



Pré-étude de marché du métakaolin en Guyane

Rapport - novembre 2019



Direction de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement de la Guyane

SOMMAIRE

SYNTHÈSE

PARTIE 1 : PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE

- I. CONTEXTE D'ÉTUDE ET OBJECTIFS
 - A. Contexte
 - B. Problématique
 - C. Objectifs
- II. MÉTHODOLOGIE
 - A. Prédiagnostic
 - B. Entretiens approfondis
 - C. Exploitation des données et synthèse

PARTIE 2 : ÉCLAIRAGE SUR LE MARCHÉ DU KAOLIN

- I. LES PRINCIPALES APPLICATIONS
- II. LES PRODUCTEURS
 - A. Quelques producteurs dans le monde
 - B. Les conditions de rentabilité

PARTIE 3 : LE MÉTAKAOLIN

- I. GÉNÉRALITÉS
- II. LES APPLICATIONS DU MÉTAKAOLIN
 - A. Les applications routières
 - B. Les applications béton
 - C. Les enduits et mortiers
 - D. Les autres applications
- III. LE MARCHÉ DU MÉTAKAOLIN
 - A. Le marché mondial
 - B. Le marché français
- IV. APERÇU SUR LA PRODUCTION DE MÉTAKAOLIN

PARTIE 4 : LA CHAÎNE DE VALEUR

- I. PRODUCTEURS DE MÉTAKAOLIN
 - A. France
 - B. Amérique du sud
- II. CIMENTIERS
- III. BPE – BÉTON PRÊT À L'EMPLOI
- IV. ENTREPRISES DE CONSTRUCTION
- V. LOGISTIQUE
- VI. PRESCRIPTEURS
- VII. INDUSTRIELS UTILISATEURS
- VII. LES DISTRIBUTEURS

PARTIE 5 : LES APPLICATIONS DU MÉTAKAOLIN EN GUYANE

I. LES ROUTES

- A. Les routes nationales
- B. Les pistes forestières
- C. Les routes secondaires
- D. Retours d'expérience LG7

II. LE BÉTON

- A. Béton haute performance
- B. Le logement
- C. Les mortiers

III. LES AUTRES APPLICATIONS

IV. LES MARCHÉS À L'EXPORTATION

V. CONDITIONS DE SUCCÈS

PARTIE 6 : LE POTENTIEL DU KAOLIN GUYANAIS

I. LOCALEMENT, EN GUYANE

- A. Applications phytosanitaires
- B. Alimentation animale
- C. Briques et matériaux de construction

II. A L'EXPORT

- A. Papier
- B. Céramique
- C. Applications de niche

PARTIE 7 : ESTIMATION DES MARCHÉS POTENTIELS

BIBLIOGRAPHIE SÉLECTIVE

ENTRETIENS RÉALISÉS

ANNEXES

TABLE DES ANNEXES

SYNTHÈSE

La Guyane a dans son sous-sol des gisements de kaolin qui n'ont pas fait l'objet d'exploitation industrielle.

Aujourd'hui, alors que la Guyane poursuit son développement économique, elle se voit confrontée à un double défi :

- Améliorer la qualité et la durabilité de ses infrastructures (routes, génie civil notamment)
- Réduire l'empreinte carbone du béton mis en œuvre (tous types de construction), en vue de répondre à l'objectif de neutralité carbone à l'horizon 2050, et utiliser des constituants qui seront :
 - d'une part, locaux
 - d'autre part, à moindre contenu carbone que les matériaux actuels.

Le kaolin, une fois transformé en métakaolin, pourrait être utilisé dans les infrastructures (liant hydraulique routier, etc.) et comme matériaux de construction à faible contenu carbone permettant d'améliorer le ciment produit localement.

Cette pré-étude montre que, sous réserve de faisabilité technique, il existe un potentiel de marché en Guyane de 6 kt à 14 kt pour du métakaolin vendu environ 140 -150 euros/t (à environnement normatif constant).

La production de métakaolin pourrait être utilement complétée par des développements à l'export sur des segments à plus haute valeur ajoutée.

PARTIE 1 : PROBLÉMATIQUE ET MÉTHODOLOGIE

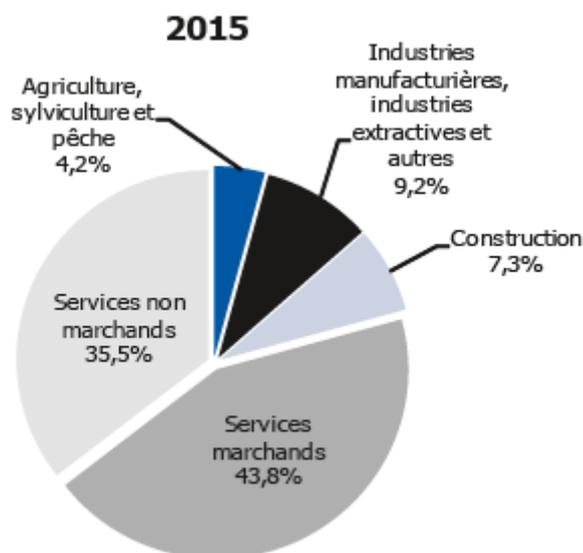
I. CONTEXTE D'ÉTUDE ET OBJECTIFS

A. Contexte

La Guyane (un peu moins de 300 000 habitants sur 84 000 km², la taille de l'Autriche) occupe un espace principalement forestier (95 % de sa superficie).

L'indice de développement de la Guyane est de 0,74 : la Guyane occupe la 73e place au niveau mondial, alors que la France est classée 24^e. Le PIB par habitant en Guyane s'établit à 44,9 % du niveau national et les transferts sociaux sont importants.

L'économie guyanaise est dominée par le secteur tertiaire marchand et non marchand qui contribuent respectivement à 44% et 35% de la valeur ajoutée en 2015, alors que le secteur secondaire et primaire n'en représentent respectivement que 17% et 4%.



Source: IEDOM

La situation économique de la Guyane est fragile, avec un accroissement démographique porté par un solde naturel positif (+2,3 % en moyenne par an), un taux de chômage de 19% en 2018 et un taux de couverture des importations par les exportations de 53% en 2017.

La Guyane a structurellement besoin d'importation de matières premières, de biens de consommation et d'équipement.

L'activité portuaire génère environ 95 % des échanges import-export, jouant un rôle capital dans la croissance de l'économie guyanaise. L'essentiel de cette activité extérieure est orienté vers la métropole, puisque les échanges entre la Guyane et ses voisins d'Amérique du Sud ou de la Caraïbe sont limités.

Le parc de logement guyanais est inadapté à la demande : logements trop petits, vétustes, en nombre insuffisant... La raréfaction du foncier viabilisé a entraîné une augmentation de son coût. Et le déficit de logement favorise le développement de logements construits sans autorisations, parfois précaires et insalubres, en particulier autour de Cayenne et Saint-Laurent-du-Maroni. Au total, on estime que près de 50 000 personnes seraient mal logées, soit près de 20 % de la population du département.

Suites aux mouvements de mars-avril 2017, l'État s'est engagé sur un Plan d'Urgence de plus d'un milliard d'euros qui se traduit par la relance de la commande publique dans les différents secteurs de l'économie. Ce plan s'accompagne également de mesures thématiques spécifiques (économie, BTP, transport, logement, etc.) qui assureront à moyen terme un certain volume d'activité aux entreprises guyanaises.

Dans un contexte marqué par une concurrence exacerbée dans le secteur aérospatial et l'arrêt des explorations pétrolières offshore de Total, des projets permettent cependant de concrétiser le développement de la Guyane :

- Secteur énergétique : une nouvelle centrale à Sinnamary et à Mana, le projet photovoltaïque « Toucan 2 » à Montsinéry-Tonnégrande
- Infrastructure : constructions de collèges et de lycées, 2e tranche de la RN1, commissariat de Cayenne
- Aménagements : déchetteries, agrandissements de casernes
- Logement social : construction de nombreux logements sociaux dans le cadre d'une opération d'urbanisme d'intérêt majeur (OIN)

B. Problématique

Pour accompagner le développement de la Guyane, le secteur de la construction doit se développer fortement.

Enjeu technico-économique

Du fait du climat humide guyanais, les entreprises routières ont besoin d'améliorer les sols latéritiques sur lesquels sont construites les chaussées. Cela passe généralement par l'ajout de cailloux provenant de carrières dont la situation géographique n'est pas toujours favorable (gisement éloigné du centre de consommation ou situé à l'intérieur ou à proximité des zones urbaines de Cayenne et de Kourou), ce qui conduit à des surcoûts et des nuisances.

C'est pourquoi le secteur des TP guyanais envisage de traiter plus systématiquement les sols en place, par exemple en utilisant des liants hydrauliques.

Empreinte carbone

Le secteur du bâtiment et du génie civil utilise abondamment un matériau qui n'est pas produit localement : en effet, si la Guyane est riche de carrières de roches, sables et latérites, le ciment est en revanche soit importé, soit élaboré à Remire-Montjoly dans une usine qui importe du clinker (la « matière première » du ciment) produit en Colombie et qui le broie.

Il est donc opportun d'investiguer si la Guyane ne possède pas dans son sol un matériau local pouvant se substituer de manière économique une partie du ciment/clinker importé. Pour produire du clinker, on cuit du calcaire et de l'argile dans des fours à très haute température : la production de clinker est ainsi responsable de la majeure partie de la consommation d'énergie des cimenteries et de leur empreinte carbone (consommation de carbone fossile et émissions de gaz à effet de serre).

Une partie de la réponse se trouve dans le kaolin, une argile assez abondante en Guyane. Le Bureau des ressources géologiques et minières (BRGM) l'a intégré dans son plan de prospections, réalisées de 1975 à 1995, lui permettant d'établir un inventaire minier de la Guyane. Les gisements guyanais de kaolin n'ont pas fait l'objet d'exploitation industrielle, contrairement à ceux situés au Brésil et au Suriname. Les géologues estiment d'ailleurs que le kaolin guyanais pourrait avoir une qualité semblable à celle du kaolin situé à Moengo, au Suriname.

Une fois le kaolin transformé en métakaolin, il peut dans certaines conditions, se substituer au ciment.

Réduire le taux de clinker dans le ciment utilisé en Guyane, par exemple en le remplaçant par d'autres matériaux comme le métakaolin, ou bien accroître la part des routes dont les sols sont traités avec des liants hydrauliques, permettrait d'avoir une filière construction plus respectueuse de l'environnement, à même de trouver un juste équilibre entre l'obligation de répondre aux besoins de développement (production de logements, d'infrastructures, etc.), tout en réduisant l'empreinte carbone et en minimisant les distances entre lieux de production et lieux d'utilisation de matériaux.

C. Objectifs

Cette pré-étude de marché a pour objectifs notamment de

- Préciser les applications techniquement envisageables pour du métakaolin en Guyane
- Identifier les matériaux et technologies aujourd'hui utilisés en Guyane pour les applications identifiées, et qui seront donc à substituer
- Estimer la taille du marché guyanais potentiel, par segment, pour du métakaolin
- Donner un éclairage sur le marché à l'export du kaolin et du métakaolin

L'évaluation des carrières de kaolin ne fait pas partie du périmètre de l'étude, ni la vérification expérimentale de l'aptitude du kaolin guyanais.

II. MÉTHODOLOGIE

A. Prédiagnostic

Une première phase a permis de cadrer l'étude et d'esquisser un premier état des lieux ; elle a consisté en :

- Un entretien avec la Deal Guyane
- Une collecte d'informations pertinentes (statistiques douanières, marchés de la construction, réglementation...) et une recherche documentaire (Internet, presse spécialisée, rapports annuels d'entreprises, etc.)
- Des entretiens avec des producteurs de kaolin et métakaolin
- Des entretiens avec des experts concepteurs d'unités industrielles de production de métakaolin
- Des entretiens avec des spécialistes de branches professionnelles
- L'identification des parties prenantes du marché du métakaolin et des personnes à rencontrer de manière approfondie en Guyane

B. Entretiens approfondis

Afin de recueillir une information « à valeur ajoutée », nous avons conduit en Guyane des entretiens qualitatifs, dans la mesure du possible en face à face, avec des :

- Experts publics tant en Guyane (Deal, DAAF...) qu'en métropole (BRGM, Inra...)
- Représentants de maîtres d'ouvrage publics (Deal, CTG, ONF)
- Responsables guyanais représentatifs des diverses parties prenantes dans ce marché : entreprises de BTP, cimentier, producteurs de béton prêt à l'emploi, industriels utilisateurs (ou utilisateurs potentiels) de métakaolin, distributeurs, transporteurs...

C. Exploitation des données et synthèse

Au cours de cette troisième phase, nous faisons la synthèse de l'analyse « à 360° » du marché du métakaolin.

PARTIE 2 : ÉCLAIRAGE SUR LE MARCHÉ DU KAOLIN

Les kaolins sont des argiles blanches, friables et réfractaires, très répandues dans le monde. Elles sont composées principalement de kaolinite, c'est-à-dire de silicate d'aluminium ($Al_2O_3 \cdot 2SiO_2 \cdot 2H_2O$).

On sépare le marché des argiles kaoliniques en trois marchés distincts :

- Le kaolin proprement dit, estimé à environ 10 millions de tonnes et 1,8 milliards d'euros
- Les argiles plastiques (*ball clays*), une roche contenant généralement trois minéraux dominants : 20 à 80 % de kaolinite ; 10 à 25 % de mica et 6 à 65 % de quartz. Il est estimé à plus de 12 millions de tonnes
- Les produits réfractaires et chamottes (*fire clays*), estimé à environ 3 millions de tonnes. Le kaolin y est fortement concurrencé par d'autres produits minéraux.

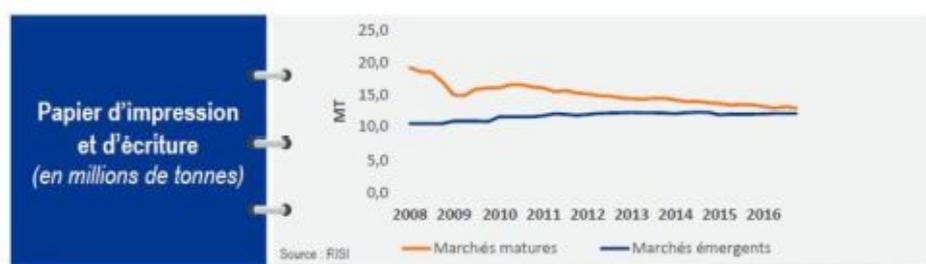
I. LES PRINCIPALES APPLICATIONS DU KAOLIN

Les propriétés recherchées pour le kaolin dépendent des applications envisagées. De manière générale, on privilégie :

- la blancheur
- l'opacité
- la brillance
- la distribution granulométrique et la forme des particules
- la viscosité et les propriétés mécaniques...

Les deux principaux débouchés du kaolin sont :

- L'industrie du papier : le kaolin y est employé comme charge (*filler*) dans la masse de papier ou comme revêtement de surface (couchage). Grâce à sa composition chimique, sa distribution granulométrique, sa blancheur et sa viscosité, il contribue à optimiser les processus de production des fabricants de papier et de carton. Le marché mondial est estimé entre 3 et 4 millions de tonnes. Il a été florissant mais, malgré le dynamisme du secteur du Packaging, il souffre aujourd'hui du développement des supports numériques dans les marchés matures :



Source : Imerys

- L'industrie de la céramique (sanitaire et vaisselle en particulier) : le kaolin est un élément essentiel de la formulation des céramiques. Ce secteur est en

croissance, avec des disparités fortes selon les régions du monde, porté notamment par l'augmentation de la construction de logement et le développement de l'urbanisation. On estime qu'en 2020 la production mondiale d'équipements céramiques sera de 579 millions d'unité, nécessitant plus de 9 millions de tonnes de matériau. Les principaux fabricants de céramiques sont installés au Proche-Orient et, dans une moindre mesure, en Asie.

Ces applications sont des applications de volume qui nécessitent une logistique adaptée. L'industrie du kaolin est très capitalistique : à titre d'exemple, la division céramique d'Imerys a un chiffre d'affaires de 854 millions d'euros et des capitaux investis de 1 013 millions d'euros (ce qui représente 118% du CA)

Chaque gisement de kaolin présente des caractéristiques géologiques uniques ; les sites bien adaptés à l'application céramique (par exemple les gisements britanniques) ne seront pas les mêmes que ceux appropriés à la fabrication du papier et des emballages (par exemple les gisements nord-américains ou brésiliens). En pratique, les applications papetières requièrent de grands gisements homogènes, alors que les applications céramiques se satisfont de gisements moins homogènes avec des « poches » de kaolin de qualités différentes, que l'industriel choisira en fonction des besoins spécifiques de son client.

Les autres applications du kaolin sont des applications de spécialités, à plus petit volume ; le kaolin est alors le plus souvent utilisé comme additif fonctionnel ou charge, par exemple pour la fabrication de fibres de verre, bétons et liants hydrauliques, caoutchoucs, peintures, plastiques et polymères, adhésifs et mastics, cosmétiques, aliments du bétail, pesticides, agents de soutènement (*proppants*)... Il est également utilisé en agriculture et en pharmacie.

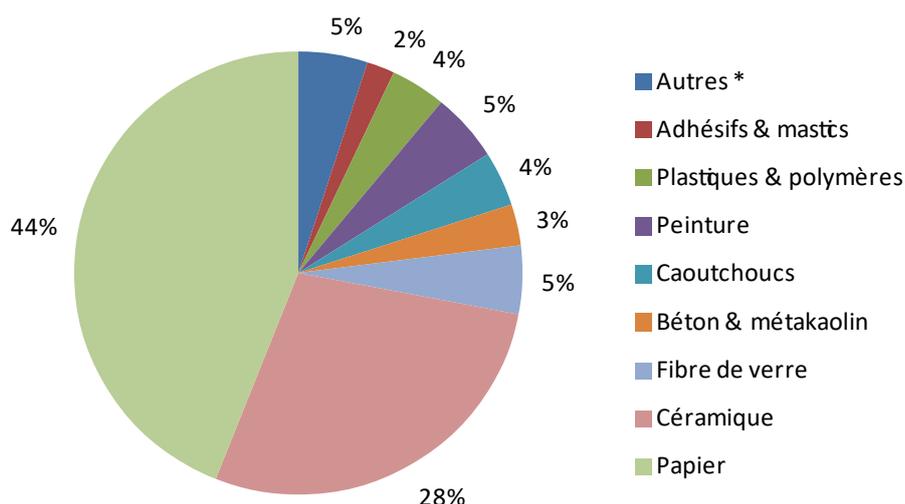
Les applications du kaolin sont nombreuses : le kaolin est en général en concurrence avec de nombreuses autres solutions auxquelles il se substitue.

Les normes et règlements peuvent être contraignants ; citons par exemple :

- Les applications phytosanitaires qui exigent une autorisation de mise sur le marché (AMM), des analyses de toxicité et d'écotoxicité, des tests d'efficacité...
- Les additifs pour alimentation animale qui demandent des analyses chimiques spécifiques (absence de métaux lourds) et imposent des contraintes sur les processus de fabrication...

De manière générale, la réduction de l'impact des extractions sur l'environnement doit être pour l'exploitant une préoccupation permanente : au montage du projet, pendant la durée de l'exploitation, et ce jusqu'à la remise en état finale des lieux ou son réaménagement.

Répartition du marché du kaolin par application :



Source : BRGM, entretiens

Estimation des dynamiques de marché :

Applications	Substance	% marché	Croissance	Prix / t
Papeterie : Charges	Kaolin	44%	GDP -3 à 4%	120 - 150 \$ rendu
Papeterie : Pigments	Kaolin		GDP - 1%	150 - 250 \$ rendu
Céramique : sanitaire	kaolin	21%	GDP (avec variabilité selon régions)	80 euros
Céramique : vaisselle	Kaolin	7%	GDP (avec variabilité selon régions)	200 euros
Fibre de verre	Argiles kaoliniques et kaolin	5%	GDP + qq %	50 - 80 \$
Béton et métakaolin	Argiles kaoliniques	3%	GDP (avec variabilité selon régions)	20 euros (production de clinker à > 100 (métakaolin)
Caoutchoucs	Kaolin	4%	GDP + 1 %	200 à 300 \$
Peinture	Kaolin	5%	GDP + 1 %	150 - 350 euros
Plastiques & polymères	Kaolin	4%	GDP + 1 %	150 - 200 euros
Adhésifs & mastics	Kaolin	2%	GDP + 1 %	150 euros
Pharmacie	Kaolin	5%	+	
Cosmétique	Kaolin		+	
Agriculture	Argiles kaoliniques et kaolin		?	
Alimentation animale	Kaolin		=	50 - 200 euros
Pisciculture	Argiles kaoliniques et kaolin		+	
Industrie pétrochimique	Argiles kaoliniques et kaolin		-	1 000 \$?

Source : Charles N. et al. (BRGM/RP-67334-FR), entretiens

II. LES PRODUCTEURS

Les zones les plus favorables pour les gisements de kaolin se trouvent aux USA (Géorgie, Caroline du Sud), au Brésil, en Grand-Bretagne (Cornouailles), en Chine, en Allemagne et en Ukraine.

A. Quelques producteurs dans le monde

- Allemagne : AKW- Amberger Kaolinwerke Eduard Kick (groupe Quarzwerke), BASF, Dorfner

- Belgique : Sibelco
- Bulgarie : Kaolin EAD (groupe Quarzwerke)
- France : Imerys, premier producteur mondial de kaolin pour papier, Soka (groupe Carrières des lacs)
- Inde : EICL
- République tchèque : LB Minerals (groupe Lasselsberger), Sedlecký Kaolin
- Ukraine : Proscos
- USA : Burgess, KaMin, Thiele Kaolin Company

B. Les conditions de rentabilité

Pour que l'exploitation d'un gisement de kaolin soit rentable, les industriels retiennent généralement les critères suivants :

- Taux de couverture du gisement, c'est-à-dire l'épaisseur de sol qu'il faut enlever avant de pouvoir exploiter la carrière
 - Les gisements guyanais ont un taux de couverture très faible
- Homogénéité du kaolin dans l'épaisseur du gisement
- Teneur en sable du kaolin, car il faut le plus souvent vendre le kaolin sans impureté abrasive
- Finesse du kaolin
- Blancher du kaolin et/ou absence d'impuretés chimiques (fer, titane, cobalt...) qui colorent la céramique après cuisson
- Rhéologie du kaolin (morphologie du grain, *aspect ratio*...)
- Infrastructure logistique pour pouvoir évacuer à moindre coût les minéraux et stocker durablement (et dans de bonnes conditions de sécurité) les stériles
- Coût de l'énergie, car les procédés de production sont consommateurs d'énergie (séchage, calcination...)

Pour optimiser la rentabilité, l'exploitant de carrière doit vendre la totalité de la production de sa carrière et valoriser tous ses produits et coproduits. C'est pourquoi il ne peut le plus souvent pas se limiter à n'être présent que sur quelques créneaux de niche où il vendra du kaolin sélectionné avec soin ; il doit également avoir accès à d'autres marchés de volume, permettant d'amortir les frais fixes et d'écouler l'ensemble de la production.

PARTIE 3 : LE MÉTAKAOLIN

I. GÉNÉRALITÉS

Le métakaolin résulte de la calcination d'une argile, la kaolinite, associée à différents minéraux (phyllosilicates, quartz, oxydes de fer) en proportions variables suivant les gisements. Il est obtenu soit par calcination puis broyage soit par broyage puis calcination, dans des unités de production à fours rotatifs ou à plateaux, ou par calcination dite «flash». La calcination détruit la structure cristalline du matériau qui est essentiellement composé de particules de silicate d'alumine amorphe.

Du fait de son pouvoir pouzzolanique, le métakaolin est apte à former par mélange avec de la chaux, à la température ordinaire, des composés ayant des propriétés hydrauliques : il peut être incorporé dans des formulations de bétons comme addition de type II (cf. Tableau NAF1 de la norme béton NF EN 206-1).

II. LES APPLICATIONS DU MÉTAKAOLIN

La norme NF P18-513 d'août 2012 définit les exigences chimiques et physiques ainsi que les critères de conformité pour les métakaolins utilisés pour la production de béton, y compris les bétons de structure.

Les métakaolins peuvent également être utilisés dans les mortiers et les coulis.

A. Les applications routières

Les techniques de traitement de sol par incorporation de liants hydrauliques routiers (LHR) dans le sol en place se développent au niveau mondial pour des raisons économiques et environnementales.

Les LHR sont des ciments de « second choix » : pas rapide, plus grossier, moins cher. L'utilisation de métakaolin additionné de chaux et/ou de ciment permet de créer un liant routier parfaitement substituable aux liants cimentaires. La diffusion de ces techniques est très inégale selon les pays et dépend essentiellement du prix relatif des matériaux.

- Pour des usages routiers, la France consomme annuellement entre 600 kt et 1 000 kt de liants hydrauliques et environ 200 kt à 300 kt de chaux ; ces matériaux sont mis en œuvre par près de 200 ateliers de traitement (épandeur de liant, malaxeur...).
- La chaux n'est pas très facilement utilisable sous les tropiques.

Le traitement des sols en terrassement

Il s'agit de la principale utilisation en France où elle est largement utilisée pour la construction de voies à fort trafic (RN, autoroutes, lignes LGV) et de plateformes industrielles.

L'application consiste à traiter le sol pour permettre d'avoir une couche de forme avec portance garantie, avant construction d'une chaussée, d'un parking ou d'une plateforme.

La technique traditionnelle utilise des cailloux ; les avantages de la solution avec LHR sont notamment :

- Caractéristiques mécaniques comparables à la technique traditionnelle
- Réutilisation des matériaux en place : réduction des déblais issus du décaissement, de la mise en décharge, de l'apport de granulats et du coût de transport
- Diminution des gênes à l'usager et réduction de la fatigue du réseau routier autour du chantier
- Limitation de l'exploitation de granulats, ressources naturelles non renouvelable

L'entretien des routes secondaires

Lorsque la structure de la chaussée est dégradée, la réfection de la couche de roulement (avec un enduit superficiel ou un enrobé mince) ne peut que freiner les dégradations liées aux infiltrations et au ruissellement : elle ne constitue en aucun cas une solution durable et des traitements de surface doivent alors être refaits régulièrement.

La reconstruction complète n'est envisageable que pour des voies jugées prioritaires localement. Pour les autres routes, il reste deux options :

- Le renforcement épais, c'est-à-dire le rechargement de l'ancienne chaussée par une couche épaisse de matériau : outre un coût élevé, rapporté au faible trafic, la technique pose des problèmes (tirant d'air des ouvrages, réduction de la largeur de roulement, hauteur de seuils en zone urbaine, difficulté croissante pour trouver des ressources en granulats proches du chantier...)
- Le retraitement en place (avec LHR) du corps de l'ancienne chaussée : on utilise la stabilité résiduelle de la fondation et les matériaux existants du squelette en place. Cette technique est adaptée aux petites routes de campagne en France, même si sa diffusion est encore limitée.

Grâce à la technique du retraitement à froid des chaussées au ciment ou aux liants hydrauliques routiers, il est donc possible de valoriser les matériaux existants *in situ*, plutôt que de les évacuer en décharge pour les remplacer par des matériaux neufs.

B. Les applications béton

Les métakaolins sont une addition de type II au sens de la norme NF EN 206-1 et ils bénéficient d'un coefficient k de 1. Cela signifie que la formule d'un béton

contenant initialement 350 kg/m³ de ciment peut être modifiée pour contenir jusqu'à 50 kg de métakaolin et 300 kg de ciment.

Substitution du ciment

Le métakaolin est techniquement utilisable dans tous les bétons, qu'ils soient préfabriqués ou prêts à l'emploi. Le marché théoriquement accessible en France dans le domaine du béton est donc de l'ordre de 15% des quantités de ciment consommées. Dans ces conditions, le prix de vente du métakaolin rendu sur le chantier devra être plus bas que celui du ciment pour que la substitution soit pertinente d'un point de vue économique.

Béton à haute performance / béton durable

Au cours de sa vie, un ouvrage en béton peut être exposé à une multitude de conditions ou d'agents agressifs induisant des pathologies (réaction alcali-granat, réaction sulfatique interne (RSI), carbonatation, pénétration de chlorures, attaques acides, etc.).

Augmenter la période au cours de laquelle la structure reste normalement utilisable en étant entretenue, mais sans qu'il soit nécessaire de procéder à de grosses réparations, permet de réduire la consommation de matières premières. C'est pourquoi les maîtres d'ouvrage cherchent à concevoir certains ouvrages pour une durée de vie significativement plus importante (100, 120, voire 150 ans) que la durée de vie conventionnelle de 50 ans.

Un béton durable est donc un matériau qui, de par ses caractéristiques, pourra mieux résister aux attaques externes et aux dégradations internes. Et le métakaolin y contribue : par exemple, l'Ifsttar a publié un guide qui recommande d'utiliser 20% de métakaolin pour prévenir les désordres dus à la RSI.

Dans ce domaine, le métakaolin ne se substitue pas au ciment, mais plutôt aux composants qui lui sont habituellement ajoutés pour augmenter la durabilité du béton ; il se substitue notamment aux particules ultrafines, avec un prix beaucoup plus compétitif.

- Il se vend chaque année en France environ 8 à 10 kt de fumée de silice, à un prix d'environ 200 à 500 euros / t selon les caractéristiques et la provenance

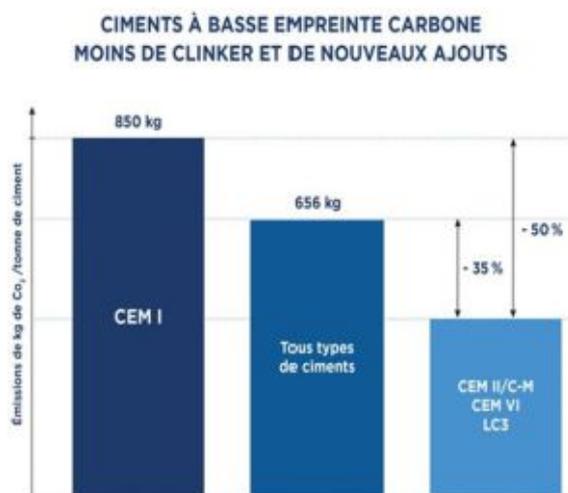
Béton bas carbone

L'objectif d'une neutralité carbone d'ici 2050, c'est-à-dire zéro émission de gaz à effet de serre d'ici le milieu du siècle, est l'objectif que se donne la communauté internationale pour relever le défi de contenir le réchauffement de la Terre dans les limites stipulées par l'accord de Paris de 2015.

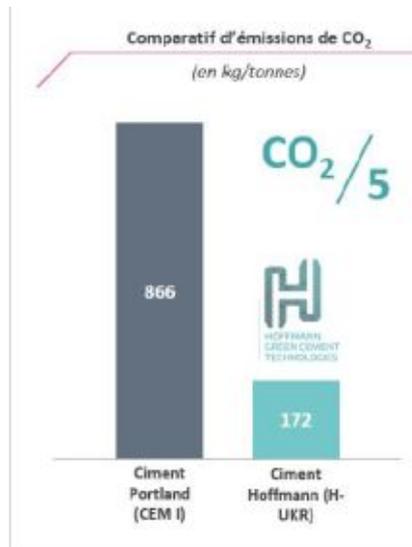
Le secteur du BTP doit y contribuer et la manière la plus simple pour réduire rapidement l’empreinte environnementale des ciments est de diminuer le plus possible leur teneur en clinker, tout en conservant leur résistance mécanique.

C’est pourquoi de nouveaux ciments, avec de nouveaux ajouts, sont en cours de normalisation pour garantir leurs performances et leur durabilité. On devrait ainsi voir apparaître :

- En 2020 : les bétons CEM II/C-M (M pour mélange) et les CEM VI
 - La teneur en clinker varie de 50 à 65% pour les CEM II/C-M et de 35 à 50% pour les CEM VI.
 - Les performances mécaniques et de durabilité sont analogues aux ciments actuels, avec une réduction d’empreinte environnementale de 35 à 65% par rapport au CEM I
- En 2021 : les LC3 (*Limestone calcined clay cement*)
 - La recherche, menée notamment par l’Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, vise en priorité l’utilisation de matériaux locaux dans le ciment mis en œuvre dans des pays en développement ; des projets pilotes sont en cours en Inde et à Cuba.
 - Ils sont composés de clinker, calcaire et métakaolin
 - Leur résistance physique est supérieure à celle des ciments actuels et ont une empreinte environnementale réduite de 35 à 40% par rapport au CEM I
 - Ces ciments seront inclus dans la norme Européenne EN 197-1.



- D’autres initiatives sont en cours pour obtenir des ciments « verts ». Par exemple, la société française Hoffmann Green Cement Technologies met au point un nouveau procédé de ciment sans clinker reposant sur l’économie circulaire (les matières premières utilisées sont des co-produits issus de l’industrie : laitier de haut fourneau, argiles de lavage de granulats et de boues d’argiles et gypse de déblais de chantiers) et divisant l’empreinte carbone par 5 :



- Noter que l'utilisation de fillers calcaires et de métakaolin constitue une « vraie » réduction du contenu carbone du béton, contrairement à l'utilisation de laitier de haut fourneau ou de cendres volantes qui sont issus de procédés dégageant beaucoup de gaz à effet de serre.

Béton esthétique

La teinte généralement foncée de la fumée de silice grise interdit toute utilisation pour des bétons colorés, des bétons aux teintes claires ou lorsqu'on cherche à révéler les couleurs naturelles des constituants du béton (sables et gravillons). Les métakaolins, comme les *microfillers* calcaires, sont blancs et présentent l'avantage de ne pas assombrir le béton.

Béton autoplaçant

La réalisation de béton autoplaçant (BAP) nécessite l'utilisation d'additions minérales, très souvent des *fillers* calcaires ; des fumées de silice sont également utilisées pour réaliser des BAP à hautes performances. Dans ce contexte, l'emploi de métakaolins s'avère une solution performante et économique pour remplacer la fumée de silice.

Les enduits et mortiers

Le métakaolin limite la carbonatation dans les mortiers et permet d'obtenir des parements qui sont beaucoup plus lisses et plus fermés. Il vient en substitution d'autres additifs.

D. Les autres applications

Le métakaolin est aussi utilisé en France dans d'autres domaines, tels que :

- Inertage de cendres d'incinération d'ordure
- Charge minérale dans différentes applications industrielles (peinture, caoutchouc, plastiques, etc.)
- Absorbant d'eau pour certaines boues industrielles

- Additif technique (liant) pour la fabrication de croquettes en alimentation animale
- ...

III. LE MARCHÉ DU MÉTAKAOLIN

A. Le marché français

On estime le marché français du métakaolin à environ 30 kt

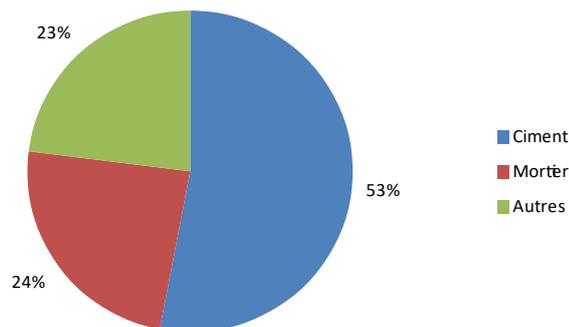
- La substitution du béton représente 80% du volume
 - Substitution du béton : 2/3
 - Béton haute performance : 1/3
- Le métakaolin n'est pas utilisé en France pour des usages routiers. En effet, le faible prix de vente des LHR (80 à 90 euros/t) et le grand nombre de centres de production de LHR (environ 40) font que le métakaolin n'est pas compétitif en métropole pour cette application
- Les autres applications représentent 20% du volume

Les ventes ne sont pas à la hauteur des espérances des industriels.

B. Le marché mondial

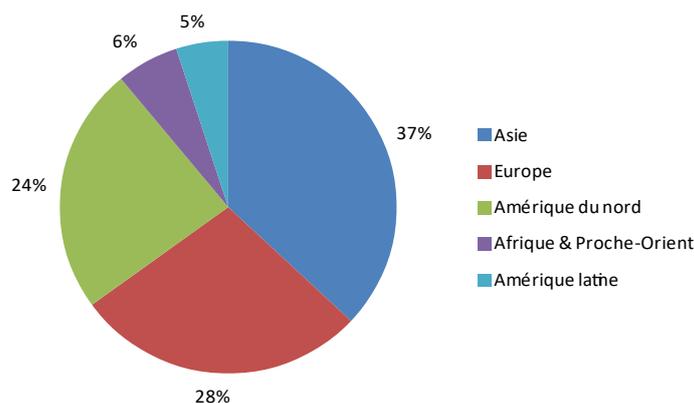
L'institut GMI estime le marché mondial du métakaolin à 330 kt et le valorise à 114 millions \$

- Répartition des volumes de métakaolin par application :



Source: GMI

- Répartition des volumes de métakaolin par région :



Source: GMI

La croissance du marché mondial de métakaolin est surtout fonction de la demande pour le béton et le ciment.

IV. APERÇU SUR LA PRODUCTION DE MÉTAKAOLIN

La qualité du métakaolin dépend de la nature du kaolin de départ et de sa sélection en carrières. Le taux de kaolinite ainsi que sa composition chimique influencent fortement la réactivité et le mode de réaction du produit.

Il existe plusieurs techniques de calcination du kaolin : des procédés traditionnels, avec des fours rotatifs ou à plateaux, et un procédé plus récent, la calcination Flash.

Dans tous les cas, afin de garantir la fiabilité et la régularité du produit, il faut un contrôle strict des étapes du procédé :

- Préparation du kaolin avant calcination (mise en boulets pour un four rotatif, broyage et sélection de la poudre fine pour un four flash)
- Calcination (température, temps de résidence)
- Produit fini (test de réactivité, test de la qualité de calcination...)

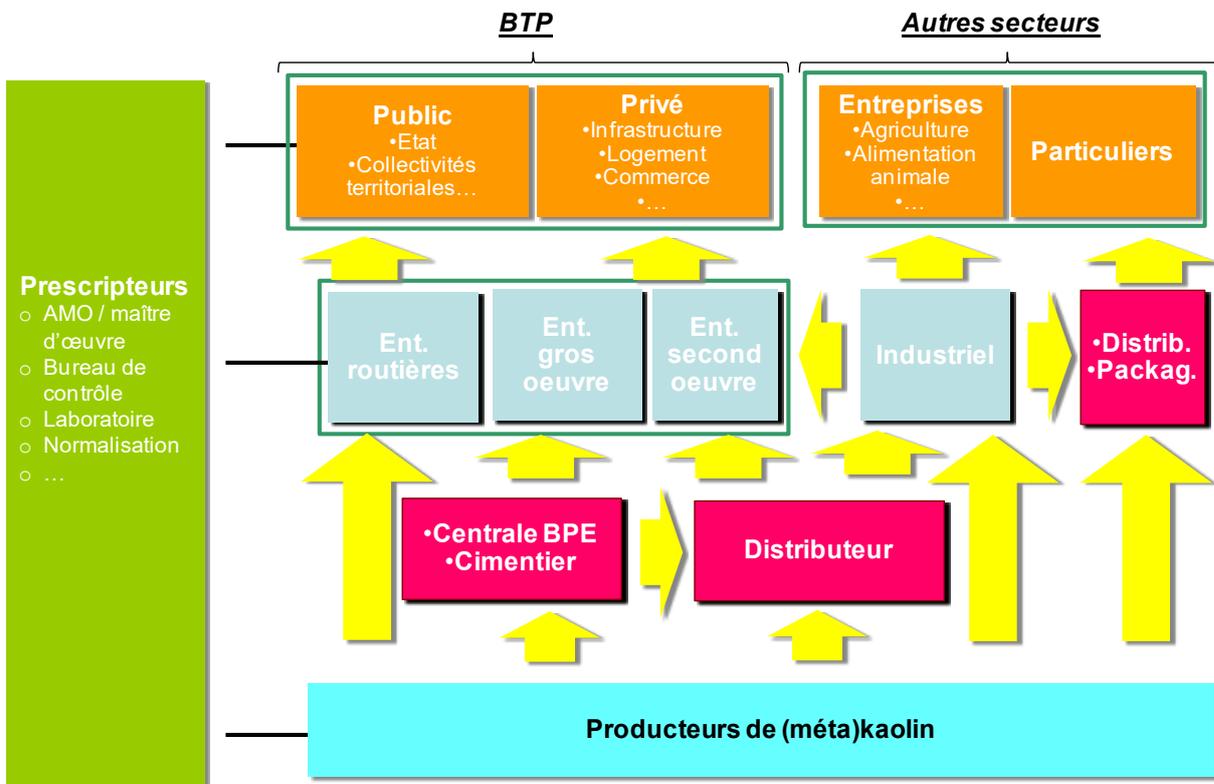
Le procédé de calcination Flash présente des avantages au plan économique et environnemental :

- Meilleure utilisation des matériaux bruts : les sols argileux excédentaires ou rejetés, ainsi que les sous-produits d'exploitation peuvent être utilisés
- Consommation énergétique modérée, environ 2,5 fois inférieure à la méthode de calcination d'argile traditionnelle
- Faible émission de gaz polluants et à effet de serre, en comparaison aux procédés de calcination traditionnels

Le métakaolin obtenu par calcination Flash n'est d'ailleurs pas exactement comparable au métakaolin obtenu par les procédés traditionnels : en particulier, la demande en eau du métakaolin Flash est très inférieure à celle du métakaolin traditionnel (en particulier à fort dosage, 25% de substitution du ciment)

PARTIE 4 : LA CHAÎNE DE VALEUR

De nombreuses parties prenantes interviennent dans la chaîne de valeur qui va du producteur de métakaolin au client final, qu'il soit une entreprise privée, une collectivité publique ou un particulier.



I. PRODUCTEURS DE MÉTAKAOLIN

La plupart des grands producteurs de kaolin produisent également du métakaolin.
Il existe quelques entreprises spécialisées sur la production de métakaolin

A. France

Les deux producteurs français de métakaolin sont :

- Argeco (groupe Colas) est le plus gros producteur français de métakaolin. Elle vise plutôt les applications routes et béton et exploite la technologie Flash développée par la société d'ingénierie Demeter Technologies (appartenant également au groupe Colas). Sa production est de l'ordre de 25 – 30 kt.
- Imerys Refractory Minerals Clérac, plutôt présent sur des applications céramiques de spécialités ; la production de métakaolin est de l'ordre de 6 kt, vendus entre 200 et 300 euros / t, à comparer à 100 kt de kaolin calciné vendu, pour une production totale de kaolin d'environ 200 kt. Le métakaolin est produit dans un petit four Flash ou dans les fours traditionnels utilisés pour calciner le kaolin.

Courant 2018, la société Soka a annoncé avoir un projet sur le métakaolin

B. Amérique du sud

Suriname

Moengo Minerals a ouvert en 2013 une unité de production de métakaolin d'une capacité de 30 kt, conçue par Demeter Technologies, située près de Moengo

dans l'est surinamais. Cette société visait principalement les applications béton au Surinam, où le ciment est vendu environ 150 euros / t.

N'ayant pas rencontré de succès commercial, malgré de belles références comme l'ambassade américaine à Paramaribo, et ne parvenant pas à trouver suffisamment des débouchés à l'international, elle a cessé son activité au bout d'un an environ.

A l'heure actuelle, le gisement de kaolin de Moengo est inactif.

Brésil

Les producteurs de kaolin installés au Brésil (Imerys, KaMin/Cadam...) visent principalement les applications papetières du kaolin et n'y produisent pas de métakaolin.

II. CIMENTIERS

Les cimentiers sont une des parties prenantes les plus importantes pour réussir le développement du marché du métakaolin. En effet, le métakaolin est utilisé principalement en substitution de ciments ou dans la composition de liants hydrauliques. Si le prix de vente des liants et des ciments est trop bas comparé au coût de production du métakaolin, comme c'est le cas en métropole, les applications techniquement possibles avec du métakaolin ne seront pas économiquement viables ; le métakaolin sera alors utilisé principalement en substitution de produits de niche, comme par exemple les fumées de silice.

Il n'y a que deux acteurs sur le marché du ciment en Guyane :

- La filiale guyanaise du cimentier colombien Argos qui importe du clinker et le broie
- Un importateur de ciment, Guyacim, qui joue un rôle secondaire.

III. BPE – BÉTON PRÊT À L'EMPLOI

Le secteur du béton prêt à l'emploi est concentré en Guyane. Les principaux acteurs sont :

- BCL (Ribal TP) Cayenne – Saint-Laurent
- Béton plus (Abdoul) - Cayenne
- Société Guyanaise Rapid Béton - SGRB (Audemard) Cayenne - Kourou
- Nord Ouest Béton (Villeronce) – Saint-Laurent

L'essentiel des volumes (~80%) est utilisé pour des applications de logement social.

IV. ENTREPRISES DE CONSTRUCTION

Les entreprises routières et les entreprises de BTP peuvent mettre en œuvre le métakaolin, sous la forme de liant hydraulique, de béton ou de mortier.

La mise en œuvre de LHR suppose que l'entreprise routière dispose d'ateliers de traitement, équipements encore peu nombreux en Guyane.

En Guyane, on trouve tant des filiales de groupes de BTP français :

- Nofrayane (Vinci)
- Ribal TP (Colas)
- Eiffage

que des entreprises locales :

- Villeronce TP
- SNTPG
- ATPA
- ...

V. LOGISTIQUE

La logistique a un rôle déterminant dans l'équation économique et environnementale des diverses solutions en compétition. Citons notamment :

- Le transport des matériaux (cailloux, ciment, remblais...) sur chantier. Il est assez élevé en Guyane : il faut compter entre 0,2 à 0,3 euros / t / km (à comparer à 0,1 en métropole)
- Le coût de transport du métakaolin de l'usine de production au lieu de consommation (chantier, centrale BPE...)
- Les coûts de transport maritime
- Sans oublier les frais d'octroi de mer à l'importation

VI. PRESCRIPTEURS

De nombreuses parties prenantes contribuent à la diffusion d'une nouvelle solution technique : bureaux d'études (assistance à maîtrise d'ouvrage ou à maîtrise d'œuvre), bureaux de contrôle, laboratoires, organismes normalisateurs...

Leur rôle est capital pour augmenter la maturité « business » de la solution technique

- Informer tous les acteurs
- Diffuser les connaissances
- Convaincre les maîtres d'ouvrage d'autoriser les nouvelles techniques en variante ou de les intégrer en solution de base
- Convaincre les entreprises de répondre aux appels d'offre d'une façon compétitive.

VII. LES INDUSTRIELS UTILISATEURS

Dans nombre d'applications industrielles, le métakaolin est utilisé comme un agent technique au sein d'un procédé de fabrication plus ou moins complexe. Comme le métakaolin ne représente qu'une faible part de la valeur ajoutée, le client industriel

n'est pas sensible qu'au seul coût : il fait généralement attention à d'autres critères tels que :

- Fiabilité des approvisionnements
- Capacité à livrer rapidement
- Respect des cahiers des charges ainsi que des règles et normes en vigueur
- ...

VIII. LES DISTRIBUTEURS

Leur rôle est important en Guyane pour importer et/ou diffuser des produits auprès d'une clientèle diffuse de particuliers ou de petites entreprises.

PARTIE 5 : LES APPLICATIONS DU MÉTAKAOLIN EN GUYANE

I. LES ROUTES

Le réseau routier en Guyane, peu dense et faiblement maillé, doit faire face à l'augmentation du trafic et à des contraintes naturelles qui restreignent drastiquement son expansion. Il est constitué d'un axe principal qui longe le littoral sur près de 450 km, reliant Saint-Laurent-du-Maroni à Saint-Georges aux frontières respectives du Suriname et du Brésil. À cet axe s'ajoutent des routes et pistes annexes desservant les communes les plus isolées.

Typologie du réseau routier de la Guyane selon l'accessibilité et les usages (2009)

Ordre	Type	Longueur	Accessibilité	Usages	Observations
1	voies urbaines	264,1 Km			
2	Routes et pistes carrossables d'usage mixte et à forte présence d'habitat	482,7 Km	Véhicules légers à améliorer aux camions	Habitat groupé, agriculture et loisirs	Usage mixte invitant à une prise en charge des investissements et des entretiens par les collectivités. Foncier à régulariser.
3	Routes et pistes carrossables à usage mixte, dominante forestière	495,3 Km	Accessibilité grumiers	Accès forêt, exploitations forestière, touristique, loisirs, habitat isolé avec agriculture vivrière ou de complément...	Modalités d'utilisation, d'entretien, à négocier ONF/collectivités/usagers
4	Piste touristique	7,7 Km	4/4 à améliorer...	Tourisme et loisirs. Autres usages nuls.	cas rares et discutables, pour mémoire
5	Piste de carrière	7,7 Km	Accessibilité camions	Accès carrière en exploitation	cas rares, mais en augmentation (petits tronçons). Entretien spécifique coûteux à la charge de l'exploitant...
6	Routes et pistes carrossables forestières	446,9 Km	Accessibilité grumiers	forêt, minier éventuel	Gestion ONF
7	Pistes d'exploitation forestière ou/et minière	1 338,4 Km	Accessibilité quad (au mieux véhicules 4/4)	Exploitation forestière (ou/et minière)	Création par exploitants, par d'entretien
8	Routes et pistes carrossables des lotissements agricoles.	253,8 Km	Véhicules légers à améliorer aux camions	Agriculture et habitat dispersé, agritourisme	
9	Chemins d'exploitation ruraux	286,1 Km	Accessibilité quad (au mieux véhicules 4/4)	Agriculture	Création et entretien par exploitants
	Total	3 582,7 Km			

Source : ONF

Le climat spécifique de la Guyane influence directement la réalisation des routes et pistes forestières, tant dans leur planification dans le temps que dans leurs caractéristiques techniques et dans les coûts associés :

- la grande saison des pluies (avril/mai à août)
- la grande saison sèche (août à novembre) : c'est la période propice aux travaux de terrassement routier
- la petite saison des pluies (novembre/décembre à janvier/février)
- la petite saison sèche (février/mars).

La pluviométrie peut varier sensiblement autour d'une moyenne de 2 700 mm/an (de 1 500 à plus de 5 000 mm/an).

A. Les routes nationales

Le réseau de routes nationales guyanais est long d'environ 450 km. Les caractéristiques des sols (argile latéritique...) et les conditions climatiques très humides font qu'il nécessite un entretien important.

La moitié de la RN2 (190 km entre Cayenne à Saint-Georges-de-l'Oyapock) devrait être reprise au cours des 20 à 30 prochaines années : lors de sa construction elle se présentait comme une large piste forestière latéritique, qui a été peu à peu bitumée.

Le volume habituel de travaux est de l'ordre de 4 à 5 km/ an.

L'utilisation de LHR permettrait de stabiliser les sols sans utiliser de cailloux, dans les zones où les carrières sont éloignées.

Estimation du besoin en métakaolin pour 1 km de RN :

- Volume à traiter : 1 000 m de long x 10 m de large x 0,30 m d'épaisseur = 3 000 m³
- Densité = 2
- 7% LHR → poids LHR : 7% x 2 x 3 000 = 420 t
- Si 40% de métakaolin : 168 t

Soit ~0,8 kt/an pour traiter 5 km/an de RN

B. Les pistes forestières

L'ONF entretient un réseau de routes forestières organisé autour de 5 pénétrantes de 80 km de long (soit 400 km au total). Chacune de ces pénétrantes est entourée de pistes secondaires et tertiaires structurées en arrête de poisson, d'une longueur de 300 km. Cela fait un réseau total d'environ 2 000 km de pistes, dont 600 km sont actives.

Depuis 10 ans environ, l'ONF intègre les LHR dans ses programmes de construction et d'entretien des pénétrantes. Le processus est le suivant :

- Construction d'une piste normale
- Après 3 ans, entretien classique de la piste (coût 4 euro / m)
- Après 5 ans, reprise avec des LHR des points de faiblesse structurels constatés (coût 17 euro / m)
- Puis entretien tous les 2 ans

L'ONF traite avec des LHR environ 10 km / an, pour un surcoût de 24 euros / m² correspondant au malaxage, à l'introduction du liant et au suivi géotechnique. Ce surcoût est à comparer au coût moyen d'une route livrée : 200 euros / m².

Besoin théorique en métakaolin pour 1 km :

- Volume à traiter : 1 000 de long x 6 m de large x 0,40 m d'épaisseur = 2 400 m³
- Densité = 2
- 7% LHR → poids LHR : 7% x 2 x 2 400 = 336 t
- Si 40% de métakaolin : 134 t

Soit un potentiel de ~1,3 kt / an pour 10 km

C. Les routes secondaires

Le réseau routier guyanais comporte environ 400 km de routes gérées par la CTG et 1 000 km gérées par les communes.

En 2009, l'ONF a estimé qu'il fallait reprendre environ 320 km de routes secondaires, à raison d'environ 20 km/an.

La préconisation de l'ONF est d'utiliser systématiquement des LHR, ce qui surenchérit le coût de 24 euros/ m², en contrepartie de quoi le maître d'ouvrage évite tout coût d'entretien pendant 5 ans. Ces travaux routiers sont susceptibles d'être financés par des fonds européens de développement rural, du type FEADER 2014-2020 au titre de la mesure 4.3.2 (*Aménagements fonciers et amélioration de l'accès au foncier agricole et forestier*).

Besoin théorique en métakaolin pour 1 km de route secondaire :

- Volume à traiter : 1 000 de long x 6 m de large x 0,30 m d'épaisseur = 1 800 m³
- Densité = 2
- 6% LHR → poids LHR : 6% x 2 x 1 800 = 216 t
- Si 40% de métakaolin : 86 t

Soit un potentiel de ~1,7 kt / an pour 20 km/an

D. Retours d'expérience LG7

Les LHR sont à envisager pour évaluer les méthodes de stabilisation des sols guyanais.

Les chantiers avec utilisation de LHR ne sont pas très fréquents en Guyane. Eiffage a été la première entreprise à en utiliser un, le LG7, qui est produit par Argos. Une fois rendu sur site, son prix est légèrement inférieur à celui du ciment : 190 euros/t, à comparer à environ 200 euros /t.

Des chantiers sont régulièrement faits avec le liant LG7, très souvent avec succès. D'autres ont connu des difficultés, qui permettent de préciser les conditions de réussite des LHR en Guyane : il semble que tous les sols guyanais ne peuvent être traités avec le liant LG7, notamment ceux qui sont fait d'argile très désaturée.

Noter que le LG7 ne contient pas d'additif pouzzolanique. Un LHR avec du métakaolin devrait être bien plus performant que le LG7, ce qui fait qu'on peut estimer pouvoir le vendre au moins au prix actuel du LG7.

II. LE BÉTON

La Guyane consomme environ 70 - 90 kt de ciment par an, principalement utilisé pour du béton. Les volumes sont fonction des projets réalisés : en 2018 par exemple, la consommation de ciment a atteint 93 kt du fait du chantier d'Ariane 6.

On observe que les cimentiers tendent à produire le clinker dans quelques grosses unités et à fabriquer le ciment (c'est-à-dire à broyer le clinker) dans des unités plus petites, au plus proche des marchés consommateurs. La Guyane n'échappe pas à la règle, car le seul producteur guyanais de ciment, Argos, importe et broie du clinker dans une installation dont la capacité est de 150 kt.

- Importations de clinker et ciment (source Douanes) :

LIB NC8	Pays	Valeur importatbn (k€)		Quantité (t)		Prix unitaire (€/t)	
		2017	2018	2017	2018	2017	2018
Ciments non-pulvérisés dits 'clinkers'	Total "tous pays"	8 418	7 915	67 924	72 355	124	109
Ciments Portland blancs, même colorés artificiellement	Total "tous pays"	1	4	1	6	845	689
Ciments Portland blancs, même colorés artificiellement	dont "France"	1	1	1	1	845	1 576
Ciments Portland blancs, même colorés artificiellement	dont "Autres pays"	0	3	0	5		525
Ciment Portland normal ou modéré (à l'excl. des ciments Portland blancs, même colorés artificiellement)	Total "tous pays"	1 489	626	4 110	3 717	362	168
Ciments, même colorés (à l'excl. des ciments Portland et des ciments alumineux)	Total "tous pays"	6	11	8	12	782	921

- Volume de ciment :

Ventes de ciment à fin juillet (t)

	janvier-juillet 2017	janvier-juillet 2018	moyenne
BPE	20 185 54%	34 208 65%	60%
Sac	13 380 36%	14 241 27%	31%
Préfa	4 036 11%	4 228 8%	9%
Total	37 601	52 677	

Source : CERC

- Typologie du ciment consommé en vrac :

	Volume	Prix de vente (€/t)
42-5 SR3	4%	220
42-5	81%	170
32-5	15%	160
Total	100%	

Source : entretèns

Il n'y a pas de pouzzolane en Guyane. Le cimentier Argos travaille sur l'obtention d'agréments techniques européens pour ses ciments 32-5 et 42-5 à « Usage Tropical » qui incorporent des ajouts locaux.

Toutes choses égales par ailleurs, si on fait l'hypothèse que 15% du ciment est substituable par du métakaolin (pour respecter la normalisation française actuellement en vigueur), la Guyane représente un marché potentiel de 70 x 15% ~ 10,5 kt par an environ.

A terme, les évolutions de normalisation devraient permettre d'augmenter le pourcentage de metakaolin dans le béton, ce qui permettrait d'envisager un potentiel 33% plus important (~14 kt), voire plus si la demande pour des bétons bas carbone se développe.

A. Béton haute performance

Les applications de génie civil exigent un béton d'excellente qualité, parfois supérieure à ce qui est disponible localement. Le métakaolin, en tant qu'additif pouzzolanique, pourrait améliorer la qualité du béton mis en œuvre lors de grands projets ; néanmoins cela nécessite de respecter les normes françaises.

De nombreux grands projets sont en cours ou envisagés pour la Guyane dans les prochaines années par des maîtres d'ouvrages publics (pont du Larivot) ou privés (par ex. centrale au fuel de Cayenne, port de Dégrad des Cannes...). Il n'y a pas de vision claire sur les projets futurs qui seront financés.

Les ouvrages d'art actuellement envisagés pour les 5 ans qui viennent sont :

- Grand Laussat : 10 m large x 25 m long
- Saut Sabbat : 10 m large x 190 m long
- Stany : 10 m large x 25 m long
- Crique Portal : 10 m large x 50 m long
- Kounana : inspection en cours de l'ouvrage actuel

Si on fait l'hypothèse qu'en moyenne chacun de ces projets nécessite entre 50 000 et 100 000 m³ de béton et dure 5 ans environ, et qu'on a 3 grands projets simultanément, cela correspondrait à une consommation annuelle de :

- $3 \times 50\,000 / 5 = 30\,000$ m³ de béton,
- $45\,000 \times 350 = 10,5$ kt de ciment,
- $10,5 \times 20\% = 2$ kt de métakaolin

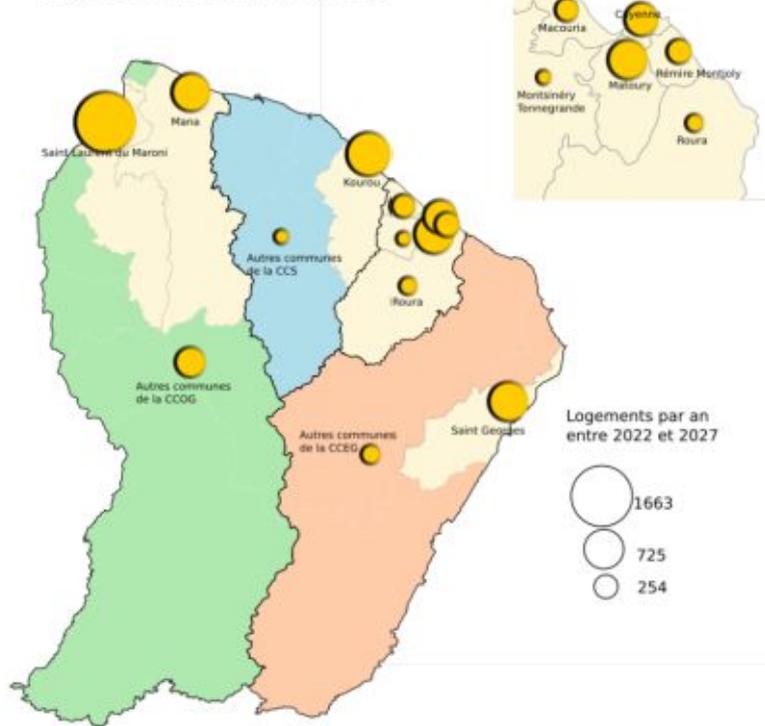
Pour cette application, le métakaolin sera vendu plus cher que le ciment normal, car il améliore la performance.

B. Le logement

L'Insee et la Deal estiment que 1 850 logements sont produits chaque année alors qu'il faudrait en produire entre 4 400 et 5 200 par an d'ici à 2040 (soit entre 100 000 et 120 000 logements, dont la moitié en logement social). Une telle perspective était déjà établie en 2017 pour la période 2022-2027.

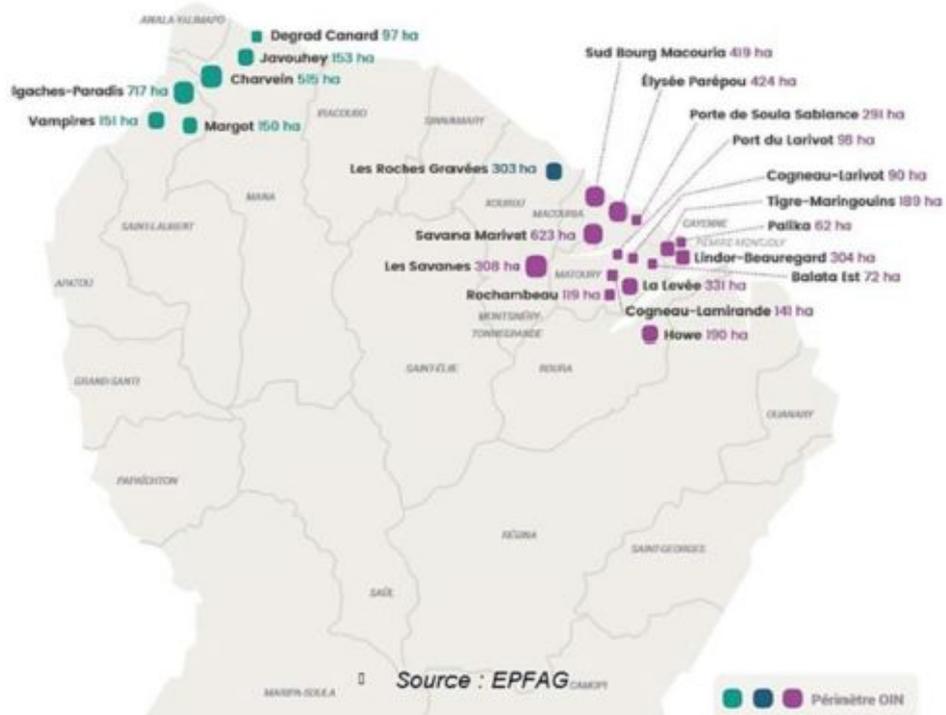
Perspectives de production de logements
à moyen terme : 2022 - 2027

Hypothèse basse (44 000 Logements sur 10 ans)



Source : DEAL, Quels besoins en logements pour les dix prochaines années - 2017

C'est pourquoi une opération d'intérêt national (OIN) a été lancée dont l'objectif est de produire rapidement au moins 1 000 logements supplémentaires par an, sur trois bassins de vie. Les projections hautes de l'OIN font état de plus de 20 000 logements sur 5 700 ha.



Pour ces chantiers de logement social, sauf exception, on recherche un coût de production le plus bas possible : le métakaolin ne pourra donc trouver sa place en substitution du ciment que s'il est moins cher et si la logistique du BPE est adaptée.

C. Les mortiers

Le métakaolin pourra être utilisé en Guyane en substitution du ciment dans des mortiers et enduits esthétiques. Le marché est a priori limité.

III. LES AUTRES APPLICATIONS DU METAKAOLIN

La Guyane ne disposant pas de centres d'incinération de déchets ni de de filières industrielles dans le secteur plastique / chimie / caoutchouc, les autres applications en Guyane du métakaolin seront de faible volume.

IV. LES MARCHÉS À L'EXPORTATION

Pour rentabiliser l'unité de production de métakaolin, il est donc opportun de rechercher des applications en dehors des frontières du département, pour à la fois augmenter le volume des ventes et moins dépendre de la conjoncture du seul territoire guyanais.

Le sujet clé réside dans les surcoûts associés à l'exportation du métakaolin.

La Guyane n'est pas dotée d'un hub maritime, mais de cinq ports de taille modeste, dont :

- Dégrad-des-Cannes, le principal port de commerce de Guyane, qui en l'absence de port naturel est installé à l'embouchure d'un fleuve. La faible profondeur du chenal (entre 6 et 7 m) impose des contraintes structurelles sur les navires qui doivent être capables de naviguer avec de faibles tirants d'eau
 - Avec le port de Kourou – Pariacabo, il constitue le Grand port maritime de la Guyane (GPMG), dévolu majoritairement à l'approvisionnement en hydrocarbure pour l'Ouest guyanais et au fret spatial
 - A très long terme, le GPMG étudie la viabilité d'un projet de plate-forme offshore multi-usage qui doterait la Guyane d'un port en eau profonde, situé au large à 100-120 km des côtes
- Le port de Saint-Laurent-du-Maroni, qui accueille trois lignes sur son terminal commercial : une ligne en provenance de l'Europe, une intra-Caraïbe, et une en provenance des États-Unis. Ces lignes sont destinées principalement à l'importation de vrac (ferrailles, acier, bois, matériels roulants, marchandises palettisées, etc.).
 - À moyen terme, la croissance démographique dans l'Ouest et le développement de l'activité commerciale devraient rendre nécessaire la

construction d'un nouveau grand port industriel à Saint-Laurent-du-Maroni.

Le métakaolin est moins dense que le ciment et se transporte dans des big bags. Il sortira de Guyane par le port de Saint-Laurent ou le port de Cayenne, aucun des deux n'acceptant de bateaux à fort tirant d'eau.

Compte tenu de la localisation des gisements de kaolin guyanais, il semble préférable d'utiliser le port de Saint-Laurent-du-Maroni.

On peut estimer les frais de shipping à environ :

- 80 euros / t pour aller de Saint-Laurent à un port européen
- 70 euros / t pour aller de Dégradés des Cannes à un port des Antilles

Le surcoût du transport (environ 100 euros / t) oblige donc à rechercher des applications à haute valeur ajoutée pour le métakaolin :

- Substitution de fumées de silice pour du béton à haute performance
- Applications techniques pour industrie

Ces applications devraient permettre de viser un prix de vente (rendu) de 200 à 300 euros / t, sous réserve d'une qualité contrôlée et garantie.

Hors de Guyane, l'utilisation du métakaolin guyanais comme LHR ou substitut de ciment risque d'être obérée par la possibilité de trouver localement ou ailleurs (Antilles par exemple) d'autres matériaux aux propriétés pouzzolaniques qui rendront le métakaolin guyanais non compétitif.

V. CONDITIONS DE SUCCÈS

Deux prérequis :

- Vérifier que le kaolin guyanais a les qualités exigées pour les applications visées
- S'assurer que les volumes visés permettent d'obtenir des coûts de production en ligne avec les niveaux de prix des marchés visés

Pour pénétrer des marchés réglementés (ex. béton à haute performance en Guyane) ou exigeants (clients industriels en Europe ou Amérique du nord) il est nécessaire pour le producteur de métakaolin de :

- Être en mesure de prouver au client le respect des cahiers des charges
- Contrôler régulièrement la qualité des produits
- Assurer des livraisons régulières et fiables

Cela passe notamment par :

- Un processus de production avec certification qualité
- Un écosystème local en Guyane de laboratoires de tests et d'analyse

- Des entreprises de mise en œuvre ayant des personnels formés et des équipements adaptés
- Des donneurs d'ordre publics et privés informés des nouvelles techniques, et à même de passer des marchés intégrant les caractéristiques et spécificités de ces matériaux

Enfin, la maîtrise des coûts de production passera par la valorisation de tous les co-produits et déchets. A cet égard, le sable contenu dans la kaolinite guyanaise est de très bonne qualité (silice pure à 99%) et devrait pouvoir être utilisé localement sans difficulté.

PARTIE 6 : LE POTENTIEL DU KAOLIN GUYANAIS

Pour améliorer l'économie globale du projet de production de métakaolin, on peut chercher à valoriser le kaolin du gisement.

I. LOCALEMENT, EN GUYANE

Compte tenu du faible tissu industriel guyanais, deux usages du kaolin sont envisagés.

A. Applications phytosanitaires

Le kaolin est autorisé en France (c'est-à-dire qu'il dispose d'une autorisation de mise sur le marché) comme répulsif pour traiter par aérosol :

- les agrumes contre les cicadelles, cercopides et psylles (insecte piqueur suceur)
- les plantes à parfum aromatiques, médicinales et condimentaires (PPAMC) contre des ravageurs divers
- les oliviers contre la mouche de l'olive et la chenille phytophage
- les pêchers contre les pucerons

Il y a peu de vergers en Guyane et les cultures bio sont peu répandues.

Néanmoins ces quatre applications sont potentiellement intéressantes en Guyane, notamment la première qui permettrait un traitement bio des citrons et autres agrumes

- On utilise en Guyane de l'huile essentielle d'orange (ex. Prev-AM de Vivagro) pour traiter les agrumes

Les deux dernières AMM devraient être transposées à des fruits cultivés en Guyane, comme la Goyave, qui est attaquée par la mouche du fruit, et le corossol attaqué par le papillon.

Dans tous les cas, il conviendra de réaliser pour le kaolin guyanais des tests d'efficacité, des tests toxicologiques et des tests d'écotoxicité qui devront être réalisés dans des organismes ayant obtenu l'agrément BPE (bonne pratique expérimentale) :

- Sur plus de 120 centres agréés en France, seuls trois sont situés hors de métropole : les Centres techniques de la canne à sucre de Martinique et Guadeloupe et l'Association réunionnaise pour la modernisation de l'économie fruitière, légumière et horticole. Ce dernier semble le plus adapté.

Le traitement des agrumes préconisé pour le Sokalciarbo consiste en un premier passage à la dose de 50 kg/ha, suivi, 7 à 20 jours après, de 5 applications maximum à la dose de 30 kg/ha. Soit environ 200 kg/ha. En faisant l'hypothèse que la préconisation serait la même en Guyane (où la pluviométrie est cependant

différente de la métropole), cela conduit à 320 t / an pour traiter les 1 600 ha cultivés en agrume en Guyane.

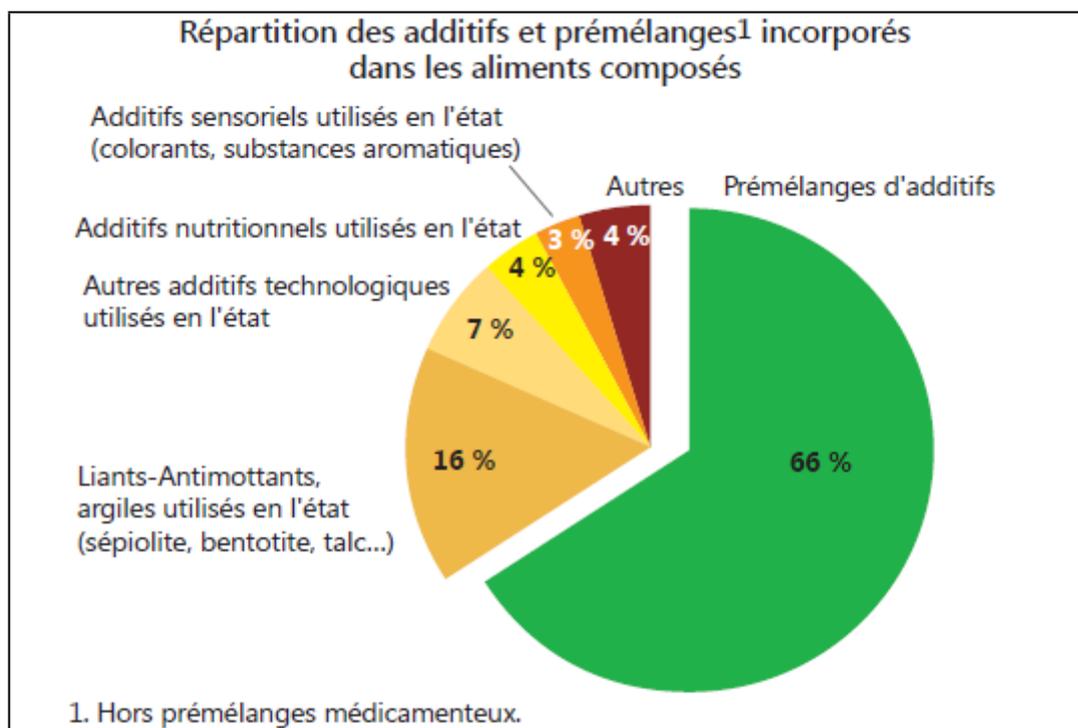
B. Alimentation animale

La production industrielle d'aliments composés pour animaux de ferme (c'est-à-dire les aliments autres que le fourrage et les aliments élaborés à la ferme) est un marché important, évalué à plus de 20 millions de tonnes en France.

Le kaolin est considéré comme un additif (E559) qui peut être ajouté aux matières premières qui serviront à fabriquer les aliments composés. Il se substitue souvent au talc.

- La réglementation impose des analyses pour vérifier notamment que le kaolin est exempt de dioxine naturelle ou de métaux lourds

Les liants antimottants et argiles utilisées en l'état (bentonite, talc...) représentent en France 16% des additifs qui sont incorporés aux aliments. Comme ces additifs constituent 3% des matières premières, les argiles représentent au plus $16\% \times 3\% = 0,5\%$ des aliments composés.



Source : Agreste

La filière agroalimentaire est peu développée en Guyane :

- Le secteur des industries agroalimentaires de la Guyane occupe une faible part du secteur manufacturier et repose sur un tissu de 173 établissements générant 337 emplois

- Le tissu industriel est récent et dominé par des micro-entreprises (moins de dix salariés)
- L'emploi est soutenu par l'activité des industries de transformation des produits de la mer

Le plus gros fabricant d'aliment pour bétail est la société Imco qui n'utilise pas de kaolin. Elle achète quelques tonnes par moi de produits minéraux. Comme elle produit moins de 10 000 tonnes / an, le potentiel qu'elle représente est inférieur à 50 tonnes / an de métakaolin.

C. Briques et matériaux de construction

La kaolinite trop pure n'est pas bien adaptée pour faire des briques ou des matériaux de construction, car elle est trop réfractaire. Il convient de la mélanger à d'autres argiles.

Il n'y a qu'un producteur guyanais de briques.

II. A L'EXPORT

Il convient de rechercher des applications justifiant des coûts logistiques importants.

A. Papier

Le kaolin sud-américain est réputé pour être bien adapté à l'industrie papetière. Dans les années 80, le BRGM a réalisé des études qui ont confirmé que le kaolin guyanais pouvait être utilisé pour des applications papetières.

Les gros acteurs du kaolin sont présents au Brésil : par exemple Imerys possède une grosse unité de production de kaolin à Barcarena, à côté de Belem.

Comme le marché du papier n'est pas porteur, il ne semble pas judicieux d'ajouter des capacités sur le marché.

B. Céramique

Il faudrait connaître le taux en impureté (fer, titane...) du kaolin guyanais pour mesurer son potentiel intérêt pour des applications céramiques.

A ce stade, on remarque que :

- En général, les kaolins adaptés aux applications papetières ne sont pas très bien adaptés aux applications céramiques en vaisselle
- Le kaolin de Moengo, au Surinam, contiendrait des impuretés qui le rendraient inapte à un usage céramique

C. Applications de niche

Kaolin non calciné

Il s'agira de vendre un kaolin broyé, à la pureté et à la granulométrie contrôlées.

Fonction de la qualité des gisements identifiés en Guyane, on pourra trouver des applications en Europe ou Amérique du nord, pour profiter des voies maritimes existantes.

Kaolin calciné

Cela nécessite un investissement plus important que pour du métakaolin flash, car il s'agit de transformer la structure cristalline du kaolin et de chauffer à plus haute température.

L'intérêt économique de cet investissement devra être calculé en fonction des débouchés identifiés.

PARTIE 7 : ESTIMATION DES MARCHÉS POTENTIELS

La kaolinite de Guyane, après un traitement de calcination / broyage Flash, donne du métakaolin qui permet d'avoir un matériau à la fois :

- Local
- Réduisant le contenu en gaz à effet de serre du ciment utilisé en Guyane
- Améliorant significativement la qualité du béton produit en Guyane
- Contribuant à la stabilisation du sol des chaussées guyanaises

Compte tenu de la réglementation actuelle et de ses évolutions prévisibles, ainsi que du prix de vente du ciment produit en Guyane, le potentiel annuel pour une unité de métakaolin Flash serait de :

- 6 à 14 kt (@ prix moyen de vente (PMV) de 140 euros / t) à environnement normatif constant :
 - Les marchés routiers (4 kt @ PMV de 140 euros / t) devant être les premiers à consommer du métakaolin, suivis par les marchés de génie civil demandant des béton à haute performance (2 kt @ PMV de 170 euros / t)
 - Les marchés de béton courant (8 kt @ PMV de 150 euros / t) s'ouvrant ensuite dans la mesure où le prix du métakaolin est compétitif par rapport au ciment
- Ce volume pouvant atteindre 18 kt @ PMV de 150 euros / t si les normes évoluent comme cela est envisagé et consolident la demande pour du béton décarboné.

La demande à l'export pour du métakaolin est estimée à plus de 13 kt : 3 kt pour des applications de béton de haute performance et plus de 10 kt pour des applications industrielles (sous réserve de l'adéquation de la qualité du kaolin).

		Potentiel en Guyane				Potentiel Export	
		Application actuelle		Evolution normative			
		Vol. (kt)	PMV (euros/t)	Vol. (kt)	PMV (euros/t)	Vol. (kt)	PMV (euros/t)
Métakaolin	Routes nationales	1	140	1	140		
	Pistes forestières	1	140	1	140		
	Routes secondaires	2	140	2	140		
	Béton à haute performance	2	170	2	170	> 3	150
	Béton courant / décarboné	8	150	12	150		
	Autres applications					> 10	150
	total	14	150	18	150	> 13	
kaolin	Papier	0					
	Céramique	0					
	Phytosanitaire	< 0,2					
	Alimentation animale	< 0,1					
	Autres						
total		<3					
	Ciment		70		170		
	LG7				140		

BIBLIOGRAPHIE SÉLECTIVE

IEDOM *Guyane Rapport* (2018)

CTG *Schéma d'Aménagement Régional de la Guyane* (2016)

BRGM rapport 67334 *Kaolin et argiles kaoliniques* (2018)

Cimbéton - *Le retraitement en place à froid des chaussées au ciment ou aux liants hydrauliques routiers* (2007)

Cimbéton – *La valorisation des matériaux en place aux liants hydrauliques routiers* (2015)

Cerib - *Intérêt des métakaolins dans les bétons* (2007)

Iffstar – *Recommandations pour la prévention des désordres dus à la réaction sulfatique interne* (2017)

acpresse.fr *Métakaolin flash, un atout pour les bétons durables* (2019)

Hoffmann Green Cement Technologies *Document d'enregistrement AMF* (2019)

Imerys *Documents de référence*

ONF *Actualisation de l'étude de la voirie rurale de Guyane - Programme 2007-2013* (2009)

RDV Techniques de l'ONF - *Conception et réalisation des routes et des pistes forestières en Guyane* (2006)

Deal *Quels besoins en logements en Guyane pour les 10 prochaines années ?* (2017)

Rapport n° 1990 de la Commission des finances, rapporteur général M. le député Joël Giraud
Annexe 8 Cohésion des territoires : Logement et hébergement d'urgence (5 juin 2019)

Agreste Primeur n° 345 *Les matières premières dans les aliments composés pour animaux de ferme en 2015* (2017)

CERC Guyane *Conjoncture de la filière construction* (2018)

ENTRETIENS RÉALISÉS

Nom	Organisme	Fonction	Pays
Laurent Parmentier	DEAL	Etude et grands travaux	Guyane
Franck Gourdin	DEAL	Adj. Risques, énergie, mines déchets	Guyane
Guy Faucher	DEAL	Chef de service REMD	Guyane
Philippe Poggi, AfiMansuy	SGAR	Délégué régional recherche territoire	Guyane
Jeanne-Marie Gouiffès, Astrid Henry	DEAL	Aménagement, urbanisme, constructon et logement	Guyane
Kevin Le Mouel	DEAL	Assistance aux collectivités Ouest	Guyane
Smail Yahia	CTG	DGA infrastructures et appui aux CT	Guyane
Bénédicte Maximin Bouth	CTG	Responsable du Service Forêt-Bois, Mines et Carrières	Guyane
Loïc Buzaré	CTG	Directeur du développement des filières économiques	Guyane
Daniel Beausoleil	CERC de Guyane	Directeur opératbnnel	Guyane
Hervé Quezel	ONF	Spécialiste route	Guyane
Sylvie Mercier	Service statsttque Douanes		France
Christophe Doury	Eiffage Infra	Resp. technique labo	Guyane
Jean-Paul Dupuy	Colas DGI		France
Benoît Louault	Ribal	DG	Guyane
Rani Antoun	SNTPG (Audemard)	DG	Guyane
Henry Hausermann	SGRB SGD G (Audemard)	Manager	Guyane
Philippe Dury	Grassalco Vitro	CEO	Suriname
Virginie Soleil-Raynaud	Imerys Refractories Clerac	chef produit	France
Pierre Daniellou	Imerys	Senior advisor	France
Philippe Hauza	Argeco	Directeur technique	France
Jean-Paul Tardy	Argiles d'Aquitaine	DG	France
Olivier Bou	BoConsult	Ingénieur conseil	France
Pierre Bourbon	BRGM		France
Geoffey Aertgeerts	BRGM		Guyane
Joseph Abdo	Cimbeton	Directeur délégué Routes	France
Nicolas Mouchnino	Sft	Resp. économique	France
Christän Agnes	Argos	Président	Guyane
Philippe Eveillard	Unifa	Directeur agriculture environnement et statstiques	France
Jean-Michel Cousseau	BG - Bâtiment Guyanais	Pôle agriculture	Guyane
Geneviève Deschamps	Guyane Agrosystème		Guyane
Charles Delannoy	Procidys	Consultant	France
Frédéric Gérard	Inra	UMR Eco&Sols	France
Bruno Chauvel	Inra		France
Laurent Caner	Université Poitiers		France
Bruno Canus	Ministère agriculture	Paquet hygiène producton végétale primaire	France
Damien Laplace	DAAF	Unité offre et qualité alimentaire	Guyane
Benoît Tardiveau	Timac Agro / Roullier	Directeur adjoint département matières premières	France
Sandrine Amsler	Draaf	Référente alimentatbn animale	France
Xavier de Moussac	CEM	DG	France
Brigitte Moy	Somarig (CMA CGM)	Export	Guyane
Aimery de Laroulliere, Sophie Taviot	Soreidom / rhea shipping	Dir. commercial	France

ANNEXES

Table des annexes

1. Chiffres clés de la Guyane
2. Indicateurs clés
3. Activité BTP
4. Contrat de plan 2015 -2020 : volet routier
5. Projets évoqués lors de la réunion de la Cellule Économique Régionale de Construction (CERC) du 21 octobre 2019
6. Tableau NAF1 de la norme béton NF EN 206-1
7. Carrières en Guyane
8. Les ressources minérales en Guyane
9. Caractéristiques du métakaolin produit à Moengo au Suriname
10. Schéma de desserte des voies forestières en Guyane
11. Octroi de mer
12. Applications phytosanitaires
13. Alimentation animale
14. Applications du kaolin
15. Chiffres d'affaires de producteurs français

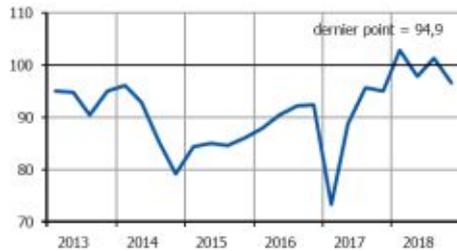
1. Chiffres clés de la Guyane

	2000	2018	France 2018
Population			
Population totale (en milliers, en millions pour la France)	162,0	296,7 ^{(1)(e)}	66,993 ⁽¹⁾
Part des moins de 25 ans (%)	51,5	48,1 ^{(1)(e)}	29,7 ⁽¹⁾
Part des 25 - 59 ans (%)	42,8	43 ^{(1)(e)}	44,2 ⁽¹⁾
Part des 60 ans et plus (%)	5,7	8,8 ^{(1)(e)}	26,1 ⁽¹⁾
Densité de population (hab/km ²)	2,1	3,5 ^{(1)(e)}	105,8 ⁽¹⁾
Taux de croissance annuel moy. de la population	3,8 ⁽⁵⁾	2,3 ⁽⁴⁾	0,46 ⁽³⁾
Taux de natalité (taux pour 1000 habitants)	31,4	26,4 ^{(1)(e)}	11,3 ⁽¹⁾
Taux de mortalité (taux pour 1000 habitants)	3,9	3 ^{(1)(e)}	9,2 ⁽¹⁾
Taux de mortalité infantile (taux pour 1000 naissances)	10,5	9,9 ^{(2)(e)}	3,8 ⁽¹⁾
Indicateur conjoncturel de fécondité	4,0	3,6 ^{(1)(e)}	1,9 ⁽¹⁾
Espérance de vie à la naissance – hommes (années)	71,7	78,2 ^{(1)(e)}	79,5 ⁽¹⁾
Espérance de vie à la naissance – femmes (années)	79,2	83,3 ^{(1)(e)}	85,4 ⁽¹⁾
Taux de réussite au baccalauréat (%)	n.d	78,6	88,3
Taux d'illettrisme (% sur la population des 16 à 65 ans)	n.d	20 ⁽⁶⁾	7 ⁽⁶⁾
Environnement			
Superficie totale (km ²)	83 846	83 846	633 208
Zone forestière (% surface totale)	96	96	30
Part d'électricité renouvelable dans la production d'électricité	n.d	66%	23%
Économie			
PIB (milliards d'euros courants)	1,7	4,2 ^{(7)(e)}	2 291,7 ⁽⁷⁾
Taux de croissance du PIB (% euros constants)	-10,6	-1,9 ^{(7)(e)}	2,2 ⁽⁷⁾
PIB par habitant (euros courants)	10 458	15 339 ^{(7)(e)}	34 151 ⁽⁷⁾
Taux d'inflation (% variation par rapport à l'année précédente, en glissement)	1,4	0,7	1,6
	2000	2018	Variation 18/00
Demandeurs d'emploi de catégorie A à fin décembre	12 092	22 510	86,2%
Total des importations (millions d'euros)	619	1 512,5 ^(p)	144,3%
Total des exportations (millions d'euros)	123	202,9 ^(p)	65,0%
Taux de couverture (%)	19,9	13,4 ^(p)	-6,5 pts
Indicateurs sectoriels			
Nombre de lancements de fusées	12	11	-8,3%
Exportations d'or (tonnes)	6,7	1,2 ^(p)	-82,1%
Cours de l'or au LBMA en USD/Once (moyenne annuelle)	279,5	1 269,5	354,2%
Trafic aérien (nbre de passagers)	354 846	538 782	51,8%
Ventes de ciment (tonnes)	55 431	93 049	67,9%

Source : IEDOM

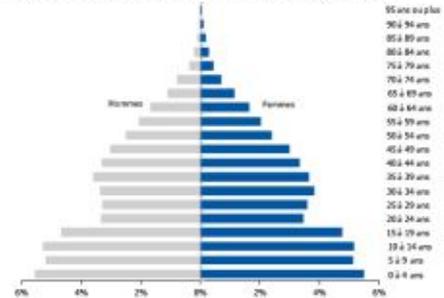
2. Indicateurs clés de la Guyane

Indicateur du climat des affaires



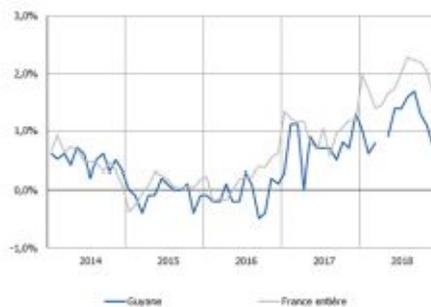
Source : Enquête de conjoncture Iedom

Structure de la population au 1^{er} janvier 2019



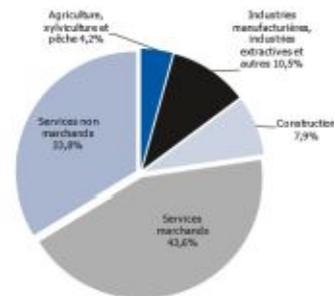
Source : Estimation Insee

**Évolution de l'indice des prix
(en glissement annuel)**



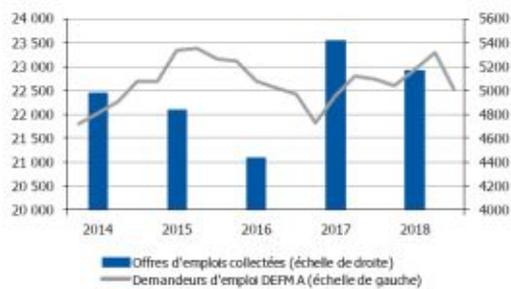
Source : Insee

Répartition de la VA en 2014



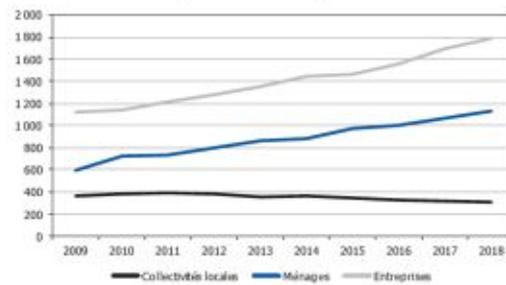
Source : Insee

**Demandeurs d'emploi et offres d'emploi collectées
(en nombre)**



Source : SNTMP, Pôle emploi - Dares

**Évolution annuelle des encours de crédits par clientèle
(en millions d'euros)**



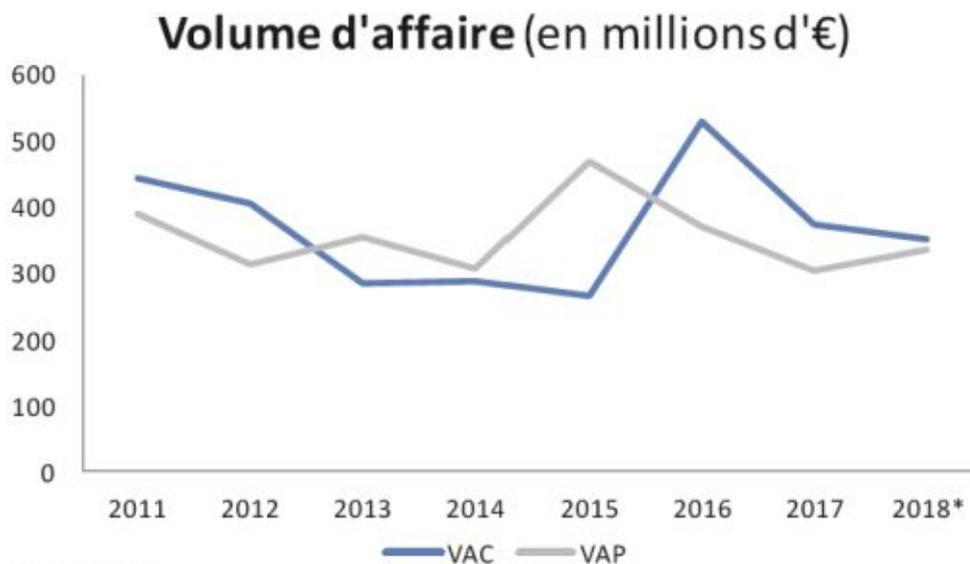
Source : Iedom - Établissements de crédit implantés ou non Localement

Source : IEDOM

3. Activité BTP

La Cellule économique du BTP fournit deux types d'indicateurs pour les montants de la commande publique :

- Le volume d'affaires publiées (VAP) représente le montant total des appels d'offres publiés, c'est un indicateur de l'activité à moyen terme (2 à 3 ans)
- Le volume d'affaires contractualisées (VAC) est un indicateur de l'activité à court terme (12 à 18 mois).



Source : CERC

2018* : Estimation CERC réalisée à mai 2018 pour le VAC. Estimation à juillet pour le VAP

4. Contrat de plan Etat – Région Guyane 2015 -2020 : volet routier

Opérations en M€	BOP	État	Conseil Régional	Conseil Général
RN 1 – Échangeur des Maringouins	203	9,500	9,500	
RN 1 – Section Balata - Tonate	203	17,000	5,500	
RN 2 – Section Balata - PROGT	203	12,500	12,500	
RN 1 – Reconstruction des ponts de Saut Sabbat et Grand Laussat	203	11,000		
RN 2 – Reconstruction du pont sur la Comté et rectification des virages	203	20,000	1,500	
Pont Mme Maintenon	203	1,500	2,000	
Voiries communales			18,000	0,500
Route de Petit Saut			5,000	
Route de Saint-Laurent Apatou			3,000	
Contrat territoriaux			9,000	
Voiries départementales RD17, RD8, RD9, RD1, RD10, DR22		Financées par le Conseil Général au titre des crédits valorisés		
Total		71,500	66,000	0,500

5. Projets évoqués lors de la réunion de la CERC du 21 octobre 2019

- RN1 Balata – Tonate
- RN1 Pont du Larivot
- RN1 Pont de Saut Sabbat
- Liaison PROGT -Balata
- Échangeur de Maringouin
- Programmation Pluriannuelle d'Investissement de la CTG
- Cité judiciaire
- Tribunal de Grande Instance
- Centre Pénitentiaire
- PAE Degrad des Cannes
- 300 millions dans la construction de nouveaux collèges et lycées
- 100 millions en projet d'extension d'établissements scolaires existants

Source : presse

7. Carrières en Guyane

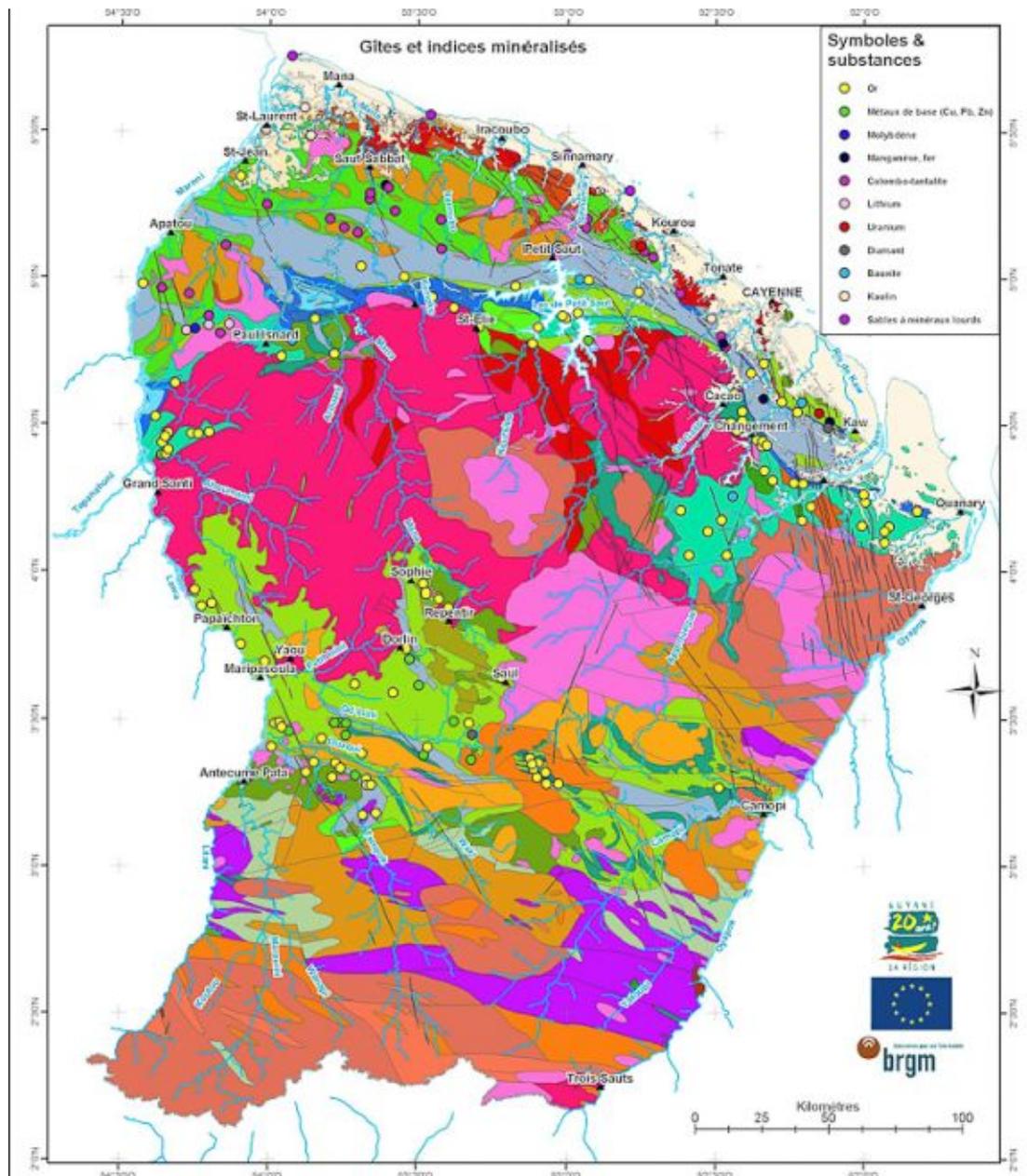




Exploitant	Libelle	Commune	Capacité		Matériaux	Gisement (m3)				check	pa (ha)	se (ha)	Date	Échéance		
			(m3/an)	(t/an)		(m3)	(t)	Sable	Roche						Laterite	
VILLERONCE TP	Sakoura	APATOU	52 500		LATERITE	350 000				52 500	0	29,5	27,31	11/06/2012	14/01/2029	
SCC	Maringouins - PK 0,5 RN3	CAYENNE	250 000		ROCHE/LATERITE		6 000 000		250 000		0	25,7	8,9	19/10/2000	19/10/2030	
MOTICASE	Roche Blanche	IRACOUBO	129 500		SABLE		2 520 000	129 500				0	30	27,7	29/11/2012	29/11/2032
MOTICASE	Macoua	IRACOUBO	111 000		SABLE		1 566 000	111 000				0	25,91	21,76	29/11/2012	29/11/2027
SDCI	Patagal	IRACOUBO	104 000		SABLE		1 560 000	104 000				0	6	5,04	29/11/2012	29/11/2027
ROUTIERE GUYANAISE (Eiffage TP)	Gallion - "carriere BE 42"	MONTINSINERY	26 000		LATERITE		260 000			26 000		0	8,76	4,78	20/10/2009	20/10/2019
SCC	Laussat	MANA	50 000		ROCHE	600 000			50 000			0	24,99	5,87	30/04/2009	30/04/2033
SANDS RESSOURCES	Guatemala	KOUROU	270 000		SABLE		1 500 000	270 000				0	45	19,6	30/05/2012	30/05/2022
SGM (VILLERONCE TP)	Fleuve Maroni - Ilets Bastien	ST LAURENT	54 000		SABLE	600 000			54 000			0	225	225	10/02/2009	10/02/2023
MTI	Bassin Mine d'Or	MANA	105 000		LATERITE		2 047 500			105 000		0	29,83	27,28	29/11/2012	29/11/2033
CARRIERE DU GALION	PK 22 RN2 - Rte de l'Est	MONTINSINERY	150 000		SABLE/LATERITE		4 500 000	100 000		50 000		0	62,58	48,06	07/04/2011	07/04/2041
Eiffage TP	Marivat Carapa	MACOURIA	250 000		ROCHE		5 000 000		250 000			0	36,86	9,77	02/08/2007	02/08/2027
SCC	Roche Corail PK 70,5 RN1	KOUROU	60 000		ROCHE				60 000			0	10,86	10,86	19/10/2000	19/10/2030
STRG	Nanibo 2	ROURA	65 000		SABLE	1 106 000			65 000			0	33,1	28,1	23/01/2008	23/01/2023
STRG	Nanibo 1	ROURA	80 000		LATERITE/SABLE	1 120 000				80 000		0	39	21,6	30/11/2005	30/11/2020
SGDG	Matti	KOUROU	300 000		ROCHE/LATERITE	3 155 000			250 000	50 000		0	18,7	9,15	11/06/2012	11/06/2037
SCC	Roche Savane	OUANARY	50 000		ROCHE	600 000			50 000			0	11,4	4,84	28/04/2004	28/04/2034
MTI	Plateau des Mines	ST LAURENT	90 000		SABLE	875 000		90 000				0	30	25	16/01/2003	16/01/2023
Eiffage TP	Renner	SINNAMARY	60 000		ROCHE	1 200 000			60 000			0	12,24	10,43	10/07/2015	10/07/2035
SGM (VILLERONCE TP)	Cariacou	ST LAURENT	150 000		ROCHE		7 673 454		150 000			0	30	8,56	07/04/2011	07/04/2036
SOCOTRAP	Route Jojo	SINNAMARY	5 100		SABLE		5 100					0	2,67		18/10/2000	18/10/2020
MTI	PK 8 CD9 nouveau camp extension	ST LAURENT	75 000		LATERITE	660 000			75 000			0	26	19	16/12/2015	16/12/2030
Eiffage TP	Luna S2	KOUROU	150 000		SABLE	270 000		150 000				0	15,96	13,65	23/07/2015	23/07/2020
Eiffage TP	Morne Coco	REMIRE MONTJOLY	50 000		LATERITE	336 000			50 000			0	6,22	5,15	18/11/2013	18/11/2023
Guyane Agregats	Carapa	MACOURIA	450 000		ROCHE	4 500 000			450 000			0	49,1	10,01	10/02/2014	10/02/2039
MTI	Sainte-Anne PK244 RN1	ST LAURENT	285 000		LATERITE	2 549 303			285 000			0	41,2	34,3	16/12/2015	16/12/2035
SCC	Montagne Chevaux	ROURA	420 000		ROCHE/SABLE/LATERITE	12 174 900	11 340	380 000	14 490	14 170		0	45,34	23,95	28/08/2008	28/08/2038
SGM (Villeronce TP)	Plateau des ananas	ST LAURENT	75 000		SABLE	1 000 000		75 000				0	26,02	22,04	21/10/2010	20/03/2026
VILLERONCE TP	Saint Maurice	ST LAURENT	75 000		LATERITE		1 170 000		75 000			0	15,18	13,64	16/12/2015	16/12/2030
DRC	Nanibo	ROURA	368 000		ROCHE	2 950 000			368 000			0	11,74	9	10/07/2018	10/07/2038
RIBAL TP	PK88	SINNAMARY	37 500		LATERITE	300 000				37 500		0	3	2,66	14/01/2019	14/01/2034
EIFFAGE GC	SS Luz	KOUROU	233 056		SABLE		621 484	233 056				0	28,86	20,6	02/11/2017	02/11/2022
			355 000	4 275 656		22 171 303	46 593 338	1 397 996	2 318 000	900 490						

Source : Deal

8. Les ressources minérales en Guyane



9. Caractéristiques du métakaolin produit à Moengo au Suriname

Le Power Pemba™ était présenté en 2014 par son fabricant (Moengo Minerals NV) comme un métakaolin pour application bétons, conforme à la norme NF P 18-513. Aujourd'hui, la production est arrêtée.

POWER PEMBA est une addition pouzzolanique produite par calcination flash d'une argile kaolinique de grande qualité dans le but d'obtenir un métakaolin présentant une excellente régularité de ses caractéristiques physiques et chimiques.

Utilisé dans la formulation des bétons conformément à la norme EN 206-1/CN de Décembre 2012, POWER PEMBA permettra une amélioration des résistances, de la durabilité et une esthétique des parements.

POWER PEMBA, utilisé comme addition de type II vous permettra :

- D'améliorer la résistance, la régularité et la durabilité des bétons fabriqués avec du ciment Portland.
- De réduire la porosité, les efflorescences et la fissuration.
- De formuler des bétons performants dans des environnements salins, sulfatés, acides.

Sa dénomination est la suivante :

Métakaolin (norme NF-P18-513)-A-F_{II}-W_H

La production fait l'objet d'un suivi qualité rigoureux, conforme à la norme.

Caractéristiques chimiques	Norme appliquée	Seuil maxi ou mini	Résultat d'essai
SiO ₂ + Al ₂ O ₃	(NF EN 196-2)	>90%	93,16 %
Chlorures	(NF EN 196-2)	<0,1%	< 0,1 %
Sulfates	(NF EN 196-2)	<1%	< 1 %
CaO libre	(NF EN 451-1)	<1%	0,01%
Alcalins équivalents	(NF EN 196-2)	-	< 0,01 %
Oxyde Magnésium	(NF EN 196-2)	<1%	0,04 %
Perte au feu	(NF EN 196-2)	<4%	2,1 %
Fixation de l'hydroxyde de calcium	Essai Chapelle modifié	>700mg/g	> 1100 mg/g
Caractéristiques physiques			
Surface spécifique BET			12 m ² / g
Masse volumique	(NF EN 1097-7)		2,3 t/m ³
Indice d'activité 28 j		> 100% pour le type A	i ₂₈ = 115 % sur mortier normalisé
Ecart sur le temps de début de prise		<25%	12,86 %
Rapport de demande en eau		<1,15 pour W _u	1,21 donc W _u
Passant à 63 µm		>70 %	95 % à 45 µm donc F _{0,75}
Valeur au bleu de méthylène	(NF EN 933-9)	< 10 g / kg	< 5 g / kg

10. Schéma de desserte des voies forestières en Guyane

Trois niveaux de desserte forestière sont mis en œuvre en Guyane.

Niveau 1 : les routes principales

Les massifs forestiers (plus de 100 000 ha chacun) ouverts à l'exploitation forestière en Guyane sont chacun pénétrés par une route forestière principale devant répondre aux besoins suivants :

- la permanence de l'ouvrage ;
- la période de service de la chaussée doit être de cinq ans (à refaire périodiquement, donc) ;
- la structure doit supporter jusqu'à 70 tonnes sur des véhicules 5 essieux : la portance doit donc être importante en saison sèche.

Les routes principales sont multi-usages, mais réservées à l'usage des ayants-droit (exploitants forestiers, opérateurs miniers, opérateurs touristiques, scientifiques), la circulation du public (promeneurs, chasseurs essentiellement) y étant tolérée à leurs propres risques.

Niveau 2 : les routes secondaires

Les routes secondaires permettent d'accéder aux différentes unités de desserte (plusieurs milliers d'hectares) permettant de desservir un ensemble cohérent de parcelles. La durée de service de ces routes est de l'ordre de 10 ans. Elles sont destinées à être condamnées après exploitation complète de l'ensemble des parcelles pour des raisons écologiques (limitation des perturbations dans le temps) et pour des raisons d'entretien et de sécurité.

La durée d'exploitation d'une parcelle est généralement de 2 saisons sèches et le temps de rotation entre deux exploitations est actuellement fixé à 65 ans.

Niveau 3 : les pistes de fin de réseau

Ces pistes desservent un ensemble de parcelles limité en fin de réseau dont l'échéance d'exploitation est connue et planifiée (1 à 3 parcelles maximum soit environ un millier d'hectares). Ces pistes ont donc une durée d'usage courte (une à deux saisons sèches maximum) et réservées à une utilisation en saison sèche.

Source : ONF

11. Octroi de mer

Tarif général des taxes d'octroi de mer et d'octroi de mer régional					
Annexe a la délibération n° 5284 du conseil régional de Guyane en date du 09 septembre 2015					
Modifié par la délibération n° CTG-AP-2019-46 adoptée le 27 septembre 2019 par l'assemblée de Guyane					
CODE TARIF	LIBELLÉ	OCTROI DE MER		OCTROI DE MER INTERNE (prod. dont CA >= 300 000 €)	
		O.M	O.M.R	O.M	O.M.R
2507 00 20	Kaolin	15,00%	2,50%	15,00%	2,50%
2507 00 80	Argiles kaoliniques (à l'excl. du kaolin)	2,50%	2,50%	2,50%	2,50%
2523 10 00	Ciments non pulvérisés dits 'clinkers'	0,00%	2,50%	0,00%	2,50%
2523 21 00	Ciments Portland blancs, même colorés artificiellement	17,50%	2,50%	17,50%	2,50%
2523 29 00	Ciment Portland normal ou modéré (à l'excl. des ciments Portland blancs, même colorés artificiellement)	8,50%	2,50%	0,00%	1,00%
2523 30 00	Ciments alumineux	15,00%	2,50%	15,00%	2,50%
2523 90 00	Ciments, même colorés (à l'excl. des ciments Portland et des ciments alumineux)	15,00%	2,50%	15,00%	2,50%

12. Applications phytosanitaires

4 produits à base de kaolin ont des autorisations de mises sur le marché français

Produit Société	Année d'autorisation			
	Sokalciarbo WP Soka	Argi Jardin AGS Minéraux	Argical Pro AGS Minéraux	Surround WP Crop Protectant Tessenderlo Chemie
PPAMC*	Ravageurs divers	2013		
Agrumes	Cicadelles, cercopides et psylles	2012		
Olivier	Mouche de l'olive	2012	2012	2016
Olivier	Chenilles phytophages			2016
Pêcher	Pucerons	2011		2016
Noyer	Mouches	2012		
Fruits à coque	Pucerons	2011		
Cerisier	Pucerons			2016
Cerisier	Pucerons	2011		
Cerisier	Mouches		2012	
Prunier	Pucerons	2011		2016
Vigne	Cicadelles	2016		
Pommier	Pucerons	2011		2016
Pommier	Psylle(s)	2016		2017

*Plantes à parfum aromatiques, médicinales et condimentaires

	AMM adaptée à la Guyane
	application possible en Guyane, pour un autre fruit

Source : <https://ephy.anses.fr/substance/aluminium-silicate>, entretiens

Culture des agrumes en Guyane

1 Près de 50 % de la SAU fruitière est consacrée à la culture des agrumes						
Superficie des cultures fruitières en production en Guyane (en hectare)						
	2000	2007	2010	2012	2014	2016
Fruits tropicaux	687	992	1 292	1 530	1 750	1 765
dont Ananas	150	270	375	500	600	600
dont Bananes	347	538	744	800	870	870
Agrumes	1 080	1 119	1 152	1 425	1 540	1 600
dont Citrons, limes, combavas	460	468	478	650	710	750
dont Clémentines, mandarines	150	190	220	255	290	300
dont Oranges, tangor	415	396	360	400	410	430
dont Pamplemousses	55	65	94	120	130	120

Source : Insee

Avis technique du Sokalciarbo



afssa
AGENCE FRANÇAISE
DE SÉCURITÉ SANITAIRE
DES ALIMENTS

LE DIRECTEUR GÉNÉRAL

Afssa – dossiers n° 2009-0111 – SOKALCIARBO WP

Maisons-Alfort, le 26 Février 2010

AVIS

de l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments
relatif à une demande d'autorisation de mise sur le marché de
la préparation SOKALCIARBO WP à base de kaolin, de la société SOKA

L'Agence française de sécurité sanitaire des aliments (Afssa) a accusé réception d'un dossier de demande d'autorisation de mise sur le marché pour la préparation SOKALCIARBO WP, à base de kaolin, pour laquelle, conformément à l'article L.253-4 du code rural, l'avis de l'Afssa relatif à l'évaluation des risques sanitaires et de l'efficacité de cette préparation est requis.

Le présent avis porte sur la préparation SOKALCIARBO WP à base de kaolin, ou silicate d'aluminium, destinée au traitement insecticide des parties aériennes du pêcher.

Il est fondé sur l'examen du dossier déposé pour cette préparation, en conformité avec les exigences de la directive 91/414/CEE¹.

Après consultation du Comité d'experts spécialisé "Produits phytosanitaires : substances et préparations chimiques", réuni les 15 et 16 décembre 2009 et les 26 et 27 janvier 2010, l'Agence française de sécurité sanitaire des aliments émet l'avis suivant.

CONSIDÉRANT L'IDENTITÉ DE LA PRÉPARATION
La préparation SOKALCIARBO WP est un répulsif appliqué en pulvérisation, se présentant sous la forme d'une poudre mouillable (WP) et contenant 1000 g/kg de kaolin. L'usage demandé (culture et dose d'emploi annuelle) est mentionné à l'annexe 1.

La bouillie pulvérisée crée une pellicule minérale à la surface du végétal, gênant soit l'arrêt du parasite sur l'espèce, soit la prise de nourriture, soit la ponte des œufs.

Le kaolin² - ou silicate d'aluminium - est une substance active inscrite à l'annexe I de la directive 91/414/CEE.

CONSIDÉRANT LES PROPRIÉTÉS PHYSICO-CHIMIQUES ET LES MÉTHODES D'ANALYSES
Les spécifications de la substance active technique kaolin, entrant dans la composition de la préparation SOKALCIARBO WP permettent de caractériser cette substance active et sont conformes aux exigences réglementaires.

Les propriétés physiques et chimiques de la préparation SOKALCIARBO WP ont été décrites et les données disponibles permettent de conclure que la préparation n'est ni explosive, ni comburante. Elle n'est pas hautement inflammable ni auto-inflammable à température ambiante. Le pH de la préparation diluée à 1 % est compris entre 6 et 8.

L'étude de stabilité au stockage pendant 14 jours à 54°C montre que la préparation est stable dans un emballage de type papier kraft. Il conviendra de conserver la préparation dans un endroit sec.

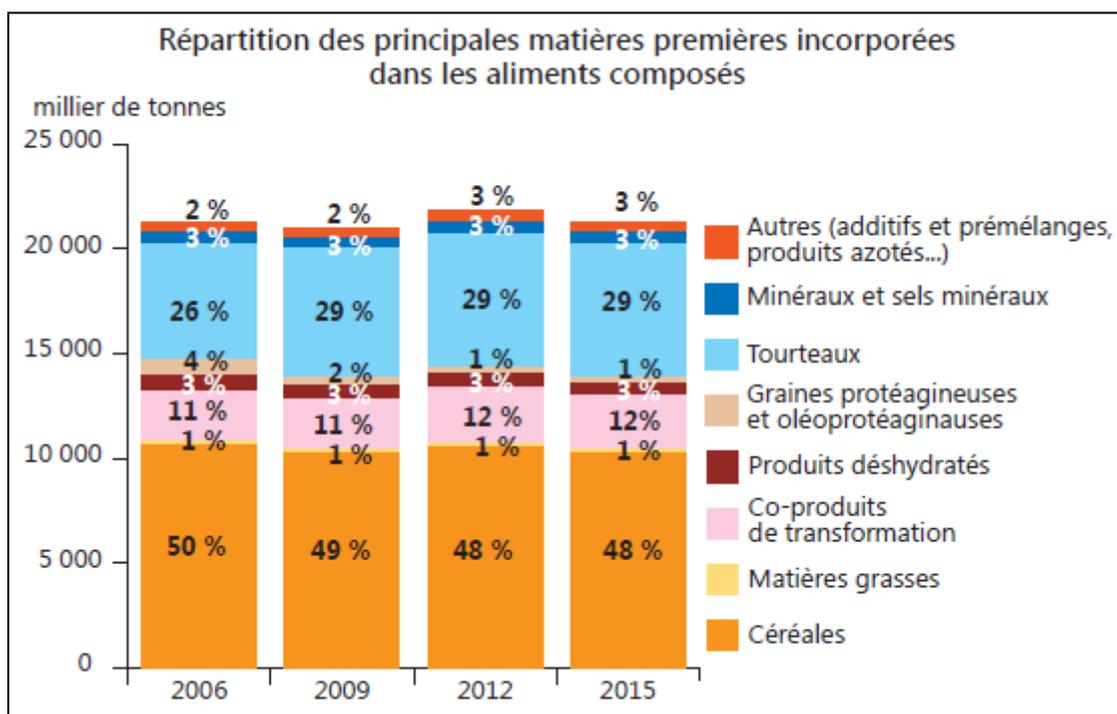
¹ Directive 91/414/CEE du Conseil du 15 juillet 1991, transposée en droit français par l'arrêté du 6 septembre 1994 portant application du décret 94/369 du 5 mai 1994 relatif au contrôle des produits phytosanitaires.

² Directive 2006/127/CE de la Commission du 18 décembre 2006 modifiant la directive 91/414/CEE du Conseil en vue d'y inscrire plusieurs substances actives.

1/9

<https://www.anses.fr/fr/system/files/phyto/evaluations/DIVE2009ha0111.pdf>

13. Alimentation animale



Source : Agreste

Tableau 2 : Poids des établissements agroalimentaires de la région par principaux secteurs d'emplois agroalimentaires et par rapport à l'ensemble France en 2012

Source : CLAP 2012, traitements SSP (établissements ayant eu au moins un jour d'activité dans l'année)

	Nombre d'établissements	Effectif salarié au 31/12
101 – Transformation et conservation de la viande et préparation de produits à base de viande	35	36
102 – Transformation et conservation de poisson, de crustacés et de mollusques	15	147
103 – Transformation et conservation de fruits et légumes	19	S
104 – Fabrication d'huiles et graisses végétales et animales	0	0
105 – Fabrication de produits laitiers	16	68
106 – Travail des grains ; fabrication de produits amylacés	6	S
107 – Fabrication de produits de boulangerie-pâtisserie et de pâtes alimentaires	4	0
108 – Fabrication d'autres produits alimentaires	57	15
109 – Fabrication d'aliments pour animaux	2	S
11 – Fabrication de boissons	19	S
Total IAA région	173	337
Total IAA France	21 271	391 613
Part de la région / France	0,8%	0,1%

Source : Insee

14. Applications du kaolin

Applications	Sélecteur	Appareils techniques et remarques	Critère de qualité / application	Remarques sur le traitement
Peinture - Charges (masse, "filler")	Sable	Dispersion des fines (propriétés hydrophiles), blancheur élevée, indice de réfraction élevé, non abrasifs, adhésifs, forte élimination, forme en minis-salets (soit du type : diamètre moy./épaisseur), abrasifs, améliore la résistance à la rupture, imprégnation, l'opacité, la densité et le poids d'impression.	Blancheur requise, plus particulièrement pour coating et fusées grand diamètre spécifique charge : granulométrie de 3 à 4 microns -> grain : granulométrie plus fine, avec un aspect sans être filés (déliés).	Boyaux (microsilicés) et traitement de verre hétéro pour applications spatiales en prosox par voie sèche (le prosox par voie sèche est en alternative par rapport au prosox par voie liquide qui incorpore des GOC). Trous blancs applicables (certains grains peuvent être légèrement blanchis, des agrégats peuvent aussi être incorporés). Un renvoi GOC-substrat est parfois observé. Le verre est principalement en verre blanc (type 104).
Peinture - Pigments (agent de coulage - "coating")	Sable	Les pigments américains et basiliens sont recherchés (blancheur, finesse)	Absence de quartz, d'halogénure et de soufre.	1) Dimension pour améliorer la blancheur et la microprosox (la dimension joue sur le coefficient de forme et de fabrication en aggrégation).
Céramique - sanitaire, vaisselle (tasses, gres, vases), émaux, titres et engobes.	Sable	Sable avec propriétés rhéologiques particulières (les gres blancs sont recherchés, contrairement aux gres blancs).	Comportement rhéologique (couabilité - viscosité, concentration en solide - densité, temps de pose), la présence de quartz est utile car il empêche la déformation de la calanque pendant la cuisson et au refroidissement.	Boyaux par voie humide (hydrophile)
Céramique - vaisselle (porcelaine)	Sable	Couleur blanche, faible conductivité thermique, faible coût. Appareils à plasticité, contrôle du retrait et de la porosité en réglant la moulinette et la phase vitreuse.	La porosité requiert des granulométries plus fines. Faible teneur (c2%) en Fe2O3 et SiO2 requise pour la blancheur (moins optique en sanitaire), présence de traces entre 10-15%.	Incorporation par les clients de très nombreux additifs, dans la formulation des céramiques (charbonnets, argiles grasses, autres argiles, sables blancs, feldspaths, talc, micas, etc...)
Fibre de verre : construction en dehors des laines de verre (sable, kaolin), électronique, chimie, automobile, armement, sport, auto, aggrégat	Sable	Changement de verre, apport d'alumina	Faible teneur en Ti, éléments traces (Al, Mg, autres métaux lourds) et certains minéraux réfractaires (chromite, rutile, corindon, andalousite). Composition doit être la plus constante possible (notamment en ce qui concerne la viscosité et donc la teneur doit rester basse). Niveau granulométrique spécifique (inf. à 200 microns).	Les fibres de verre sont produites à partir d'un oxyde à base de silice, mélangés à de très nombreux additifs (GOC, carbonates de soude, borates, feldspaths, néphéline, kaolin, hydrate d'alumine, strom).

Source : rapport BRGM 67334, entretiens

Applications	Substance	Aspects techniques et remarques	Chêne de qualité / exploitabilité	Remarques sur le traitement
Kamizak ("ball clay") Carriage	Argiles kaoliniques	On recherche une argile à "faux des boules", un kaolin pur et raffiné et plutôt déformable, la présence de matière est utile (résistance mécanique). Les argiles ultrarésistantes sont recherchées.	Les caillots les plus légers sont utilisés pour les carriages (masse des caillots) avec une granulométrie grossière de l'ordre de 45-60 microns.	
Mifrazane ("Fire clay") en kaolin	Argiles kaoliniques	Faible conductivité thermique, chimiquement inerte même à haute température. Faible coût. En substitution d'autres produits minéraux (ex. basaltite calcinée chinoise)	Deux ensembles : 1) Refractaire à base argileuse (Mw-A200-300). 2) Refractaire à haute teneur en alumine 30%-Al2O3-65% (et catégories 1 à 119). Faible teneur en fer et titane, en oxydes alcalins (Na2O/K2O) et en quartz (le quartz crée une usure importante lors de la mise en œuvre, présence de fer résiduelle pour cette application (effet positif car abaisse le point de fusion de 20 à 20°C), surtout nécessaire une constante dans la teneur en impuretés influençant les diagrammes de phase : oxyde de Fe et Ti, manganèse, ferromagnésium).	Calibration haute température à 1200-1300° : charbon.

Source : rapport BRGM 67334, entretiens

Exemple de publicité grand public vantant le kaolin en cosmétique :



NIVEA Soft Touch Anti-Perspirant Deodorant leaves your underarms instantly feeling velvety soft, dry & smooth. The ultra-light formula enriched with Kaolin powder is quickly absorbed by your skin and provides a soft and dry skin feeling. It comes with a delicate, pampering fragrance and the usual 48h NIVEA® protection.

Exemple de site Internet BtoB proposant du kaolin (ici le Sialite de la société Soka) comme antimottant en alimentation animale :



Kaolin - 25kg

Argile kaolinique exempte d'amiante

Référence : 10101020

Disponibilité : En stock

6,20 €HT

Remise de 10,50 € pour l'achat de 42 produits.

Quantité:
Ajouter au panier

- 4%	- 5%	- 6%
des 1000 €*	des 1000 €*	des 2000 €*
TOUT	TOUT	TOUT

Plus de vues





Description

Informations complémentaires

Sialite A

Sac de 25kg - Palette de 42 sacs

Avantages

Silicate d'aluminium naturel (85 % de silicate d'aluminium garantis) avec un pouvoir asséchant, convenant à tous les sols.
 Le Kaolin sialite est un additif qui peut être utilisé pour l'alimentation animale. Il est conforme à la législation européenne et peut être utilisé dans tous les aliments, pour toutes les espèces ou catégories d'animaux, sans limite d'incorporation. De plus, il a un pouvoir asséchant supérieur à la plupart des autres argiles.
 Domaines d'utilisation : tous les aliments, toutes les espèces animales ou catégories d'animaux.
Le Kaolin est naturellement sans fer. Il peut donc être incorporé dans l'alimentation des veaux de boucherie. (Produit reconnu pour la filière veaux de boucherie).
 Autre domaine : utilisation en asséchant litière.
 Fonction : Agent liant, antimottant.
 Chez le cheval, le Kaolin possède un intérêt reconnu en tant que pansement gastrique et intestinal.

Caractéristiques

Additif pour l'alimentation animale : E559
 CEC : 20 meq/100g
 pH moyen : 5.

15. Chiffres d'affaires de producteurs français

Comptes sociaux de trois producteurs français :

- Soka et IRMC sont des producteurs de kaolin (IRMC a une petite production de métakaolin)
- Argeco produit exclusivement du métakaolin

		Soka		Argeco Développement		Imerys Refractory Minerals Clérac	
		2018	2017	2018	2017	2018	2017
Actif immobilisé net	k€	13 751	13 230	935	1 021	19 046	18 419
Actif circulant net	k€	6 247	6 338	742	829	22 118	23 380
CA	k€	15 086	13 392	1 736	1 939	38 930	41 914
EBE	k€	1 967	1 584	-515	-485	473	544
Résultat exploitatøn	k€	765	566	-750	-745	1 073	504
Efectf	#	75	64	14	14	128	124
<i>CA/effectf</i>	k€	201	209	124	139	304	338
Productøn	kt	100	100	25	25	200	200
Prix de vente moyen	€/t	151	134	69	78	195	210

Source : societe.com, presse