

Révision du schéma des carrières : cartographie de la ressource disponible Département de l'Eure

Rapport final

BRGM/RP-58076-FR
Janvier 2010

Étude réalisée dans le cadre des projets
de Service public du BRGM

P. PANNET, S. COLIN, M. BRANELLEC

Avec la collaboration de C. Bellenger et E. Tirard

Vérificateur :

Nom : P. LEBRET

Date : 04/02/2010

Signature : 

Approbateur :

Nom : E. GOMEZ

Date : 08/02/2010

Signature : 

Le système de management de la qualité du BRGM est certifié AFAQ ISO 9001:2000.

Mots clés : Carrière, géologie, granulats, ressource minérale, Seine, Eure, Haute-Normandie.

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

Pannet P., Colin S., Branellec M., Bellenger C., Tirard E. (2010) – Révision du Schéma des carrières : cartographie de la ressource disponible, département de l'Eure. Rapport final, Rapport BRGM/RP-58076-FR, 50 p., 13 ill., 3 annexes.

© BRGM, 2010, ce document ne peut être reproduit en totalité ou en partie sans l'autorisation expresse du BRGM.

Synthèse

Cette étude, intitulée « révision du schéma des carrières, cartographie de la ressource disponible, département de l'Eure » a été produite dans le cadre de la réactualisation décennale des Schémas départementaux des carrières. Elle a été commandée par la DREAL de Haute-Normandie et réalisée en étroite collaboration avec l'UNICEM, et la DREAL.

L'objectif du volet « ressources » de la révision du schéma des carrières consiste à établir une cartographie actualisée des ressources disponibles en estimant le gisement encore présent à partir des cartographies des ressources en matériaux et des anciennes carrières. Ce travail ne concerne pas que les substances pour granulats mais esquisse également un aperçu des autres types de ressources disponibles.

Cette étude montre que le département de l'Eure présente des ressources assez diversifiées en matériaux, mais que très peu offrent une ressource abondante et de qualité. Seuls les craies et les granulats alluvionnaires dans les vallées de la Seine et de l'Eure constituent des gisements importants.

Trois parties distinctes du département peuvent être différenciées :

- Le « plateau tertiaire », au nord-est du département, offre la plus grande variété de ressource, avec des argiles, des sables et des calcaires valorisables ;
- Le plateau crayeux, qui occupe la majeure partie de l'espace est recouvert d'une épaisse couche d'argiles à silex et de limons ; il est entaillé de quelques vallées à faible gisement. Le fond des vallées, au sud et à l'ouest, offre quelques gisements limités d'argiles issus des couches du Jurassique ;
- La vallée de la Seine et l'aval de la vallée de l'Eure, incisant les plateaux, qui offrent une ressource importante en granulats alluvionnaires.

La faible diversité de la ressource géologique dans la majeure partie du département, la présence de gisements alluvionnaires importants et la demande en granulats font des granulats alluvionnaires un enjeu majeur.

L'inventaire des zones déjà exploitées et la quantification de la ressource disponible qui en découle montre une ressource géologique encore présente pour toutes les formations du substrat. Mais l'estimation des gisements restant « en terre » pour les granulats alluvionnaires montre une forte pression qui va impliquer une gestion rigoureuse du gisement restant disponible. Même s'il reste actuellement plus de 600 millions de m³ disponibles dans les vallées de la Seine et de l'Eure aval, c'est en **moyenne plus de 50% de la ressource initiale** (jusqu'à à plus de 70% de la surface pour les terrasses les plus productives de la Seine) **qui n'est plus disponible** des faits conjoints de l'urbanisation et de l'exploitation.

Ces limites aux gisements exploitables pour les granulats, face à la répartition géographique des besoins du département (et de l'Île de France à proximité), associées aux coûts du transport, devrait amener les aménageurs à utiliser davantage de matériaux de substitution.

Cette réalité, qui inclut le souci d'économie et de protection de la ressource naturelle, devrait amener à faire évoluer les méthodes d'usage et de commandes (nature des CCTP par exemple), pour augmenter la substitution du traitement in situ des matériaux argilo-limoneux de couverture et aussi de la craie et renforcer l'utilisation des produits recyclés issus des déchets du BTP.

Cette évolution tend à se développer, particulièrement lors de la réalisation de grands travaux (substitution de granulats par des matériaux locaux traités à la chaux ou au ciment pour la mise en place de remblais et ou la réalisation de couches de fondations). C'est pourquoi une cartographie des formations superficielles est aussi produite en annexe de la cartographie de la ressource.

Toutefois, ces produits de substitution ou de recyclage resteront limités en volumes et en usages (qualité du produit notamment). La spécificité de la ressource principale (granulats alluvionnaires) du département oblige donc à rechercher des solutions complémentaires afin de répondre à l'ensemble des besoins. A ce titre, plusieurs ressources identifiées (sablon dans les affleurements Cénozoïques, calcaires dans l'Eocène) peuvent venir compléter les granulats. Enfin, certains niveaux de craie très pure et sans silex, ou de sables de Fontainebleau très purs en silice pourraient localement être exploités un jour pour des besoins industriels à forte valeur ajoutée.

Sommaire

1. Introduction	7
2. Inventaire des zones déjà exploitées	9
2.1. L'URBANISATION	9
2.2. LA RESSOURCE DEJA EXPLOITEE.....	9
2.2.1. Source des données.....	9
2.2.2. Résultats et analyse critique.....	10
3. La ressource géologique exploitable	13
3.1. LES GRANULATS DE ROCHE MEUBLE	13
3.1.1. Les granulats alluvionnaires : généralités	13
3.1.2. Les alluvions de la Seine.....	15
3.1.3. Les autres vallées.....	23
3.2. LES GRANULATS DE ROCHE MASSIVE	25
3.2.1. Calcaires du Lutétien (Eocène, Cénozoïque).....	25
3.2.2. Calcaires du Bartonien (Eocène, Cénozoïque)	25
3.3. LES ROCHES INDUREES POUR PIERRE DE TAILLE, MOELLONS ET EMPIERREMENT	25
3.3.1. Les calcaires du Lutétien.....	26
3.3.2. Les meulières	26
3.4. LES CRAIES.....	26
3.5. LES SABLONS	27
3.5.1. Les sables du Thanétien (Paléocène, Cénozoïque).....	27
3.5.2. Les sables de Cuise (Yprésien supérieur, Eocène, Cénozoïque)	28
3.5.3. Les sables du Bartonien (Eocène, Cénozoïque)	28
3.5.4. Les sables de Fontainebleau (Stampien, Oligocène inférieur, Cénozoïque)	29
3.6. AUTRES CLASSES DE MATERIAUX.....	29
3.6.1. Matériaux pour fabrication de chaux et ciments	29
3.6.2. Matériaux pour amendement agricole	29
3.6.3. Argiles kaoloniques et limons pour tuiles et briques.....	29

3.6.4. Les formations à Silex.....	30
4. Conclusion.....	31
5. Bibliographie	33

Liste des illustrations

Illustration 1 : Cartographie des zones déjà exploitées, département de l'Eure.....	11
Illustration 2 : Cartographie de la ressource disponible, secteur "Seine amont".....	16
Illustration 3 : Tableau de quantification des granulats, secteur "Seine amont".	17
Illustration 4 : Tableau de quantification des granulats, secteur Gaillon.....	18
Illustration 5 : Cartographie de la ressource disponible secteur Gaillon.....	18
Illustration 6 : Tableau de quantification des granulats, boucle de Tosny.....	19
Illustration 7 : Cartographie de la ressource disponible, boucle de Tosny.....	20
Illustration 8 : Cartographie de la ressource en granulats, boucle de Muids.	21
Illustration 9 : Tableau de quantification des granulats, boucle de Muids.....	22
Illustration 10 : Tableau de quantification des granulats, boucle de Val-de-Reuil.	22
Illustration 11 : Cartographie de la ressource en granulats, boucle de Val-de-Reuil.....	23
Illustration 12 : Tableau de quantification des granulats alluvionnaires, secteur Eure aval.	24
Illustration 13 : Tableau de quantification des granulats alluvionnaires, secteur Pacy- sur-Eure.....	24

Liste des annexes

Annexe 1 - Tableau récapitulatif de quantification de la ressource géologique.....	35
Annexe 2 - Quantification de la ressource en granulats alluvionnaires	39
Annexe 3 - Méthode de cartographie de la ressource en matériaux	43

1. Introduction

Cette étude, intitulée « révision du schéma des carrières : cartographie de la ressource disponible, département de l'Eure » est commandée par la DREAL de Haute-Normandie dans le cadre de la réactualisation décennale des Schémas départementaux des carrières. Elle a été réalisée en collaboration avec l'UNICEM et la DREAL qui nous ont fourni différentes informations. Le livrable est un fichier à usage SIG des anciennes carrières reconnues du département de l'Eure, le présent rapport accompagnant ce fichier.

Ce travail a pour but de fournir un aperçu des gisements en matériaux encore disponibles. Il s'est agi de cartographier la ressource géologique d'une part, et de soustraire à la ressource géologique les zones déjà exploitées et les zones inaccessibles (zones urbaines par exemple) d'autre part, afin de quantifier la ressource effectivement disponible.

Le premier chapitre fait état des contraintes dites « de fait » qui vont rendre la ressource indisponible, à savoir les zones urbanisées et les zones déjà exploitées. Il présente la méthodologie appliquée afin de cartographier le plus exhaustivement possible la ressource déjà exploitée.

Le second chapitre présente la ressource géologique exploitable et les paramètres utilisés pour faire les estimations « en terre » des gisements résiduels. Ces estimations de volumes sont données pour les formations non recouvertes et principalement susceptibles de fournir des granulats. Une distinction est faite pour les granulats issus des alluvions de la Seine et de l'Eure qui constituent l'enjeu majeur du département en termes de ressource.

En Annexe 3 se trouve également l'organisation des attributs associés à la cartographie de la ressource disponible.

Cette étude fait état de la ressource disponible, mais ne prend pas en compte les différentes zones d'enjeux déterminées par les réglementations en vigueur (Code de l'Environnement par exemple...), et les difficultés d'accessibilité à la ressource.

2. Inventaire des zones déjà exploitées

Afin de quantifier au mieux la ressource effectivement disponible, il a été inventorié la ressource déjà exploitée et les zones de contraintes de faits : zones urbanisées, terrains à usage particulier....

2.1. L'URBANISATION

Dans le cadre de cette étude, la DREAL de Haute-Normandie a fourni la BD topo de l'IGN au BRGM. L'ensemble des zones urbanisées a été pris en compte selon la limite fournie par les données de l'IGN en 2009. Rendant de fait la ressource inaccessible, ces surfaces ont été soustraites à la ressource brute. A l'issue de l'étude, il s'est avéré que la principale cause d'inaccessibilité à la ressource géologique est la présence des zones urbaines.

2.2. LA RESSOURCE DEJA EXPLOITEE

La ressource géologique est exploitée depuis très longtemps par l'homme, avec l'exploitation de roche dure pour fabriquer des moellons ou pierres de taille qui ont servi à la construction des villes (les calcaires de la région de Caumont ou de Vernon ont servi à la construction de nombreux bâtiments historiques comme la Cathédrale de Rouen), ou l'exploitation de craie pour l'amendement des terres. Depuis la fin du XIX^{ème} siècle, et surtout depuis une cinquantaine d'années, ce sont les granulats de roche meuble qui sont valorisés en masse pour la construction d'ouvrages et de bâtiments ou encore la voirie....

2.2.1. Source des données

De nombreuses sources de données ont été utilisées pour essayer d'être le plus exhaustif possible quant à l'inventaire des carrières en activité et abandonnées, dans un cadre budgétaire acceptable.

En premier, ce sont les données de la DREAL (ex DRIRE) pour les carrières en activité ou récemment fermées qui ont été récupérées (données incluses dans l'observatoire des matériaux).

En ce qui concerne les carrières abandonnées plus anciennes, les sources de données sont plus diffuses et peu exhaustives. Pour réaliser ce recueil, il a été pris en compte les données provenant des sources suivantes :

- les éléments visibles des traces d'exploitation (talus de bord de fouilles encore marqués, pourtour d'étendues d'eau artificielles...) sur le scan 25 de l'IGN © actuel (millésimes des cartes entre 2000 et 2009) ;

- les carrières indiquées sur la carte géologique de la France au 1/50 000 du BRGM © (sans omettre le fait que leur prise en compte cartographique dépend du lever et du millésime d'édition du document) ;
- les données se trouvant en Banque du Sous-Sol (BSS), gérée par le BRGM (principalement des dossiers inscrits dans les années 1970) et intégrées dans l'observatoire des matériaux du Brgm.

Enfin, les professionnels (carriers) ont apporté leur très bonne connaissance du terrain en complétant les éventuelles lacunes identifiées de cet inventaire.

2.2.2. Résultats et analyse critique

A l'issue de cet inventaire, ce sont les contours de près de 1 700 carrières de toutes tailles qui ont été digitalisés (Illustration 1 ; SIG disponible sur le cd en annexe) sur le département de l'Eure.

Cela correspond à une surface exploitée d'environ 65 km² dont plus de 55 km² concernent les granulats alluvionnaires (tableaux en Annexe 1).

Bien que cet inventaire soit le plus exhaustif possible, il n'est pas complet pour plusieurs raisons :

- Plusieurs milliers de données ponctuelles qui sont autant d'indices d'exploitation n'ont pas été pris en compte, faute de pouvoir disposer d'un contour (polygone) donnant les limites en surface de l'extension de ces anciennes carrières ;
- Certaines carrières dans les limons (anciennes briqueteries de villages du XIX^{ème} s. par exemple) n'ont pas été intégrées du fait de l'absence d'enjeu sur ces matériaux actuellement ;
- Les carrières souterraines n'ont pas été prises en compte, faute de polygone d'emprise de qualité correcte et disponible ;
- Il n'a pas été procédé à l'examen d'éditions de cartes anciennes ni de photos aériennes. Vu leur nombre (une édition aérienne par décennies minimum depuis 1945, plusieurs éditions de cartes topographiques à 1/50 000 puis 1/25 000), cela nécessiterait un travail plus long et plus coûteux et dont une partie se traduirait par l'identification de zones désormais urbanisées et donc hors du propos de facto ;
- Une absence de source pour les plus anciennes carrières.

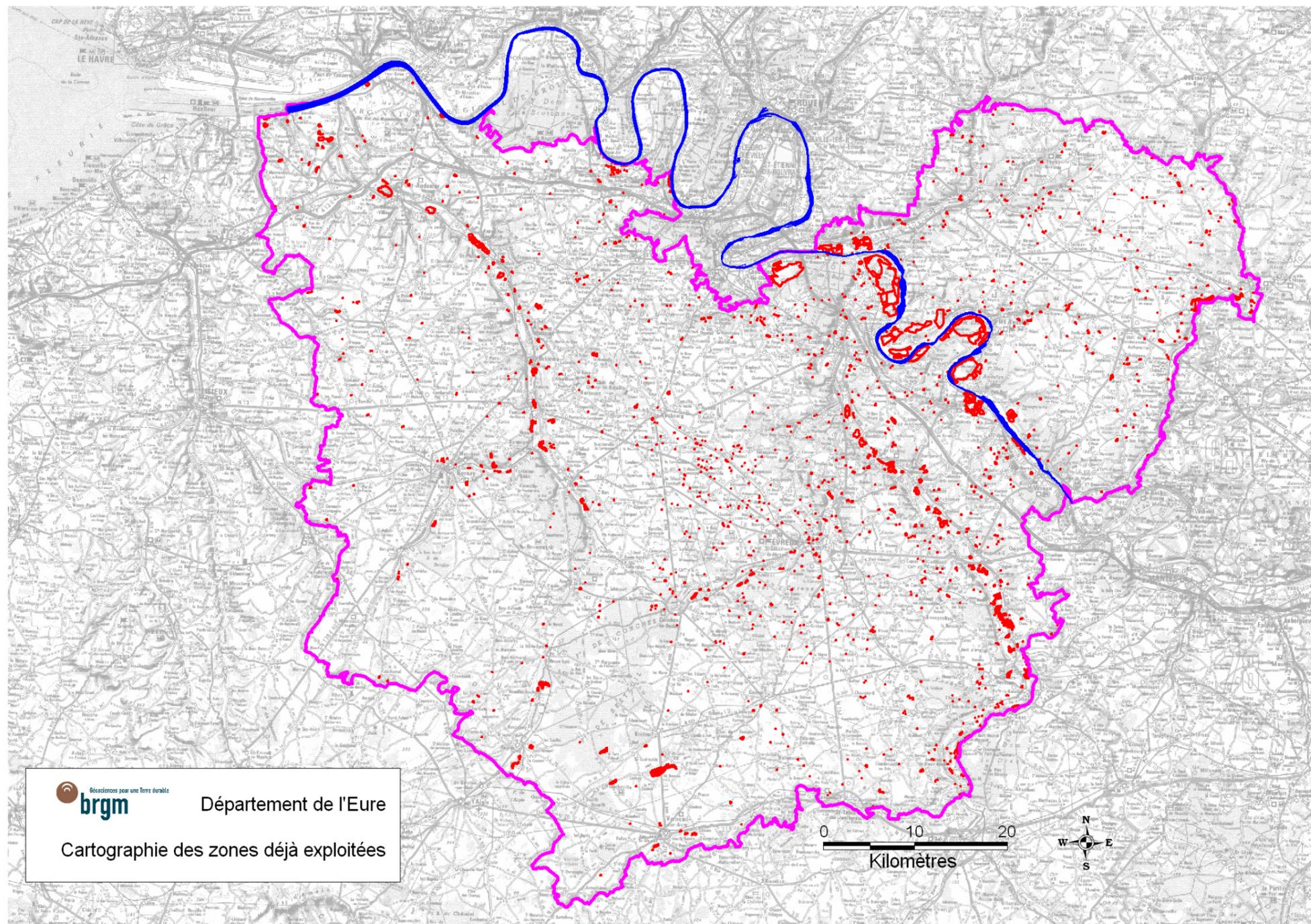


Illustration 1 : Cartographie des zones déjà exploitées, département de l'Eure.

3. La ressource géologique exploitable

Situé sur la frange ouest du Bassin de Paris, le département de l'Eure est marqué par la bordure de la structure « en pile d'assiette » qui caractérise la Bassin Parisien. Ainsi, l'est du département est marqué par l'extrémité ouest des affleurements tertiaires (Vexin) tandis qu'au sud-ouest du département, en limite de la cuesta du Crétacé, des formations du Jurassique affleurent au fond des vallées. Le plateau crayeux, recouvert de formations d'altération (argiles à silex) et de formations superficielles (limons éoliens) couvre la majeure partie du département de l'Eure. Ainsi, malgré une « bonne » variété apparente de formations à l'affleurement, la ressource géologique dans le département de l'Eure est marquée par la répartition hétérogène des ressources et la faible surface d'affleurement de la plupart des couches jurassiques et tertiaires.

Dans les paragraphes suivants qui décrivent les différents gisements, il a été choisi de les ranger le plus souvent par classe de matériaux (au sens produits pour usage), puis par critère géologique, afin de respecter une logique d'exploitabilité du matériau.

Pour chacun d'eux, une quantification des surfaces disponibles est apportée. La plupart des matériaux étant couverts par d'autres couches géologiques, il est critiquable de tenter de quantifier les volumes disponibles sans précision et analyse fine de sondages. C'est pourquoi nous nous en tenons à cette mesure de surface, accompagnée d'une estimation moyenne de l'épaisseur permettant une simple estimation « en terre » du gisement (cette estimation, faite à cette petite échelle, ne peut se substituer à une étude de site lors d'un dossier d'ouverture de carrière).

Toutefois, devant l'enjeu que cela représente, une quantification plus détaillée a été réalisée sur les granulats alluvionnaires. Ces données sont disponibles dans les tables numériques sur le cd-rom fourni en annexe de ce rapport, et les tableaux récapitulatifs de quantification par matériau sont disponibles en annexe.

3.1. LES GRANULATS DE ROCHE MEUBLE

Au vu des besoins du marché, les granulats de roche meuble sont les matériaux qui demandent le plus d'attention. En effet, ils ont été et sont toujours très exploités du fait de leurs caractéristiques intrinsèques excellentes et par l'existence du gisement exceptionnel que représente la vallée de la Seine vis-à-vis de la région comme pour l'Île-de-France. Les gisements alluvionnaires correspondent souvent aux zones à fort enjeu : occupation du sol intense (urbanisation, voies de communication...), et font l'objet d'une attention environnementale (zones humides...) de plus en plus grande.

3.1.1. Les granulats alluvionnaires : généralités

Au cours du Quaternaire, les rivières étaient soumises au phénomène d'embâcle et de débâcle associés pendant les périodes glaciaires. Les rivières du nord de la France

subissaient alors des changements de débits saisonniers importants, et pouvaient avoir une compétence énorme lors de la fonte des glaces, ce qui était le cas de la Seine. Les sédiments transportés puis déposés à ce moment là, tapissant le lit majeur du cours d'eau, peuvent être de taille importante (cailloutis, galets), et en grosse quantité.

Le surcreusement associé aux différentes périodes interglaciaires, avant la période actuelle (Holocène), a conduit à une disposition étagée des reliques des alluvions anciennes, se traduisant dans la topographie par des terrasses. Les plus hautes en altitude sont les plus anciennes, les plus basses, et donc plus récentes, étant souvent les plus gros gisements, car ayant subi moins de cycles d'érosion postérieurs à leur dépôt.

Les granulats alluvionnaires ont été divisés en deux catégories suivant la présence ou non d'une nappe phréatique en leur sein : les alluvions récentes de lit majeur (en eau) et les alluvions anciennes « de terrasses » (hors d'eau). Compte-tenu du nombre important de niveaux de terrasses de la vallée de Seine, ainsi que les différences de qualités de la ressource qu'elles renferment (les plus anciennes sont plus argileuses, moins épaisses, avec une découverte plus importante), nous avons différencié trois niveaux de terrasses dans la vallée de la Seine en plus des alluvions récentes :

- un niveau de basse terrasse (Fyd),
- un niveau de moyenne terrasse (Fyc),
- un niveau de haute et très haute terrasse (Fyab).

Les alluvions récentes de lit majeur (en eau)

Ces alluvions se trouvent dans le lit majeur des rivières (plaine inondable) et renferment une nappe d'eau souterraine directement en interaction avec la rivière (la « nappe d'accompagnement »).

Des sables, graviers et blocs calcaires et siliceux, de granulométrie et de nature hétérogène, selon que la rivière traverse des terrains de nature géologique différente dans son bassin versant, se trouvent à la partie inférieure du gisement. Ils correspondent aux dépôts de la période périglaciaire. C'est cette partie qui est exploitée pour les granulats. Leur épaisseur est très variable de 0 à 10 mètres. Les gisements les plus importants se trouvent bien évidemment dans la vallée de la Seine, qui présente sur une grande superficie une épaisseur moyenne de 5 à 10 mètres environ, dont 4 à 8 m de granulats valorisables par endroits. La vallée de l'Eure, dans sa partie aval possède aussi des gisements d'envergure. Les autres vallées qui présentent des gisements intéressants, même si sans aucune commune mesure avec ceux de la vallée de la Seine, sont les vallées de la Risle, de l'Epte et de l'Iton.

Au-dessus de ces alluvions grossières (« graves de fond»), il existe des alluvions fines, limoneuses et argileuses qui correspondent aux dépôts de débordement de la rivière

depuis 10 000 ans (Holocène, interglaciaire). C'est également dans ce niveau que se développent des tourbes. Pour l'exploitation des granulats, ces dépôts fins forment la découverte qu'il faut enlever pour atteindre la ressource.

Les alluvions anciennes de terrasses (hors d'eau)

La nappe phréatique qui sature le substrat se trouve généralement à une altitude inférieure à la base des alluvions anciennes, antérieures à celle de la dernière glaciation du Pléistocène supérieur. L'exploitation de ces dépôts se fait hors d'eau. Il est toutefois possible que l'on recoupe le sommet de la nappe phréatique (niveau piézométrique) à la base des gisements des plus basses terrasses, tout particulièrement lors des périodes de hautes eaux.

Les alluvions anciennes (Pléistocène inférieur ou moyen) sont très souvent constituées par des sables, graviers et blocs calcaires et siliceux, mais elles ont une teneur supérieure en argiles, teneur qui augmente avec l'ancienneté du dépôt. On distingue généralement sur ces gisements un litage (grano-classement) et des séquences sédimentaires, témoins des différentes crues (correspondant à la débâcle) et décrues responsables d'une évolution saisonnière très contrastée de la compétence du cours d'eau.

Leur épaisseur est également très variable mais est généralement de quelques mètres.

3.1.2. Les alluvions de la Seine

L'extrême importance du gisement de la vallée de la Seine, tant pour son volume, son accessibilité, ses qualités intrinsèques et sa proximité aux zones de besoins (Basse Seine et Ile-de-France), nous amène à détailler la vallée par tronçons qui correspondent, à l'aval du département, aux boucles dessinées dans le paysage par le cours d'eau. Ces tronçons sont présentés d'amont en aval et les épaisseurs moyennes indiquées sont les épaisseurs directement valorisables. A partir de ces épaisseurs, des volumes disponibles sont calculés. Il faut préciser que même si les ordres de grandeur de ces volumes sont justes, l'échelle de travail peut amener une petite marge d'erreur. Ce travail ne doit donc pas se substituer à une étude fine des volumes disponibles à l'échelle de la parcelle.

L'ensemble de la vallée de la Seine dans sa traversée du département de l'Eure est très urbanisé et industrialisé. De ce fait, une bonne partie du gisement est rendu inexploitable.

D'autre part, l'excellente qualité du gisement et la forte demande locale : bassins socio-économiques de Rouen, Elbeuf, Vernon, Gaillon et Val-de-Reuil notamment, ainsi que la proximité avec la région Ile-de-France qui a de très forts besoins en granulats expliquent pourquoi les alluvions de la vallée de la Seine, dans le département de l'Eure, ont été fortement exploitées ces dernières décennies.

Secteur Seine amont

Il s'agit d'un secteur du cours d'eau pseudo-rectiligne qui a la particularité de contenir un large ensemble de « haute terrasse ». La ressource disponible y est répartie de la façon suivante :

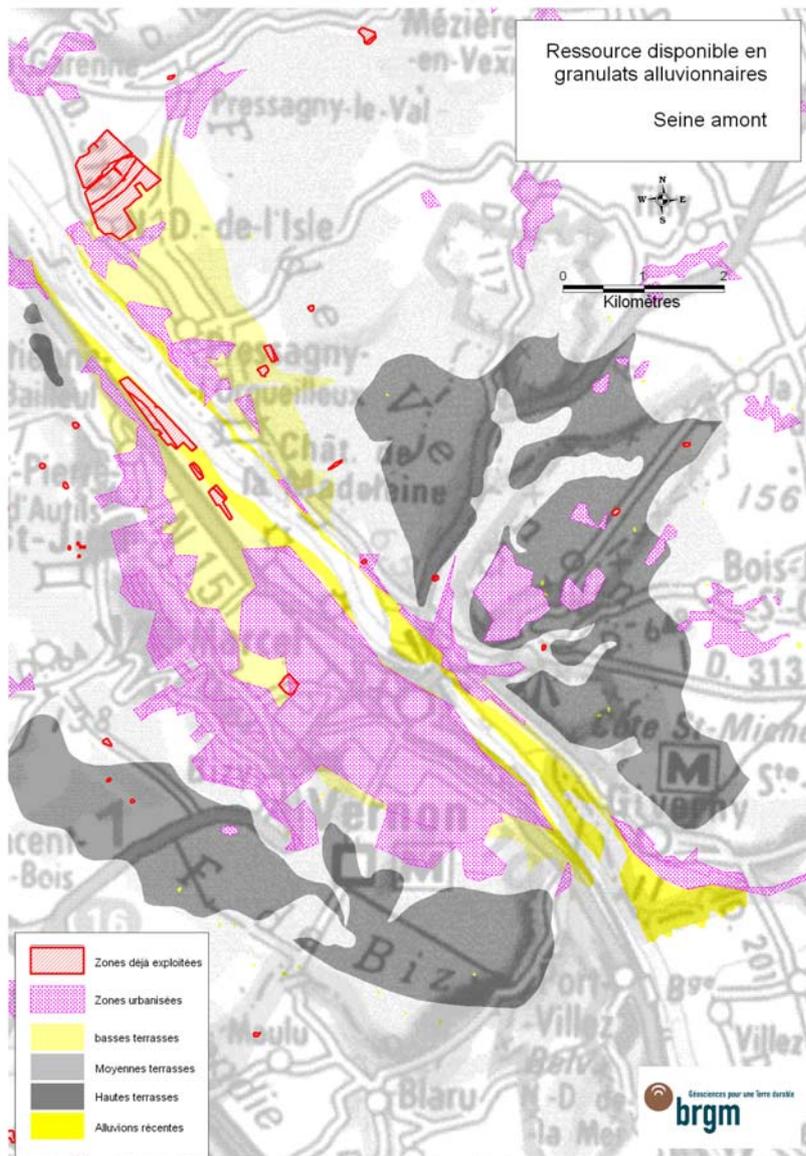


Illustration 2 : Cartographie de la ressource disponible, secteur "Seine amont".

- Les alluvions récentes : 3.06 km² de surface disponible, soit 43% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 6 m pour un volume restant estimé à 18 millions de m³ ;
- Les alluvions de basse et moyenne terrasse : 6.71 km² de surface disponible, soit 45% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 5 m pour un volume restant estimé à 34 millions de m³ ;
- Les alluvions de haute et très haute terrasse : 20.79 km² de surface disponible, soit 83% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 1 m pour un volume restant estimé à 20 millions de m³.

Notation	Formation géologique	Extension spatiale (en km ²)	Epaisseur Moyenne (m)	Surface a priori accessible	Estimation volume disponible (en Mm3)	Ratio (% surface disponible / surface initiale)
Seine Amont						
Fz	Alluvions récentes	7,19	6	3,06	18,34	42,56
Fyc-d	basses terrasses	14,73	5	6,71	33,54	45,55
Fyab	hautes terrasses	25	1	20,79	20,79	83,16

Illustration 3 : Tableau de quantification des granulats, secteur "Seine amont".

Secteur Gaillon

On y trouve :

- Les alluvions récentes : 3,4 km² de surface disponible, soit 39% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 6 m pour un volume restant estimé à 20 millions de m³ ;
- Les alluvions de basse terrasse : 8,2 km² de surface disponible, soit 40% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 5,5 m pour un volume restant estimé à 45 million de m³ ;
- Les alluvions de moyenne terrasse : 3,92 km² de surface disponible, soit 66% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 2 m pour un volume restant estimé à 7,8 millions de m³ ;
- Les alluvions de haute et très haute terrasse : 7,91 km² de surface disponible, soit 97% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 1 m pour un volume restant estimé à 7,9 millions de m³.

Notation	Formation géologique	Extension spatiale (en km ²)	Epaisseur Moyenne (m)	Surface a priori accessible	Estimation volume disponible (en Mm ³)	Ratio (% surface disponible / surface initiale)
Secteur Gaillon						
Fz	Alluvions récentes	8,66	6	3,4	20,42	39,26
Fyd	basses terrasses	20,1	5,5	8,2	44,91	40,80
Fyc	moyennes terrasses	5,95	2	3,92	7,83	65,88
Fyab	hautes terrasses	8,16	1	7,91	7,91	96,94

Illustration 4 : Tableau de quantification des granulats, secteur Gaillon.

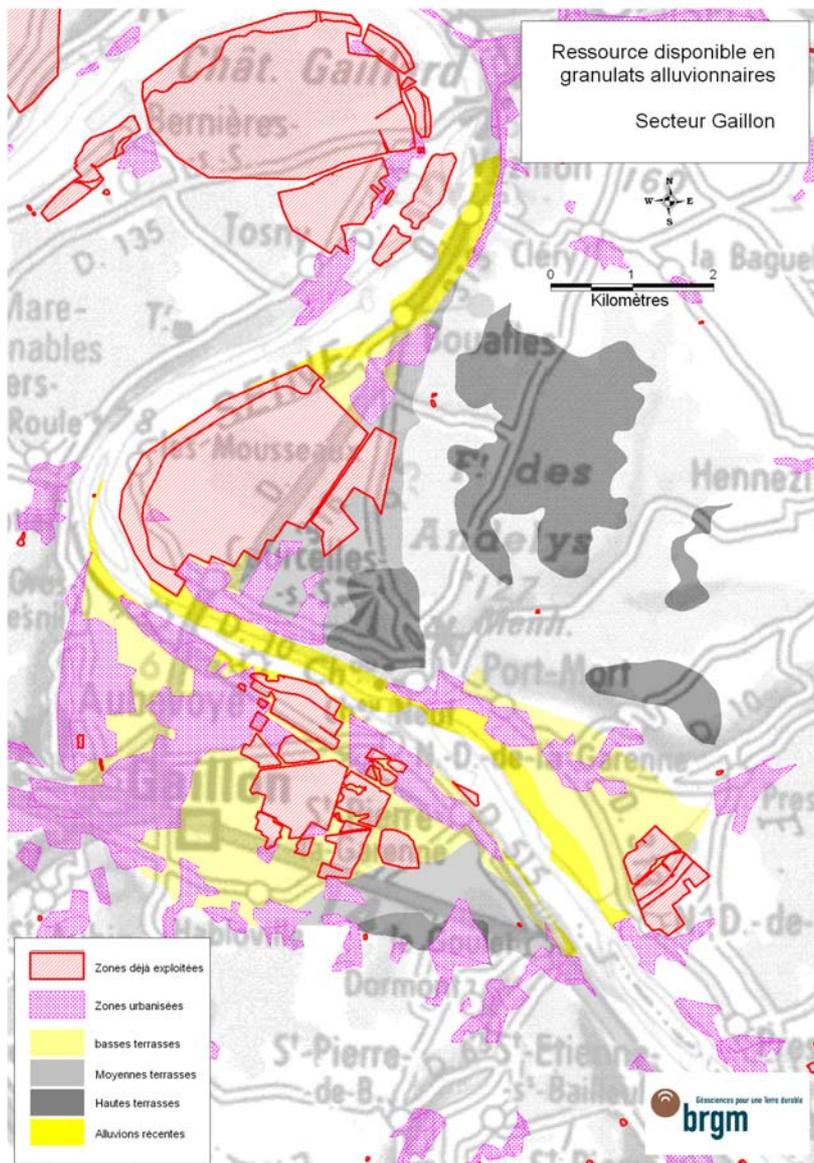


Illustration 5 : Cartographie de la ressource disponible secteur Gaillon.

La boucle de Tosny

Il s'agit de la première des boucles de la « Seine normande ». La qualité et la largeur de sa basse terrasse fait que celle-ci a été particulièrement exploitée. On y trouve comme ressource :

- Les alluvions récentes : 3,79 km² de surface disponible, soit 50% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 6 m pour un volume restant estimé à 23 millions de m³ ;
- Les alluvions de basse terrasse : 2,39 km² de surface disponible, soit 25% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 5,5 m pour un volume restant estimé à 13 million de m³ ;
- Les alluvions de moyenne terrasse : 5,75 km² de surface disponible, soit 76% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 2,5 m pour un volume restant estimé à 14 millions de m³ ;
- Les alluvions de haute et très haute terrasse : 4,4 km² de surface disponible, soit 79% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 1 m pour un volume restant estimé à 4 millions de m³.

Notation	Formation géologique	Extension spatiale (en km ²)	Epaisseur Moyenne (m)	Surface a priori accessible	Estimation volume disponible (en Mm3)	Ratio (% surface disponible / surface initiale)
Boucle de Tosny						
Fz	Alluvions récentes	7,61	6	3,79	22,74	49,80
Fyd	basses terrasses	9,71	5,5	2,39	13,14	24,61
Fyc	moyennes terrasses	7,54	2,5	5,75	14,37	76,26
Fyab	hautes terrasses	5,6	1	4,42	4,42	78,93

Illustration 6 : Tableau de quantification des granulats, boucle de Tosny.

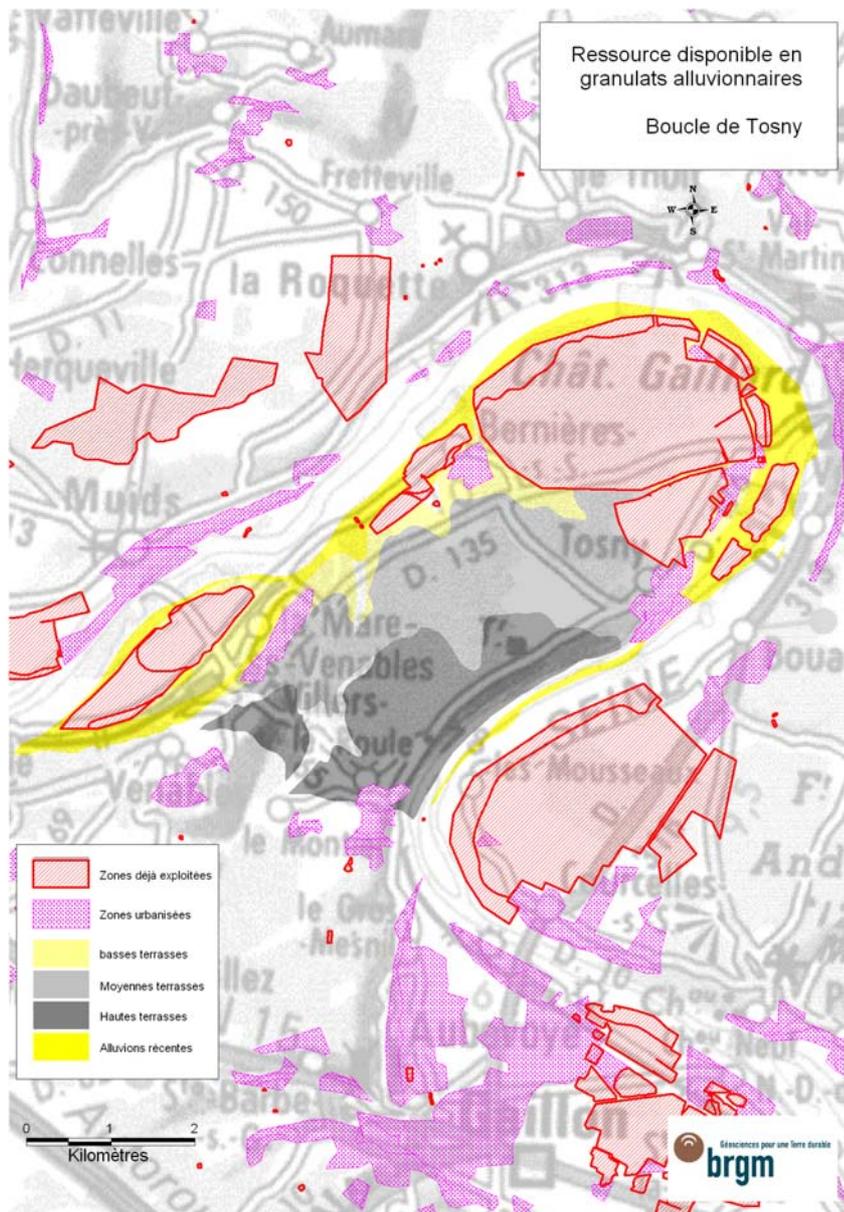


Illustration 7 : Cartographie de la ressource disponible, boucle de Tosny.

La boucle de Muids

Cette boucle possède des hautes terrasses assez épaisses, qui permettent une exploitation de grande envergure. Plusieurs carrières y ont d'ailleurs été recensées. On trouve comme ressource disponible :

- Les alluvions récentes : 3,42 km² de surface disponible, soit 49% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 6 m pour un volume restant estimé à 20 millions de m³ ;

- Les alluvions de basse terrasse : 2,08 km² de surface disponible, soit 43% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 3,5 m pour un volume restant estimé à 7 million de m³ ;
- Les alluvions de moyenne terrasse : 3,81 km² de surface disponible, soit 82% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 2,5 m pour un volume restant estimé à près de 10 millions de m³ ;
- Les alluvions de haute et très haute terrasse : 12,41 km² de surface disponible, soit 77% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 4 m pour un volume restant estimé à environ 50 millions de m³.



Illustration 8 : Cartographie de la ressource en granulats, boucle de Muids.

Notation	Formation géologique	Extension spatiale (en km ²)	Epaisseur Moyenne (m)	Surface a priori accessible	Estimation volume disponible (en Mm3)	Ratio (% surface disponible / surface initiale)
Boucle de Muids						
Fz	Alluvions récentes	7,05	6	3,42	20,54	48,51
Fyd	basses terrasses	4,86	3,5	2,08	7,28	42,80
Fyc	moyennes terrasses	4,63	2,5	3,81	9,52	82,29
Fyab	hautes terrasses	16,18	4	12,41	49,63	76,70

Illustration 9 : Tableau de quantification des granulats, boucle de Muids.

Le secteur de Val-de-Reuil et de la confluence Seine/Eure

Il s'agit d'un secteur très urbanisé, notamment avec la ville de Val-de-Reuil. Mais les replats alluvionnaires importants liés à la confluence et les larges surfaces que cela engendre, associées à l'excellente qualité du gisement, font que les granulats alluvionnaires (de la basse terrasse notamment) ont été très exploitées au fil du temps. On trouve aujourd'hui de nombreux plans d'eau dans ce secteur, dont certains sont devenus des zones de loisirs. On y trouve :

- Les alluvions récentes : 23,07 km² de surface disponible, soit 50% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 6 m pour un volume restant estimé à 138 millions de m³ ;
- Les alluvions de basse terrasse : 8,03 km² de surface disponible, soit 19% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 6 m pour un volume restant estimé à 48 million de m³ ;
- Les alluvions de moyenne terrasse : 6,24 km² de surface disponible, soit 56% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 2 m pour un volume restant estimé à 12 millions de m³ ;
- Les alluvions de haute et très haute terrasse : 15,21 km² de surface disponible, soit 89% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 1 m pour un volume restant estimé à 15 millions de m³.

Notation	Formation géologique	Extension spatiale (en km ²)	Epaisseur Moyenne (m)	Surface a priori accessible	Estimation volume disponible (en Mm3)	Ratio (% surface disponible / surface initiale)
Confluence / Val-de-Reuil						
Fz	Alluvions récentes	46,3	6	23,07	138,41	49,83
Fyd	basses terrasses	42,37	6	8,03	48,16	18,95
Fyc	moyennes terrasses	11,16	2	6,24	12,49	55,91
Fyab	hautes terrasses	17,08	1	15,21	15,21	89,05

Illustration 10 : Tableau de quantification des granulats, boucle de Val-de-Reuil.

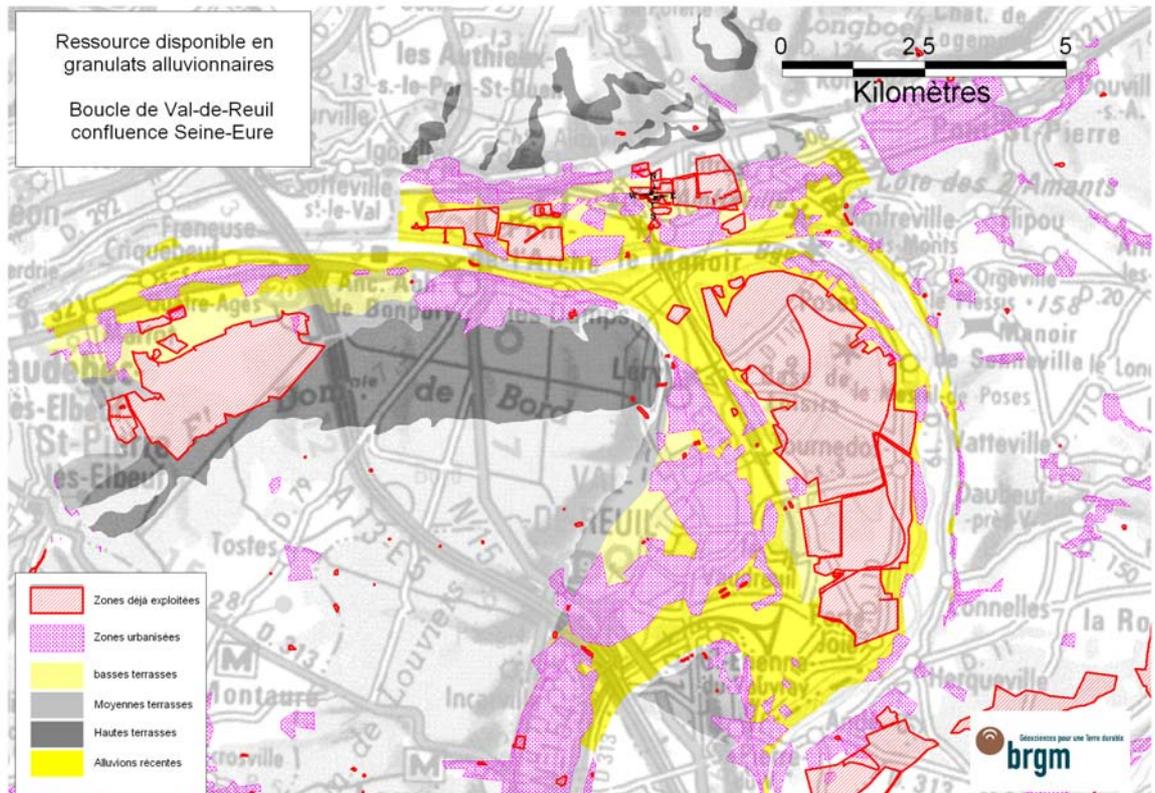


Illustration 11 : Cartographie de la ressource en granulats, boucle de Val-de-Reuil.

A l'issue de cette étude détaillée de la vallée de la Seine, il s'avère que l'urbanisation très présente et les exploitations qui ont déjà été opérées ont fortement marqué la réserve disponible. Les gisements restent toutefois importants, mais l'état de la ressource, notamment dans les alluvions récentes et les basses terrasses, nécessitera une exploitation maîtrisée afin de pérenniser le gisement au maximum. Il apparaît judicieux d'employer ces granulats en priorité à la réalisation de bétons de hautes performances, et plutôt d'éviter les remblais en « tout-venant » qui peuvent être réalisés avec d'autres matériaux.

3.1.3. Les autres vallées

Hormis la vallée de la Seine, les principaux gisements du département se trouvent à l'aval de la vallée de l'Eure, qui contient des granulats de bonne qualité en grosse quantité puisqu'environ 300 millions de m³ « en terre » ont été cartés comme disponibles.

Deux secteurs ont été détaillés :

Le secteur « Eure aval » :

Il s'agit de la partie de la vallée située en aval de la confluence avec l'Iton. C'est dans cette partie que se trouvent les gisements de meilleure qualité.

Notation	Formation géologique	Extension spatiale (en km ²)	Epaisseur Moyenne (m)	Surface a priori accessible	Estimation volume disponible (en Mm ³)	Ratio (% surface disponible / surface initiale)
Aval confluence Iton						
Fz	Alluvions récentes	7,87	5	3,78	18,9	48,03
Fyd	basses terrasses	2,8	3	0,46	1,38	16,43
Fyc	moyennes terrasses	3,9	2	2,93	5,86	75,13
Fya-b	hautes terrasses	0,84	1	0,82	0,82	97,62

Illustration 12 : Tableau de quantification des granulats alluvionnaires, secteur Eure aval.

Secteur Pacy-sur-Eure

Il s'agit de la partie de la vallée située entre l'amont de Pacy-sur-Eure et la confluence Iton. On identifie encore ici quatre niveaux distincts de terrasse. Il faut noter que l'amont de la vallée de l'Eure ne présente plus de gisements économiquement intéressants.

Notation	Formation géologique	Extension spatiale (en km ²)	Epaisseur Moyenne (m)	Surface a priori accessible	Estimation volume disponible (en Mm ³)	Ratio (% surface disponible / surface initiale)
Secteur Pacy-sur-Eure						
Fz	Alluvions récentes	38,48	4	28,85	115,4	74,97
Fyd	basses terrasses	15,4	2,5	10,22	25,55	66,36
Fyc	moyennes terrasses	7	1,5	5,1	7,65	72,86
Fya-b	hautes terrasses	1,31	1	1,3	1,3	99,24

Illustration 13 : Tableau de quantification des granulats alluvionnaires, secteur Pacy-sur-Eure.

Les autres vallées présentant des gisements intéressants, bien que sans commune mesure avec les vallées de la Seine et de l'Eure sont :

- La vallée de la Risle, qui présente une réserve de l'ordre de 150 millions de m³. Toutefois, la qualité des gisements à l'amont de la vallée notamment ne permet pas une exploitation de grande ampleur ;
- La vallée de l'Epte ;
- La vallée de l'Iton.

3.2. LES GRANULATS DE ROCHE MASSIVE

Les roches massives, dures, peuvent être concassées afin de produire des granulats. Les granulats issus du concassage possèdent des caractéristiques différentes des granulats de roche meuble (angularité, porosité par exemple...). De ce fait, ils peuvent apparaître comme une ressource complémentaire à celle des granulats de roche meuble en satisfaisant à des usages différents. Ces différences sont de moins en moins vraies, les pratiques évoluant peu à peu : désormais les formulations de bétons tolèrent aisément des granulats anguleux qui n'étaient pas acceptables quelques décennies auparavant.

Hormis les craies qui bénéficient d'un paragraphe à part, il n'existe que peu de couches géologiques intégrables dans cette classe de matériaux dans le département de l'Eure. Il s'agit uniquement de calcaires durs (*cf.* ci-après).

3.2.1. Calcaires du Lutétien (Eocène, Cénozoïque)

Ces calcaires sont disponibles sur plus de 40 km² à l'affleurement sur la Cuesta et dans les vallées qui incisent le plateau Tertiaire. L'ensemble du Lutétien peut atteindre 30 à 35 m d'épaisseur. Bien que souvent sableux (Lutétien inférieur), ou marneux (Lutétien supérieur), on y trouve de larges bancs de calcaires francs et relativement durs (calcarénite). Il s'agit des calcaires à milioles du Lutétien moyen et surtout des calcaires à Cérithes du Lutétien supérieur.

3.2.2. Calcaires du Bartonien (Eocène, Cénozoïque)

On trouve des calcaires du Bartonien par endroits et sous différentes formes (caillasses, bancs de calcaires lacustres, bancs de calcaires marins) sur le plateau tertiaire, à proximité de l'Île-de-France. Mais la faible épaisseur et l'hétérogénéité de ce gisement n'en fait pas une ressource importante et valorisable de manière industrielle. C'est pourquoi elle n'apparaît pas sur la cartographie de la ressource. Toutefois, les caractéristiques physiques de ces calcaires les rendent exploitables pour la confection de concassés, et ils pourraient être utilisés en appoint dans le cadre de travaux locaux.

Il est à noter que ces couches de l'éocène sont marquées dans leur partie normande par de fortes variations de faciès. En conséquence, il existe une très forte hétérogénéité dans ces gisements de calcaires lutétiens et bartoniens.

3.3. LES ROCHES INDUREES POUR PIERRE DE TAILLE, MOELLONS ET EMPIERREMENT

Outre les craies qui bénéficient d'un paragraphe à part, deux autres gisements sont à noter pour ce qui concerne la pierre de taille.

3.3.1. Les calcaires du Lutétien

Certains bancs calcaires du Lutétien et notamment les calcaires à Cérithie du Lutétien supérieur ont été utilisés pour la Pierre de taille, notamment dans la construction des églises et comme moellons ou bien pour l'empierrement des voiries et chemins. Ces bancs bien que parfois peu épais, sont à garder en mémoire, notamment dans le cadre de la restauration de bâtiments.

3.3.2. Les meulières

Au sommet du plateau tertiaire, le Stampien contient de nombreuses pierres meulières dans une matrice argileuse (Meulières de montmorency). Bien que n'apparaissant pas sur la cartographie du fait de l'hétérogénéité et de la faible ampleur du gisement (1 à 4 m, argiles comprises), cette particularité est intéressante à noter dans le cadre de la restauration de bâtiments du début du XIXe siècle dont beaucoup ont été construits avec ce matériau.

3.4. LES CRAIES

Déposées au Crétacé supérieur, les craies sont présentes quasiment sur l'ensemble du département, et plus généralement de la région Haute-Normandie dont elles constituent le soubassement. C'est pour cette raison que nous traitons ce sujet à part.

Dans le département de l'Eure, on les retrouve à l'affleurement sur les coteaux des vallées (notamment la vallée de la Seine). Sur le plateau, elles sont recouvertes par des formations superficielles : des altérites de craies (argiles à silex) et des formations superficielles allochtones (limons éoliens). Elles sont aussi présentes en profondeur sous le plateau tertiaire.

Certains niveaux ont été exploités par le passé comme pierre de construction (carrières de Caumont par exemple) incluant les fours à chaux et pour l'amendement des terres. A ces deux usages historiques, on peut désormais ajouter leur contribution à la fabrication de ciment, de chaux et de charges minérales pour des utilisations alimentaires, cosmétiques ou industrielles.

Poreuse et gélive, la craie est une roche évolutive qui rend difficile son utilisation en matrices cimentaires ou bitumineuses. Ses caractéristiques mécaniques et sa masse volumique faible ne permettent d'envisager qu'un emploi en remblais ou couches de forme. On peut les utiliser concassées et traitées au ciment ou traitées à la chaux. Au contact de la craie humide, l'hydratation exothermique de la chaux contribue à rendre le mélange d'apparence sableuse, facilitant de manière considérable la mise en œuvre. Cette technique de traitement à la chaux a été utilisée, par exemple, avec succès pour le chantier du tunnel sous la Manche.

On distingue dans l'Eure, trois types de craie :

- La craie cénomaniennne (c2). Cette craie sableuse est marquée par la présence de nombreux bancs de marnes avec de la glauconie, très présente à la base de l'affleurement dans le sud du département. On y trouve aussi de nombreux bancs de silex. Très hétérogène, elle ne représente pas une ressource potentiellement exploitable ;
- La craie turonienne (c3). Le Turonien inférieur est aussi très souvent argileux et/ou marneux à la base. On le trouve surtout dans le sud et l'ouest du département. Le Turonien moyen et supérieur est majoritairement représenté comme une craie blanche faiblement marneuse, dans laquelle on peut trouver, à la base du Turonien supérieur, quelques bancs de craie glauconieuse et quelques bancs phosphatés. L'épaisseur moyenne de la craie turonienne avoisine les 100 m ;
- La craie sénonienne (c4-6), comprend les étages aux caractéristiques très proches, du Coniacien (c4), Santonien (c5) et Campanien (c6). Il s'agit d'une craie blanche et très pure (souvent >95% de Carbonate de Calcium).

La craie, généralement très gélive et sensible à la décompression, est très fissurée sur ses premiers mètres d'épaisseur lorsqu'elle affleure. Son utilisation est multiple : pour le ciment, la fabrication de chaux, l'amendement des terres, certains granulats après concassage, ou pour la réalisation de Pierres de taille. Cette dernière utilisation était réalisée par carrières souterraines afin d'atteindre la craie dite « saine », c'est-à-dire non soumise aux phénomènes qui la fissurent. Cette production est marginale (restauration des monuments historiques) depuis des décennies.

La craie sénonienne montre, sur ses zones d'affleurement, une épaisseur supérieure à 100 m. Elle est bien plus épaisse à l'est du département où les couchent plongent vers le centre du bassin de Paris. La ressource disponible à l'affleurement est de l'ordre de 290 km².

3.5. LES SABLONS

Le terme de « sablons » s'applique à des sables quartzeux moins purs que les sables industriels. Ils sont alors utilisés pour la viabilisation, le remblai, la sous-couche routière, etc... Ils servent aussi de correcteurs de courbes dans le concassage des granulats de roche massive. Les sables trop fins (Sable de Fontainebleau par exemple) sont moins appréciés que des sables un peu plus grossiers (500 µm à 2 mm) dont la granulométrie est alors plus adaptée aux besoins en VRD (voirie et réseaux divers).

3.5.1. Les sables du Thanétien (Paléocène, Cénozoïque)

Epais de 5 mètres en moyenne, le Thanétien affleure sur les coteaux du plateau Tertiaire. Il s'agit de sables fins à la base contenant des silex verdis, puis plus grossiers avec de gros grains de quartz, se terminant par des sables fins plus argileux

dans leur partie supérieure. Leur surface d'affleurement est toutefois très restreinte, puisqu'elle occupe moins de 0,25 km².

3.5.2. Les sables de Cuise (Yprésien supérieur, Eocène, Cénozoïque)

Affleurant aussi sur les coteaux du plateau tertiaire, ces sables quartzeux jaunâtre à fauve sont épais en moyenne d'une dizaine de mètres. Cela cache de grosses disparités, puisque leur épaisseur qui n'est que de quelques mètres aux extrémités nord et sud du plateau tertiaire peut atteindre 40 m au centre du plateau. La surface à l'affleurement reste limitée et ne couvre que 0,57 km². Toutefois, comme toutes ces formations sédimentaires sur des surfaces pseudo-planes, le gisement existe et est d'importance sous couverture.

3.5.3. Les sables du Bartonien (Eocène, Cénozoïque)

Il s'agit de plusieurs séries de sables alternant le plus souvent avec des calcaires dans le Bartonien inférieur et moyen.

Le Bartonien inférieur : présent sur des épaisseurs de 2 à 10 m selon les endroits :

- à la base se trouvent des sables et grès fluvio-lacustres contenant des galets. Peu épais et assez hétérogènes, ils ne représentent pas une ressource valorisable ;
- plus haut dans la série, on trouve les sables à galets d'Auvers, sables jaunâtres, épais de quelques mètres, contenant de petits graviers calcaro-siliceux ;
- enfin, sur la partie supérieure de la formation, se trouvent quelques décimètres de sables de Beauchamps, sables quartzeux très riches en silice.

Le Bartonien moyen : présents de manière hétérogène avec des épaisseurs allant de quelques mètres à plus de 15 m, on distingue :

- à la base les sables fossilifères de Mortefontaine, très peu épais et contenant des marnes ;
- au-dessus, les sables de Cresne, quartzeux beige à ocre verdâtres contenant quelques pastilles argileuses et des galets de silex. Il s'agit de l'affleurement le plus puissant de la série du Bartonien, qui dépasse les 10 m dans le Vexin, dans la vallée de l'Epte. Sur la partie supérieure peut se trouver une induration gréseuse.

L'ensemble de ces sables bartonien sont présents à l'affleurement sur une surface de 2,7 km².

3.5.4. Les sables de Fontainebleau (Stampien, Oligocène inférieur, Cénozoïque)

Epais d'une quinzaine de mètres en moyenne, l'affleurement peut dépasser les 20 m d'épaisseur à proximité de la vallée de l'Epte. Il s'agit de sables fins, quartzeux, azoïques, blancs, gris ou verdâtres. Ils contiennent à la base quelques galets de silex noirs alors qu'ils peuvent être grésifiés au sommet. Ils affleurent sur une surface de 3,2 km², mais sont présents sur la partie supérieure du plateau sous une faible couverture (argiles à meulière éventuellement remaniées et formations superficielles).

3.6. AUTRES CLASSES DE MATERIAUX

3.6.1. Matériaux pour fabrication de chaux et ciments

Comme vu précédemment, la **craie** est la principale matière première pour la fabrication de chaux et de ciment.

Toutefois, **les marnes et caillasses du Lutétien (Lutétien supérieur, Eocène supérieur Tertiaire)** présentes dans le Vexin peuvent servir à cet effet. Cette couche à dominante continentale (non différenciée des calcaires du Lutétien sur la cartographie de la ressource par manque de précision dans l'information géologique) correspond à la frange supérieure du Lutétien. Il s'agit de marnes blanchâtres renfermant quelques bancs calcaires non continus.

3.6.2. Matériaux pour amendement agricole

La **craie** peut servir à cet usage. L'amendement est une pratique culturale courante dans l'Eure, et plus généralement sur les territoires du nord ouest de la France recouverts par des limons. Ces limons (altérites ou lœss peu ou pas carbonatés lors de leur dépôt) génèrent des sols brun argileux (« lourds ») et à tendances acides, ce que les matériaux d'amendement cherchent à atténuer. L'exploitation de la craie, appelée marne dans la région, pour cette usage a occasionné le creusement de nombreuses petites carrières souterraines (manières) qui posent aujourd'hui de nombreux problèmes de stabilité.

Les **marnes et caillasses du Lutétien** peuvent aussi être utilisées pour l'amendement.

3.6.3. Argiles kaoloniques et limons pour tuiles et briques

Les Argiles de Villerville (Oxfordien, Jurassique supérieur, Mésozoïque)

Ces argiles affleurent au fond des vallées les plus au sud-ouest du département, sur 0,13 km² uniquement.

Les Argiles du Gault (Albien moyen, Crétacé inférieur, Mésozoïque)

L'Albien moyen affleure uniquement en vallée au sud du département de l'Eure, et localement, en aval de la vallée de la Risle. Il s'agit des argiles du Gault, riches en illite et localement, en montmorillonite. Seulement 2,1 km² sont disponibles à l'affleurement sur l'ensemble du département pour une épaisseur moyenne d'environ 5 m.

Les argiles du Sparnacien (Yprésien inférieur, Eocène, Cénozoïque)

Il s'agit d'argiles plastiques, bariolées ou noires à passées ligniteuses selon les endroits, qui affleurent sur plus de 20 km² sur l'ensemble du département de l'Eure. Elles affleurent sur tous les coteaux du plateau Tertiaire, sur une épaisseur variant de 5 à 10 m en moyenne. La nature minéralogique de ces argiles (smectites, palygorskites) peut localement les rendre impropres à toute production de produits en terre cuite de bonne qualité.

3.6.4. Les formations à Silex

Bien qu'à ce jour encore difficile à utiliser, cette formation présente un potentiel intéressant en volume et en extension. Il s'agit de silex qui se trouvent dans une matrice argilo-sableuse. Ce sont les « argiles à silex », altérites provenant de la dissolution chimique de la craie en profondeur qui ne laisse plus que les silex dans une matrice argileuse.

L'importance et la nature de la matrice fine rendent son traitement difficile, voire impossible avec les moyens actuels. Toutefois, à l'approche des vallées, les fines ayant été plus lessivées qu'en plateau, le taux de silex peut atteindre 80%. On parle alors de « biefs à silex », mais les volumes en cause restent généralement assez faibles. Cette formation représente un potentiel pour concassés de roche siliceuse à ne pas négliger pour le futur.

Ces formations à silex sont présentent sur la cartographie des formations superficielles réalisée en annexe de la carte de la ressource disponible.

La surface disponible de ces biefs à silex à l'affleurement dans le département de l'Eure est de 950 km² pour une épaisseur moyenne estimée à 3 m.

4. Conclusion

A l'issue de cette étude, on constate que le département de l'Eure présente des lithologies variées déterminant des matériaux potentiels, mais très peu offrent une ressource abondante et de qualité. Seules les craies et les granulats alluvionnaires dans les vallées de la Seine et de l'Eure présentent des gisements importants.

On peut différencier trois parties distinctes du département :

- Le « plateau tertiaire », au nord-est du département (Madrie et Vexin), qui offre la plus grande variété de ressource, avec des argiles, des sables et des calcaires valorisables ;
- Le plateau crayeux, qui occupe la majeure partie de l'espace, recouvert d'une épaisse couche d'argiles à silex et de limons, entaillé de quelques vallées à faible gisement. Le fond des vallées au sud et à l'ouest offre toutefois quelques gisements d'argiles en faible quantité issus des couches du Jurassique ;
- La vallée de la Seine et l'aval de la vallée de l'Eure, incisant les plateaux, qui offrent une grande ressource en granulats alluvionnaires.

La faible diversité de la ressource géologique dans la majeure partie du département associée aux gisements alluvionnaires et à la demande en granulats fait que les granulats alluvionnaires représentent un enjeu majeur.

L'inventaire des zones déjà exploitées et la quantification de la ressource disponible qui en découle montre une ressource géologique encore bien présente pour toutes les formations représentant le substrat. Mais le chiffrage des gisements restant dans les granulats alluvionnaires montre une forte pression sur ces derniers qui va impliquer une gestion rigoureuse du gisement restant disponible. En effet, même si il reste encore à l'heure actuelle plus de 600 millions de m³ disponibles dans les vallées de la Seine et de l'Eure aval, c'est en moyenne plus de 50% de la ressource initiale (avec un maximum à plus de 70% de la surface pour les terrasses les plus productives de la Seine) qui n'est plus disponible du fait de l'urbanisation des terrains et des exploitations déjà effectuées. Le gisement en granulats alluvionnaires du département de l'Eure est, avec les marges d'incertitudes sur les exploitations inconnues et non répertoriées, à hauteur de **moins de 50 % de son potentiel initial**.

Cette pression ainsi que l'organisation géographique (répartition des populations, position de la Basse Seine) du département de l'Eure, associée aux coûts de transport, devrait amener les aménageurs à utiliser davantage de matériaux de substitution.

Cette réalité, qui inclut le souci d'économie et de protection de la ressource naturelle, devrait amener à faire évoluer les méthodes d'usage et de commandes (nature des CCTP par exemple), pour augmenter la substitution du traitement in situ des matériaux

argilo-limoneux de couverture et aussi de la craie et renforcer l'utilisation des produits recyclés issus des déchets du BTP.

Cette évolution tend à se développer, particulièrement lors de la réalisation de grands travaux (substitution de granulats par des matériaux locaux traités à la chaux ou au ciment pour la mise en place de remblais et ou la réalisation de couches de fondations). C'est pourquoi une cartographie des formations superficielles est aussi produite en annexe de la cartographie de la ressource.

Toutefois, ces produits de substitution ou de recyclage resteront limités en volumes et en usages (qualité du produit notamment). La spécificité de la ressource principale (granulats alluvionnaires) du Département oblige donc à rechercher des solutions complémentaires afin de répondre à l'ensemble des besoins. A ce titre, plusieurs ressources identifiées (sablons dans les affleurements Cénozoïques, calcaires dans l'Eocène) peuvent venir compléter les granulats. Enfin, certains niveaux de craie très pure et sans silex, ou de sables de Fontainebleau très purs en silice pourraient localement être exploités un jour pour des besoins industriels à forte valeur ajoutée.

5. Bibliographie

Ambonguilat A., Perrimon M., Panetier J., Pareyn C. (1970) - Carte géologique au 1/50 000, feuille n°121 (Lisieux). Ed. BRGM.

Bassompierre P. (1971) - Carte géologique au 1/50 000, feuille n°123 (Elbeuf). Ed. BRGM.

Bassompierre P., Mautort J. de. (1967) - Carte géologique au 1/50 000, feuille n°124 (Les Andelys). Ed. BRGM.

Cavelier C., Turland M., Villalard P. *et al.* (1977) – Carte géologique au 1/50 000, feuille n°181 (Houdain). Ed. BRGM.

Kuntz G., Dewolf Y., Wyns R. *et al.* (1977) – Carte géologique au 1/50 000, feuille n°180 (Saint-Andre-de-l'Eure). Ed. BRGM.

Juignet P (1971) - Carte géologique au 1/50 000, feuille n°122 (Brionne). Ed. BRGM.

Kuntz G., Lefebvre D., Médioni R. *et al.* (1977) – Carte géologique au 1/50 000, feuille n°101 (Gournay). Ed. BRGM.

Kuntz G., Wyns R., Monciardini C., Verron G. (1976) – Carte géologique au 1/50 000, feuille n°125 (Gisors). Ed. BRGM.

Kuntz G., Wyns R., Monciardini C., Verron G. (1981) – Carte géologique au 1/50 000, feuille n°149 (Beaumont-le-Roger). Ed. BRGM.

Kuntz G., Monciardini C., Favrot J.C., Bouzigues R. (1985) – Carte géologique au 1/50 000, feuille n°178 (Rugles). Ed. BRGM.

Kuntz G., Dewolf Y., Monciardini C. *et al.* (1982) – Carte géologique au 1/50 000, feuille n°179 (Breteuil-sur-Iton). Ed. BRGM.

Lebret P., Menillet F., Béguin P. *et al.* (1996) – Carte géologique au 1/50 000, feuille n°215 (Verneuil). Ed. BRGM.

Menillet F., Gigot C., Frobert L. *et al.* (1994) – Carte géologique au 1/50 000, feuille n°125 (Dreux). Ed. BRGM.

Pannet P., Colin S. (2009) - Révision du Schéma des carrières, cartographie de la ressource disponible, département de l'Oise. Rapport BRGM/RP-57871-FR.

Pareyn C., Viallefond L., Guyader J. (1968) - Carte géologique au 1/50 000, feuille n°97 (Le Havre). Ed. BRGM.

Pasquet JF. (2003) – Synthèse des granulats du Bassin Parisien. Rapport BRGM/RP-52106-FR.

Pasquet JF., Bonnemaïson M. et coll. (2003) – Guide pour l'achèvement et la révision des schémas départementaux des carrières. Rapport BRGM/RP-52208-FR.

Pomerol B., Pomerol C., Renard M. *et al.* (1977) - Carte géologique au 1/50 000, feuille n°150 (Evreux). Ed. BRGM.

Pomerol C., Michel J.P., Wyns R. (1974) - Carte géologique au 1/50 000, feuille n°151 (Mantes-la-Jolie). Ed. BRGM.

Sangnier P. (1968) - Carte géologique au 1/50 000, feuille n°99 (Rouen Ouest). Ed. BRGM.

Sangnier P. (1967) - Carte géologique au 1/50 000, feuille n°100 (Rouen Est). Ed. BRGM.

Van Lint J., Giot D., Callec Y. (2003) – Carte géologique harmonisée du département de l'Eure. Rapport BRGM/RP-52766-FR, 97 p., 3 fig., 18 tabl., 1 ann., 1 pl. h-t.

Viallefond L. (1966) - Carte géologique au 1/50 000, feuille n°98 (Pont-Audemer). Ed. BRGM.

Annexe 1

-

Tableau récapitulatif de quantification de la ressource géologique

Tableau récapitulatif de la quantification de chaque matériau (sauf granulats alluvionnaires)						
Notation	Nom	Surface initiale (km²)	Epaisseur Moyenne (m)	Surface urbanisée (km²)	Surface déjà exploitée (km²)	Surface a priori disponible (km²)
j5AV	Argiles de Villerville	0,13	3	0	0	0,13
n6MS	Argiles du Gault, Albien	2,23	5	0,1	0,01	2,12
c2-3Cr	Craie, Turonien	36,11	100	3,28	0,2	32,62
c5Cr	Craie blanche à silex (Coniacien - Santonien - Campanien)	292,98	120	13,61	1,4	278,09
e3-4S	Sables du Thanétien	0,25	5	0,01	0	0,24
e4A	Argiles du Sparnacien	20,97	7,5	2,79	0,09	18,1
e4SCui	Sables de Cuise	0,57	10	0,04	0	0,53
e5CG	Calcaires du Lutétien	46,45	20	4,35	0,4	41,72
e6S	Sables du Bartonien (Auversien et beauchamps)	2,74	10	0,07	0	2,67
g1SF	Sables de Fontainebleau	3,46	15	0,16	0,13	3,18
 						
Fz	Alluvions récentes (dont sous couverture tourbeuse)	398,4		57,23	20,57	320,7
Fy	Alluvions anciennes	291,54		47,63	35	209,25

Annexe 2

-

Quantification de la ressource en granulats alluvionnaires

(Volumes estimés à l'échelle de la cartographie du Schéma des carrières)

Notation	Formation géologique	Extension spatiale (en km²)	Epaisseur Moyenne (m)	Surface a priori accessible	Estimation volume disponible (en Mm³)	Ratio (% surface disponible / surface initiale)
Vallée de la Seine						
Fz	Alluvions récentes	76,81		36,74	220,44	47,83
Fyd	basses terrasses	91,77		27,41	147,03	29,87
Fyc	moyennes terrasses	29,28		19,72	44,21	67,35
Fyab	hautes terrasses	72,02		60,74	97,95	84,34
Seine Amont						
Fz	Alluvions récentes	7,19	6	3,06	18,34	42,56
Fyc-d	basses terrasses	14,73	5	6,71	33,54	45,55
Fyab	hautes terrasses	25	1	20,79	20,79	83,16
Secteur Gaillon						
Fz	Alluvions récentes	8,66	6	3,4	20,42	39,26
Fyd	basses terrasses	20,1	5,5	8,2	44,91	40,80
Fyc	moyennes terrasses	5,95	2	3,92	7,83	65,88
Fyab	hautes terrasses	8,16	1	7,91	7,91	96,94
Boucle de Tosny						
Fz	Alluvions récentes	7,61	6	3,79	22,74	49,80
Fyd	basses terrasses	9,71	5,5	2,39	13,14	24,61
Fyc	moyennes terrasses	7,54	2,5	5,75	14,37	76,26
Fyab	hautes terrasses	5,6	1	4,42	4,42	78,93
Boucle de Muids						
Fz	Alluvions récentes	7,05	6	3,42	20,54	48,51
Fyd	basses terrasses	4,86	3,5	2,08	7,28	42,80
Fyc	moyennes terrasses	4,63	2,5	3,81	9,52	82,29
Fyab	hautes terrasses	16,18	4	12,41	49,63	76,70
Confluence / Val-de-Reuil						
Fz	Alluvions récentes	46,3	6	23,07	138,41	49,83
Fyd	basses terrasses	42,37	6	8,03	48,16	18,95
Fyc	moyennes terrasses	11,16	2	6,24	12,49	55,91
Fyab	hautes terrasses	17,08	1	15,21	15,21	89,05
Vallée de l'Eure						
Fz	Alluvions récentes	46,35		32,63	134,3	70,40
Fyd	basses terrasses	18,2		10,68	26,93	58,68
Fyc	moyennes terrasses	10,9		8,03	13,51	73,67
Fya-b	hautes terrasses	2,15		2,12	2,12	98,60
Secteur Pacy-sur-Eure						
Fz	Alluvions récentes	38,48	4	28,85	115,4	74,97
Fyd	basses terrasses	15,4	2,5	10,22	25,55	66,36
Fyc	moyennes terrasses	7	1,5	5,1	7,65	72,86
Fya-b	hautes terrasses	1,31	1	1,3	1,3	99,24
Aval confluence Iton						
Fz	Alluvions récentes	7,87	5	3,78	18,9	48,03
Fyd	basses terrasses	2,8	3	0,46	1,38	16,43
Fyc	moyennes terrasses	3,9	2	2,93	5,86	75,13
Fya-b	hautes terrasses	0,84	1	0,82	0,82	97,62
Vallée de la Risle						
Fz	alluvions récentes	59,65		50,07	127,87	83,94
Fy	alluvions anciennes	6,87		5,69	5,69	82,82
Risle aval						
Fz	alluvions récentes	32,84	3	27,73	83,19	84,44
Fy	alluvions anciennes	6,87	1	5,69	5,69	82,82
Risle amont						
Fz	alluvions récentes	26,81	2	22,34	44,68	83,33
Vallée de l'Iton						
Fz	Alluvions récentes	21,77		11,61		53,33
Fy	Alluvions anciennes	15,4		13,2		85,71
Vallée de l'Epte						
Fz	Alluvions récentes	19,7		15,64		79,39
Fy	Alluvions anciennes	4,58		3,88		84,72
Epte aval						
Fz	Alluvions récentes	13,45		10,77		80,07
Fy	Alluvions anciennes	3,28		3,18		96,95
Epte amont						
Fz	Alluvions récentes	6,25		4,87		77,92
Fy	Alluvions anciennes	1,3		0,7		53,85

Annexe 3

-

Méthode de cartographie de la ressource en matériaux

Le travail de cartographie a été réalisé de manière homogène sur toute la région Haute-Normandie. Ensuite, quelques spécificités départementales ont été ajoutées. On a donc une carte au 1/100 000 et une légende homogène sur les deux départements, aussi bien au niveau des noms de formation que du code couleur.

La carte de travail de base est la carte géologique départementale harmonisée, réalisée dans chaque département français par le BRGM ces dernières années.

Le travail cartographique a été réalisé sous SIG de la manière suivante (données numériques fournies sur cd en annexe du rapport) :

- 1 table avec toutes les formations,
- 1 table des formations superficielles,
- 1 table inventaire de la ressource déjà exploitée,
- 1 table urbanisation.

Les tables de chaque formation géologique ont une organisation commune. On y retrouve tous les champs suivants :

- ID = identifiant (numérique ; entier),
- Nomenclature géologique (issue de la carte géologique harmonisée),
- Formation géologique (nom de la formation),
- Etage géologique,
- Système - série géologique,
- Ere géologique,
- Type d'exploitation : « classe de ressource »
- Autres classe de ressources
- Surface d'affleurement
- Surface disponible
- Epaisseur moyenne

Les épaisseurs moyennes des formations sur ou à proximité des zones d'affleurement ont été calculées en fonction des données disponibles dans les notices géologiques, ainsi que dans la Banque du Sous-Sol.

Les surfaces proposées dans les tables attributaires sont les surfaces de chaque couche à l'affleurement (cf tableaux en annexe 1) auxquelles on a soustrait les surfaces urbanisées et les zones déjà exploitées. Toutefois, il faut préciser qu'étant en structure tabulaire pseudo plane, les formations recouvertes cartographiquement sont présentes sous la couverture.

Concernant les granulats alluvionnaires, les données d'épaisseur sont le fruit d'un travail commun entre le BRGM et les professionnels qui nous ont apporté leur excellente connaissance du terrain. La précision des épaisseurs valorisables a permis de quantifier assez précisément la ressource disponible.



Géosciences pour une Terre durable

brgm

Centre scientifique et technique
3, avenue Claude-Guillemin
BP 36009
45060 – Orléans Cedex 2 – France
Tél. : 02 38 64 34 34

Service géologique régional Haute-Normandie
Parc de la Vatine
10 rue A. Sakharov
76130 – Mont Saint Aignan - France
Tél. : 02 35 60 12 00