

## Revue d'information du Bureau des Mines et de l'Énergie (BME)

### Mot du Directeur Général

Les roches carbonatées représentent 20 % des roches sédimentaires existant dans l'écorce terrestre. Elles ont une grande importance pratique et couvrent de vastes surfaces sur les continents. Parmi ces roches, les calcaires et les dolomies, de formules respectives  $\text{CaCO}_3$  et  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ , sont les plus fréquents.

Les calcaires peuvent être purs ou impurs. Les premiers sont généralement de couleur blanchâtre et sont composés d'au moins 90 % de calcite alors que les seconds contiennent entre 10 et 50 % d'impuretés constituées de matières organiques, de silicates, de phosphates, de sulfures, de sulfates, d'oxydes et autres, ce qui leur confère des couleurs très diverses. La présence d'une ou de plusieurs de ces impuretés affecte les caractéristiques physiques et chimiques des calcaires.

L'importance de la pureté et de la blancheur des roches carbonatées est déterminante pour la qualité du carbonate de calcium recherchée par certaines industries et ce sont précisément ces caractéristiques, jointes à la taille des grains, qui font de cette substance un produit chimique polyvalent possédant de multiples applications, notamment comme charges entrant dans la fabrication des papiers, peintures, plastiques et caoutchoucs dont elles diminuent le prix de revient.

En Haïti, des gisements de calcaires purs et blancs naturels ont été identifiés dans certaines régions et peuvent être valorisés par leur mise en exploitation, leur traitement sur place et leur vente sur le marché local et international. La création d'emplois et de revenus seraient alors des conséquences bénéfiques pour le développement socio-économique de notre pays dans la mesure où la faisabilité économique de leur exploitation est au rendez-vous.

Dans ce numéro de GEOMINERGIE, nous accorderons une attention particulière aux calcaires purs et blancs naturels, non seulement en raison de leur grande utilisation comme minéraux industriels, mais aussi de leur prix plus élevé à la tonne que les calcaires impurs utilisés en grande partie dans le secteur de la construction.

Claude Preptit, Ing. Géologue

### LE CARBONATE DE CALCIUM PUR ET BLANC

#### Définition

Le **carbonate de calcium de formule chimique** ( $\text{CaCO}_3$ ) est composé d'ions carbonate ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) et d'ions calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ). Les roches sédimentaires sont formées de 60 % au moins de carbonates.

Les principales roches carbonatées d'origine sédimentaire sont le calcaire ( $\text{CaCO}_3$ ), la dolomie  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ , la craie (constituée de squelettes d'organismes calciques) et les marnes (calcaires comprenant une proportion variable d'argiles). Les dépôts de calcaire abondent presque partout dans le monde, ce qui fait d'eux la deuxième matière première la plus consommée par l'être humain après l'eau.

#### Propriétés des minéraux carbonatés

La teneur moyenne de l'écorce terrestre est de 3 à 4 % en carbonate de calcium. Les principales familles de minéraux carbonatés sont la calcite, la dolomite et l'aragonite. La calcite et la dolomite sont les minéraux les plus abondants et constituent plus de 90 % des minéraux carbonatés. Le calcaire pur contient près de 90 % de calcite, la dolomie pure est composée de 90 à 100 % de dolomites sous forme de carbonate double de calcium et de magnésium. Le pourcentage en CaO est de 56 % pour la calcite et de 34 % pour la dolomite qui contient également 21,95 % de MgO.

Les calcaires sont de faible dureté (rayables au couteau), et font effervescence (dégagement bouillonnant de  $\text{CO}_2$ ) à froid sous l'action d'un acide dilué à 10 %, (le HCl par exemple), ce qui les distingue des dolomies qui ne le font pas.

Le tableau ci-après indique les propriétés des principaux minéraux carbonatés.

	Dénomination	Formule	Système cristallin	Dureté	Densité	Solubilité
Famille de la calcite	Calcite	CaCO <sub>3</sub>	Rhomboédrique	3	2,6-2,8	Rapide avec l'HCl à froid
	Magnésite/Giobertite	MgCO <sub>3</sub>		4-4,5	3	Lente à l'HCl
	Sidérite	FeCO <sub>3</sub>		4-4,5	3,7-3,9	Lente à l'HCl et l'eau
Famille de la dolomite	Dolomite	CaMg(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>	Orthorhombique	3,5-4	2,8	Acides (pas à l'HCl)
	Ankérite	CaFe(CO <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>		3,5-4	2,9-3,1	Acides
Famille de l'aragonite	Aragonite	CaCO <sub>3</sub>	Orthorhombique	3,5-4	2,9-3	Dilution par l'HCl
	Cérisite	PbCO <sub>3</sub>		3-3,5	-	Acide nitrique

### Les principaux minéraux carbonatés (Source : BRGM)



Carrière de calcaire blanc



Echantillon de calcite blanche

### Critères d'exploitabilité du carbonate de calcium pur

Avant de procéder à l'extraction ou à l'exploitation d'un matériau, une recherche et une évaluation des gisements sont requises pour connaître son potentiel, lequel permettra de répondre en qualité comme en quantité aux exigences du marché visé. Des études spécifiques peuvent être menées en fonction de la finalité du matériau.

Lorsqu'une roche carbonatée est destinée à être utilisée comme charge minérale, elle sera réduite très finement en poudre (<80 µm) par micronisation pourvu que sa teneur en carbonate de calcium (CaCO<sub>3</sub>) soit comprise entre 95 et 98 %. Par conséquent, une telle roche doit présenter une grande pureté tant à l'échelle du minéral (calcite) qu'à celle de la roche, qui ne doit pas contenir d'impuretés telles que les matières organiques, le fer, le graphite et les sulfures qui peuvent altérer sa blancheur supposée être supérieure à 85 %.

De tels produits sont utilisés dans l'industrie comme charges minérales pour la fabrication des papiers, peintures, enduits, mastics et dans le pharmaco-cosmétique.

Par définition, les charges minérales sont des constituants minéraux incorporés à un liant afin d'améliorer les caractéristiques des produits manufacturés finaux. De nature très variées (calcite, talc, kaolin, silice, etc.), elles peuvent être inertes (elles substituent les substances principales sans diminuer drastiquement la qualité du produit) ou fonctionnelles (elles bonifient et apportent des propriétés supplémentaires aux produits telles que la couleur, la viscosité, l'isolation thermique, etc.).

Ainsi, un projet d'exploitation de carbonate de calcium pur doit présenter un bilan économique positif, impliquant une plus-value finale par rapport à la somme investie et aux coûts d'exploitation, à savoir :

- *qualités intrinsèques du matériau conforme à la norme recherchée ;*
- *réserves suffisantes avec la qualité requise ;*
- *gisement affleurant ou sub-affleurant ;*
- *infrastructures logistique et énergétique adéquates, et proximité du traitement et/ou du lieu de mise à la consommation ;*
- *contraintes environnementales dans le respect de la séquence Éviter-Réduire-Compenser (ERC) ;*
- *adéquation des moyens humains et techniques.*

### Spécifications industrielles requises (à titre indicatif)

(D'après les Normes Françaises : T 31105 pour la calcite et T 37106 pour le carbonate de calcium précipité, NF T 45005, NF T 45008 pour les plastiques et caoutchoucs)

#### Fabrication du papier

##### Charge

- **Blancheur** (sur produit sec) : 85 à 96 %,
- **Indice de jaune** (jaunicité) : 1,5 à 4,5
- **Répartition granulométrique** : 86 % < 2 µm  
1 % < 10 µm max.  
1,4 µm moyenne.  
0,7 µm moyenne.
- **Surface spécifique** : 10 m<sup>2</sup>/g
- **Abrasivité** : 4 mg

#### Fabrication des plastiques et caoutchoucs

##### MASTICS :

- **Blancheur** (sur produit sec) : 85 à 90 %,
- **Répartition granulométrique** : 99,5 % < 44 µm  
10 % < 1 µm max.  
5 à 7 µm moyenne.
- **Prise d'huile** : 14 g/100g de poudre
- **Prise de D.O.P. (Diocylphthalate)** : 17 g/100 g de poudre

##### PVC :

- **Blancheur** (sur produit sec) : 85 à 95 %,
- **Blancheur** (sur produit + D.O.P.) : 36 à 40 %,
- **Indice de jaune** (jaunicité) : 1,5 à 4,5
- **Répartition granulométrique** : 97 % < 25 µm  
20 à 50 % < 2 µm max.  
2 à 6 µm moyenne.
- **Prise d'huile** : 14 à 18 g/100g de poudre
- **Prise de D.O.P.** : 17 à 25 g/100 g de poudre

##### THERMOPLASTIQUES (charges haut de gamme) :

- Produits conditionnés par traitement de surface à l'acide stéarique.
- **Blancheur** (sur produit sec) : 93 à 96 %,
- **Indice de jaune** (jaunicité) : 1,5 à 4,5
- **Répartition granulométrique** : 90 % < 2 µm  
0,7 µm moyenne.

## Fabrication des peintures

- **Blancheur** (sur produit sec) : 85 à 95 %,
- **Blancheur** (sur produit + D.O.P.) : 36 à 40 %,
- **Indice de jaune** (jaunicité) : 1,5 à 4,5
- **Répartition granulométrique** : 97 % < 25 µm  
20 à 50 % < 2 µm max.  
2 à 6 µm moyenne.
- **Prise d'huile** : 14 à 18 g/100g de poudre
- **Prise de D.O.P.** : 17 à 25 g/100 g de poudre

### PEINTURES HAUT DE GAMME :

- **Produits conditionnés par traitement de surface à l'acide stéarique**
- **Blancheur** (sur produit sec) : 93 à 96 %,
- **Indice de jaune** (jaunicité) : 1,5 à 4,5
- **Répartition granulométrique** : 90 % < 2 µm  
0,7 µm moyenne.

## Industrie pharmaceutique

- poudre blanche, inodore, pratiquement insoluble dans l'eau ;
- teneur en CaCO<sub>3</sub> : ≥ 98,5 % ;
- insolubles dans l'acide acétique : ≤ 0,20 % ;
- chlorures : ≤ 330 ppm ;
- sulfates : ≤ 2500 ppm ;
- arsenic : ≤ 4 ppm ;
- baryum : ≤ 200 ppm ;
- fer : ≤ 200 ppm ;
- magnésium et métaux alcalins : ≤ 1,5 % ;
- métaux lourds : ≤ 20 ppm ;
- perte à 105°C : ≤ 2,0 %.

**N.B.** La granularité des poudres est mesurée par un SEDIGRAPH, basé sur la loi de Stokes, ou par un granulomètre à laser :

- après pastillage, les mesures de blancheur sont réalisées grâce à un photomètre à réflectance photoélectrique ou un spectro-photocolorimètre ;
- l'indice de jaune (ou indice de jaunicité, "yellowness") s'exprime comme étant la différence entre les valeurs de réflectance pour les longueurs d'onde de 570 nm et 457 nm.

### Modes d'extraction

Les matériaux utilisés ont le plus souvent une origine sédimentaire. Il est souhaitable que les gisements recherchés pour l'exploitation aient un rapport D/E (épaisseur découverte sur exploitable) assez faible, soit entre 0 et ½.

Le calcaire est extrait, généralement, à ciel ouvert par abattage à l'explosif puis transporté vers une centrale de concassage et de criblage permettant de classer les produits selon leur granulométrie. Si le calcaire est broyé naturellement, il est extrait directement puis transporté vers une centrale de traitement.

### Production de carbonate de calcium pur et blanc

L'industrie des minéraux industriels produit deux types de carbonate de calcium pur et blanc : le PCC

(Precipitated Calcium Carbonate, Carbonate de Calcium Précipité), un carbonate de calcium synthétique employé pour des usages haut de gamme comme la pharmacopée et ensuite le GCC (Ground Calcium Carbonate, Carbonate de Calcium Naturel), roche finement broyée après son extraction dans une carrière.

Ces deux types de carbonate de calcium sont principalement utilisés comme charges blanches et rentrent en concurrence dans certains usages. Le GCC garantit une forte valeur ajoutée au produit grâce à ses caractéristiques particulières telles que la luminosité, la blancheur et la pureté, qualités recherchées en particulier dans les produits pharmaceutiques, stucs, papiers et peintures.

### **Fabrication du Carbonate de Calcium Précipité (PCC)**

Le PCC est produit en quantités nettement moins importantes que le GCC. Il est fabriqué par précipitation de lait de chaux purifié à l'aide de CO<sub>2</sub> suivant le schéma simplifié suivant :

Extraction du calcaire - Broyage - Cuisson (Obtention de chaux vive, CaO) – Extinction de la chaux vive (Obtention de chaux éteinte, Ca(OH)<sub>2</sub> - Réservoir de lait de chaux - Carbonatation par le CO<sub>2</sub> – Séchage – Broyage – Entreposage.

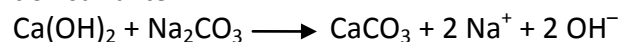
Le processus de fabrication répond aux réactions chimiques suivantes :

- **Production de la chaux vive** par calcination du calcaire extrait de la carrière, dans des fours de température variant entre 900 et 1250°C. Il faut, en moyenne, 3,5 tonnes de calcaire extrait pour produire une tonne de chaux :  $\text{CaCO}_3 \longrightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$  ;

- **Production de la chaux éteinte (hydratée)** par ajout d'eau à la chaux vive dans des hydrateurs. La quantité d'eau ajoutée est ajustée de façon à obtenir la chaux éteinte sous forme d'une poudre sèche. Pour produire une tonne de chaux éteinte, il faut 0,3 m<sup>3</sup> d'eau pour l'hydratation :  $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \longrightarrow \text{Ca(OH)}_2$  ;

- **Production de carbonate de calcium précipité (PCC) à l'aide du CO<sub>2</sub>** :  $\text{Ca(OH)}_2 + \text{CO}_2 \longrightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$ .

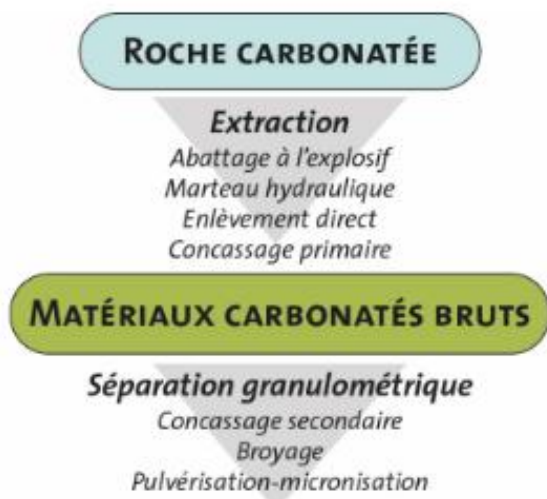
Le PCC peut être également produit à partir du lait de chaux et du carbonate de sodium naturel. Dans ce cas, de l'hydroxyde de sodium est coproduit selon la réaction suivante :



## **Fabrication du Carbonate de Calcium Naturel (GCC)**

Le procédé de fabrication du GCC consiste, après extraction dans une carrière, à concasser le matériau brut à l'aide d'un concasseur à marteaux (0-100 mm jusqu'à 1-30 mm), puis à le broyer à l'aide d'un broyeur pendulaire (0-30mm jusqu'à 20-500 µm). La micronisation qui est l'étape finale, s'effectue à l'aide d'un microniseur à jet d'air à lit fluidisé (0-250µ) suivant la gamme de produits à fabriquer.

Le processus simplifié de fabrication du GCC suit les principales étapes suivantes :



**Microniseur**



**Calcaire concassé et broyé**

## **Principales utilisations**

Le carbonate de calcium broyé (GCC) et le carbonate de calcium précipité (PCC) sont utilisés dans plusieurs applications industrielles. Leurs qualités commerciales ont été développées pour répondre aux exigences techniques en optimisant les propriétés telles que : la pureté, le degré de blancheur, la granulométrie, l'homogénéité...etc. Parmi ces nombreuses applications, mentionnons pour le GCC :

### **- Adhésifs et scellants :**

Comme charge et pour le contrôle de la viscosité, le GCC est souvent l'ingrédient principal pour les produits d'étanchéité, des adhésifs pour carreaux de céramique. Sa teneur peut atteindre, pour certains produits, jusqu'à 80 % de la formule.

### **- Alimentation animale :**

Comme source de calcium et une aide à la digestion, le GCC est incorporé comme complément alimentaire et antiacide.

### **- Construction :**

Le GCC a longtemps été utilisé comme une charge dans des matériaux comme l'asphalte, le carton bitumé et le plâtre. D'autres applications font leur apparition dans de nouveaux domaines (bétons, mortiers, à titre d'exemple).

### **- Environnement :**

Le GCC est utilisé pour la désulfuration de la combustion de gaz dans les centrales électriques, la désacidification des forêts et des rivières, le traitement d'eau potable et comme agent extincteur contre les incendies.

### **- Engrais :**

Le GCC a été reconnu comme fertilisant pour l'agriculture, la stabilisation de l'acidité du sol et une source de calcium essentielle pour le soutien des cultures.

### **- Restauration et ménages :**

Le GCC est reconnu comme un abrasif doux et une source de calcium. Il est souvent utilisé comme supplément alimentaire de peu coûteux et antiacide, ou comme un liant chimique.

### **- Verre et céramique :**

Le GCC est un composant essentiel de calcium dans la fabrication de verre plat et conteneurs.

### **- Peintures et revêtements de surface :**

Le GCC est l'extension la plus importante pour les peintures. Il est utilisé pour étendre les résines et polymères dans les peintures. La couleur est évidemment importante. Il est utilisé aussi comme une aide à la pigmentation, et aussi pour aider à contrôler la finition.

### **- Papier :**

Le GCC est utilisé à la fois comme charge pour le papier et un pigment de couchage. Le GCC à haute

qualité est largement utilisé dans la fabrication du papier. La granulométrie cohérente et la couleur sont essentielles. Comme un matériau alcalin, il réduit l'acidité du papier et améliore la durabilité des imprimantes.

**- Plastiques :**

Le GCC est largement utilisé, en tant que charge, dans les produits plastiques, comprenant jusqu'à 25% du volume. Il améliore la rhéologie et réduit les coûts. On le retrouve souvent mélangé à des additifs tels que les stéarates comme aide au collage à l'intérieur de la matière plastique.

**- Caoutchouc & Élastomères :**

Le GCC contribue à améliorer les propriétés mécaniques. Il est utilisé comme diluant et pour contrôler les propriétés d'écoulement des produits qui doivent être moulés ou extrudés.

**NB: utilisations des dolomites :**

Les utilisations de la dolomite sont, en grande partie, similaires à celles des GCC. Sa teneur en magnésium l'exclut de certains secteurs tels que : les aliments, les produits pharmaceutiques... etc. D'autre part, le magnésium, comme le calcium, est un élément biologique important, qui a d'intérêt pour l'agriculture et la foresterie. Les dolomies sont donc utilisées pour le chaulage agricole et la réhabilitation des sols.

**Production de carbonate de calcium à travers le monde et les plus grands producteurs mondiaux**

Il est difficile de chiffrer précisément la production et la consommation mondiales de carbonate de calcium pur. En effet, ces chiffres sont généralement des estimations regroupant des charges de granulométrie et de blancheur variées et donc de valeurs très différentes. De plus, les usines produisent généralement des charges destinées à plusieurs usines, ce qui ne facilite pas les recoupements.

La capacité mondiale de production de carbonate de calcium PCC et GCC est, de manière indicative, estimée à 100 millions de tonnes par an (t/an) située à 50 % en Chine d'après (L'Élémentarium). Les plus grands producteurs mondiaux actuels sont : Minerals Technologies (Société nord-américaine), Omya (Société Suisse) et Imerys (Société Française).

**N.B. :** Le leader mondial de production de PCC est la société nord-américaine Minerals Technologies, avec une production annuelle de 4 millions t/an.



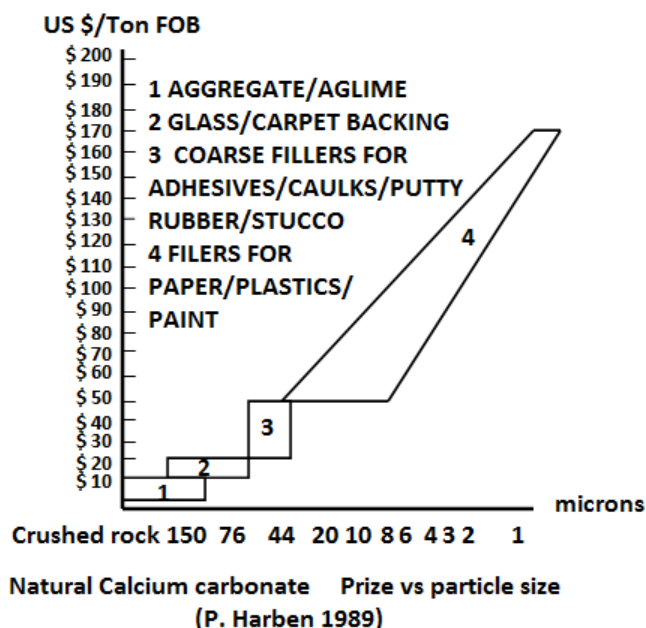
Installation d'une usine de fabrication de GCC à proximité de sa carrière (Source Omya)

**Prix du carbonate de calcium**

Il n'existe pas de cotation publique sur les marchés boursiers. Les prix sont établis par négociations directes entre producteurs et transformateurs ou utilisateurs.

Les paramètres qui influencent les prix des carbonates sont la composition chimique dont les éléments mineurs en impureté, la blancheur, la rhéologie (comportement mécanique sous la contrainte) comme la résistance à la compression.

D'une manière générale, les prix varient de 10 à 25 \$ U.S. par tonne pour les produits les moins spécialisés (aucun traitement de surface, taille moyenne des particules 50 µm), à 500 \$ U.S. par tonne pour les produits spécialisés (revêtements de stéarates, taille des particules 0,7 µm). A la fin des années 80, les prix à la tonne oscillaient entre 10 et 175 \$ US pour des granulométries allant de 1 à plus de 150 microns, comme le montre le graphe suivant établi par un expert américain du nom de Peter Harben :



## Le carbonate de calcium pur et blanc en Haïti

Du point de vue historique, la recherche de gisements de carbonate blanc pour charge a été réalisée de 1983 à 1989, d'abord dans le cadre du « Projet Intégré de Développement de la Pierre (PIDP) » dont les activités ont été menées par le Ministère des Mines et des Ressources Energétiques. Les travaux, exécutés en collaboration avec l'ONUUDI, se sont déroulés durant la période allant de 1983 à 1986 ; puis dans le cadre du « Projet de Prospection et de Promotion des substances non-métalliques » exécuté par le Bureau des Mines et de l'Energie entre 1987 et 1989, avec la collaboration du PNUD en Haïti.

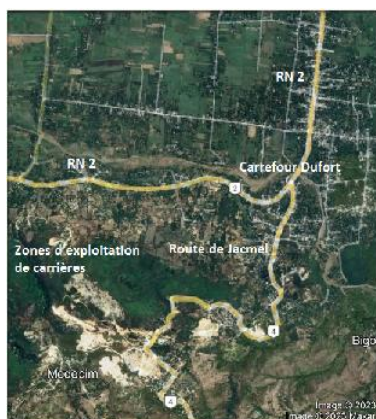
La recherche a débuté par une prospection géologique préliminaire réalisée dans les régions de Thiotte (mai 1983) et de Jacmel (juin 1983), puis par une enquête auprès des fabricants de peinture locaux en septembre 1983.

Suite à ces travaux, une étude géologique détaillée fut effectuée de janvier 1984 à janvier 1985, sur les sites de Carrefour Dufort et de Beloc. De 1987 à 1989, les études d'évaluation de gisements de carbonate blanc et pur se sont poursuivies à Carrefour Dufort et à Miragoâne dans les régions de Calebassier et de Paillant en raison des critères d'accessibilité, d'apparente qualité et de grandes extensions des réserves.

Les sites de carbonate de calcaire ont été à ce jour localisés à Carrefour Dufort et à Miragoâne.

### Le gisement de Carrefour Dufort

La région de Carrefour Dufort est connue pour ces exploitations commerciales de granulats (sable et gravier) effectuées en bordure de la route de Jacmel dénommée route de l'Amitié franco-haïtienne. Ces exploitations ont probablement débuté dans les années 70 avec la construction de cette route (RN 4), qui bifurque à partir de la RN2 au Carrefour Dufort localisé au Sud de Léogane, jusqu'à son arrivée au centre-ville de Jacmel. La construction de la route fut achevée en octobre 1976.



**Carte des carrières de granulats exploités à Carrefour Dufort en bordure de la route de Jacmel**

Compte tenu de la blancheur apparente de ces granulats exploités exclusivement à des fins constructives, une prospection géologique préliminaire, puis détaillée a été menée dans ces carrières avec pour objectif d'étudier leur degré de pureté et de blancheur et de procéder éventuellement à leur évaluation technico-économique à des fins industrielles plus rentables.



**Carrière de granulats exploités à Carrefour Dufort**

Les études ont révélé que :

- Les formations exploitées sont généralement des calcaires d'âge Eocène (-56 à - 34 millions d'années). A l'affleurement, ces granulats se présentent sous la forme de matériaux friables, composés essentiellement de calcite.
- Ce calcaire a été transformé en granulats broyés, appelés en géologie mylonitisation, sous l'effet des failles. En effet, l'une des failles les plus remarquables de la région est celle qui correspond aux vallées de la Rivière Froide et de la Rivière Momance et qui serait à l'origine des formations friables de La Boule et de Carrefour Dufort.
- Parmi les travaux exécutés, citons :
  - o études photo géologiques ;
  - o levé topographique à l'échelle 1/1 000 ;
  - o cartographie géologique aux échelles 1/50 000 et 1/1 000 ;
  - o description et échantillonnage des carrières existantes ;
  - o un sondage de 40 mètres de profondeur dont les premiers 23 m sont constitués de mylonite calcaire très blanche.
- Détermination des caractéristiques physiques et chimiques sur 89 échantillons prélevés dans les carrières et sur 17 échantillons du sondage. Au total, 1272 déterminations (analyses) ont été réalisées ;

- Les échantillons de carrières ont révélé qu'environ 96 % présentent une blancheur allant de 84,1 à 96,2 %, soit une moyenne de 93,37 % et une pureté en CaCO<sub>3</sub> variant entre 91,99 et 99,89 % représentant une moyenne de 98,65 %. Sur les 17 échantillons prélevés dans le sondage, 15 d'entre eux ont présenté en moyenne 91,25 % de blancheur et 98,35 % de pureté. Ces résultats sont enregistrés dans les premiers 20 mètres du sondage.

- Les réserves en calcaire pur dans l'aire du sondage estimée à 1,3 million de mètres carrés, sont évaluées à 2,4 millions de tonnes. Quant aux réserves mixtes hétérogènes, elles ont été estimées à 8,9 millions de tonnes.

### **Le gisement de Calebassier à Miragoâne**

Ce gisement est situé à environ 1,5 km au Sud de la ville de Miragoâne. On y accède par une route asphaltée de 2 km de long environ dont l'entrée se situe à 800 mètres au Sud de Carrefour Desruisseaux, en bordure de la RN 2. Calebassier est un petit hameau de la section communale de Chalon.

Depuis les années 60, il s'est installée dans la vallée de Calebassier une activité d'exploitation de granulats dont le but est d'approvisionner le secteur de la construction de la plupart des localités des arrondissements de Miragoâne et d'Anse à Veau.



**Carrière de granulats exploités à Calebassier**

La région de Miragoâne a connu entre 1957 et 1982 l'exploitation de la bauxite dans les hauteurs de Paillant par la Reynold's Haitian Mine (RHM). La bauxite était chargée sur des bateaux minéraliers au port situé à 2,5 km au Nord-Ouest de Calebassier, proche de Miragoâne. Certaines infrastructures (port, route, hangar, bande transporteuse, etc.) laissées par la RHM en 1982, jointes à l'apparente blancheur des carrières exploitées artisanalement dans la vallée, incitèrent les Responsables du Bureau des Mines et de l'Energie à entreprendre des recherches en vue d'utiliser éventuellement les produits exploités comme charge minérale, beaucoup plus rentable que les granulats.



**Port minéralier de Miragoâne laissé par la RHM**

Les travaux d'évaluation technico-économiques menés dans la région entre 1987 et 1989 par le BME avec la collaboration du PNUD ont permis de mettre en évidence dans la vallée de Calebassier un gisement de carbonate de calcium pur et blanc à usage industriel.

A la suite des études effectuées sur le site, les données suivantes ont été retenues :

- Du point de vue géologique, il affleure largement dans la vallée des calcaires qui reposent sur des basaltes. Parmi ces calcaires, un matériau très blanc et très pur est mis en évidence à la faveur des carrières exploitées comme granulats.

- Ce calcaire très broyé appelé mylonite fait plus de 80 mètres d'épaisseur, à l'observation des affleurements. A l'origine massif, il a subi un broyage dû à la grande faille de la péninsule du Sud qui passe sous l'étang de Miragoâne, au Sud-Est de Calebassier. La vallée de Calebassier est certainement contrôlée par une faille secondaire qui la prend en enfilade.

- Les travaux exécutés sur le site ont consisté en :
  - o études photo géologiques ;
  - o levé topographique à l'échelle 1/1 000 ;
  - o cartographie géologique aux échelles 1/50 000 et 1/1 000 ;

- description et échantillonnage des carrières existantes ;
- exécution de 7 sondages totalisant 370 mètres de longueur pour des sondages de profondeurs moyennes de 50 mètres qui recourent le calcaire sur 4 sondages.

- Détermination des caractéristiques physiques et chimiques sur 25 échantillons prélevés dans les carrières et sur 174 échantillons de sondages. Au total, 1912 déterminations chimiques et physiques ont été réalisées ;

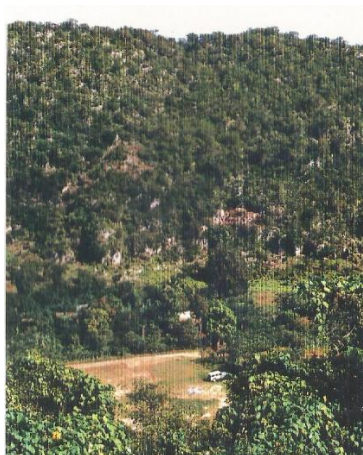
- La blancheur du matériau s'est révélée excellente. Dans les sondages, elle présente des moyennes variant entre 90,6 et 95,46 % et des moyennes de pureté en  $\text{CaCO}_3$  de l'ordre de 98,27 à 98,78 %, alors que l'échantillon en vrac et mélangé (bulk) a fourni une blancheur de 94,9 % et une pureté de 99,21 %. Les teneurs en  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$  se sont révélées négligeables.



**Echantillon du gisement de carbonate de Calebassier**

- Les réserves prouvées en calcaire pur dans l'aire des sondages, sont évaluées à 20 millions de tonnes. Les réserves possibles sont aussi estimées à 20 millions de tonnes, soit au total, 40 millions de tonnes.

**Vue des montagnes de Calebassier recelant des réserves de carbonate de calcium blanc et pur. Un sondage de 50 m de profondeur est situé à l'emplacement du véhicule**



- Réalisation d'une étude technico-économique regroupant :

- une étude de marché ;
- un avant-projet d'exploitation ;
- une évaluation économique du gisement/étude de faisabilité ;
- une étude d'impact environnemental.

La réalisation de ces études a permis de renforcer le Laboratoire de chimie du BME en le permettant de procéder aux analyses physiques et chimiques des échantillons qui ont été ensuite vérifiées à l'extérieur par les laboratoires PFISER et BONDAR CLEGG situés à la Jamaïque. De plus, elle a permis au BME de disposer de Techniciens qualifiés et entraînés capables d'évaluer qualitativement et quantitativement, avec une grande fiabilité, le carbonate de calcium.



**Séchage des échantillons de Calebassier au laboratoire de chimie du BME**

### **Le gisement de Paillant à Miragoane**

Le secteur de Paillant qui couvre une bonne partie du Plateau de Rochelois en terre se situe au Sud-Ouest de la ville de Miragoâne. Les travaux de reconnaissance géologique et d'évaluation ont été menés principalement dans la localité de Pascal-Icart située à environ 2 km à l'Ouest de Paillant.



**Carte montrant la localisation du gisement de Pascal-Icart par rapport à Paillant et au port de Miragoâne**

Du point de vue géologique, on observe dans la région de Pascal-Icart deux formations lithologiques : une formation sédimentaire représentée par les calcaires blancs fracturés et broyés et une formation résiduelle bauxitique de faible épaisseur recouvrant ces derniers.

Le calcaire de Pascal-Icart est plus grossier que celui de Calebassier pour avoir subi probablement un broyage tectonique moins intense. En effet, le secteur de Paillant est encore contrôlé par le grand accident décrochant Tiburon-Pétion-Ville. Mais les contraintes semblent avoir un effet moindre sur le carbonate de cette localité que sur celui de Calebassier.

Comme pour les autres régions étudiées, le site de Pascal-Icart a bénéficié de la même méthodologie utilisée pour son évaluation technico-économique :

- études photogéologiques ;
- levé topographique à l'échelle 1/1 000 ;
- cartographie géologique aux échelles 1/50 000 et 1/1 000 ;
- exécution de 3 sondages totalisant 172,25 mètres de longueur sur des profondeurs de sondage de 50 mètres en moyenne.
- échantillonnage en surface et dans les sondages ;
- Exécution de 9 puits.



**Travaux de sondage exécutés à Pascal-Icart**

- Détermination des caractéristiques physiques et chimiques sur 250 échantillons prélevés en surface, 28 échantillons en provenance des puits et 50 dans les

sondages. Au total, 2290 déterminations chimiques et physiques ont été réalisées.

- La blancheur du carbonate de calcium de Pascal Icart varie entre 91,2 et 94,7 %, soit une moyenne de 92,9 % alors que sa teneur moyenne en  $\text{CaCO}_3$  est de 98,4 %. Les teneurs en  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ , se sont révélées négligeables.



**Caisses de carottes contenant des échantillons de sondages prélevés à Pascal-Icart**

Parmi les sites de carbonate de calcium prospectés dans la région de Miragoâne, le secteur de Paillant offre un large potentiel de matériau très blanc et très pur. Il convient par conséquent de considérer d'une part, les réserves probables de la région de Paillant (Plateau de Rochelois) qui couvre environ une superficie de 12 km<sup>2</sup> à 680 millions de tonnes pour une épaisseur de 40 mètres et, d'autre part, les réserves prouvées en calcaire pur dans l'aire des 3 sondages, évaluées à 140 millions de tonnes pour une profondeur de 60 mètres en moyenne.

### Conclusion

Dans les trois zones étudiées et évaluées par le BME à la fin des années 80, il a été mis en évidence un potentiel en carbonate de calcium pur et blanc de plus de 150 millions de tonnes à usage industriel. Parmi ces trois zones, s'il faut établir une priorisation à leur exploitation, on les classerait ainsi par ordre d'importance : Calebassier, Carrefour Dufort et Paillant (Pascal-Icart) avec les justifications suivantes :

- **Calebassier.** Situé à 99 km à l'Ouest de Port-au-Prince, à 1 km au Sud de la ville de Miragoâne et à environ 800 mètres de Carrefour Desruisseaux, le gisement de Calebassier est desservi aujourd'hui par une route goudronnée de 4 km de long reliant la RN 2 au Port minéralier de RHM à Deroncelet et qui fait office de RN 21. Le site est localisé à mi-chemin entre le port et la RN 2. En terme d'aménagement du territoire et de

population, la région est relativement peu peuplée et habitée.



Carte de situation des infrastructures existant à Calebassier

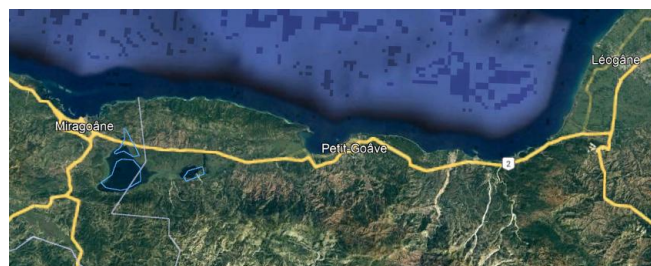
Du point de vue tectonique, la vallée de Calebassier est considérée comme un couloir de faille. De ce fait, le calcaire présent est non massif mais friable, broyé naturellement par les failles, ce qui éviterait une exploitation à l'explosif et un concassage primaire.

Sur le plan qualitatif et quantitatif, le gisement de Calebassier présente d'excellentes qualités avec une pureté supérieure à 98 % en  $\text{CaCO}_3$ , une blancheur de 94 % et des réserves prouvées et possibles supérieures à 40 millions de tonnes.

En raison de tous ces facteurs favorables, tels que accès, facilités de transport et de minage, existence de nappe d'eau dans le sous-sol et dans la zone, proximité du port capable de recevoir des bateaux minéraliers de plus de 35 000 tonnes, bonnes caractéristiques physico-chimiques, etc, le gisement de Calebassier est jugé prioritaire comme charge pour une mise en exploitation à usage industriel.

- **Carrefour Dufort.** Ce secteur est connu pour ses activités illégales d'exploitation anarchique et artisanale de granulats blancs pour des besoins de construction de bâtiments légers. Le carbonate de calcium observé en affleurement montre en certains endroits une forte contamination par la latérite rougeâtre et un manque d'homogénéité. Cependant, en d'autres endroits, particulièrement autour du sondage

exécuté, le carbonate affiche une nette homogénéité, une blancheur excellente et une pureté supérieures à 98 %. Les réserves ne sont pas aussi importantes qu'à Calebassier. Compte tenu de la distance du gisement au port de Miragoâne, près de 50 km, une éventuelle exploitation à usage industriel ne saurait concurrencer le site de Calebassier.



Carte de situation des infrastructures existant à Carrefour Dufort

- **Paillant/Pascal-Icart.** Situé à près de 2 km de Paillant et à environ 6 km du port minéralier de Miragoâne, le gisement de carbonate de pascal-Icart offre moins d'atouts en terme d'accessibilité malgré ses bonnes qualités physico-chimiques, ses réserves importantes et une bonne route reliant Miragoâne à Paillant.



Route carrossable reliant Miragoâne à Paillant

### Recommandations

Eu égard aux avantages et inconvénients signalés pour la priorisation des trois sites pourvus en carbonate de calcium de qualité, nous formulons les recommandations suivantes pour la mise en exploitation de ces ressources nationales :

- ✚ L'exploitation à Carrefour Dufort pourrait s'orienter de manière plus rationnelle vers le secteur de la construction et vers l'industrie des charges minérales pour alimenter le marché local qui n'est pas trop demandeur.

En dehors de l'industrie de la peinture locale, d'autres débouchés sont à rechercher.

✚ Le gisement de Paillant, en raison de son potentiel important, pourrait être considéré comme ressources géologiques nationales au cas où le marché mondial se développerait et solliciterait d'Haïti d'importants tonnages de carbonate micronisé. La présence de gisements de bauxite exploitables dans la région à des fins non-métalliques, particulièrement pour la fabrication du ciment alumineux réfractaire, pourrait également inciter des investissements dans l'exploitation de cette substance. La diversification de l'exploitation des substances disponibles dans la région pourrait, à côté de l'exploitation de la bauxite, envisager une unité de transformation du carbonate de calcium pour différentes gammes, bien que les exploitations de bauxite et de carbonate de calcium blanc soient antagoniques dans une même région.

✚ Le gisement de Calebassier mériterait une actualisation des données technico-économiques disponibles, particulièrement du marché international pour lequel les données remontent à la fin des années 80. L'étude de faisabilité économique relative au coût du transport maritime, à l'énergie, au matériel d'extraction et de traitement, etc, mérite également de nouvelles considérations en vue de juger de la rentabilité actuelle de l'exploitation.

En raison de la concurrence mondiale constatée entre le carbonate de calcium précipité PCC et le carbonate de calcium naturel GCC, l'Etat Haïtien devrait faire montre d'une plus grande agressivité envers ses produits pour attirer des investisseurs par la publication de brochures promotionnelles vantant les bonnes caractéristiques de notre carbonate de calcium à travers le monde. Un dossier d'appel d'offres international d'exploitation devrait être lancé incessamment tout en actualisant les procédures d'octroi des Permis d'exploitation, les régimes fiscaux et la protection de l'environnement. Rappelons que les coûts consentis par l'Etat Haïtien et le PNUD, pour la mise en évidence des trois gisements de carbonate de calcium, sont estimés en 1989 à G 1 239 000 pour l'Etat

Haïtien et à \$ US 500 000 pour le PNUD sur 3 ans, soit un total de \$ US 800 000, ce qui équivaut aujourd'hui à plus de G 100 millions.

### Bibliographie

- BRGM, Fiche de synthèse- Memento- Carbonates calciques et magnésiens, Mai 2020.
- BRGM, Memento Roches et Minéraux industriels , Carbonates calciques, magnésiens et produits dérivés à usage industriel et agricole. Décembre 2000.
- BRGM, Refonte, mineralinfo
- BRGM, Memento Roches et Minéraux industriels, Calcaires blancs pour charges, Janvier 1996.
- BRGM, Synthèse géologique de la République d'Haïti, Volume 3, substances non-métalliques, Octobre 1988.
- BRGM, Berton Y, Le Berre P, Guide de prospection des matériaux de carrières, 1983.
- L'Elemamtarim Carbonate de Calcium.
- Foucault Alain, Jean-François Raoult, *Dictionnaire de Géologie*, 2<sup>e</sup> éd., édition Masson, 1984.
- Harben, P, PNUD, BME The potential market for calcium carbonate from Haïti. 1988.
- PNUD, BME, Meillon, Etude géologique et économique du gisement de carbonate de calcium de Calebassier/Miragoâne, Décembre 1989.
- PNUD, BME, Etudes sur le carbonate de calcium de carrefour-Dufort, Calebassier et Paillant, 1989.
- Prépetit, C. Exploitation du Carbonate de calcium blanc et pur de Calebassier, Etude d'impact sur l'environnement, Mai 1989.
- w.w.w. produits. pcc.eu, Qu'est-ce que le Carbonate de calcium et à quoi sert-il ?
- Wikipedia, Carbonate de calcium.

