUX	151	05	LARRIVOIRE	280	05
CLUCY	155	29	LE LATET	281	06
COISERETTE	157	05	LA LATETTE	282	20
COMMUNAILLES EN MONTAGNE	161	20	LAVANCIA EPERCY	283	26

NOM DE LA COMMUNE	N° DE CODE		NOM DE LA COMMUNE	N° DE CODE	
	COMMUNE	CANTON		COMMUNE	CANTON
LAVANS L. ST CLAU.	286	26	PONT D'HERY	436	29
LECT	289	16			
LEMUY	291	29	PONTHOUX	438	26
LENT	292	06	PRATZ	440	16
LESCHERES	293	26	PREMANON	441	19
LEZAT	294	19	PRENOVEL	442	28
LONGCHAUMOIS	297	19	PRETIN	444	29
LONGCOCHON	298	20	RAVILLOLES	453	26
LOULLE	301	06	RIX	461	20
MARTIGNA	318	16	LA RIXOUSE	460	26
MENETRUX EN	322	10	ROGNA	463	05
JOUX					
MIEGES	329	20	LES ROUSSES	470	19
MIGNOVILLARD	331	20	SAFFLOZ	473	10
MOIRANS EN	333	16	SAINT CLAUDE	478	26
MONTAGNE					
MOLINGES	339	26	SAINT GERMAIN EN	481	06
			MONTAGNE		
MOLPRE	340	20	SAINT LAURENT EN	487	28
			GRANDVAUX		
LES MOLUNES	341	26	SAINT LUPICIN	491	26
MONT SUR MONNET	366	06	SAINT MAURICE	493	28
			CRILLAT		
MONTCUSEL	351	16	SAINT PIERRE	494	28
MONTMARLON	359	29	SAINT THIEBAUD	495	29
MONTROND	364	06	SAIZENAY	497	29
MORBIER	367	19	SALINS LES BAINS	500	29
MOREZ	368	19	SAPOIS	503	06
LA MOUILLE	371	19	SAUGEOT	505	28
MOURNANS	372	20	SEPTMONCEL	510	26
CHARBONNY					
LES MOUSSIÈRES	373	05	SIROD	517	06
MOUTOUX	376	06	SONGESON	518	10
LES NANS	381	06	SUPT	522	06
NOZÉROY	391	20	SYAM	523	06
ONGLIÈRES	393	20	TANCUA	524	19
LE PASQUIER	406	06	THESY	529	29
LA PESSE	413	05	UXELLES	538	10
LES PIARDS	417	28	VALEMPOULIÈRES	540	06
PILLEMOINE	419	06	VANNOZ	543	06
LES PLANCHES EN	424	22	LE VAUDIOUX	545	06
MONTAGNE					
PLENISE	427	20	VAUX LES SAINT	547	26
			CLAUDE		
PLENISETTE	428	20	VERS EN	554	06
			MONTAGNE		

NOM DE LA COMMUNE	N° DE CODE		NOM DE LA COMMUNE	N° DE CODE	
	COMMUNE	CANTON		COMMUNE	CANTON
VILLARD SAINT SAUVEUR	560	26	VIRY	579	05
VILLARDS D'HERIA	561	16	VULVOZ	585	05

Contacts

Préfecture du Jura
55, rue Saint Désiré
39030 LONS LE SAUNIER Cedex
Tél. 03 84 85 86 00
Fax 03 84 24 71 29

**Direction Régionale de l'Industrie,
de la Recherche et de l'Environnement
de Franche-Comté**

Subdivision de Lons le Saunier

151, rue Regard
39000 LONS LE SAUNIER
Tél. 03 84 87 10 20
Fax 03 84 87 10 21

Subdivision de Dole

1, rue Alexandre Vialatte
39100 DOLE
Tél. 03 84 79 64 64
Fax 03 84 82 20 01

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



DOCUMENT PUBLIC



PREFECTURE DU JURA

UNICEM
Bourgogne
Franche-Comté

Schéma départemental des carrières du département du Jura

Notice explicative

Etude réalisée dans le cadre des actions de Service public du BRGM 95-G-043

octobre 1997
R 39052



TABLE DES MATIERES

1. PRESENTATION DU SCHEMA DEPARTEMENTAL DES CARRIERES DU JURA	4
1.1. Objectifs et moyens du schéma des carrières	4
1.2. Présentation des documents	4
1.2.1. Le schéma départemental des carrières du Jura et sa notice	4
1.2.2. La carte des ressources et des données environnementales	4
2. GENERALITES	5
2.1. Géologie	5
2.1.1. Matières premières pour granulats : roches meubles et roches massives	5
2.1.2. Autres matériaux de carrières exploités.....	5
2.2. Conditions générales d'exploitation, impact environnemental	6
3. ACTIVITE EXTRACTIVE DES GRANULATS DANS LE JURA : LES CHIFFRES..	7
3.1. Carrières autorisées.....	7
3.2. Production	7
3.3. Flux entrant	7
3.4. Flux sortant.....	7
3.5. Consommation	7
3.6. Utilisation des granulats	8
4. RESSOURCES EN GRANULATS.....	10
4.1. Réserves autorisées.....	10
4.1.1. Matériaux alluvionnaires.....	10
4.1.2. Roches massives calcaires.....	10
4.1.3. Roches éruptives	10

4.2. Ressources potentielles.....	10
4.2.1. Matériaux alluvionnaires	10
4.2.2. Roches massives calcaires.....	11
4.2.3. Roches massives éruptives	11
 5. POLITIQUE D'APPROVISIONNEMENT EN GRANULATS	12
5.1. Utilisation rationnelle des granulats en viabilité et VRD.....	12
5.2. Substitution dans la fabrication des bétons	12
5.3. Régulation des flux de granulats	12
5.4. Recyclage des matériaux	12
5.5. Action d'information et de sensibilisation.....	12
 6. EVALUATION DES BESOINS EN GRANULATS	13
 7. ZONES SENSIBLES DU POINT DE VUE ENVIRONNEMENTAL ET PATRIMONIAL	14
 8. IMPLANTATION DE NOUVELLES CARRIERES ET REAMENAGEMENT.....	15
 9. CONCLUSION	16

1. PRESENTATION DU SCHEMA DEPARTEMENTAL DES CARRIERES DU JURA

1.1. OBJECTIFS ET MOYENS DU SCHEMA DES CARRIERES

Dans le cadre de la Commission départementale des carrières du Jura, un groupe de travail a été créé en décembre 1993 pour élaborer le 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. Son élaboration a bénéficié d'une large concertation au sein du 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 Jura (Direction Départementale des Infrastructures - DDI),
- Chambre départementale de l'Agriculture,
- Fédération des Associations de pêche du Jura,
- Fédération départementale de l'Environnement du Jura,
- Association départementale des Maires du Jura,
- Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM),

1.2. PRÉSENTATION DES DOCUMENTS

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

Le présent document constitue la notice explicative du schéma départemental des carrières du Jura, 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 le complexe rivières/nappes alluviales, aptitudes hydrogéologiques des carrières du Jura 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 Jura 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 et les gisements potentiels capables d'assurer au moins une trentaine d'années de production des carrières exploitées pour d'autres usages que les granulats (en couleurs continues ou "aplats"), ainsi que les données environnementales à prendre en compte (en surcharges). Il s'agit d'un document de synthèse précis à l'échelle de travail, soit le 1/100 000. L'utilisation d'agrandissements dégraderait cette précision.

2. GENERALITES

Le schéma départemental des carrières du Jura concerne principalement les granulats qui, en tonnage, représentent environ 80 % des matériaux de carrières extraits dans le département.

2.1. GEOLOGIE

2.1.1. Matières premières pour granulats : roches meubles et roches massives

- Les roches meubles, d'origine alluvionnaire, donnent des granulats naturels roulés (formes arrondies). Il s'agit :
 - . soit d'alluvions fluviatiles quaternaires récentes qui occupent les lits mineur et majeur des principales rivières et donnent des granulats généralement de bonne qualité, activement exploités, en grande partie dans la nappe (carrières en eau),
 - . soit d'alluvions quaternaires anciennes d'origine fluviatile ou fluvio-glaciaire sous forme de terrasses en bordure de certaines vallées (Ain, Bienne) ou en placages sur les plateaux,
 - . soit d'alluvions fluviatiles encore plus anciennes déposées dans des bassins d'effondrement tertiaires (Bresse, Forêt de Chaux).
- Les roches massives, à partir desquelles on fabrique des granulats concassés, sont de deux types :
 - . les calcaires, roches les plus exploitées, particulièrement fréquentes dans les formations sédimentaires du Jurassique moyen (Bajocien, Bathonien) et du Jurassique supérieur ("Rauracien", "Séquanien", "Kimméridgien", Portlandien), de qualité (dureté) variable suivant les faciès,
 - . les roches éruptives, ou porphyres, de nature siliceuse, qui donnent des granulats d'excellente qualité mais sont très localisées (massif de la Serre).

2.1.2. Autres matériaux de carrières exploités

- Matériaux pour ciment : la seule cimenterie du département élabore ses produits à partir d'un mélange de calcaires plus ou moins argileux (calcaires hydrauliques du faciès argovien), de calcaires francs (faciès rauracien) et de limons argileux quaternaires, ces 3 types de matériaux existant, en superposition, sur le site d'extraction.
- Calcaires pour industrie chimique : la Société Solvay utilise, pour fabriquer ses produits, des calcaires ordinaires d'âge séquanien et rauracien, extraits dans une carrière proche de son usine de Tavaux.
- Gypse : A Buvilly, près de Poligny, une plâtrière exploite souterrainement des couches de gypse interstratifiées dans les sédiments à dominante marno-dolomitique du Keuper supérieur.

- **Pierres de construction et ornementales** : il n'existe que deux carrières autorisées de pierres ornementales et de construction dans le Jura :
 - . à Revigny, où l'on exploite des bancs calcaires du Bajocien inférieur,
 - . à Chassal, où l'on exploitait un calcaire marbrier d'âge barrémien.
- **Argiles pour produits de terre cuite** : les dépôts plio-quadernaires de la Bresse comportent des niveaux argileux exploités à Bois-de-Gand et à Commenailles pour alimenter une tuilerie située sur cette dernière commune.

2.2. CONDITIONS GENERALES D'EXPLOITATION, IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Les conditions d'exploitation sont très différentes selon qu'il s'agit de gisements de matériaux meubles d'épaisseur souvent assez modeste, noyés ou hors d'eau (extraits avec différents types de matériels de terrassement et de dragage), ou de gisements de roches massives, épais parfois de plusieurs dizaines de mètres (nécessitant l'utilisation d'explosif et de matériels plus puissants et plus lourds).

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

- paysage,
- 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, surtout calcaires, sont des sites sensibles et vulnérables (occupation des sols, sous-sol karstique).

On constate une relative concentration de carrières de roches calcaires dans le secteur nord de Dole. Ailleurs, les exploitations sont éloignées les unes des autres, dispersées sur l'ensemble du territoire et ne donnent nulle part une impression de "mitage", tant en ce qui concerne les matériaux alluvionnaires que les roches massives calcaires.

3. ACTIVITE EXTRACTIVE DES GRANULATS DANS LE JURA : LES CHIFFRES

3.1. CARRIERES AUTORISEES

En 1994, le département du Jura compte 74 carrières autorisées de granulats :

- 33 de roches meubles, dont 11 en lit majeur de rivière,
- 40 de roches massives calcaires,
- 1 de roches massives éruptives.

15 de ces carrières n'ont pas produit en 1994.

3.2. PRODUCTION

Sur la période 1989-1994, la production totale normale (hors chantiers à caractère exceptionnel) de granulats du département varie entre 2 600 et 3 100 kt/an. La proportion de matériaux alluvionnaires qui fluctue d'une année à l'autre, oscille entre 41 % et 50 % mais n'évolue pas de façon significative. On constate une légère augmentation de la production de roches massives qui passe progressivement de 1 500 kt en 1989 à 1 750 kt (dont 300 kt de roches éruptives) en 1994.

3.3. FLUX ENTRANT

L'importation de matériaux est insignifiante : 20 à 30 kt/an de granulats d'origine éruptive en provenance de Saône-et-Loire.

3.4. FLUX SORTANT

En 1994, 480 kt, soit 15 % de la production normale de granulats ont été livrés dans les départements voisins et en Suisse :

- 210 kt de matériaux alluvionnaires, représentant 15 % de la production normale,
- 200 kt de granulats de roches éruptives, représentant les 2/3 de la production,
- 70 kt de granulats de roches calcaires ne représentant que 5 % de la production normale et livrés exclusivement en Suisse.

3.5. CONSOMMATION

La production de granulats satisfait aux besoins du département, quelle que soit la nature des matériaux. En effet, les quantités consommées en 1994 (1 140 kt, 1 370 kt, 130 kt), représentent respectivement 84 %, 95 % et 43 % de la production normale d'alluvions, de roches calcaires et de roches éruptives.

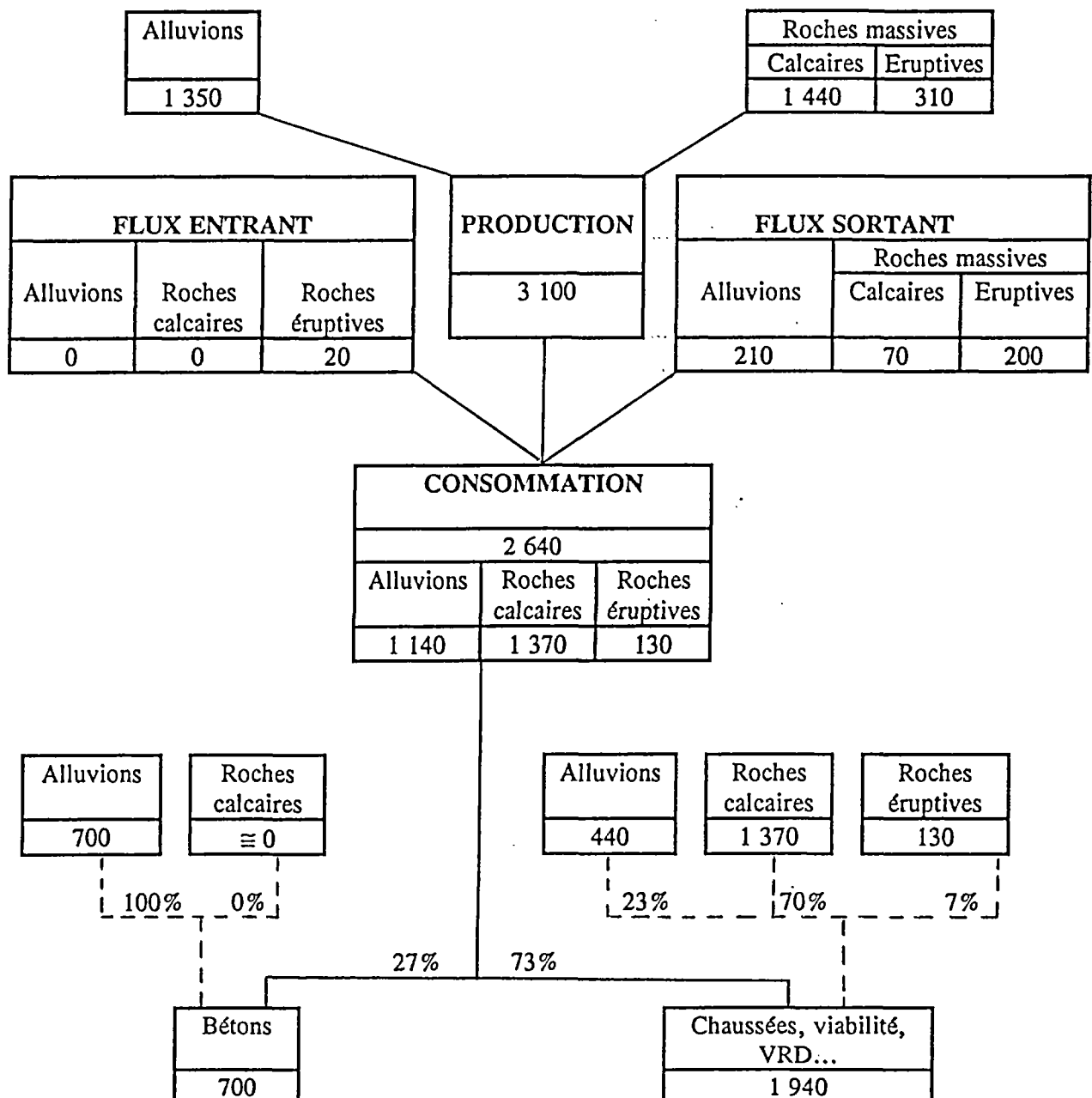
En outre, 500 kt d'alluvions et 1 100 kt de roches calcaires ont été extraites en 1994 pour approvisionner des chantiers routiers à caractère exceptionnel.

3.6. UTILISATION DES GRANULATS

En 1994, la consommation normale en granulats du département (2 640 kt, hors chantiers routiers à caractère exceptionnel) se répartit en :

- 700 kt de granulats alluvionnaires utilisés dans les bétons hydrauliques, ceux-ci étant fabriqués exclusivement avec ce type de matériaux,
- 440 kt de granulats alluvionnaires et 1 370 kt de granulats de roches calcaires employés à d'autres usages que les bétons (remblais, chaussées, VRD...),
- 130 kt de granulats de roches éruptives utilisés essentiellement pour les couches de roulement des chaussées.

DEPARTEMENT DU JURA

LE MARCHE DES GRANULATS EN 1994 (en kt)
HORS CHANTIERS A CARACTERE EXCEPTIONNEL

4. RESSOURCES EN GRANULATS

4.1. RESERVES AUTORISEES

4.1.1. Matériaux alluvionnaires

Au rythme actuel de production, la durée théorique des réserves autorisées fin 1993 est d'au moins 20 ans dans les principaux secteurs productifs et consommateurs (Dole, Lons-le-Saunier, Saint-Claude, Morez), 13 ans dans le secteur Arbois - Poligny - Salins-les-Bains, 8 ans dans le Sud-Revermont où la production annuelle est la plus faible.

4.1.2. Roches massives calcaires

Dans les mêmes conditions, la durée théorique des réserves autorisées est de 4 ans dans le secteur Saint-Claude - Morez, 9 ans dans le secteur de Dole, 12 ans dans le secteur de Lons-le-Saunier, 14 ans dans le secteur Sud-Revermont, 60 ans dans le secteur Arbois - Poligny - Salins-les-Bains où la production annuelle est la plus faible.

4.1.3. Roches éruptives

Les réserves autorisées fin 1993 ne garantissent que 5 années de production au rythme actuel.

4.2. RESSOURCES POTENTIELLES

4.2.1. Matériaux alluvionnaires

C'est dans le Nord du département, notamment dans le secteur de Dole, que les ressources en alluvions sont les plus importantes avec les gisements des plaines alluviales de l'Ognon, du Doubs, et de la Loue. Les alluvions plio-quaternaires affleurent aussi largement (forêt de Chaux, bordures de la vallée de la Loue).

Le secteur de Lons-le-Saunier profite des gisements de la vallée de la Seille. Le gisement de la vallée de l'Orain, plus éloigné, entre Dole et Lons-le-Saunier, n'est pas exploité actuellement, bien que son épaisseur soit remarquable.

Ailleurs, dans la moitié sud-est du département, les gisements potentiels, essentiellement d'origine fluvio-glaciaire, existent de façon sporadique (lambeaux) ou plus largement (vallées de l'Ain et de la Bienne).

4.2.2. Roches massives calcaires

En dehors de la dépression tertiaire de la Bresse (y compris la forêt de Chaux) qui s'étend en bordure occidentale du Jura, les calcaires du Jurassique affleurent partout très largement et les ressources potentielles en roches calcaires sont considérables :

- entre le massif de la Serre et la vallée du Doubs, au Nord et au Nord-Est de Dole,
- sur les premiers plateaux où les calcaires du Jurassique moyen sont prédominants,
- sur les hauts plateaux et dans la Haute-Chaine où les calcaires du Jurassique supérieur sont omniprésents.

4.2.3. Roches massives éruptives

Le seul gisement potentiel forme une bande étroite, longue de plusieurs kilomètres, sur le flanc septentrional du massif de la Serre.

5. POLITIQUE D'APPROVISIONNEMENT EN GRANULATS

La Commission des Carrières du Jura a défini une politique des carrières axée sur une réduction progressive des extractions en milieu alluvial. Différents moyens sont envisagés pour diminuer la consommation de granulats alluvionnaires.

5.1. UTILISATION RATIONNELLE DES GRANULATS EN VIABILITE ET VRD

Il s'agit d'éviter la surqualité ou le gaspillage de matériaux nobles en réservant les alluvions aux stricts usages pour lesquels ces matériaux sont indispensables. En particulier, l'utilisation d'alluvions fluviales pour remblai, sous-couche routière, plateforme industrielle, doit être proscrite.

5.2. SUBSTITUTION DANS LA FABRICATION DES BETONS

Techniquement, il est possible de fabriquer les bétons courants comportant un pourcentage important (pouvant atteindre 70%) de granulats de roches calcaires concassées. Il convient donc d'engager et de développer la substitution des granulats alluvionnaires par des granulats de roches calcaires dans les bétons qui, actuellement, sont fabriqués exclusivement à partir d'alluvions.

5.3. REGULATION DES FLUX DE GRANULATS

Le schéma des carrières ne doit prendre en compte que les stricts besoins des départements voisins, ces besoins étant évalués en fonction des ressources propres et avec les mêmes règles d'économie que celles envisagées pour le Jura. Cette mesure devrait permettre d'éviter l'augmentation des livraisons de granulats alluvionnaires hors département. Afin d'économiser la ressource tout en limitant les nuisances environnementales, il convient également de réguler les flux hors département et départements voisins.

5.4. RECYCLAGE DES MATERIAUX

Dans le département du Jura, les perspectives offertes par le recyclage des matériaux sont très limitées tant en ce qui concerne le secteur de la démolition que celui des mâchefers ou des sables de fonderie :

- faibles potentialités du marché (50 à 80 kt, au total),
- qualité moindre des granulats recyclés,
- difficultés pratiques et de commercialisation des produits recyclés,...

5.5. ACTION D'INFORMATION ET DE SENSIBILISATION

Pour mener à bien une telle politique de réduction des extractions de granulats alluvionnaires, il faut parvenir à changer les habitudes, ce qui ne peut se faire que progressivement. Pour cela, il est nécessaire de promouvoir une action d'information et de sensibilisation auprès des producteurs et surtout des utilisateurs de granulats (maîtres d'ouvrages, donneurs d'ordres, municipalités, bureaux d'études...), tout en sachant que le critère économique sera prépondérant dans la réussite.

6. EVALUATION DES BESOINS EN GRANULATS

Les besoins en granulats du département, pour les 15 années à venir, ont été évalués en appliquant la politique des carrières définie dans le chapitre qui précède et dont le principe de base est le transfert progressif de la consommation de granulats alluvionnaires vers les granulats de roches massives concassées.

Les mesures de réduction progressive prises en compte dans cette simulation permettent d'espérer, au bout de 15 ans, une économie globale annuelle de 670 kt (soit 50% environ de la production normale 1994) de granulats alluvionnaires dont :

- 290 kt, dans le domaine viabilité-VRD, en réservant les matériaux alluvionnaires strictement aux usages pour lesquels ils sont indispensables,
- 300 kt, dans le domaine des bétons, en développant le processus de substitution,
- 80 kt, résultant de la limitation des livraisons hors département et départements voisins.

Sur 15 ans, l'économie totale en granulats alluvionnaires est de 7 000 kt environ, ce qui correspond à une superficie de 48 hectares environ pour une épaisseur moyenne de gisement de 8 m en milieu alluvial. Corrélativement, les granulats de roches massives calcaires nécessaires à la substitution totalisent 5 980 kt, ce qui correspond à une superficie de l'ordre de 17 hectares pour une épaisseur de gisement moyenne de 20 m.

En ce qui concerne les granulats de roches éruptives, sur la base d'une production constante de 300 kt/an, les besoins à 15 ans sont estimés à 4 500 kt.

7. ZONES SENSIBLES DU POINT DE VUE ENVIRONNEMENTAL ET PATRIMONIAL

Les ressources potentielles ont été définies sur la base de critères essentiellement géologiques et qualitatifs. 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 comprend :

- les espaces bénéficiant d'une délimitation ou de protection juridique au titre de l'environnement et interdisant l'exploitation de carrières : arrêté de protection de biotope, réserve naturelle, site classé, périmètres de protection immédiate et rapprochée des captages d'alimentation en eau potable (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 carrières : zone naturelle d'intérêt écologique, floristique et faunistique (Z.N.I.E.F.F.), zone d'importance communautaire pour les oiseaux (Z.I.C.O.), parc naturel régional...
- les dispositions de la loi Montagne qui concerne une vingtaine de communes,
- les orientations et objectifs du schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux (SDAGE) du bassin Rhône-Méditerranée-Corse. Le SDAGE, approuvé par le Comité de bassin le 20 décembre 1996, concerne principalement les extractions de matériaux alluvionnaires. Il préconise notamment la limitation stricte des autorisations d'extraction dans les zones particulièrement sensibles qui correspondent :
 - . soit à des milieux déjà très dégradés physiquement par l'activité humaine,
 - . soit à des milieux aquatiques à forte valeur patrimoniale au regard de l'approvisionnement en eau potable,
 - . soit à des zones humides remarquables (faune, flore, écosystèmes).

La superposition de la carte des ressources potentielles et de la carte des espaces protégés au titre de l'environnement montre que les gisements alluvionnaires sont les plus touchés par des contraintes multiples. En effet, aux servitudes liées à l'existence des puits de captages s'ajoutent les zones de préservation de la ressource en eau souterraine, les Z.N.I.E.F.F., les Z.I.C.O. (basse vallée du Doubs), les préconisations du SDAGE.

En ce qui concerne les roches calcaires, c'est la région du Haut-Jura (secteurs Moirans-en-Montagne, Saint-Claude, Morez) qui apparaît la plus sensible du point de vue environnemental. Néanmoins, compte-tenu de la grande extension des zones d'affleurement, les espaces libres de "contraintes" environnementales (autres que celles liées au Parc naturel régional du Haut-Jura) sont encore partout considérables.

Le seul gisement de roches éruptives est en quasi totalité inclus dans le périmètre d'une Z.N.I.E.F.F. de type II.

8. IMPLANTATION DE NOUVELLES CARRIERES ET REAMENAGEMENT

Des mesures seront prises pour éviter la multiplication des sites d'extraction (mitage), réduire le nombre de carrières improductives et encourager une gestion plus économe des gisements de matériaux alluvionnaires.

Les 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 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.

L'implantation éventuelle de nouvelles carrières en milieu alluvial sera conforme aux prescriptions fixées par l'arrêté ministériel du 22 septembre 1994 relatif aux exploitations de carrières et compatible avec les objectifs et orientations du SDAGE du bassin Rhône-Méditerranée-Corse et du SAGE Haut-Doubs - Haute-Loue.

Elle sera soumise à des conditions très strictes, avec le souci prééminent de préserver les ressources en eau potable, tant du point de vue qualitatif que du point de vue quantitatif, ainsi que l'espace de liberté et les annexes fluviales des cours d'eau.

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 Jura 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...).

Une étude complémentaire serait nécessaire pour sélectionner et caractériser, dans le département, quelques sites de carrières les plus favorables, en tenant compte des critères géographiques (zones de production potentielle) hydrogéologique et environnemental.

9. CONCLUSION

Dans le département du Jura, l'exploitation des granulats représente l'essentiel de l'activité extractive de matériaux avec 80 % de la production, en tonnage et près de 74 carrières autorisées sur un total de 82.

Globalement, le département est bien pourvu en ressources, qu'il s'agisse de matériaux alluvionnaires, de roches calcaires, et, dans une moindre mesure, de roches éruptives..

On constate une tendance à la surexploitation des alluvions due à l'abondance de la ressource, ce qui se traduit par un certain gaspillage dans le domaine routier et par l'utilisation exclusive de ce type de matériaux dans la fabrication des bétons. C'est pourquoi, la réduction progressive des extractions en milieu alluvial est le principal objectif de la politique définie dans le cadre du présent schéma des carrières.

Les mesures prévues pour atteindre cet objectif sont :

- dans le domaine routier, l'utilisation plus économe en réservant les granulats alluvionnaires aux seuls usages pour lesquels ils sont indispensables,
- dans le domaine des bétons, le développement du processus de substitution par des granulats de roches massives calcaires,
- dans le domaine des flux, l'adaptation de la production aux stricts besoins du département et des départements voisins.

Ces mesures appliquées au 15 prochaines années permettent d'envisager une économie de matériaux alluvionnaires équivalente à une superficie de 48 hectares en milieu alluvial avec, en contrepartie, une consommation supplémentaire de 16 hectares environ en milieu rocheux calcaire.

La mise en oeuvre d'une telle politique, qui implique une certaine rigueur dans l'examen des dossiers de demande d'autorisation, doit être accompagnée d'une action d'information et de sensibilisation de toutes les parties concernées, producteurs comme utilisateurs.

Bien que peu prometteur, a priori, et encore guère pratiqué, le recyclage des matériaux mérite d'être développé, ne serait-ce que pour éviter l'encombrement inutile des décharges.

Les contraintes environnementales affectent principalement les gisements alluvionnaires des vallées et les gisements de roches calcaires du Haut-Jura.

Au terme de l'étude, il apparaît que deux études seraient nécessaires pour compléter utilement les données du schéma des carrières, l'une, concernant les orientations en matière de réaménagement des carrières, destinée à localiser et caractériser les principaux types de milieux existant dans le département du Jura et à définir, pour chacun d'eux les principes d'aménagement optimaux à privilégier, l'autre, visant à localiser et caractériser de façon plus précise quelques sites de carrières les plus aptes à accueillir des déchets inertes dans le département.

Une fois l'an, la Commission départementale des carrières s'assurera que le schéma est bien appliqué, conformément à l'article 5 du décret du 11 juillet 1994.

Contacts

Préfecture du Jura

55, rue Saint Désiré

39030 LONS LE SAUNIER Cedex

Tél. 03 84 85 86 00

Fax 03 84 24 71 29

**Direction Régionale de l'Industrie,
de la Recherche et de l'Environnement
de Franche-Comté**

Subdivision de Lons le Saunier

151, rue Regard

39000 LONS LE SAUNIER

Tél. 03 84 87 10 20

Fax 03 84 87 10 21

Subdivision de Dole

1, rue Alexandre Vialatte

39100 DOLE

Tél. 03 84 79 64 64

Fax 03 84 82 20 01

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 Jura

Ressources potentielles en granulats
carrières autorisées au 31/12/94

Données environnementales

Planche 1

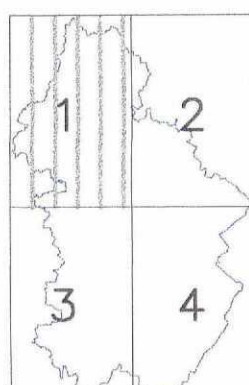
(Feuille Nord-Ouest)

UNICEM
Bourgogne
Franche-Comté

DRIRE
FRANCHE-COMTÉ

BRGM

Pilotage assuré par
la DRIRE de Franche-Comté



Rapport N° R 39052

Mars 1999

Source des données

carrières : DRIRE 1994
ressources potentielles en granulats : BRGM, 1997
données environnementales : coordination DREN 1997

Extraits des cartes 1/100 000 IGN N° 37-38-44-45

(c) IGN - PARIS

Autorisation de reproduction N° 52-9007

Projection Lambert II étendu, ellipsoïde Clarke 1880

(c) BRGM - 1999

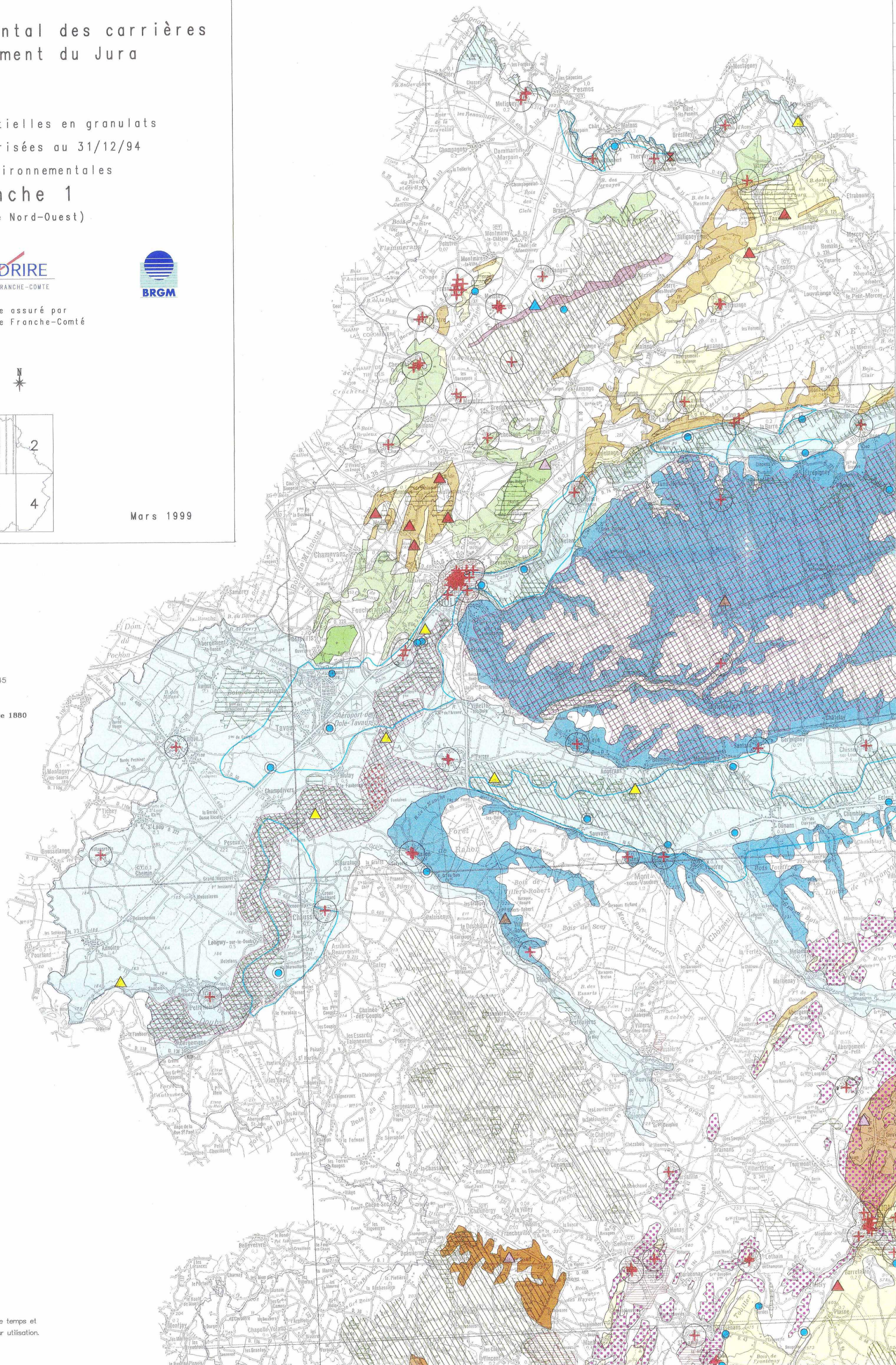
Voir légende PLANCHE 2

Les données environnementales sont évolutives dans le temps et
toutes les précautions doivent être prises quant à leur utilisation.

0 1 2 3 4 5 Km

Echelle 1/100 000

Carte éditée le 18 mars 1999



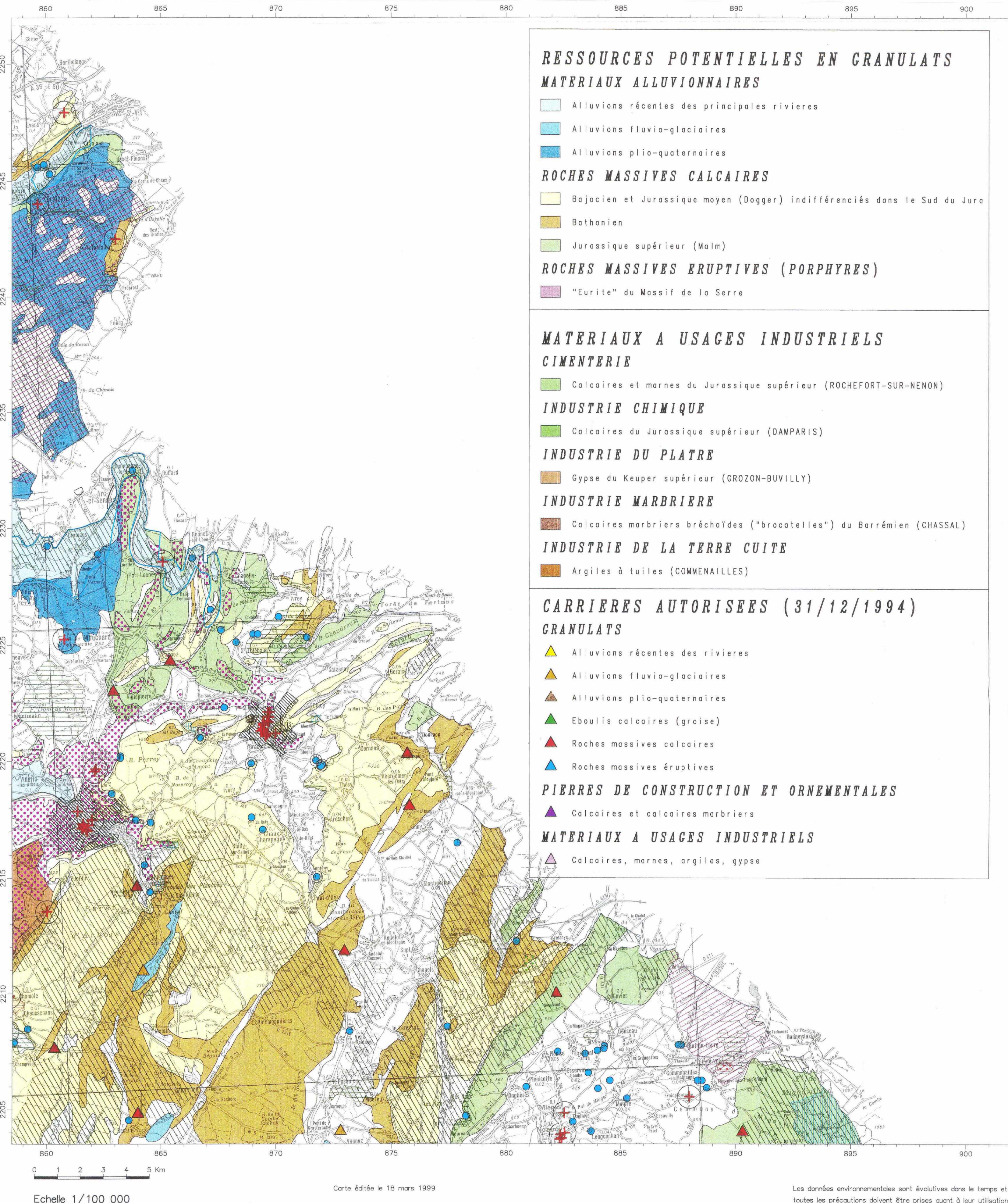


Schéma départemental des carrières du département du Jura

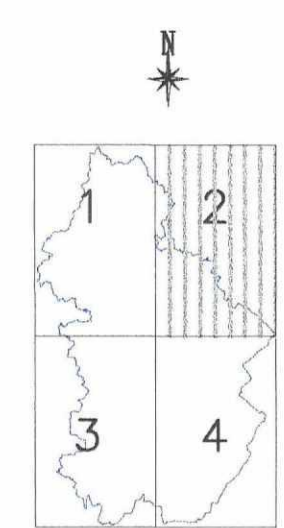
Ressources potentielles en granulats
carrières autorisées au 31/12/94

Données environnementales

Planche 2 (Feuille Nord-Est)



Pilotage assuré par
la DIRE de Franche-Comté



Rapport N° R 39052

Mars 1999

DONNEES ENVIRONNEMENTALES

- Z.I.C.O. (Zones d'Importance Communautaire pour les Oiseaux)
- Arrêtés de Protection de Biotope
- Réserves naturelles et réserves naturelles volontaires
- Réserve biologique domaniale
- Z.N.I.E.F.F. de type 2 (Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Floristique et Faunistique)
- Z.N.I.E.F.F. de type 1 (Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique Floristique et Faunistique)
- Parc naturel régional du Haut Jura
- Sites classés ou sites inscrits
- Sites classés ou sites inscrits (petite superficie)
- Monuments historiques classés ou inscrits
- Z.P.P.A.U.P. (Zone de Protection du Patrimoine Architectural Urbain et Paysager)
- Zone de vignoble de l'A.O.C. Jura
- Captages AEP en service (Septembre 1995)
- Captages AEP en service (Septembre 1995) avec périmètres de protection réglementaire
- Zones privilégiées de ressources en eau potable

Extraits des cartes 1/100 000 IGN N° 37-38-44-45

(c) IGN - PARIS

Autorisation de reproduction N° 52-9007

Projection Lambert II étendu, ellipsoïde Clarke 1880

(c) BRGM - 1999

Source des données

carrières : DIRE 1994

ressources potentielles en granulats : BRGM, 1997

données environnementales : coordination DIREN 1997

Schéma départemental des carrières du département du Jura

Ressources potentielles en granulats
carrières autorisées au 31/12/94

Données environnementales

Planche 3 (Feuille Sud-Ouest)

UNICEM
Bourgogne
Franche-Comté

DRIRE
FRANCHE-COMTÉ

BRGM

Pilotage assuré par
la DRIRE de Franche-Comté

Rapport N° R 39052

Mars 1999

Source des données

carrières : DRIRE 1994
ressources potentielles en granulats : BRGM, 1997
données environnementales : coordination DREN 1997

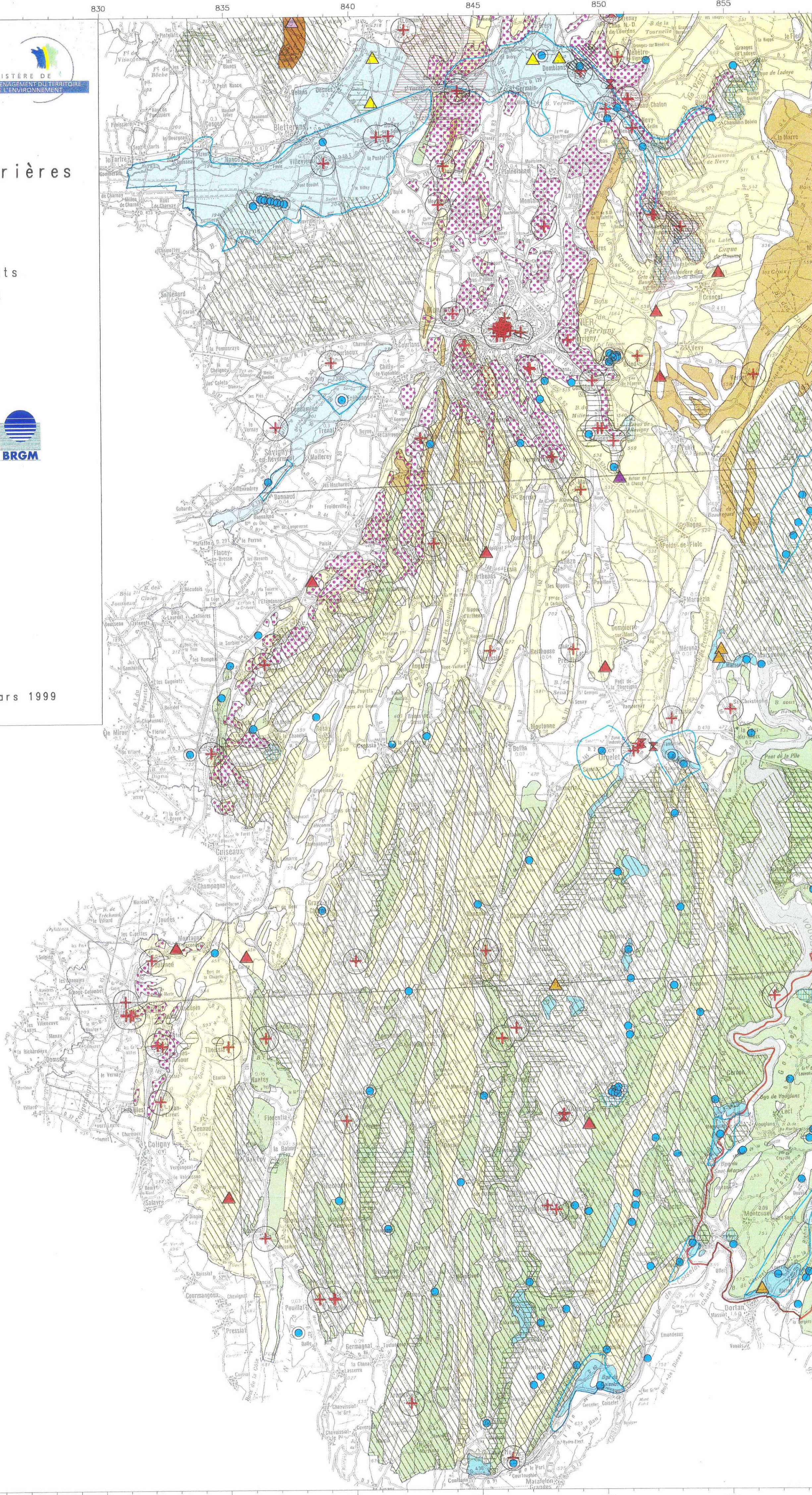
Extraits des cartes 1/100 000 IGN N° 37-38-44-45
(c) IGN - PARIS
Autorisation de reproduction N° 52-9007
Projection Lambert II étendu, ellipsoïde Clarke 1880
(c) BRGM - 1999

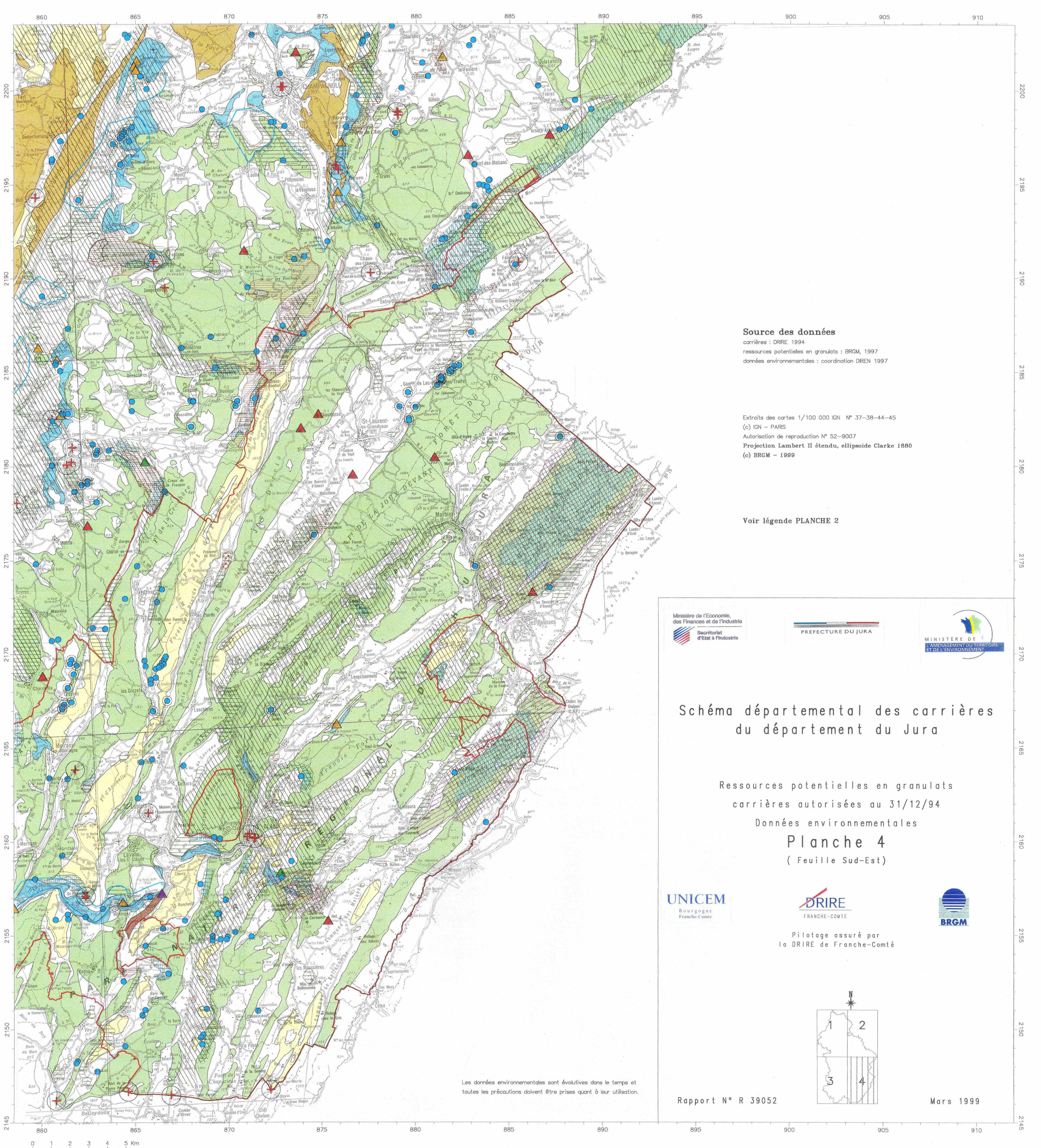
Voir légende PLANCHE 2

Les données environnementales sont évolutives dans le temps et
toutes les précautions doivent être prises quant à leur utilisation.

Echelle 1/100 000

Carte éditée le 18 mars 1999





Source des données
carrières : DRIRE 1994
ressources potentielles en granulats : BRGM, 1997
données environnementales : coordination DREN 1997

Extraits des cartes 1/100 000 IGN N° 37-38-44-45
(c) IGN - PARIS
Autorisation de reproduction N° 52-9007
Projection Lambert II étendu, ellipsoïde Clarke 1880
(c) BRGM - 1999

Voir légende PLANCHE 2

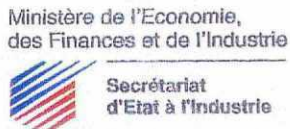


Schéma départemental des carrières du département du Jura

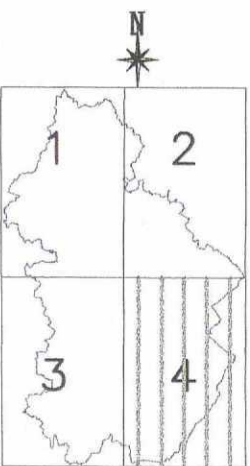
Ressources potentielles en granulats
carrières autorisées au 31/12/94

Données environnementales

Planche 4 (Feuille Sud-Est)



Pilotage assuré par
la DRIRE de Franche-Comté



Les données environnementales sont évolutives dans le temps et
toutes les précautions doivent être prises quant à leur utilisation.

Rapport N° R 39052

Mars 1999