

# Révision du schéma des carrières : Cartographie de la ressource disponible Département de Seine-Maritime

Rapport final  
BRGM/RP-58077-FR  
Janvier 2010



# Révision du schéma des carrières, cartographie de la ressource disponible Département de Seine-Maritime

Rapport final

**BRGM/RP-58077-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 : 03/02/2010

Signature : 

**Approbateur :**

Nom : E. GOMEZ

Date : 04/02/2010

Signature : 

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

**Mots clés :** Carrière, exploitations, anciennes carrières, géologie, alluvions, granulats, ressource minérale, matériaux, Seine, Seine-Maritime, 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 Seine-Maritime. Rapport final, Rapport BRGM/RP-58077-FR, 52 p., 15 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 Seine-Maritime » 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, la DREAL, les ports de Rouen et du Havre ainsi que l'IFREMER.

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 compte-tenu du contexte géologique, le département de Seine-Maritime présente des ressources assez peu diversifiées en matériaux même si certaines de ces ressources sont en grands volumes : craies et granulats alluvionnaires.

Trois parties distinctes du département peuvent toutefois être différenciées :

- le Pays de Bray au nord, dont l'anticlinal faillé et évidé permet l'affleurement de couches variées du Mésozoïque (argiles, sables, calcaires). Elles sont en quantité limitée, et associées à des difficultés d'exploitations (beaucoup d'argiles), notamment pour les faciès calcaires ;
- le plateau crayeux du Pays de Caux, recouvert d'une épaisse couche d'argiles à silex et de limons, entaillé de quelques vallées. Les alluvions du fond de ces vallées forment des gisements restreints. Ce plateau est localement recouvert de résidus tertiaires qui offrent quelques ressources complémentaires, en faible quantité (sables) ;
- la vallée de la Seine, au sud du territoire, qui offre une ressource de grand volume en granulats alluvionnaires.

La faible variété de la ressource géologique fait que dans ce département, encore plus qu'ailleurs, 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 les granulats alluvionnaires. Il en resterait, en moyenne dans les principaux gisements, près de 70% de la ressource initiale, soit plus de 1 milliard de m<sup>3</sup> encore disponible « en terre ». Toutefois, quelques secteurs (Seine en amont de Rouen par exemple) montrent une exploitation plus intense des granulats alluvionnaires à laquelle il conviendra de porter une attention particulière : l'évolution inéluctable de cette

tendance conduira à un éloignement plus important des sources d'approvisionnement par rapport à la zone urbaine de Rouen - Elbeuf en particulier.

Cette pression sur les ressources disponibles et l'hétérogénéité géographique du département de Seine-Maritime, associée aux coûts du transport, devrait amener les aménageurs à utiliser davantage de matériaux de substitution, dans la logique du traitement in situ des matériaux argilo-limoneux de couverture ou de la craie.

Cette réalité, incluant le souci d'économie et de protection de la ressource naturelle, amène à envisager de faire évoluer les méthodes en renforçant notamment l'utilisation des produits recyclés issus des déchets du BTP.

Cette évolution tend à se développer de plus en plus, 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, les granulats marins et l'accessibilité à la ressource continentale encore disponible pourraient répondre, en volumes et qualité, à ces besoins.

## Sommaire

<b>1. Introduction</b> .....	<b>7</b>
<b>2. Inventaire des zones déjà exploitées</b> .....	<b>9</b>
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
<b>3. La ressource géologique exploitable</b> .....	<b>13</b>
3.1. LES GRANULATS DE ROCHE MEUBLE .....	13
3.1.1. Les granulats alluvionnaires : généralités .....	13
3.1.2. Les boucles de la Seine .....	15
3.1.3. Les autres vallées .....	25
3.2. LES GRANULATS MARINS .....	26
3.3. LES GRANULATS DE ROCHE MASSIVE .....	31
3.3.1. Calcaires du Portlandien (Jurassique supérieur, Secondaire) .....	31
3.4. LES CRAIES .....	31
3.5. LES SABLONS .....	33
3.5.1. Les sables du Wealdien (Crétacé inférieur, Mésozoïque) .....	33
3.5.2. Les sables verts de l'Albien (Crétacé inférieur, Mésozoïque) .....	33
3.5.3. Les sables du Thanétien ; les sables résiduels du Sparnacien et la formation de Varengueville (Eocène, Cénozoïque) .....	33
3.6. AUTRES CLASSES DE MATERIAUX .....	34
3.6.1. Matériaux pour fabrication de chaux et ciments .....	34
3.6.2. Matériaux pour amendement agricole .....	34
3.6.3. Argiles kaoloniques et limons pour tuile et briques .....	34
3.6.4. Les formations à Silex .....	35
<b>4. Conclusion</b> .....	<b>37</b>
<b>5. Bibliographie</b> .....	<b>39</b>

## Liste des illustrations

Illustration 1 : Cartographie des zones déjà exploitées, département de Seine-Maritime. ....	11
Illustration 2 : Tableau de quantification des granulats dans la boucle de Cléon. ....	16
Illustration 3 : Cartographie de la ressource disponible, boucle de Cléon. ....	16
Illustration 4 : Cartographie de la ressource disponible, boucle de Rouen. ....	17
Illustration 5 : Tableau de quantification des granulats, boucle de Rouen. ....	18
Illustration 6 : tableau de quantification des granulats, boucle de Roumare. ....	19
Illustration 7 : Cartographie de la ressource disponible, boucle de Jumièges. ....	20
Illustration 8 : tableau de quantification des granulats, boucle de Jumièges. ....	20
Illustration 9 : tableau de quantification des granulats, boucle d'Anneville. ....	21
Illustration 10 : Cartographie de la ressource disponible, boucle d'Anneville. ....	22
Illustration 11 : Cartographie de la ressource disponible, boucle de Notre-Dame-de-Bliquetuit. ....	23
Illustration 12 : Tableau de quantification des granulats, boucle de Notre-Dame-de-Bliquetuit. ....	24
Illustration 13 : tableau de quantification des granulats, boucle de Notre-Dame-de-Gravenchon. ....	24
Illustration 14 : Cartographie de la ressource disponible, boucle de Notre-Dame-de-Gravenchon. ....	25
Illustration 15 : Cartographie de la ressource en granulats marins. ....	29

## Liste des annexes

Annexe 1 - Tableau récapitulatif de quantification de la ressource géologique. ....	41
Annexe 2 - Quantification de la ressource en granulats alluvionnaires. ....	45
Annexe 3 - Méthode de cartographie. ....	49

# 1. Introduction

Cette étude, intitulée « révision du schéma des carrières, cartographie de la ressource disponible, département de Seine-Maritime » 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, la DREAL, les ports de Rouen et du Havre ainsi que l'IFREMER.

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.

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

Le second chapitre présente la ressource géologique exploitable. Des estimations d'épaisseurs moyennes, ainsi que les surfaces d'affleurement sont fournies pour toutes les formations recouvertes, ainsi que des précisions en cas d'hétérogénéité spatiale. Des estimations de volumes sont fournies pour les formations non recouvertes. Une distinction est faite pour les granulats issus des alluvions de la Seine qui constituent l'enjeu majeur du département en termes de ressource.

L'annexe 3 présente également la méthode employée pour réaliser la cartographie de la ressource disponible.

Cette étude vise à estimer la ressource disponible, mais il ne prend pas en compte les différentes zones d'enjeux déterminées par les réglementations en vigueur (code de l'environnement ou PNR des boucles de la Seine par exemple...), ou les difficultés d'accessibilité à la ressource.



## 2. Inventaire des zones déjà exploitées

Afin de quantifier au mieux la ressource effectivement disponible, la première étape consiste à inventorier la ressource déjà exploitée ainsi que les zones urbanisées.

### 2.1. L'URBANISATION

Dans le cadre de cette étude, la DREAL de Haute-Normandie a fourni la BD topo de l'IGN. L'ensemble des zones urbanisées a été pris en compte. 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 était 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 pour la confection de moellons ou de pierre de taille qui ont servi à la construction des villes (les craies de la région de Caumont (27) ont notamment servi à la construction de la Cathédrale de Rouen), ou encore l'exploitation de craie pour l'amendement des terres. Depuis la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, et surtout depuis une cinquantaine d'années, ce sont les granulats de roche meuble qui sont valorisés en masse pour la confection de bétons, la construction, la voirie...).

#### 2.2.1. Source des données

De nombreuses sources de données ont été nécessaires afin d'être le plus complet possible quant à l'inventaire des carrières en activité et abandonnées, dans un cadre budgétaire maîtrisé et des délais limités.

En premier lieu, les données concernant les carrières en activité ou récemment fermées (données ex-DRIRE) qui ont été récupérées (données saisies dans l'Observatoire des matériaux du BRGM).

Concernant les carrières abandonnées depuis plus longtemps, les sources de données sont plus diffuses et peu exhaustives. Pour réaliser un recueil aussi complet que possible, les sources de données suivantes ont été consultées :

- 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 © d'édition récente (2000 ou plus récent);
- 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 dont une copie se trouve dans l'observatoire des matériaux du BRGM.

Enfin, les professionnels (carriers) ont apporté leur connaissance du terrain et leur expertise en complétant les éventuelles lacunes identifiées durant cet inventaire.

Par contre, les traces des anciennes exploitations comme les briqueteries dans les lœss sur les plateaux ont été moins recherchées, d'une part par le manque de traces encore aisément visibles de leurs pourtours, et d'autre part, parce que l'enjeu actuel ne justifiait pas une recherche approfondie de ces emprises.

### **2.2.2. Résultats et analyse critique**

A l'issue de cet inventaire, les contours de plus de 2 000 carrières de toutes tailles ont été digitalisés (SIG disponible sur le cd en annexe) sur le département de Seine-Maritime.

Cela correspond à une surface déjà exploitée d'environ 38 km<sup>2</sup> dont près de 27 km<sup>2</sup> concernent les granulats alluvionnaires (tableaux en annexe).

Bien de nombreuses sources d'information aient été consultées, cet inventaire ne peut apporter une vision totalement exhaustive des zones déjà exploitées pour les raisons suivantes :

- 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 ;
- 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 long et coûteux et une partie des résultats 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.

Rappelons que la procédure adaptée pour cet inventaire a été validée lors de réunions du groupe de travail en charge de la partie ressources pour la révision décennale du schéma départemental des carrières.

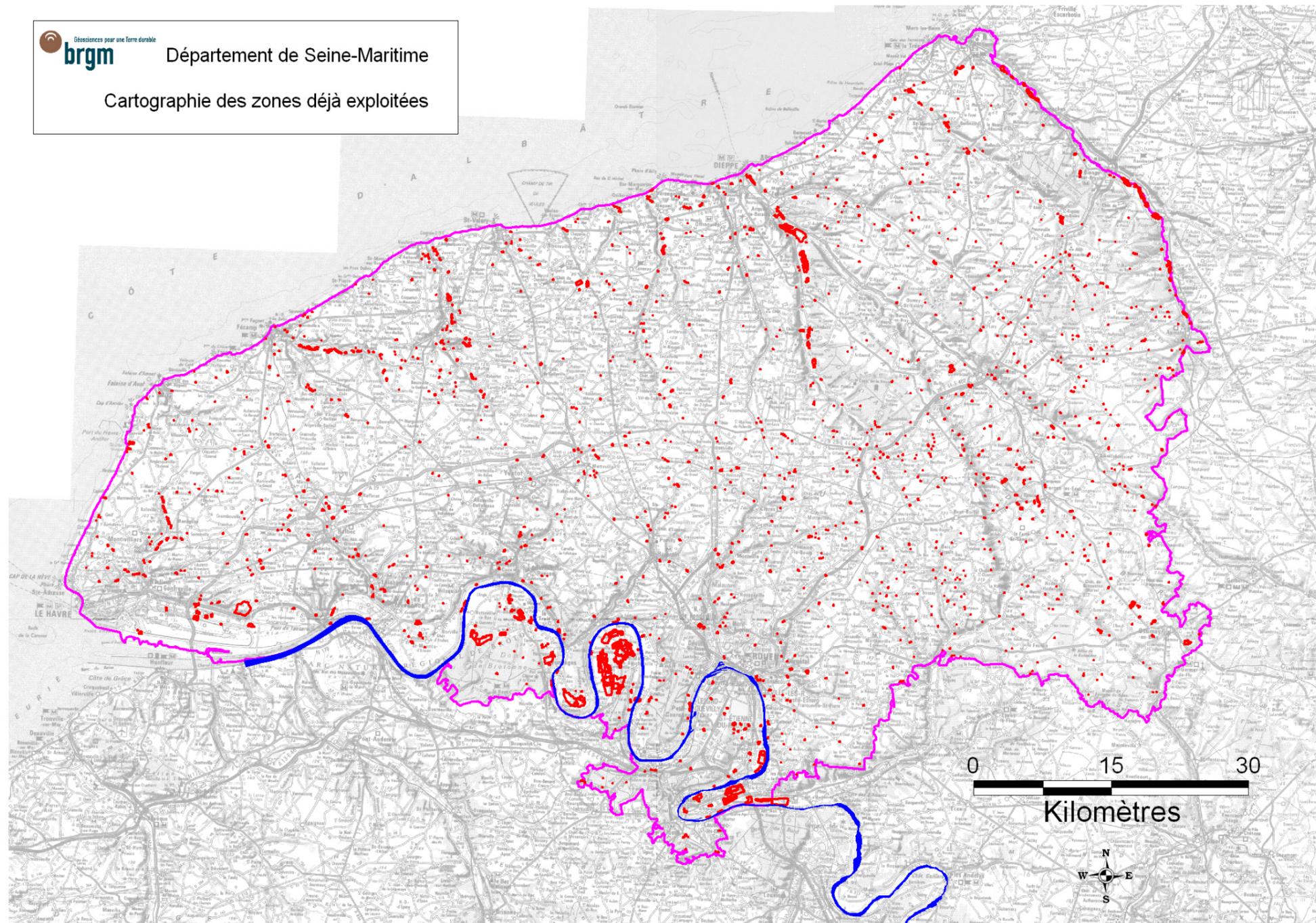


Illustration 1 : Cartographie des zones déjà exploitées, département de Seine-Maritime.



### **3. La ressource géologique exploitable**

Totalement submergé au Crétacé supérieur, et peu submergé au Tertiaire, le département de Seine-Maritime ne connaît pas une très grande variété de formations à l’affleurement. On y dénombre 17 couches géologiques exploitables (en incluant les limons), mais beaucoup n’affleurent que sur quelques km<sup>2</sup> seulement (buttes résiduelles du Tertiaire et Pays de Bray). Le département se caractérise par une très faible variété de lithologie et donc de ressources minérales, la grande majorité du territoire étant constituée d’un plateau crayeux recouvert de formations d’altération (argiles à silex) et de formations superficielles (limons éoliens).

Dans les paragraphes suivants, il a été choisi de ranger le plus souvent ces lithologies (substances) par classe de matériaux, 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 serait critiquable de tenter de quantifier les volumes disponibles sans autre précision ni analyse fine de sondages. C’est pourquoi nous nous en tenons à cette mesure de surface, accompagnée d’une estimation moyenne de l’épaisseur sous la forme d’une estimation de gisement « en terre ».

Toutefois, devant l’enjeu que cela représente, une quantification plus précise a été réalisée sur les granulats alluvionnaires. Ces données sont disponibles dans les tables numériques sur le cédérom 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**

Les granulats de roche meuble sont les matériaux qui demandent le plus d’attention. Ils ont été et sont toujours très exploités du fait de leurs caractéristiques physico-chimiques intrinsèques excellentes, notamment pour la confection de béton à hautes performances, le gisement exceptionnel que représente la vallée de la Seine et son accessibilité (proximité des agglomérations de la vallée de la Seine et de l’Ile-de-France). Mais les gisements alluvionnaires correspondent souvent à des zones à fortes contraintes : occupation du sol intense (urbanisation, voies de communication...), et font l’objet d’une attention environnementale (zones humides à fort enjeu...) 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 ayant cours 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 notamment le

cas de la Seine mais aussi, dans une moindre mesure, de tous les fleuves côtiers. 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 grande quantité.

Les surcreusements associés aux différentes périodes interglaciaires, avant la période actuelle (Holocène), ont conduit à une disposition étagée des reliques des anciennes alluvions grossières, souvent associées à des morphologies en terrasses. Les dépôts les plus hauts en altitude sont les plus anciens, et les plus bas sont les plus récents. Ces derniers sont aussi souvent les plus gros gisements, car ils ont subi moins de cycles d'érosion. Les niveaux fluviaux les plus anciens sont aussi souvent les plus altérés et les plus argileux.

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). Toutefois, compte-tenu du nombre important de niveaux de « terrasses » ainsi que des différences d'épaisseur et de qualités de la ressource qu'elles renferment, nous avons différenciés trois niveaux de terrasses dans la vallée de la Seine, en supplément des alluvions récentes :

- un niveau de basse terrasse
- un niveau de moyenne terrasse ;
- un niveau de haute et très haute terrasse

### ***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 (phréatique) directement en interaction avec la rivière (la « nappe d'accompagnement »).

Des sables, graviers et blocs calcaires et siliceux (principalement des silex), de granulométrie et de nature hétérogène, selon que la rivière traverse des terrains de nature géologique différente dans son bassin versant, se trouvent en 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 (0 à 10 mètres). Les gisements les plus importants se trouvent dans la vallée de la Seine. Ils présentent sur une grande superficie une épaisseur moyenne de 5 à 10 mètres environ (dont 4 à 8 m de granulats valorisables). Les autres vallées qui connaissent des gisements conséquents, même s'ils sont de taille et d'extension nettement moindre que ceux de la vallée de la Seine, sont les vallées côtières.

Au-dessus de ces alluvions grossières, il existe des alluvions fines, limoneuses et argileuses qui correspondent aux derniers dépôts de débordement de la rivière (Holocène, interglaciaire). C'est également dans ce niveau que se développent les tourbes.

### ***Les alluvions anciennes de terrasses (hors d'eau)***

La nappe d'eau phréatique du substrat se trouve généralement à une altitude inférieure à la base des alluvions anciennes : l'exploitation de ces dernières se fait hors d'eau. Il est parfois possible que l'on recoupe le sommet de la nappe phréatique (niveau piézométrique) à la base des gisements des plus « basses terrasses », 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. On distingue généralement nettement sur les 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, généralement de quelques mètres.

### **3.1.2. Les boucles de la Seine**

L'extrême importance que constitue le gisement de la vallée de la Seine a conduit à détailler la vallée par tronçons qui correspondent aux méandres dessinés 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 moyennes, une estimation du volume disponible est proposée. Cette quantification reste une estimation « en terre » des gisements à l'échelle du département. Elle ne peut être validée ou considérée comme fiable sur quelques hectares, à l'échelle d'une exploitation. Pour cela, seule une étude détaillée de gisement, qui n'entre pas dans le cadre de la présente étude, pourra donner un calcul de réserves exploitable fiable pour une exploitation économiquement viable.

#### ***La boucle de Cléon***

Il s'agit d'une boucle très urbanisée. C'est aussi la boucle qui a été la plus exploitée au fil du temps à cause de sa proximité avec les agglomérations de Rouen et d'Elbeuf. C'est aussi un granulat d'excellente qualité qui a été exploité dans ces gisements (plusieurs niveaux alluvionnaires y ont été exploités). La ressource disponible y est répartie de la façon suivante :

- les alluvions récentes : 7,4 km<sup>2</sup> de surface disponible, soit 49% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 7 m pour un volume restant estimé à 52 millions de m<sup>3</sup>.
- Les alluvions de basse terrasse : 6,5 km<sup>2</sup> de surface disponible, soit 35% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 6 m pour un volume restant estimé à 39 millions de m<sup>3</sup>.

- Les alluvions de moyenne terrasse : 1 km<sup>2</sup> de surface disponible, soit 45% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 5,5 m pour un volume restant estimé à 5,5 millions de m<sup>3</sup>.
- Les alluvions de haute et très haute terrasse : 3,4 km<sup>2</sup> de surface disponible, soit 85% de la surface initialement présent. Une épaisseur moyenne de 5,5 m pour un volume restant estimé à 18,5 millions de m<sup>3</sup>.

Notation	Formation géologique	Extension spatiale (en km <sup>2</sup> )	Epaisseur Moyenne (m)	Surface a priori accessible	Estimation volume disponible	Estimation volume disponible (en Mm3)	Ratio (surface disponible / surface initiale)
<b>Boucle de Cleon</b>							
Fz	Alluvions récente	15,31	7	7,47	52266700	<b>52,27</b>	48,79
Fyd	Basse terrasse	18,64	6	6,52	39148222	<b>39,15</b>	34,98
Fyc	Moyenne terrass	2,24	5,5	1	5461750	<b>5,46</b>	44,64
Fyab	Haute terrasse	4	5,5	3,4	18688410	<b>18,69</b>	85,00

Illustration 2 : Tableau de quantification des granulats dans la boucle de Cléon.

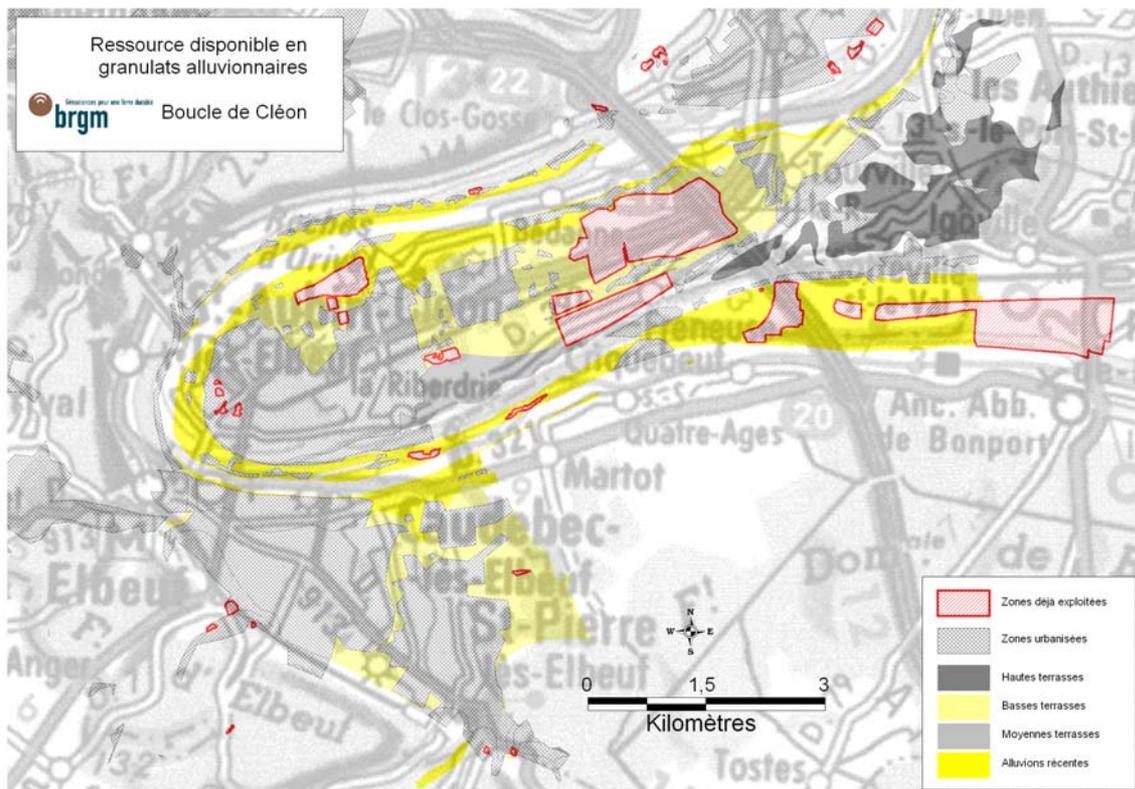


Illustration 3 : Cartographie de la ressource disponible, boucle de Cléon.

### La boucle de Rouen

C'est la boucle la plus urbanisée de toutes, du fait de la présence d'une bonne partie de l'agglomération de Rouen. L'urbanisation (historique) occupe donc la majeure partie de l'espace de cette boucle qui n'a de fait que très peu de ressource disponible :

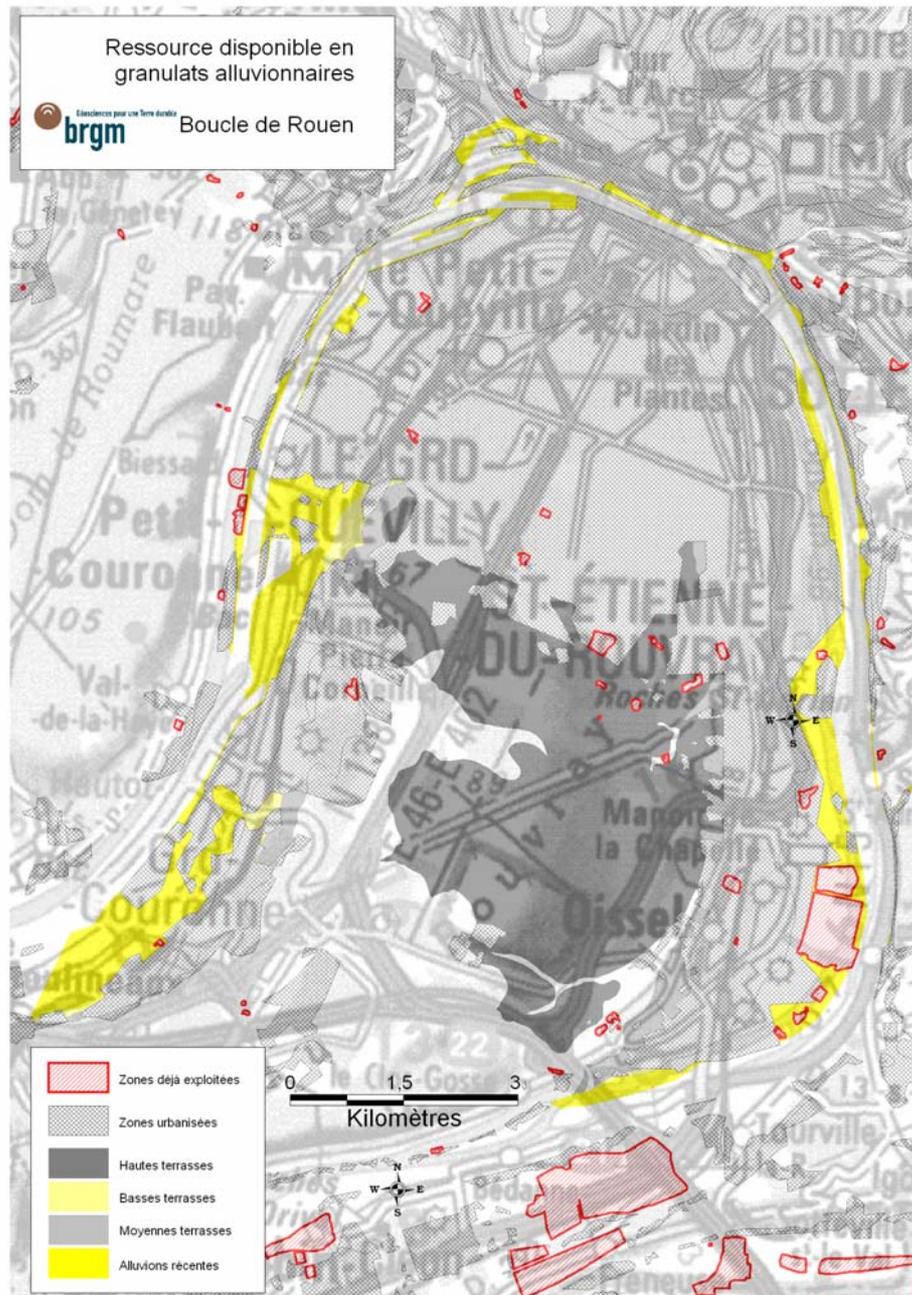


Illustration 4 : Cartographie de la ressource disponible, boucle de Rouen.

- les alluvions récentes : 7,8 km<sup>2</sup> de surface disponible, soit 22% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 6 m pour un volume restant estimé à 47 millions de m<sup>3</sup> ;
- les alluvions de basse terrasse : 0,5 km<sup>2</sup> de surface disponible, soit 4,5% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 3 m pour un volume restant estimé à 1,5 million de m<sup>3</sup> ;
- les alluvions de moyenne terrasse : 1,7 km<sup>2</sup> de surface disponible, soit 17% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 2 m pour un volume restant estimé à 3,4 millions de m<sup>3</sup> ;
- les alluvions de haute et très haute terrasse : 17 km<sup>2</sup> de surface disponible, soit 63% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 1 m pour un volume restant estimé à 17 millions de m<sup>3</sup>.

Notation	Formation géologique	Extension spatiale (en km <sup>2</sup> )	Épaisseur Moyenne (m)	Surface a priori accessible	Estimation volume disponible (en Mm <sup>3</sup> )	Ratio (surface disponible / surface initiale)
<b>Boucle de Rouen</b>						
Fz	Alluvions récente	36,12	6	7,85	<b>47,08</b>	21,73
Fyd	Basse terrasse	10,3	3	0,47	<b>1,41</b>	4,56
Fyc	Moyenne terrass	9,78	2	1,7	<b>3,40</b>	17,38
Fyab	Haute terrasse	27,51	1	17,45	<b>17,45</b>	63,43

Illustration 5 : Tableau de quantification des granulats, boucle de Rouen

### **La boucle de Roumare**

Bien que située immédiatement en aval de l'agglomération de Rouen, peu urbanisée, cette boucle n'a pas été très exploitée dans le passé. Cela s'explique peut être par des gisements de moindre importance en épaisseur. Toutefois, la ressource encore disponible et sa proximité avec la zone de demande font de cette boucle un gisement d'importance pour l'avenir. La ressource disponible se présente de la manière suivante :

- les alluvions récentes : 9,4 km<sup>2</sup> de surface disponible, soit 73% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 6 m pour un volume restant estimé à 56,5 millions de m<sup>3</sup> ;
- les alluvions de basse terrasse : 2,1 km<sup>2</sup> de surface disponible, soit 67% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 5 m pour un volume restant estimé à 4 million de m<sup>3</sup> ;
- les alluvions de moyenne terrasse : 6,4 km<sup>2</sup> de surface disponible, soit 95% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 2 m pour un volume restant estimé à 13 millions de m<sup>3</sup> ;

- les alluvions de haute et très haute terrasse : 10 km<sup>2</sup> de surface disponible, soit 95% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 3 m pour un volume restant estimé à 31 millions de m<sup>3</sup>.

L'absence d'exploitations importantes serait peut être à vérifier par d'autres moyens : cartographie géologique générale à 1/25 000 avec plan de sondages à la tarière pour vérifier s'il n'y a pas eu des exploitations d'ampleur aujourd'hui comblées et dont il n'y aurait plus de traces aujourd'hui.

Notation	Formation géologique	Extension spatiale (en km <sup>2</sup> )	Epaisseur Moyenne (m)	Surface a priori accessible	Estimation volume disponible (en Mm3)	Ratio (surface disponible / surface initiale)
<b>Boucle de Roumare</b>						
Fz	Alluvions récente	12,74	6	9,42	56,53	73,94
Fyd	Basse terrasse	3,2	2	2,15	4,31	67,19
Fyc	Moyenne terrass	6,81	2	6,46	12,92	94,86
Fyab	Haute terrasse	10,94	3	10,38	31,15	94,88

*Illustration 6 : tableau de quantification des granulats, boucle de Roumare.*

### **La boucle de Jumièges**

Cette boucle a connu un grand nombre d'exploitation du fait de la grande largeur et de la bonne épaisseur des gisements. Cette boucle est assez peu urbanisée. Aujourd'hui, de nombreuses anciennes exploitations y ont été transformées en zones de loisir. On trouve comme ressource encore disponible :

- les alluvions récentes : 8,5 km<sup>2</sup> de surface disponible, soit 63% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 8 m pour un volume restant estimé à 68 millions de m<sup>3</sup> ;
- les alluvions de basse terrasse : 0,6 km<sup>2</sup> de surface disponible, soit 65% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 2 m pour un volume restant estimé à 1,3 million de m<sup>3</sup> ;
- les alluvions de moyenne terrasse : 1,4 km<sup>2</sup> de surface disponible, soit 88% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 2,5 m pour un volume restant estimé à 3,5 millions de m<sup>3</sup> ;
- les alluvions de haute et très haute terrasse : 7,6 km<sup>2</sup> de surface disponible, soit 95% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 1,5 m pour un volume restant estimé à 11 millions de m<sup>3</sup>.

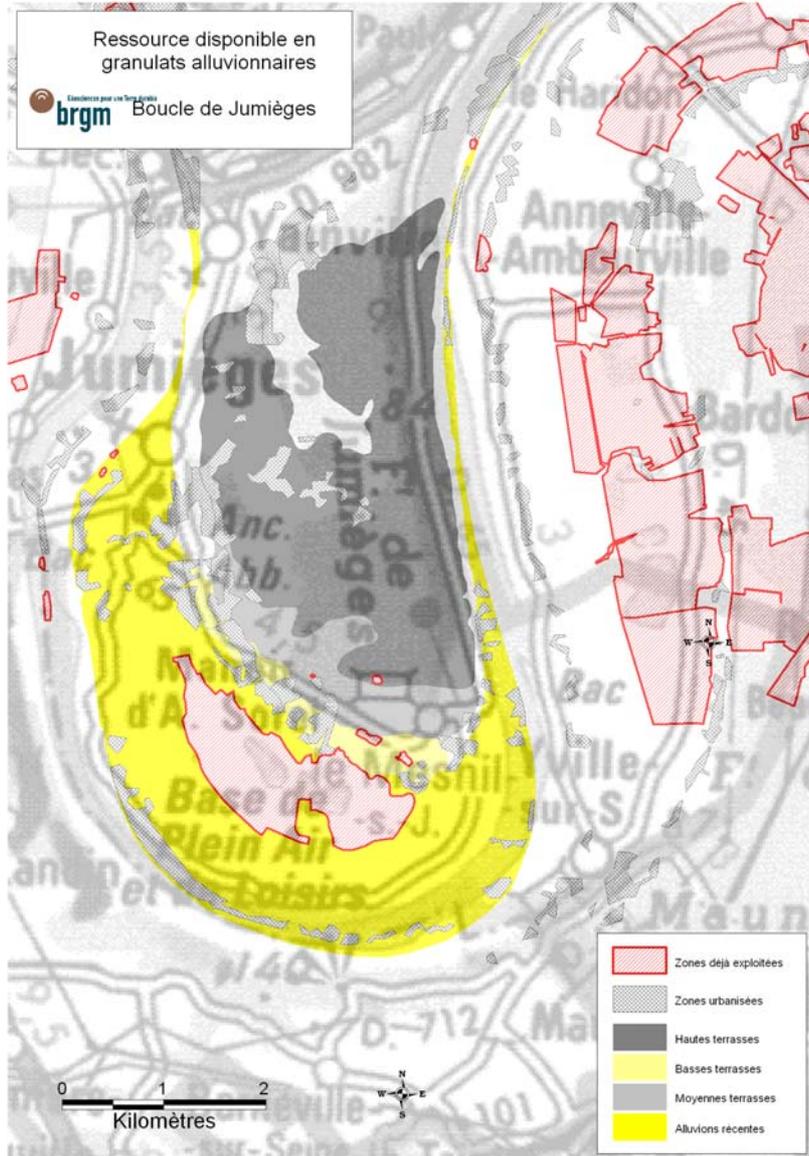


Illustration 7 : Cartographie de la ressource disponible, boucle de Jumièges.

Notation	Formation géologique	Extension spatiale (en km <sup>2</sup> )	Epaisseur Moyenne (m)	Surface a priori accessible	Estimation volume disponible (en Mm <sup>3</sup> )	Ratio (surface disponible / surface initiale)
<b>Boucle de Jumièges</b>						
Fz	Alluvions récente	13,63	8	8,56	<b>68,45</b>	62,80
Fyd	Basse terrasse	1	2	0,65	<b>1,30</b>	65,00
Fyc	Moyenne terrass	1,63	2,5	1,43	<b>3,59</b>	87,73
Fyab	Haute terrasse	8,03	1,5	7,63	<b>11,45</b>	95,02

Illustration 8 : tableau de quantification des granulats, boucle de Jumièges.

### **La boucle d'Anneville**

Au même titre que la boucle de Jumièges, cette boucle assez peu urbanisée présente des ensembles alluviaux larges et assez épais, formant des terrasses. De nombreuses carrières ont été actives depuis plusieurs décennies. Il reste néanmoins une grosse quantité de ressource disponible :

- les alluvions récentes : 22 km<sup>2</sup> de surface disponible, soit 64% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 7,5 m pour un volume restant estimé à 167 millions de m<sup>3</sup> ;
- les alluvions de basse terrasse : 5 km<sup>2</sup> de surface disponible, soit 70% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 2,5 m pour un volume restant estimé à 13 million de m<sup>3</sup> ;
- les alluvions de moyenne terrasse : 4,5 km<sup>2</sup> de surface disponible, soit 57% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 3 m pour un volume restant estimé à 13,7 millions de m<sup>3</sup> ;
- les alluvions de haute et très haute terrasse : 8 km<sup>2</sup> de surface disponible, soit 91% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 1,5 m pour un volume restant estimé à 12 millions de m<sup>3</sup>.

Notation	Formation géologique	Extension spatiale (en km <sup>2</sup> )	Epaisseur Moyenne (m)	Surface a priori accessible	Estimation volume disponible (en Mm3)	Ratio (surface disponible / surface initiale)
<b>Boucle d'Anneville</b>						
Fz	Alluvions récente	34,63	7,5	22,21	<b>167,35</b>	64,14
Fyd	Basse terrasse	7,71	2,5	5,37	<b>13,41</b>	69,65
Fyc	Moyenne terrasse	8,05	3	4,57	<b>13,72</b>	56,77
Fyab	Haute terrasse	8,82	1,5	8,03	<b>12,05</b>	91,04

*Illustration 9 : tableau de quantification des granulats, boucle d'Anneville.*

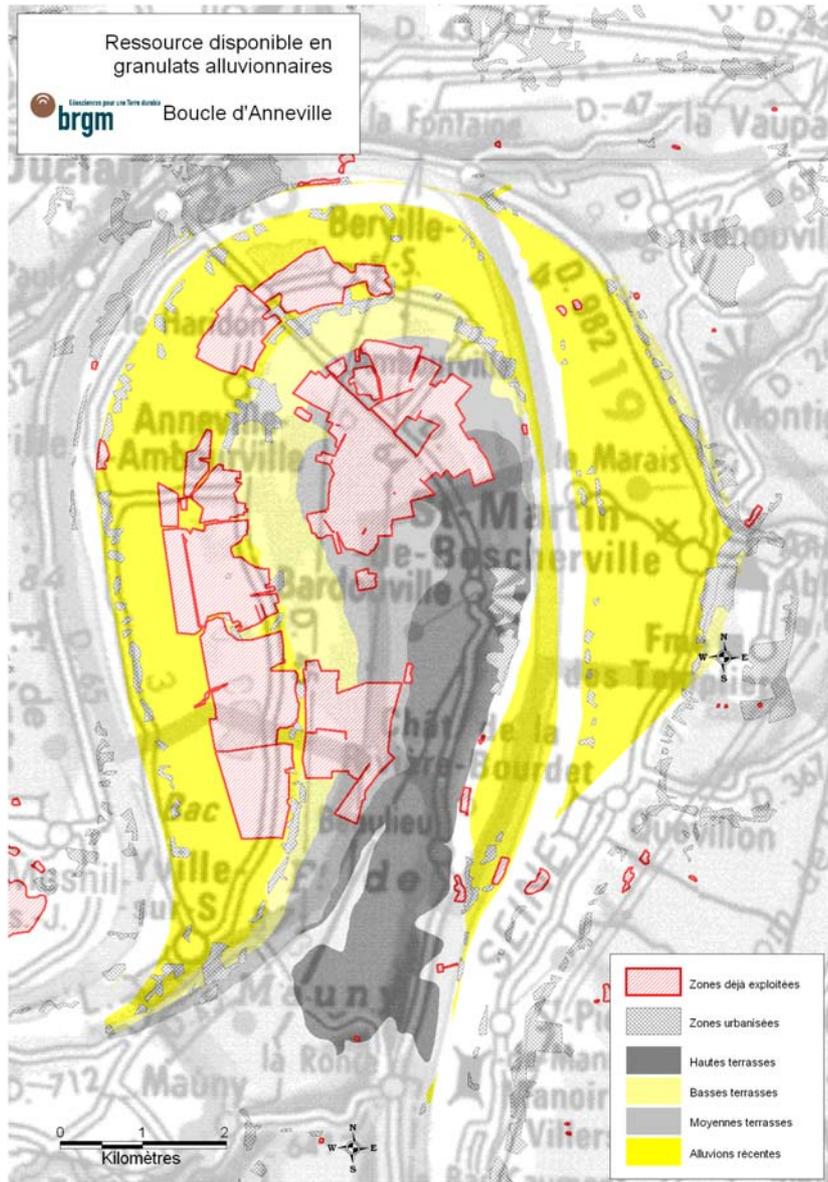


Illustration 10 : Cartographie de la ressource disponible, boucle d'Anneville.

### La boucle de Notre-Dame-de-Bliquetuit

A l'image de la boucle d'Anneville, cette boucle présente aussi des gisements très importants dont il reste une grande partie de la ressource initiale :

- les alluvions récentes : 23 km<sup>2</sup> de surface disponible, soit 71% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 7 m pour un volume restant estimé à 161 millions de m<sup>3</sup> ;

- les alluvions de basse terrasse : 8 km<sup>2</sup> de surface disponible, soit 75% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 6 m pour un volume restant estimé à 47,5 million de m<sup>3</sup> ;
- les alluvions de moyenne terrasse : 14,8 km<sup>2</sup> de surface disponible, soit 86% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 3 m pour un volume restant estimé à 44 millions de m<sup>3</sup> ;
- les alluvions de haute et très haute terrasse : 23 km<sup>2</sup> de surface disponible, soit 99% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 1,5 m pour un volume restant estimé à 35 millions de m<sup>3</sup>.

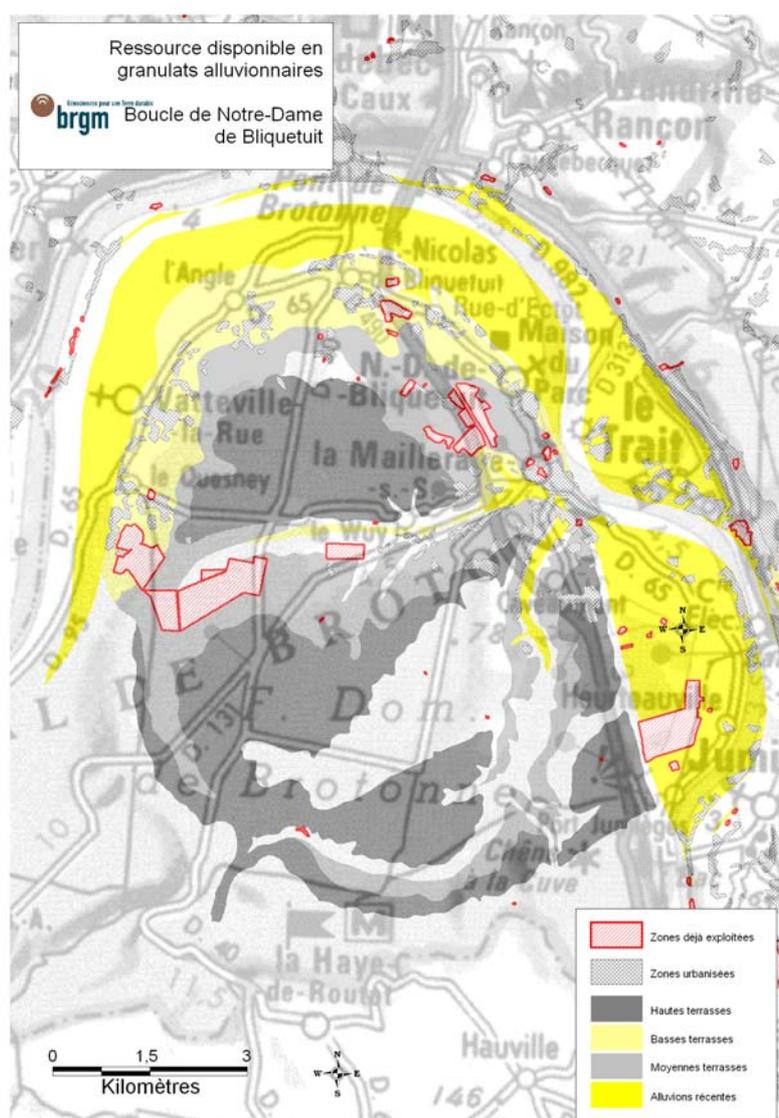


Illustration 11 : Cartographie de la ressource disponible, boucle de Notre-Dame-de-Bliquetuit.

Notation	Formation géologique	Extension spatiale (en km <sup>2</sup> )	Epaisseur Moyenne (m)	Surface a priori accessible	Estimation volume disponible (en Mm3)	Ratio (surface disponible / surface initiale)
<b>Boucle de Notre-Dame-de-Bliquetuit</b>						
Fz	Alluvions récente	32,56	7	23,05	<b>161,37</b>	70,79
Fyd	Basse terrasse	10,51	6	7,92	<b>47,50</b>	75,36
Fyc	Moyenne terrass	17,13	3	14,79	<b>44,37</b>	86,34
Fyab	Haute terrasse	23,67	1,5	23,38	<b>35,07</b>	98,77

Illustration 12 : Tableau de quantification des granulats, boucle de Notre-Dame-de-Bliquetuit.

### **La Boucle de Notre-Dame-de-Gravenchon**

Située à l'aval, ce secteur présente une forte ressource dans les alluvions récentes, même si à l'approche de l'estuaire, la découverte silto-argileuse devient plus importante. Ce secteur est aussi marqué par la nette diminution de la surface des ensembles en terrasses :

- les alluvions récentes : 39 km<sup>2</sup> de surface disponible, soit 80% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 7 m pour un volume restant estimé à 275 millions de m<sup>3</sup> ;
- les alluvions de basse terrasse : 1,8 km<sup>2</sup> de surface disponible, soit 63% de la surface initialement présent. Une épaisseur moyenne de 6 m pour un volume restant estimé à 11 million de m<sup>3</sup> ;
- les alluvions de haute terrasse : 7 km<sup>2</sup> de surface disponible, soit 79% de la surface initialement présente. Une épaisseur moyenne de 1,5 m pour un volume restant estimé à 11 millions de m<sup>3</sup> ;

Notation	Formation géologique	Extension spatiale (en km <sup>2</sup> )	Epaisseur Moyenne (m)	Surface a priori accessible	Estimation volume disponible (en Mm3)	Ratio (surface disponible / surface initiale)
<b>Boucle de Notre-Dame-de-Gravenchon</b>						
Fz	Alluvions récente	49,34	7	39,27	<b>274,92</b>	79,59
Fyd	Basse terrasse	2,91	6	1,84	<b>11,02</b>	63,23
Fyab	Haute terrasse	9,36	1,5	7,4	<b>11,10</b>	79,06

Illustration 13 : tableau de quantification des granulats, boucle de Notre-Dame-de-Gravenchon.

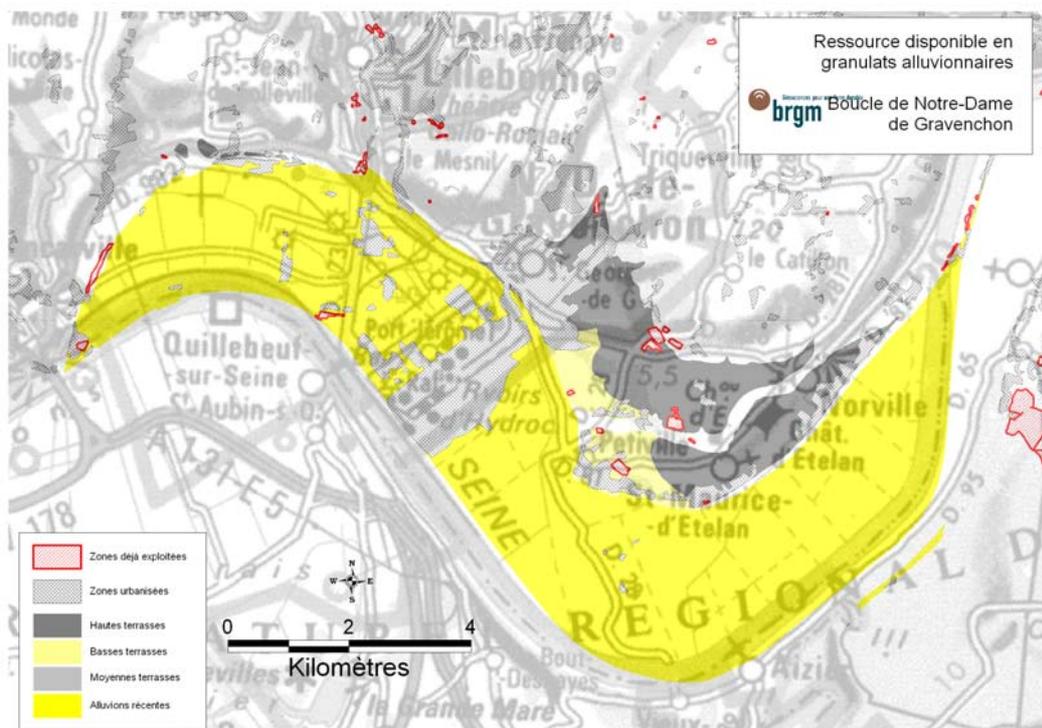


Illustration 14 : Cartographie de la ressource disponible, boucle de Notre-Dame-de-Gravenchon.

### L'estuaire

Bien que présentant un énorme prisme sédimentaire (plus de 90 km<sup>2</sup> disponibles), les « alluvions » de l'estuaire sont essentiellement constitués de sables et de vases en partie marines, avec quelques rares passées de galets. Celles-ci sont situées à grande profondeur (au delà de - 20 m NGF au Havre) et deviennent économiquement inaccessibles. Leur intérêt en tant que granulats de roche meuble est donc mineur.

**Au total, si l'on soustrait les zones urbanisées et la ressource déjà exploitée, il reste disponible dans la vallée de la Seine 65% de la ressource initiale. Cela se traduit en termes de ressource par une réserve encore disponible supérieure au Milliard de m<sup>3</sup>.**

### 3.1.3. Les autres vallées

Les vallées côtières présentent aussi des gisements qu'il est envisageable d'exploiter. Il s'agit des vallées de la Bresle, la Saane, la Valmont, l'Arques et la Béthune (ces deux dernières étant continues). Les terrasses ont presque disparu dans ces vallées. Les alluvions exploitables se trouvent donc dans le lit majeur, ce qui peut poser des problèmes d'accessibilité à la ressource.

Le plus gros gisement se trouve dans les vallées de l'Arques et de la Béthune avec plus de 50 millions de m<sup>3</sup> a priori disponibles. La Bresle présente dans le département de Seine-Maritime une ressource en granulats proche de 40 millions de m<sup>3</sup> (la partie nord de la vallée de la Bresle se situe dans le département de la Somme et présente elle aussi une ressource intéressante).

La vallée de la Saane présente de l'ordre de 15 millions de m<sup>3</sup> en granulats, alors que la vallée de la Valmont n'offre que quelques millions de m<sup>3</sup> en ressource disponible.

La ressource dans ces vallées côtières n'est pas négligeable. Toutefois, le gisement reste relativement restreint, et seule une gestion rigoureuse permettra de le préserver. Cette gestion associée aux difficultés éventuelles d'accessibilité à la ressource implique donc une utilisation locale de ce gisement afin de réduire le transport, mais ne permet pas une exploitation massive « d'exportation » vers des zones éloignées.

### **3.2. LES GRANULATS MARINS**

L'IFREMER, à la demande de la DREAL de Haute-Normandie, a fourni les fichiers à usage SIG de l'extension spatiale des granulats marin et du fond géologique pour l'ensemble de la façade Manche – Mer-du-nord.

Il semble difficile en l'état actuel des techniques, et au vue de la ressource encore disponible sur le domaine terrestre, d'exploiter intensément les gisements en place identifiés dans le domaine marin : alluvions et paléo-cordons de galets submergés, sables tertiaires.

Malgré cela, les granulats marins constituent une ressource intéressante. Leur existence est due au remplissage du paléo réseau hydrographique de grande envergure qui étaient actifs dans toute la « plaine de la Manche » qui était alors émergée lors des périodes froides du Quaternaire. On peut y associer à la liste des dépôts meubles sur la frange littorale. On trouve trois types de matériaux :

- des vases ;
- des sables ;
- des sables, graviers et galets indifférenciés. Ces dépôts sédimentaires sont les plus valorisables.

A l'inverse des ressources terrestres, il n'est pas possible d'avoir une vision départementale de la ressource en mer. Ceci est notamment dû au fait que l'exploitation en mer doit être en relation directe avec les ports capables de recevoir la ressource. Ils sont nombreux en Seine-Maritime (Le Havre, Rouen, Fécamp, Dieppe pour les plus importants), ce qui n'est pas le cas de tous les départements (Somme par exemple). De plus, les limites d'extension des zones réglementaires et la réglementation sur les extractions de matériaux diffère de ce qui peut exister sur le domaine terrestre. Enfin, les différents usages de la mer (voie de passage et chenaux portuaires, zones de pêche, zones réservées à la Marine Nationale) impliquent une gestion adaptée. Pour ce qui concerne cette étude, l'entité géographique concernée

est donc plus la façade dite « Manche – Mer-du-Nord » que le simple linéaire de littoral départemental.

C'est pourquoi il ne sera pas défini de ressource spécifiquement au large du département de la Seine-Maritime. Ce rapport indique la ressource globale présente sur l'ensemble de la façade Manche – Mer-du-Nord.

Actuellement, il existe deux zones principales dans lesquelles des autorisations ont été délivrées : la baie de Seine pour les matériaux de remplissage des anciens cours de la Seine et au large de Dieppe pour l'exploitation de bancs meubles provenant d'un ancien cordon de galets littoral.

La mauvaise connaissance actuelle des épaisseurs de granulats très variables (de 1 à plusieurs dizaines de mètres) dans ces chenaux de remplissage ne permet pas de quantifier précisément le volume disponible en granulats. Toutefois, le volume communément admis de matériaux meubles (remplissage et bancs meubles au large de la baie de Somme et du Nord – Pas-de-Calais) présents au large de la façade Manche – Mer-du-nord est de l'ordre de 150 milliards de m<sup>3</sup>. On peut donc estimer la ressource valorisable en granulats à plusieurs milliard de m<sup>3</sup>. Leur extension sur l'ensemble de la façade couvre une surface de 10 000 km<sup>2</sup>.



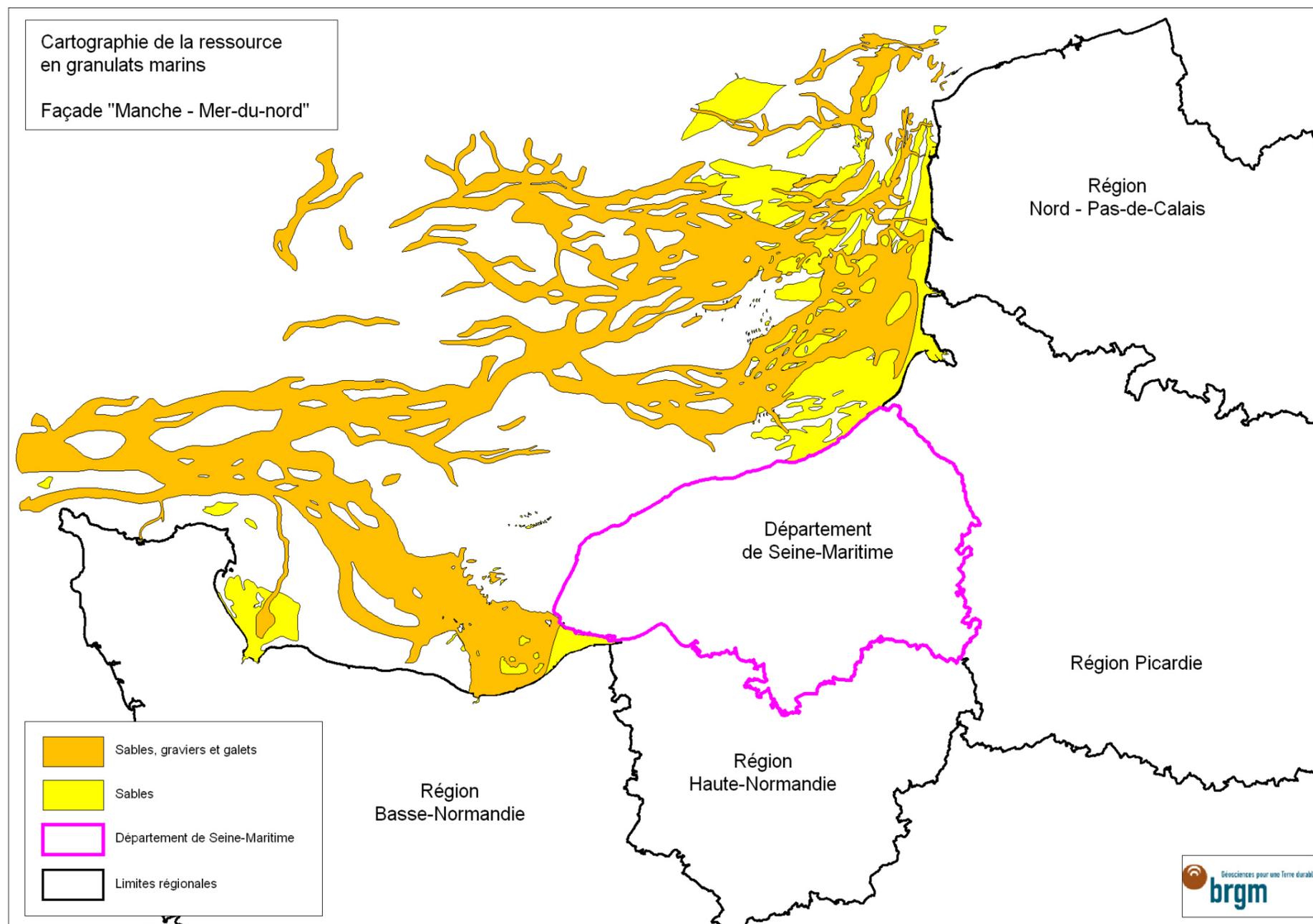


Illustration 15 : Cartographie de la ressource en granulats marins



### **3.3. LES GRANULATS DE ROCHE MASSIVE**

Les roches massives, parfois « 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 mais en satisfaisant 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.

Une seule couche géologique peut être associée à cette classe de matériaux dans le département de Seine-Maritime comme décrit ci-dessous.

#### **3.3.1. Calcaires du Portlandien (Jurassique supérieur, Secondaire)**

Ces calcaires oolithiques ou graveleux sont présents dans la boutonnière de l'anticlinal faillé du Pays de Bray. Bien que très épais (85 m en moyenne) sous couverture, la ressource à l'affleurement est moins épaisse et se compose de bancs séparés par des marnes et des argiles, ce qui rend son exploitation compliquée, et parfois non rentable.

Ces calcaires ont pu être utilisés dans le passé, pour l'empierrement ou comme moellons, à partir d'exploitations plus artisanales.

La surface disponible à l'affleurement pour les calcaires du Portlandien dans le département de Seine-Maritime est estimée à 79 km<sup>2</sup> pour une épaisseur potentielle supérieure à 80 m (annexe 1).

### **3.4. LES CRAIES**

D'âge Crétacé supérieur, les craies sont présentes quasiment sur l'ensemble du département, et plus généralement en Haute-Normandie dont elles constituent le soubassement. Il n'y a que peu de lieux où on ne les rencontre pas : dans le Pays de Bray où elles ont subi le travail de l'érosion suite à un plissement, et en quelques sites particuliers comme en vallée de Seine (Rouen rive gauche, Villequier) ou sur le littoral (Cap de la Hève et bed-rock de l'estuaire). Du fait de cette particularité, le gisement crayeux est traité de manière séparée.

Dans le département de Seine-Maritime, on les retrouve à l'affleurement sur les coteaux des vallées (notamment la vallée de la Seine) et du Pays de Bray. Sur le plateau, elles sont recouvertes par des formations superficielles, à savoir des altérites (argiles à silex) et de formations superficielles allogènes (limons éoliens).

Certains niveaux ont été exploités par le passé pour produire des pierres de construction (bâties anciens) et pour l'amendement des terres. A ces deux usages historiques, on peut désormais ajouter leur utilisation dans la fabrication de ciment, de chaux et de charges minérales pour des utilisations alimentaires, cosmétiques ou industrielles. Il existe sur la commune de Saint-Vigor-d'Ymonville une importante carrière d'exploitation de craie destinée à la fabrication de ciment.

Poreuse et gélive, la craie est une roche évolutive qui rend tout de même difficile les utilisations 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 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 avec succès, par exemple, lors du chantier du tunnel sous la Manche.

On distingue en Seine-Maritime, trois types de craie :

- La craie cénomaniennne (c2). Cette craie sableuse est marquée par la présence de nombreux bancs de marnes ou de glauconie. 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 du département, souvent dans la partie inférieure de l'affleurement. 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 glauconie et quelques bancs phosphatés. L'épaisseur moyenne de la craie turonienne avoisine les 80 m.

- La craie sénonienne (c4-6), comprend les étages aux caractéristique très proches, du Coniacien (c4), Santonien (c5) et Campanien (c6). Il s'agit d'une craie blanche, très pure (souvent >95% de Carbonate de Calcium), parfois dolomitisée, ou parfois phosphatée sur quelques mètres. Il existe aussi à certains endroits dans le Santonien du nord du département, des bancs dolomitisés, plus indurés et foncés qui présentent une masse volumique plus importante et perdent leur caractère gélif. Ces bancs sont appelés en Picardie « calcaires jaunes-bruns ». Ils permettent une exploitation pour produire des concassés en sélectionnant des bancs de 5 à 6 mètres de puissance. Toutefois, cette particularité de la craie est extrêmement hétérogène et ne permet pas une cartographie à l'échelle du Schéma départemental des carrières

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, les granulats après concassage lorsque c'est possible vu ses qualités physiques, ou pour la réalisation de Pierres de taille. Cette dernière utilisation était réalisée de manière souterraine afin d'atteindre la craie dite « saine », c'est-à-dire non soumises aux phénomènes qui la

fissent. Cette production est devenue marginale depuis des décennies et se restreint à la fourniture de pierres de restauration des monuments historiques.

La couche de craie sénonienne sur les zones où elle affleure a une épaisseur supérieure à 100 m. La ressource disponible à l'affleurement est de l'ordre de 850 km<sup>2</sup>.

### **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.

#### **3.5.1. Les sables du Wealdien (Crétacé inférieur, Mésozoïque)**

Faciès géologique épais de 50 m en moyenne, il est constitué essentiellement de sables quartzeux fins, blancs, micacés, à lits d'argiles blanchâtres ou bleutées. Ils ont une stratification oblique. De manière assez aléatoire, ils peuvent renfermer des lentilles d'argile. 72 km<sup>2</sup> de sables du Wealdien sont encore disponibles à l'affleurement dans le département.

#### **3.5.2. Les sables verts de l'Albien (Crétacé inférieur, Mésozoïque)**

L'étage géologique de l'Albien est constitué à sa base par des sables verts, argileux et très riches en glauconie. D'une épaisseur moyenne d'environ 20 m, ces sables affleurent uniquement sur les coteaux du Pays de Bray. La surface de ressource disponible est d'environ 23 km<sup>2</sup> mais leur usage reste très marginal à cause de la présence de la glauconie.

#### **3.5.3. Les sables du Thanétien ; les sables résiduels du Sparnacien et la formation de Varengueville (Eocène, Cénozoïque)**

Il s'agit de sables affleurant en buttes témoins qui recouvrent la craie par endroit, notamment au sud de Dieppe et de manière éparse, en pièges karstiques, au sud du Pays de Bray. Le Thanétien se présente sous forme de sables à silex et grès. Leur épaisseur maximale atteint 7 m aux alentours du phare d'Ailly. Il reste dans cette formation de l'ordre de 20 km<sup>2</sup> disponibles à l'affleurement. Directement sur le Thanétien se trouve par endroit les sables du Sparnacien. Epais de quelques mètres au maximum, ils connaissent des intercalations d'argiles et de dalles travertineuses à huîtres. Ces sables du Sparnacien dépassent à peine 1 km<sup>2</sup> d'affleurement sur les deux formations différenciées, à savoir les sables des Bolbec et la formation de Mathonville.

Quelques mètres au-dessus se trouve la Formation de Varengueville, qui se présente sur sa partie inférieure comme une alternance d'argiles et sablons verdâtres. Cette partie peut atteindre une dizaine de mètres d'épaisseur. La partie supérieure est

représentée par des sables fauves quartzeux sur une épaisseur maximale de 6 à 8 m. Sur la frange supérieure, ces sables sont ferrugineux et souvent consolidés. L'affleurement encore disponible de cette formation s'étend sur environ 9 km<sup>2</sup>.

### **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.

Certaines **argiles** sont aussi utiles à l'élaboration de ciments.

#### **3.6.2. Matériaux pour amendement agricole**

La **craie** peut servir à cet effet. L'amendement est une pratique culturale courante en Seine-Maritime, et plus généralement sur les territoires du nord ouest de la France recouverts par des limons lorsqu'ils ne sont pas carbonatés. Ces limons (altérites ou lœss peu ou pas carbonatés lors de leur dépôt) ont tendance à supporter des sols acides et argileux, ce que les matériaux d'amendement cherchent à atténuer. L'exploitation de la craie, appelée marne dans la région, a occasionné le creusement de nombreuses petites carrières (manières) qui posent aujourd'hui de nombreux problèmes de stabilité.

#### **3.6.3. Argiles kaoloniques et limons pour tuile et briques**

##### ***Les argiles du Kimméridgien (Jurassique supérieur, Mésozoïque)***

Ce sont des argiles noires, très plastiques, riches en alumine et composées d'un mélange Illite-Kaolinite. Elles sont très peu présentes à l'affleurement (environ 2 km<sup>2</sup>) : on les trouve par endroits dans le Pays de Bray où il a existé une briqueterie/tuilerie (Bully) qui n'a pu perdurer longtemps après la seconde guerre mondiale.

##### ***Les argiles panachées du Barrémien (Crétacé inférieur, Mésozoïque)***

Cet étage entièrement argileux, d'origine continentale, est épais d'une vingtaine de mètres environ (épaisseurs qui varient entre 5 et plus de 30 m). Elles sont constituées d'illite et de kaolinite, et peuvent servir à la fabrication de tuiles ou briques. Elles ont été utilisées dans le passé (XVII à XIX<sup>e</sup> siècles) dans la composition de poteries ou de faïences fabriquées dans la région rouennaise. Environ 14 km<sup>2</sup> sont disponibles à l'affleurement dans le Pays de Bray.

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

L'Albien moyen est représenté dans le Pays de Bray par les argiles du Gault, riches en illite et localement, en montmorillonite. Ces argiles souvent impures étaient utilisées comme appoint des « argiles à pots » du Barrémien. Les argiles du Gault ont 20 m

d'épaisseur moyenne et 28 km<sup>2</sup> environ de cette ressource reste disponible à l'affleurement.

Le gisement d'argile réfractaire est classé au titre de l'article 109 du code minier sur une surface de 942 km<sup>2</sup>, sur les départements de l'Oise et de Seine-Maritime, par décret en Conseil d'Etat du 22 avril 1960.

### ***Les argiles de la Londe (Pliocène supérieur, Quaternaire)***

Ces argiles noires, qui alternent avec des sables sont épais d'une vingtaine de mètres en forêt de la Londe. On les rencontre à flanc de coteaux à une altitude comprise entre 85 et 105 m au sein d'un piège karstique sur une zone faillée. Il s'agit d'argiles lacustres. Cet affleurement est très limité dans l'espace puisqu'on trouve actuellement environ 0,1 km<sup>2</sup> disponible.

### **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 de la dissolution chimique de la craie en profondeur qui ne laisse plus que les silex dans une matrice argileuse issue principalement du lessivage en surface de formations diverses.

L'importance et la nature de la matrice fine rendent son traitement difficile, voire impossible. Mais à l'approche des vallées, les fines ayant été plus lessivées que sur le plateau, le taux de silex peut atteindre 80%. On parle alors de « biefs à silex » dont les volumes restent généralement assez faibles relativement à l'altérite en place. Malgré ses limites d'usage encore dissuasives, cette formation représente un potentiel, en concassé siliceux à ne pas négliger pour le futur.

Ces formations à silex sont présentes sur la cartographie des formations superficielles.

La surface disponible de ces biefs à silex à l'affleurement dans le département de Seine-Maritime est de 330 km<sup>2</sup> pour une épaisseur moyenne estimée à 3 m mais qui peut être très inégale et dépasser plus de 10 m d'épaisseur.



## 4. Conclusion

Cette étude montre que compte-tenu du contexte géologique, le département de Seine-Maritime présente des ressources assez peu diversifiées en matériaux. Il en découle que les ressources déterminent une faible diversité d'usage des quelques matériaux disponibles, même si quelques uns se trouvent en grands volumes : craies et granulats alluvionnaires notamment.

On peut différencier trois parties distinctes du département :

- le Pays de Bray au nord, dont l'anticlinal faillé permet l'affleurement de couches variées du Mésozoïque (argiles, sables, calcaires), en quantité limitée, et marquées par des difficultés d'exploitations (beaucoup d'argiles), notamment concernant les calcaires ;
- le plateau crayeux du Pays de Caux, recouvert d'une épaisse couche d'argiles à silex et de limons, entaillé de quelques vallées à faible gisement. Ce plateau est parfois recouvert de résidus Tertiaires, offrant quelques gisements en faible quantité, notamment en sables mais qui peuvent présenter un intérêt local (canton, voire arrondissement);
- la vallée de la Seine au sud, qui offre une grande ressource en granulats alluvionnaires.

La faible variété de la ressource géologique fait que dans ce département, encore plus qu'ailleurs en France, les granulats alluvionnaires représentent un enjeu majeur.

L'inventaire des zones déjà exploitées et la quantification de la ressource disponible qui en découle montrent une ressource géologique en granulats alluvionnaires encore présente puisqu'il reste en moyenne dans les principaux gisements près de 70% de la ressource initiale. Ceci se traduit par une estimation d'environ 1 milliard de m<sup>3</sup> encore disponible. Toutefois, quelques secteurs (Seine à amont immédiat de Rouen, par exemple) montrent un taux d'exploitation de ces granulats alluvionnaires à laquelle il conviendra de prêter attention.

Cette pression sur les ressources disponibles et l'hétérogénéité géographique du département de Seine-Maritime, associée aux coûts du transport, devrait amener les aménageurs à utiliser davantage de matériaux de substitution, dans la logique du traitement in situ des matériaux argilo-limoneux de couverture ou de la craie.

Cette réalité, qui inclut le souci d'économie et de protection de la ressource naturelle, amène donc à faire évoluer les méthodes, avec aussi l'utilisation des produits recyclés issus des déchets du BTP, le traitement in situ des matériaux argilo-limoneux de couverture et aussi de la craie. Cette ressource sera toujours en quantité limitée malgré tout, la déconstruction en ville ne pouvant fournir qu'un volume restreint de matériaux issus des vieux bétons.

Cette évolution tend à se développer de plus en plus, 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, les granulats marins et l'accessibilité à la ressource continentale encore disponible pourraient répondre, en volumes et qualité, à ces besoins.

## 5. Bibliographie

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.

Bignot G. (1971) - Carte géologique au 1/50 000, feuille n°42 (Dieppe Ouest). Ed. BRGM.

Bignot G. Auffret J.P., Monciardini C., Moal A. (1978) - Carte géologique au 1/50 000, feuille n°43 (Dieppe Est). Ed. BRGM.

Blondeau A., Pomerol B., Pomerol C. *et al.* (1978) – Carte géologique au 1/50 000, feuille n°78 (Forges-les-Eaux). Ed. BRGM.

Boltenhagen C., Menillet F., Ternet Y. (1968) - Carte géologique au 1/50 000, feuille n°74 (Montivilliers-Etretat). Ed. BRGM.

Broquet *et al.* (1984) - Carte géologique au 1/50 000, feuille n°31-32 (Saint-Valery-sur-Somme / Eu). Ed. BRGM.

Clozier L., Kuntz G., Verron G. (1974) - Carte géologique au 1/50 000, feuille n°76 (Yvetot). Ed. BRGM.

Giot D., Clozier L., Verron G. (1974) - Carte géologique au 1/50 000, feuille n°58 (Doudeville). Ed. BRGM.

Giot D., Médioni R., Clozier L., Verron G. (1974) - Carte géologique au 1/50 000, feuille n°59 (Londinières). Ed. BRGM.

Kuntz G., Médioni R., Verron G. (1974) - Carte géologique au 1/50 000, feuille n°77 (Saint-Saëns). 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., Médioni R., Monciardini C., Verron G. (1979) – Carte géologique au 1/50 000, feuille n°60 (Neufchâtel). Ed. BRGM.

Menillet F. (1969) - Carte géologique au 1/50 000, feuille n°75 (Bolbec). Ed. BRGM.

Mennessier G., Modret D., Monciardini c., Agache R. (1976) - Carte géologique au 1/50 000, feuille n°44 (Gamaches). Ed. BRGM.

Pannet P., Colin S. (2009) - Révision du Schéma des carrières, cartographie de la ressource disponible, département de la Somme. Rapport BRGM/RP-57869-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.

Quesnel F., Couëffé R., Duriez M., Lasseur E. (2008) – Carte géologique harmonisée du département de la Seine-Maritime. Rapport BRGM/RP-56185-FR, 124p., 17 fig., 3 tabl., 4 pl. h. t

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.

Ternet Y. (1969) - Carte géologique au 1/50 000, feuille n°57 (Fécamp). Ed. BRGM.

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**



<b>Tableau récapitulatif de la quantification de chaque matériau (sauf granulats alluvionnaires)</b>						
<b>Notation</b>	<b>Nom</b>	<b>Surface initiale (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Epaisseur Moyenne (m)</b>	<b>Surface urbanisée (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Surface déjà exploitée (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Surface a priori disponible (km<sup>2</sup>)</b>
j6ACEx	Argiles noires, Kimméridgien	2,48	40	0,29	0,01	2,18
j7	Calcaires du Portlandien	82,01	80	3	0,04	78,96
n2-4Wd	Sables du Wealdien	77,96	50	5,06	0,59	72,33
n4 AP	Argiles panachées, Barrémien	15,5	20	0,78	0,02	14,7
n5b-6aSGF	Sables verts, Albien	24,94	20	1,38	0,19	23,38
n6cAG	Argiles du Gault, Albien supérieur	28,99	20	0,82	0,16	28
c2Cr	Craie, Turonien	918,41	140	48,81	4,08	865,67
c4-5Cr	Craie blanche à silex, Senonien					
e3S	Thanétien indifférencié, sables et galets	23,09	4	1,93	0,04	21,19
Re4aSGBo	Sables de Bolbec, Sparnacien	1,55	2	0,23	0,03	1,3
e4A	Argile plastique, argile sableuse, Sparnacien	0,92	3,5	0,12	0	0,8
e4bSS	Sables fins de Mathonville, Yprésien inférieur	0,22	2	0,01	0,01	0,2
e4bFV	Formation de Varengeville	10,4	4	1,24	0,02	9,15
p-qALLon	Sables et argiles de la Londe, Miocène	0,13	0	0	0,02	0,11
Fz	Alluvions récentes (dont sous couverture tourbeuse)	497,15		79,57	16,83	400,91
Fy	Alluvions anciennes	199,06		50,99	9,94	138,36



## **Annexe 2**

### **Quantification de la ressource en granulats alluvionnaires**



Notation	Formation géologique	Extension spatiale (en km²)	Epaisseur Moyenne (m)	Surface a priori accessible	Estimation volume disponible	Estimation volume disponible (en Mm3)	Ratio (surface disponible / surface initiale)
<b>Vallée de la Seine (hors estuaire)</b>							
Fz	Alluvions récentes	194,33		117,83	827973800	827,97	60,63
Fyd	Basse terrasse	54,27		24,92	118108115	118,11	45,92
Fyc	Moyenne terrasse	45,64		29,95	83461508	83,46	65,62
Fyab	Haute terrasse	92,33		77,67	136950610	136,95	84,12
<b>Boucle de Cleon</b>							
Fz	Alluvions récentes	15,31	7	7,47	52266700	52,27	48,79
Fyd	Basse terrasse	18,64	6	6,52	39148222	39,15	34,98
Fyc	Moyenne terrasse	2,24	5,5	1	5461750	5,46	44,64
Fyab	Haute terrasse	4	5,5	3,4	18688410	18,69	85,00
<b>Boucle de Rouen</b>							
Fz	Alluvions récentes	36,12	6	7,85	47081870	47,08	21,73
Fyd	Basse terrasse	10,3	3	0,47	1408760	1,41	4,56
Fyc	Moyenne terrasse	9,78	2	1,7	3398900	3,40	17,38
Fyab	Haute terrasse	27,51	1	17,45	17448040	17,45	63,43
<b>Boucle de Roumare</b>							
Fz	Alluvions récentes	12,74	6	9,42	56528530	56,53	73,94
Fyd	Basse terrasse	3,2	2	2,15	4308960	4,31	67,19
Fyc	Moyenne terrasse	6,81	2	6,46	12920900	12,92	94,86
Fyab	Haute terrasse	10,94	3	10,38	31150930	31,15	94,88
<b>Boucle de Jumièges</b>							
Fz	Alluvions récentes	13,63	8	8,56	68453430	68,45	62,80
Fyd	Basse terrasse	1	2	0,65	1304926	1,30	65,00
Fyc	Moyenne terrasse	1,63	2,5	1,43	3587408	3,59	87,73
Fyab	Haute terrasse	8,03	1,5	7,63	11445360	11,45	95,02
<b>Boucle d'Anneville</b>							
Fz	Alluvions récentes	34,63	7,5	22,21	167350250	167,35	64,14
Fyd	Basse terrasse	7,71	2,5	5,37	13412600	13,41	69,65
Fyc	Moyenne terrasse	8,05	3	4,57	13723000	13,72	56,77
Fyab	Haute terrasse	8,82	1,5	8,03	12052260	12,05	91,04
<b>Boucle de Notre-Dame-de-Bliquetuit</b>							
Fz	Alluvions récentes	32,56	7	23,05	161370560	161,37	70,79
Fyd	Basse terrasse	10,51	6	7,92	47503867	47,50	75,36
Fyc	Moyenne terrasse	17,13	3	14,79	44369550	44,37	86,34
Fyab	Haute terrasse	23,67	1,5	23,38	35067650	35,07	98,77
<b>Boucle de Notre-Dame-de-Gravenchon</b>							
Fz	Alluvions récentes	49,34	7	39,27	274922460	274,92	79,59
Fyd	Basse terrasse	2,91	6	1,84	11020780	11,02	63,23
Fyab	Haute terrasse	9,36	1,5	7,4	11097960	11,10	79,06
<b>Estuaire</b>							
Fz	Alluvions récentes	110,17		90,21			81,88
<b>Vallées de l'Arques et la Béthune</b>							
Fz	Alluvions récentes	26,9	2,5	21,48	53698570	53,70	79,85
<b>Vallée de la Bresle</b>							
Fz	Alluvions récentes	16,29		12,23	38162630	38,16	75,08
<b>Bresle amont</b>							
Fz	Alluvions récentes	7,53	3	5,56	16680000	16,68	73,84
<b>Bouttencourt-Beauchamps</b>							
Fz	Alluvions récentes	2,01	3,5	1,69	5921460	5,92	84,08
<b>beauchamps-Eu</b>							
Fz	Alluvions récentes	3,95	5	3,11	15561170	15,56	78,73
<b>Aval Eu</b>							
Fz	Alluvions récentes	2,8	0	1,87	0	0,00	66,79
<b>Vallée de la Saane</b>							
Fz	Alluvions récentes	6,21	3	5,11	15336210	15,34	82,29
<b>Vallée de la Valmont</b>							
Fz	Alluvions récentes	4,28	2	2,53	5065530	5,07	59,11



## **Annexe 3**

-

### **Méthode de cartographie**



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 (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. Il faut préciser que la structure géologique de la région étant une 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. Cette quantification reste une estimation « en terre » des gisements à l’échelle du département. Elle ne peut être validée ou considérée comme fiables sur quelques hectares, à l’échelle d’une exploitation. Pour cela, seule une étude détaillée de gisement, qui n’entre pas dans le cadre de la présente étude, pourra donner un calcul de réserves exploitable fiable pour une exploitation économiquement viable.



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