



(INS-7.8-01_V2.3)

RAPPORT
D'ESSAI

Rapport d'analyse
N°0224-BS-335a

**ANALYSE ISOTOPIQUE STABLE ET TENEUR EN CARBONE
BIOSOURCÉ PAR EA-IRMS ET RADIOCARBONE (AMS)
EN 16640:2017 (Méthode B)**

sur demande de :

SIKA France SAS
Mr Tristan Goubin
84 Rue Edouard Vaillant
93350 Le Bourget – France

le 25 mars 2024 à Martillac

A la demande du client, le nom commercial du produit a été modifié.

ÉCHANTILLONS

L'échantillonnage a été réalisé par le client. Le résultat s'applique à l'échantillon tel qu'il a été reçu.

Code Laboratoire	CBIO-2623
Nom du produit ¹	SikaCem®-50 Fibre Végétale
Référence client ¹	SikaCem®-50 Fibre Végétale
Batch / n° lot ¹	nc
Date de réception de l'échantillon	04/03/2024
Non-conformité éventuelle à la réception	non

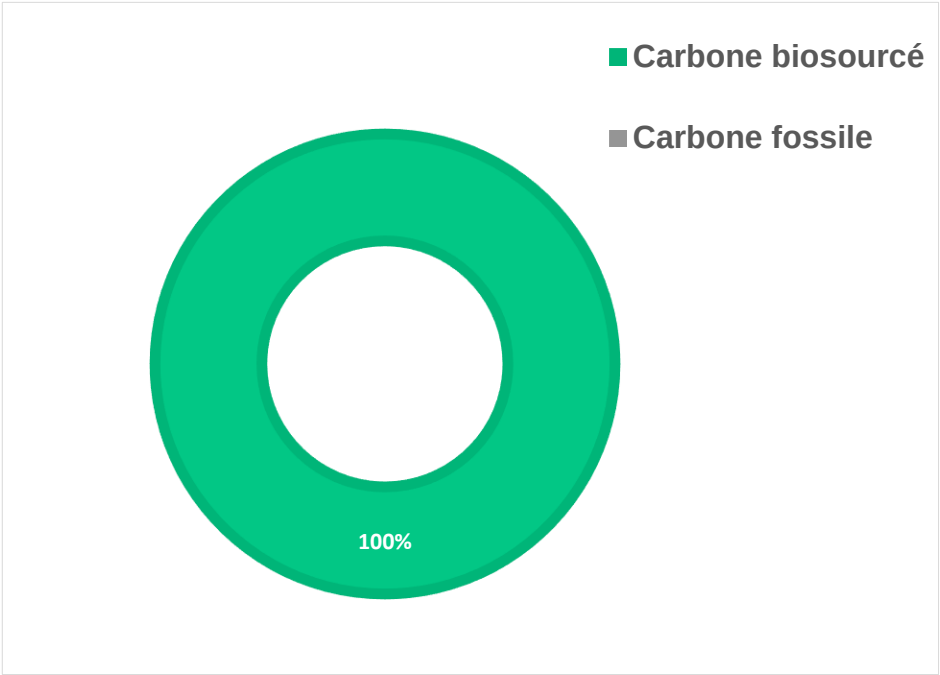
ANALYSE

Code Laboratoire	CBIO-2623
Référence client	SikaCem®-50 Fibre Végétale
Méthodes d'analyse mise en œuvre	$\delta^{13}\text{C}$ et $\delta^{15}\text{N}$ par EA-IRMS (MO 6.4-02) Extraction du carbone par Graphitisation automatique avant analyse ^{14}C (MO 6.4-03) pMC par radiocarbone (ASTM D6866-24 Method B - AMS)
Date de la réalisation de l'analyse EA – IRMS – Graphitisation	08/03/2024
Date de la réalisation de l'analyse AMS	15/03/2024
Effectuées par	SC / MG / OD / ZE
Conditions ambiantes particulières	SO
$\delta^{15}\text{N}$ (‰) ²	Non détecté
$\delta^{13}\text{C}$ (‰) ²	-25,61 ± 0,03
Pourcentage de Carbone Moderne (pMC) ³	109,43 ± 0,38
x_B^{TC} est la teneur en carbone biosourcé en fraction de la teneur en carbone total ⁴	110% selon l'EN 16640, le résultat est équivalent à 100%
x^{TC} est la teneur en carbone total de l'échantillon (%)	42,05
x_B est la teneur en carbone biosourcé en fraction de la masse de l'échantillon (%)	46,15

¹ Informations fournies par le client. CIRAM n'est pas responsable de ces informations.
² L'incertitude de mesure à 2σ est 0,26‰ pour $\delta^{13}\text{C}$ et 0,61‰ pour $\delta^{15}\text{N}$. La valeur indiquée après "±" correspond à l'écart type de mesure entre les répliques. "Non détecté" signifie [N] < 5% et [C] < 1%.
³ La mesure est réalisée en joint-venture avec un laboratoire européen accrédité ISO/IEC 17025 (JSC «Barnas» LA.210-01).
⁴ La norme EN 16640 :2017 indique que la mesure de la teneur en carbone biosourcé par la technique du radiocarbone tolère une incertitude de ± 2 %. Cela indique que le pourcentage de carbone biosourcé peut subir une variation de ± 2 %.

RÉSUMÉ

Code Laboratoire	CBIO-2623
Référence client	SikaCem®-50 Fibre Végétale
$\delta^{15}\text{N} (\text{‰})^2$	Non détecté
$\delta^{13}\text{C} (\text{‰})^2$	-25,61 ± 0,03
Pourcentage de Carbone Moderne (pMC) ³	109,43 ± 0,38
x_B^{TC} est la teneur en carbone biosourcé en fraction de la teneur en carbone total ⁴	110% selon l'EN 16640, le résultat est équivalent à 100%
x^{TC} est la teneur en carbone total de l'échantillon	42,05
x_B est la teneur en carbone biosourcé en fraction de la masse de l'échantillon	46,15



Autorisé par :

Dr Olivier Bobin
Directeur scientifique

DocuSigned by:
Olivier Bobin
076E69178E4B4A0...

MÉTHODOLOGIE EXPÉRIMENTALE

L'étude réalisée s'insère dans une problématique de quantification de carbone biosourcé dans un échantillon industriel. Le but de la méthodologie décrite par la suite est de déterminer la concentration de carbone biosourcé (matériaux d'origine naturelle) et de carbone de synthèse (matériaux d'origine fossile), en se basant sur la mesure des différents isotopes du carbone et de l'azote.

Le Carbone Moderne est le carbone contemporain présent aujourd'hui dans l'atmosphère et la biomasse. La mesure effectuée est exprimée en *part of Modern Carbon* (pourcentage de carbone moderne ou pMC). Il s'agit du pourcentage de radiocarbone (^{14}C) mesuré dans les échantillons. Le pourcentage de carbone biosourcé est calculé à partir du pMC, de la teneur en carbone total de l'échantillon et d'un facteur d'ajustement atmosphérique ou valeur de référence (RÉF.). Le pourcentage de carbone biosourcé correspond au pourcentage de carbone "naturel" (ou issu de la biomasse) par rapport au carbone « fossile » (autrement dit de synthèse). Un produit 100 % carbone biosourcé a été fabriqué à partir de produits 100 % d'origine végétale ou animale. Un produit 0 % carbone biosourcé correspond à un produit entièrement d'origine fossile, qui ne contient aucun dérivé d'origine végétale ou animale. En conséquence, une valeur entre 0 et 100 % indiquera un mélange entre carbone biosourcé et carbone fossile. La valeur de référence utilisée pour l'ajustement en carbone est de 99,7 en 2024 d'après la norme ASTM D6866-24. Ceci signifie qu'un produit 100 % naturel en 2024 a un pMC égal à 99,7.

L'échantillon subi une combustion à 920°C et est transformé en gaz. Durant cette étape, une première vérification du rapport C/N a été effectuée à l'aide d'un analyseur élémentaire (Elementar Vario ISOTOPE Select). L'EA permet de séparer les gaz de combustion et d'éliminer l'eau. Le dioxyde de carbone (CO_2) résiduel à la sortie de l'EA est adsorbé dans le piège à zéolite d'un système automatisé de graphitisation AGE (AGE 3, Ion Plus), puis libéré dans l'un des réacteurs afin d'être transformé en graphite par catalyse. Parallèlement, les ratios $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ (exprimé $\delta^{13}\text{C}$) et $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ (exprimé $\delta^{15}\text{N}$) ont été mesurés sur spectromètre de masse dédié à la mesure des rapports isotopiques stables (IRMS, Elementar Isoprime precisION). Les différents isotopes du carbone sont séparés par spectrométrie de masse, avec un accélérateur à 250kV en joint-venture avec JSC Barnas (ISO 17025 et ISO 14001). Puis, la concentration en ^{14}C est déterminée en comparant simultanément les mesures de ^{14}C , ^{13}C et ^{12}C avec celles contenues dans des produits de référence (acide oxalique, CO_2 standard, charbon). L'âge carbone 14 conventionnel a été calculé selon la méthode décrite par Stuiver et Polach. Il prend en compte la correction du fractionnement isotopique ($\delta^{13}\text{C}$), basée sur la comparaison des rapports de concentration $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ et $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$. Ce facteur permet de contrôler les effets d'éventuelles pollutions et d'évaluer la fiabilité de la mesure. Il s'agit d'un bon indicateur de la "qualité" de l'échantillon. La précision de la mesure du pMC est présentée à 1σ (1 sigma relatif à l'incertitude). Les standards internationaux NIST 4990C, IAEA-C-7 et IAEA-C-9 ont été utilisés. $\delta^{13}\text{C}$ est exprimé en pour-mille (‰) relativement au standard international V-PDB (Vienna Pee Dee Belemnite). $\delta^{15}\text{N}$ est exprimé en pour-mille (‰) relativement à l'air.

NOTE

Les résultats présentés ne s'appliquent qu'aux matériaux analysés. La reproduction de ce rapport d'essai n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Le rapport ne doit pas être reproduit partiellement sans l'approbation du laboratoire d'essai. Tous les éléments de traçabilité, ainsi que les incertitudes de mesure, sont disponibles sur demande. Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

-----FIN DU RAPPORT-----