

# Analyse des matériaux de construction routière par spectroscopie Raman

Divers matériaux solides utilisés dans la construction des routes ont été analysés à l'aide d'un spectromètre Raman portatif. Les matériaux étudiés sont des pigments et des résines couramment utilisés, tels que CaCO<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub> et DEGALAN®. Les spectres mesurés

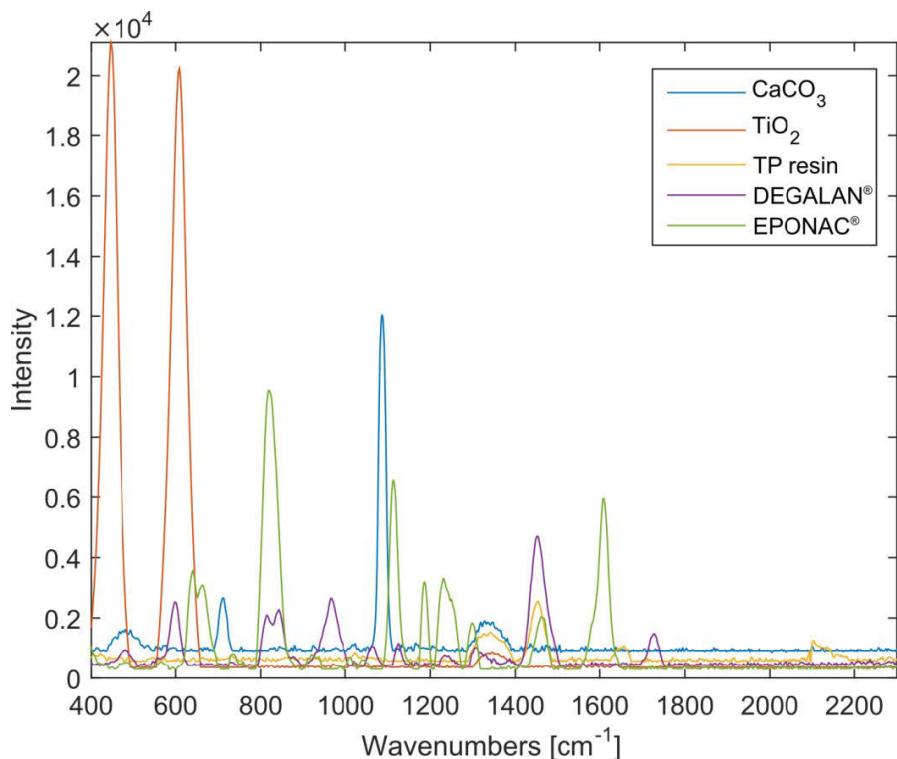
diffèrent considérablement les uns des autres. Pour évaluer les principales différences dans les structures chimiques, les pics des différents spectres ont été attribués aux groupes fonctionnels qui en sont à l'origine.

## INTRODUCTION

Différents matériaux tels que les peintures, les pigments (blancs) et les résines sont couramment utilisés dans la construction des routes. Avec les billes de verre (utilisées pour le marquage routier visible la nuit) et divers autres matériaux, ils nous aident à nous rendre en toute sécurité d'un point A à un point B.

Dans cette étude, différents matériaux de

construction routière ont été analysés à l'aide de l'analyseur Raman portable Mira M-1. Les spectres recueillis ont été comparés entre eux afin d'identifier les principales différences entre les groupes fonctionnels. L'analyse a prouvé que le Mira M-1 est adapté à la différenciation de ces matériaux.



**Figure 1.** Superposition des spectres de différents matériaux routiers

## EXPERIMENTAL

Tous les spectres ont été mesurés à l'aide du spectromètre Raman Mira M-1 en mode d'acquisition automatique, c'est-à-dire que les temps d'intégration ont été déterminés automatiquement. Une longueur d'onde laser de 785 nm et la technique ORS (Orbital-Raster-Scan) ont été appliquées. Les mesures ont été effectuées dans de petites fioles d'échantillons avec l'adaptateur de support de fiole.

Les échantillons suivants ont été examinés :

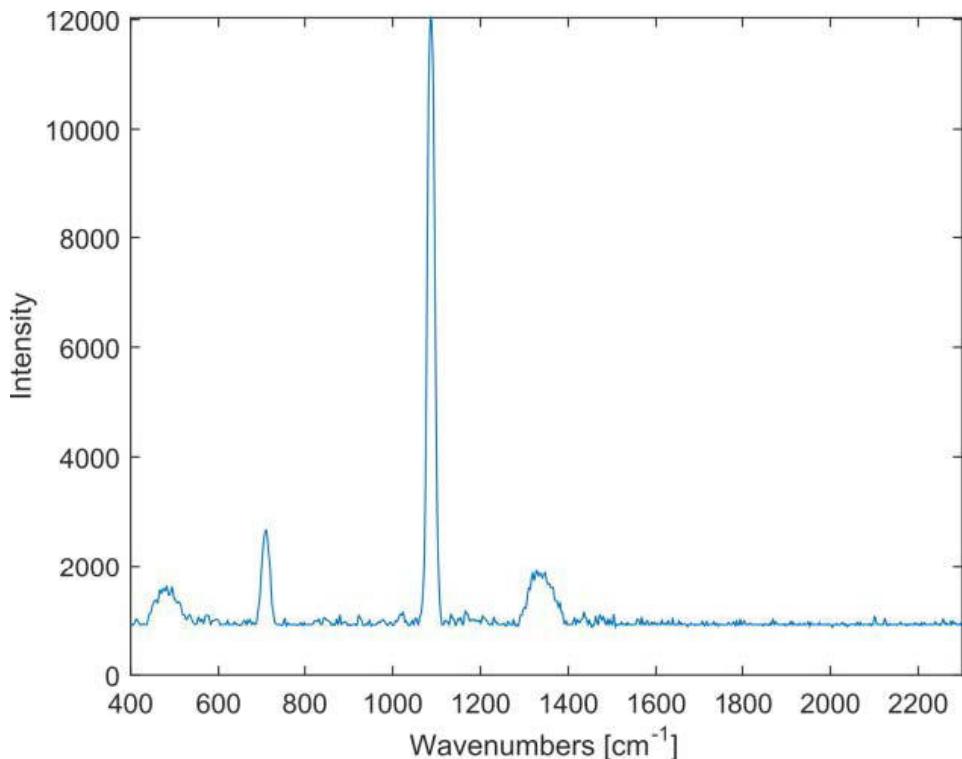
1. Craie ( $\text{CaCO}_3$ )

2. Dioxyde de titane ( $\text{TiO}_2$ )
3. Résine EPONAC
4. Résine TP
5. Pigment jaune
6. Pigment bleu
7. Pigment rouge
8. Résine DEGALAN

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

La mesure du carbonate de calcium a donné un spectre clair avec deux pics principaux à  $712 \text{ cm}^{-1}$

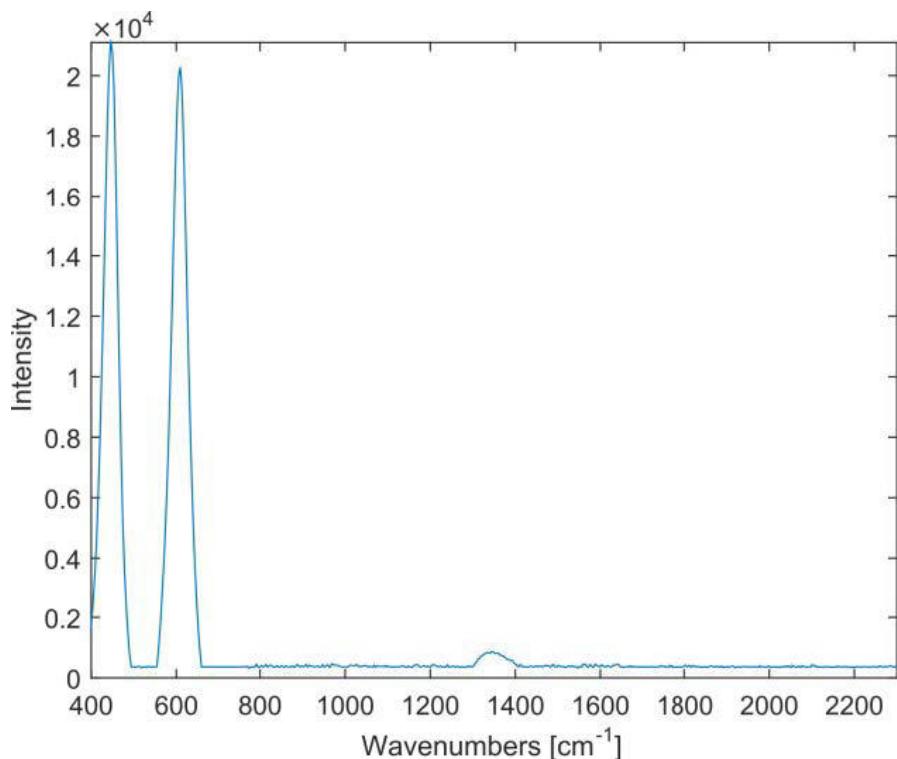
(vibration de flexion symétrique O-C-O) et  $1087 \text{ cm}^{-1}$  (vibration d'étirement symétrique).



**Figure 2.** Spectre du carbonate de calcium.

En observant le spectre du dioxyde de titane, on peut voir deux pics principaux qui donnent des informations sur la modification cristalline actuelle (rutile ou anatase). Deux pics représentent le rutile, tandis que trois pics sont typiques de l'anatase en raison de sa symétrie cristalline.

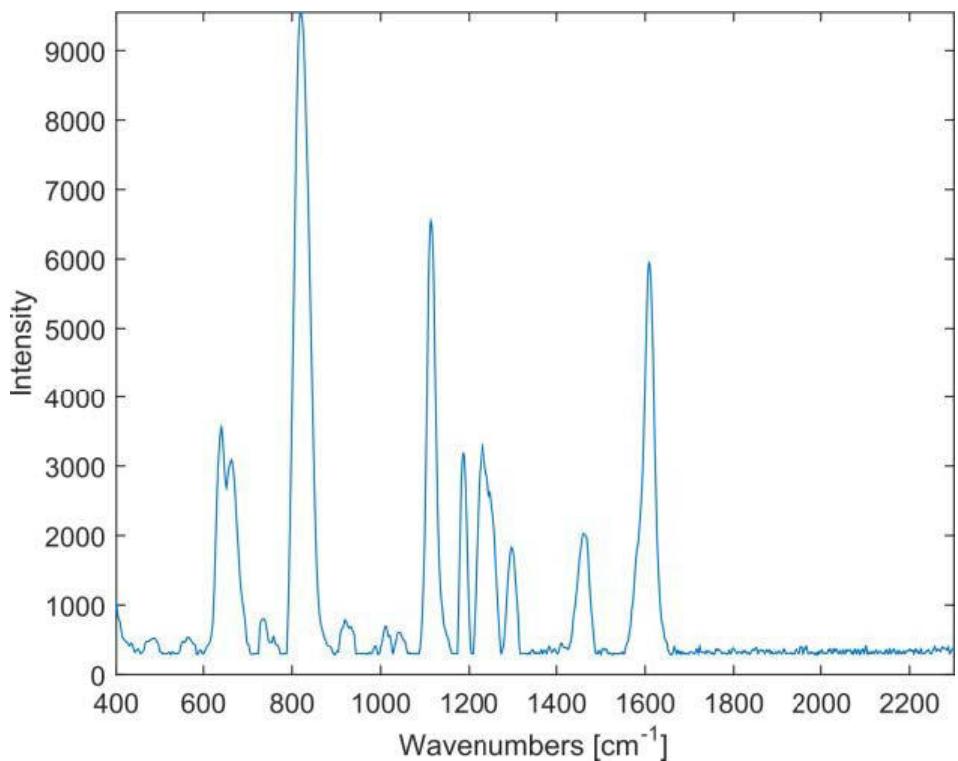
Les deux pics sont des vibrations d'étirement symétriques et appartiennent à O-Ti-O ( $446 \text{ cm}^{-1}$ ) et Ti-O ( $609 \text{ cm}^{-1}$ ). Dans le cas de l'anatase, le pic à  $446 \text{ cm}^{-1}$  est divisé en deux. Il est donc facile de différencier le rutile de l'anatase.



**Figure 3.** Spectre de TiO<sub>2</sub> (rutile).

Un coup d'œil sur les spectres de résines typiques telles que EPONAC® ou DEGALAN® révèle des pics bien séparés qui peuvent être attribués à leurs

groupes fonctionnels correspondants (voir ci-dessous).



**Figure 4.** Spectre de la résine EPONAC®.

**Tableau 1.** Pics observés dans le spectre EPONAC.

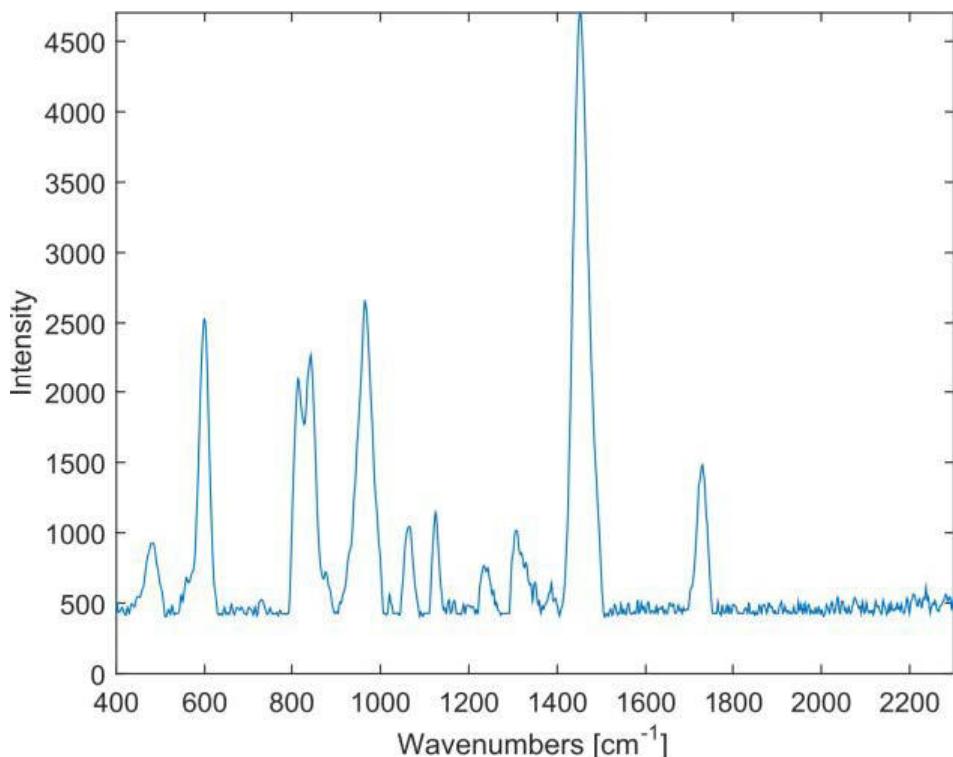
Pic [cm <sup>-1</sup> ]	Description
640	Vibration cyclique (benzène para-substitué)
819	Vibration de flexion C-H (benzène para-substitué)
1000	Diverses vibrations d'étirement C-C
1113	Vibration d'étirement C-OH
1189	Vibration d'étirement C-(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub>
1231	C=O
1248	C-H (benzène)
1298	-CH <sub>2</sub> - vibration de torsion
1461	-CH <sub>2</sub> - vibration de flexion
1609	C=C

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

Les pics sont très caractéristiques du benzène para-substitué et confirment que l'EPONAC® est un copolymère de bisphénol A (BPA) et d'un autre composant.

En comparant le spectre EPONAC® avec le spectre DEGALAN® (voir **figure 5**), il est évident que le pic du

benzène à 1600 cm<sup>-1</sup> est absent. Le pic autour de 1700 cm<sup>-1</sup>, ainsi que les pics légèrement inférieurs et supérieurs à 1200 cm<sup>-1</sup>, sont caractéristiques des groupes carbonyles. En outre, les pics C-C sont plus distincts pour EPONAC® que pour DEGALAN®.



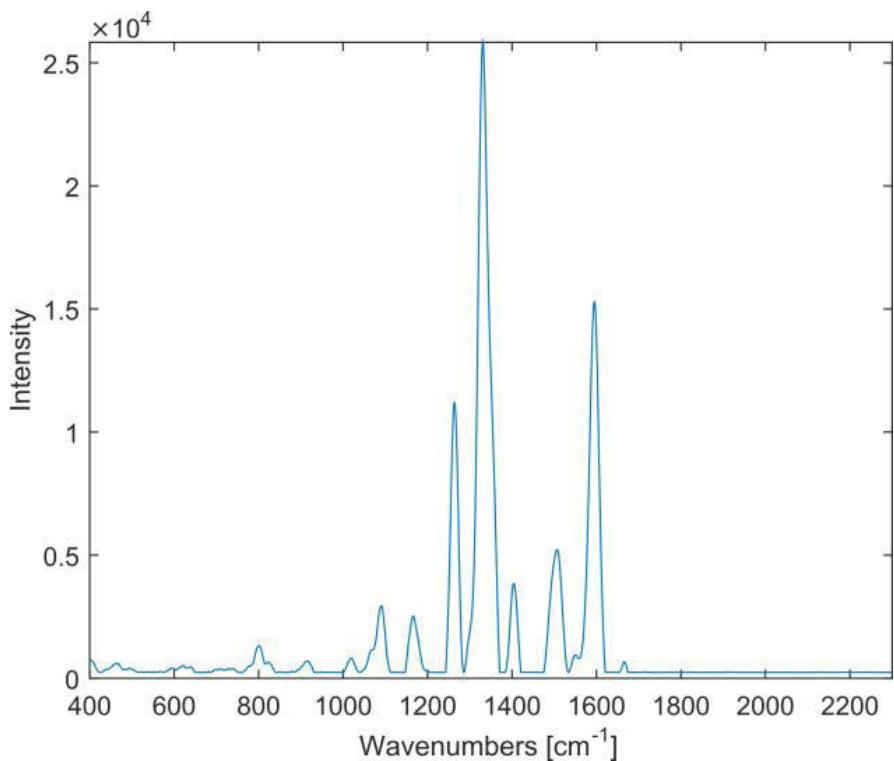
**Figure 5.** Spectre de la résine DEGALAN

**Tableau 2.** Pics observés dans le spectre DEGALAN®.

Pic [cm <sup>-1</sup> ]	Description
599	-COO vibration de flexion
814	Vibration de flexion du propionate
843	Vibration d'étirement C-CH <sub>3</sub>
965	Vibration d'étirement C-C
1065	Vibration d'étirement C-COO
1125	C-O
1234	C-O
1308	-CH <sub>2</sub> - vibration de torsion
1452	-CH <sub>2</sub> - vibration de flexion
1728	C=O groupe carbonyle, ester

Grâce à ces différences, il est facile de faire la distinction entre les résines ainsi qu'entre les résines

et les pigments (voir **figure 6**).



**Figure 6.** Spectre du pigment jaune "Hansa®-Brilliantgelb".

## CONCLUSION

En raison des grandes différences entre leurs spectres, la spectroscopie Raman portable convient parfaitement à l'analyse des matériaux utilisés dans la construction des routes. L'étude des spectres a

montré qu'il existe des différences significatives dans les groupes fonctionnels des matériaux, ce qui permet de les identifier à l'aide de systèmes Raman portatifs tels que le Mira M-1.

## CONTACT

Metrohm France  
13, avenue du Québec - CS  
90038  
91978 VILLEBON  
COURTABOEUF CEDEX

info@metrohm.fr

## CONFIGURATION



### MIRA P Advanced

Le Metrohm Instant Raman Analyzer (MIRA) P est un spectromètre Raman portable performant qui s'utilise pour les déterminations rapides et non destructives et le contrôle des matériaux les plus divers, comme les principes actifs pharmaceutiques et les excipients. De très petite taille, le MIRA P est pourtant très robuste et dispose d'une structure de spectrographe haute efficacité, équipée de notre technologie « Orbital Raster Scan » (ORS) inédite. MIRA P satisfait aux prescriptions FDA 21 CFR partie 11.

Le Advanced Package comprend une lentille avec laquelle les matériaux peuvent être analysés directement ou dans leur conditionnement (classe de laser 3b), ainsi qu'un support de flacon pour analyser les échantillons dans des flacons en verre (classe de laser 1).