

Identifier des matériaux (polymères) « à la volée »

14 août 2024, 14:36

Stefan Milis

Utilisabilité et limitations des scanners portables

De quels matériaux se composent un produit, une pièce ou un sous-composant ? Ces informations vitales font parfois défaut lors de l'exploration ou de l'application de pratiques circulaires telles que la remise à neuf ou le recyclage. Nous préférerions toutefois disposer de ces informations immédiatement et sur place. Sirris a répertorié les techniques de mesure et les appareils portables (scanners), en mettant l'accent sur les matières plastiques. Vous allez les découvrir ici !

Comment choisir un scanner portable adapté à vos besoins ?

Pour caractériser des produits ou la composition et la structure des matériaux, il existe toute une série de techniques et de méthodes de mesure. Chacune possède un champ d'application (classes de matériaux, informations fournies, précision, rapidité, etc.) et des conditions limites spécifiques (préparation de l'échantillon et mesure dans laquelle le prélèvement endommage le produit, prix de revient, savoir-faire requis, etc.). L'analyse et la caractérisation des matériaux sont un domaine de connaissance à part entière ! L’ équipement associé va d’appareils coûteux qui occupent une pièce à de robustes capteurs industriels (p. ex. pour le contrôle des processus en temps réel), en passant par des scanners portables. Les progrès continus en matière de miniaturisation, l'intégration de l'IA dans le traitement des données et les solutions basées sur le cloud favorisent

l'apparition d'une gamme toujours plus vaste de scanners portables.

Pour l’identification des matériaux « ici et maintenant », diverses conditions supplémentaires doivent être remplies :

- Appareils portables (« scanners »), de taille et de poids réduits et, idéalement, dotés d'une source d'énergie autonome.
- Préparation minimale des échantillons.
- Analyses rapides.
- Résolution spatiale : taille de la surface de mesure et profondeur de pénétration adaptées à l'hétérogénéité de l'échantillon et aux informations désirées.
- Idéalement, limitation des connaissances / opérations requises pour les mesures : étalonnage simple, sélection aisée facile des paramètres de mesure et des algorithmes de traitement, assistance suffisante pour la visualisation et l'interprétation des résultats.

Choi : nos expériences

Dans uels **appareils portables** sont capab s avons suivi dans les grandes lignes).

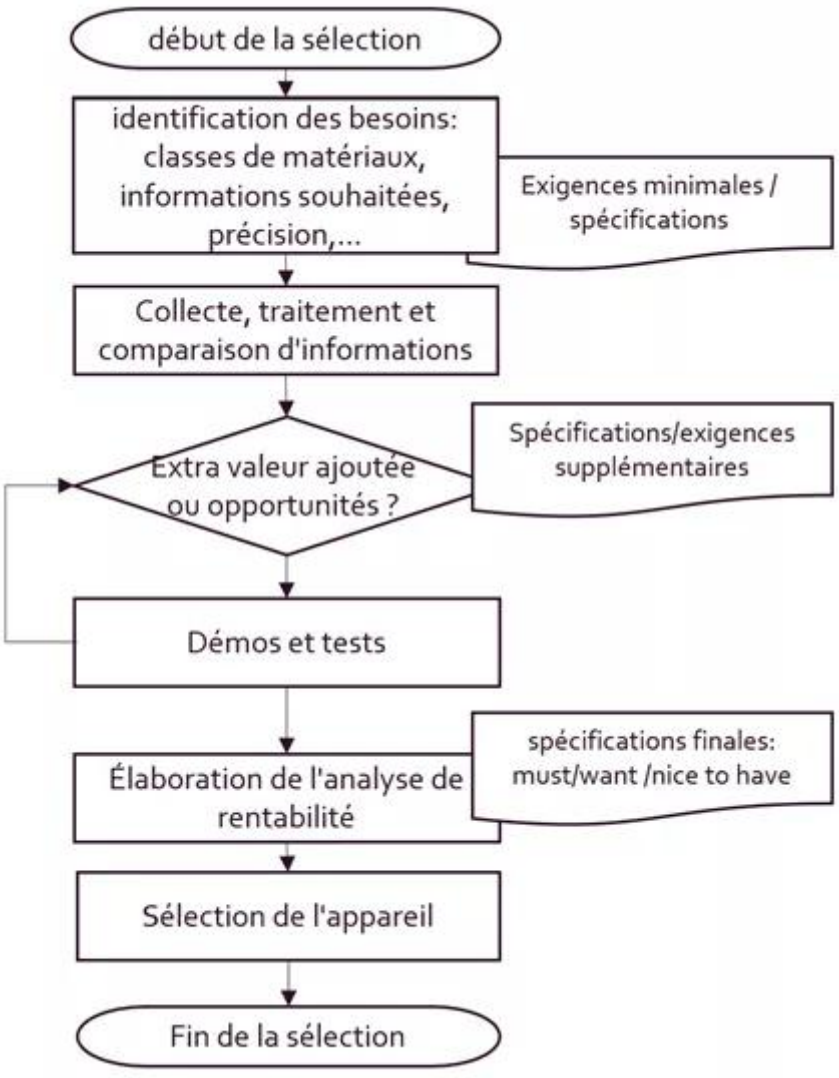


Figure 1 : processus de sélection d'un scanner portable

Notre besoin consiste à reconnaître le **type de plastique** plutôt que d'obtenir une analyse quantitative complète (composition chimique avec tous les additifs). Il peut s'agir de pièces fabriquées à partir de plastiques, de composites, de mélanges de matériaux recyclés, etc. Trois techniques de mesure sont envisagées pour les scanners portables : NIR, FTIR et XRF. Le tableau 1 résume leurs caractéristiques, avantages et inconvénients principaux. Comme nous avons surtout besoin d'identifier la composition moléculaire (type de plastique) plutôt que la composition élémentaire (éléments chimiques), nous avons décidé de ne pas opter pour XRF et d'utiliser uniquement les technologies NIR et FTIR.

Nous avons ensuite cartographié l'offre de scanners NIR et FTIR portables (tableau 2).

Marque et nom de l'équipement	Type de scanner	Plage de longueurs d'onde	Coût total sur 5 ans (milliers d'euros) (achat + licence logicielle)
BASF trinamiX	NIR	1450-2450	14
Si-Ware Neospectra	NIR	1350-2500	17
Thermo Fischer microPHAZIR	NIR	1596-2396	16
Triscan Plas'tri	NIR	S/O	22
Viavi MicroNIR Onsite-W	NIR	950-1650	12
Agilent 4300	FTIR	2220-15 385	> 38
Bruker Alpha II	FTIR	1667-20 000	> 35
Thermo Fischer Nicolet Apex	FTIR	1282-28 570	> 28

©Sirris
Tableau 2 : vue d'ensemble d'une sélection de scanners portables

Dans ce contexte, nos expériences ont été les suivantes :

- Il est très difficile de répertorier de manière exhaustive l'ensemble de l'offre du marché. Nous nous sommes limités aux marques et aux appareils disponibles et pris en charge en Belgique (p. ex. par l'intermédiaire d'un distributeur). En outre, l'offre est en constante évolution : nouveaux fabricants, mises à jour d'appareils plus anciens, nouvelles variantes, appareils pour le contrôle qualité industriel qui sont également proposés comme scanners portables, etc.
- L'établissement d'un registre objectif des performances des appareils nécessite en fait la mise en place d'une vaste étude comparative. En effet, les performances des appareils dépendent de la tâche de mesure spécifique (informations requises, type de plastique, forme (p. ex. pièce, granulés, mélange de recyclates), de l' hétérogénéité, de la technologie utilisée et des spécifications de l'appareil (source lumineuse, optique, détecteur, gamme de longueurs d'onde, rapport signal/bruit, etc.) et du traitement et de l'interprétation des mesures.
- En ce qui concerne le traitement des données, les informations disponibles sur les algorithmes utilisés sont généralement peu nombreuses. En outre, l'intégration d'une riche base de données de spectres validés revêt une grande importance. Ici aussi, il est difficile d'obtenir des données objectives. Certains fabricants gèrent eux-mêmes l'ensemble de données. D'autres travaillent davantage avec une communauté ouverte, dans laquelle les utilisateurs enrichissent systématiquement l'ensemble de données. Parfois, les utilisateurs ont également la possibilité de créer leur propre ensemble de données protégé.
- Quelques publications scientifiques (voir sources) comparent des scanners portables pour des tâches de mesure spécifiques. Malheureusement, la sélection de scanners et la base de comparaison sont souvent différentes.

Pour estimer le coût total de ces dispositifs pour l'utilisateur, nous avons identifié les éléments suivants :

- Frais d'achat
- Frais de licence pour l'utilisation du logiciel de traitement et de la base de données associée
- Frais d’opérateur : vitesse, commodité et niveau de savoir-faire requis de la part de l'opérateur. La plupart des appareils sont conviviaux et peuvent être utilisés après une courte formation. Les appareils FTIR, en particulier, peuvent exiger un savoir-faire et une expérience plus spécifiques en matière d'analyse des matériaux pour une interprétation pertinente des données de mesure. Comme il est très difficile d'estimer objectivement ces frais de fonctionnement sans disposer des appareils, nous n'avons pas inclus explicitement cet aspect dans notre évaluation.

Quel appareil avons-nous choisi ?

Nous avons noué des contacts et réalisé des démonstrations avec les fabricants et les distributeurs des appareils du tableau 2. Sans procéder à une étude comparative majeure, nous avons finalement décidé, sur la base des informations disponibles, de l'expérience initiale et du coût, d'acheter un Viavi microNIR onsite-W. Nous sommes en train de déployer intégralement cet appareil et la base de données Nirlab associée et d'acquérir de l'expérience et du savoir-faire en matière d’identification des plastiques « à la volée » (c.-à-d. sur place et directement). Nous ferons le point sur cette question dans un article ultérieur.

Vous aimeriez en savoir plus sur l'acquisition de connaissances à propos des scanners portables ou tester vous-même l'appareil que nous avons sélectionné ?

Contactez-nous !

Maximiser la réutilisation et le recyclage de pièces et de matériaux d’avions mis au rebut : voilà, en résumé, l'objectif du consortium mis sur pied par Sabena Engineering dans le cadre du projet Planum. Dans ce contexte, Sirris s’intéresse principalement à la revalorisation des matériaux plastiques.

Les avions mis au rebut aujourd'hui ont généralement plusieurs dizaines d'années. La documentation disponible est souvent insuffisante pour indiquer quels matériaux (polymères et composites) ont été utilisés dans l'appareil, tant pour ses parties structurelles que pour l'intérieur. De plus, les cabines ont souvent été rénovées ou remplacées au cours de la vie de l'avion. Bien souvent, on manque donc d’informations validées et fiables. Dans le cadre de Planum, Sirris étudie notamment les solutions disponibles et pratiques pour identifier les matériaux polymères à la volée.

Plus d’informations sur le projet (en français)

Be?, K. B., Grabska, J., & Huck, C. W. (2020). Principles and applications of Miniaturized Near? Infrared (NIR) spectrometers. Chemistry, 27(5), 1514–1532. https://doi.org/10.1002/chem.202002838

Yan, H., De Gea Neves, M., Noda, I., Guedes, G. M., Ferreira, A. C. S., Pfeifer, F., Chen, X., & Siesler, H. W. (2023b). Handheld Near-Infrared Spectroscopy: State-of-the-Art instrumentation and applications in material identification, food authentication, and environmental investigations. Chemosensors, 11(5), 272. https://doi.org/10.3390/chemosensors110502772

Zhu, C., Fu, X., Zhang, J., Qin, K., & Wu, C. (2022b). Review of portable near infrared spectrometers: Current status and new techniques. Journal of Near Infrared Spectroscopy, 30(2), 51–66. https://doi.org/10.1177/09670335211030617

Auteurs



Stefan Milis