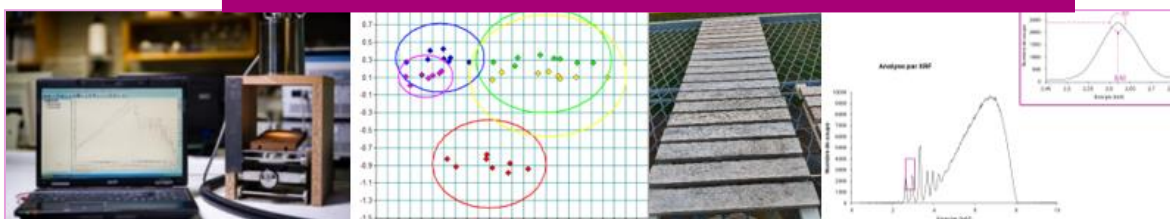


Détection du Traitement du bois par Spectroscopies DTS Bois 2

CONSTRUCTION / AMENAGEMENT BOIS



Crédits photos : CRITT Bois

Réalisation :

Crittbois
expertise, innovations et solutions

Financé par :

CODIFAB
Développement des Industries Françaises
de l'Ameublement et du Bois

REALISATION



Le CRITT Bois (Centre d'Innovation et de Transfert de Technologies pour la filière Bois) collabore avec les entreprises TPE/PME transformant ou utilisant le bois, notamment avec celles de la scierie, de l'emballage, de la charpente, de la menuiserie, de la préservation du bois, des panneaux dérivés du bois et de l'ameublement. Le CRITT Bois est ancré dans le monde industriel et conjugue conseils et expertises, avec des compétences en innovation et en expérimentation. Son organisation en 3 pôles permet de couvrir des thématiques communes à plusieurs secteurs de la filière : Bois Matériau & Chimie Biosourcée, Ingénierie Numérique et Construction & Produit Bois Pour en savoir plus : www.crittbois.com

FINANCEMENT



Le CODIFAB, Comité Professionnel de Développement des Industries Françaises de l'Ameublement et du Bois, a pour mission de conduire et financer, par le produit de la Taxe Affectée, des actions d'intérêt général en faveur des fabricants français de l'ameublement (meubles et aménagements) et du bois (menuiseries, charpentes, panneaux, bois lamellé, CLT, ossature bois, ...). Le CODIFAB fédère et rassemble 4200 PME/ETI et plus de 10000 artisans, représentés par leurs organisations professionnelles:



Les actions collectives ont pour objectif d'accompagner les entreprises de création, de production et de commercialisation par : une meilleure diffusion de l'innovation et des nouvelles technologies, l'adaptation aux besoins du marché et aux normes environnementales, la promotion, le développement international, la formation, et par toute étude ou initiative présentant un intérêt pour l'ensemble de la profession.

Pour en savoir plus : www.codifab.fr

Contexte et objectifs

Le bois présente de nombreux atouts écologiques, en particulier sa capacité à stocker le carbone lorsqu'il est utilisé en construction ou en aménagement extérieur. Cependant, pour assurer sa durabilité dans certains cas, un traitement est nécessaire. Dans le cadre de la rénovation, la déconstruction de certaines parties des ouvrages est parfois nécessaire. Or, sur le chantier, il est actuellement difficile de trier le bois selon qu'il ait été traité ou non. Ainsi, des analyses en laboratoire sur des échantillons sont nécessaires.

La capacité de vérifier de manière simple et rapide la présence ou l'absence d'un traitement du bois, ainsi que de quantifier ou d'évaluer sa concentration, constitue un enjeu majeur.

Les études DTS Bois 1 ont montré l'intérêt de la spectroscopie proche infrarouge pour cette détection, tout en en identifiant les limites. Le recours à cette technique, seule ou couplée à d'autres, pourrait répondre aux besoins du secteur et anticiper les futurs défis écologiques, environnementaux et réglementaires.

Objectifs de DTS Bois 2 :

- Approfondir les résultats précédents en testant de nouvelles technologies de détection (XRF, Raman, LIBS).
- Analyser l'impact du vieillissement du bois sur la fiabilité des mesures spectroscopiques.

Méthodologie

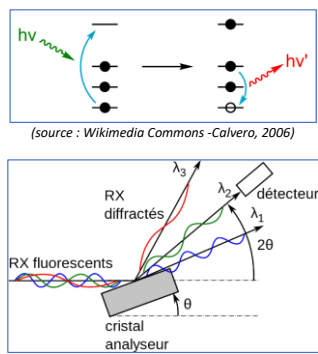
- **Essences étudiées :** Pin sylvestre et Chêne.
- **Produits testés :** 3 solutions commerciales à base d'insecticides et fongicides
- **Conditions expérimentales :**
 - Éprouvettes traitées à différents dosages (0 à 100 % de la valeur critique).
 - Vieillissement naturel (6 mois) et accéléré (3 à 12 semaines).
- **Techniques de détection évaluées :**
 1. Spectroscopie Proche Infra Rouge (SPIR)
 2. Fluorescence des rayons X (XRF)
 3. Spectroscopie Raman
 4. Spectroscopie d'émission optique de plasma induit par laser (LIBS)

Les technologies de tri : Principaux résultats.

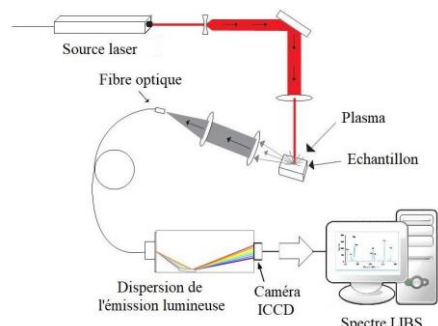
La détection de polluants chimiques dans / sur une matrice solide peut se faire par différentes méthodes d'analyse chimique élémentaire ou moléculaire non destructives. La recherche de polluants (corps étrangers) peut aussi se faire par différentes voies : mesures de formes (caméra), de densité (transmission des rayons X), d'émission de chaleur (thermographie infra-rouge), par magnétisme (induction pilotée), analyse de la couleur (Spectrocolorimètre / caméra) etc.

Les 2 techniques suivantes s'appuient sur l'analyse chimique élémentaire :

- Spectrométrie de fluorescence des rayons X

Spectrométrie de fluorescence des rayons X (SFX ou XRF « x-ray fluorescence spectroscopy »)	
Principe - Sous l'effet de rayons X produits par un tube cathodique ou une source radioactive les atomes constituant l'échantillon passent de leur état fondamental à un état excité (des électrons des couches internes sont éjectés ce qui provoque la création de brèves lacunes électroniques) - Des électrons des couches externes des atomes ionisés viennent combler les couches internes insaturées en émettant des photons de longueurs d'onde caractéristiques et uniques par transition et par élément (fluorescence X) - L'analyse de ce rayonnement X secondaire permet de connaître la nature des éléments chimiques présents dans l'échantillon et leur concentration massique	 (source : Wikimedia Commons -Calvero, 2006) (source : Wikimedia Commons -Christophe Dang Ngoc Chan, 2006)
La SFX permet de déterminer la composition chimique élémentaire de nombreux types d'échantillons (liquides, poudres, solides, métaux, céramiques, verres, polymères, bois, sol, minerais, etc.) pour une large gamme d'éléments chimiques (sauf les plus légers).	
Analyse non destructive Identification et (semi)quantification des éléments chimiques	Laboratoire / Portatif / Continu

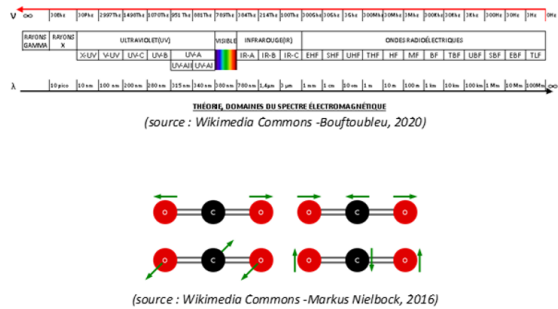
- Spectroscopie d'émission optique de plasma induit par laser

Spectroscopie d'émission optique sur plasma induit par laser (« laser-induced breakdown spectroscopy » ou LIBS)	
Principe - Une impulsion laser focalisée sur l'échantillon conduit à la fusion puis à la vaporisation de la matière dans un temps très court puis un micro-plasma constitué d'électrons, atomes et ions excités est formé au-dessus de la surface de l'échantillon - Après la fin de l'impulsion laser, le plasma continue de s'étendre et se refroidit, les espèces chimiques présentes se désexcitent alors en émettant un rayonnement lumineux - Le rayonnement lumineux est collecté et transporté par une fibre optique jusqu'à un spectromètre où il est décomposé en un spectre de raies qui permet de connaître la nature des éléments chimiques présents dans l'échantillon et leur concentration massique	 (source : Wikimedia Commons -Fanny Bachelier, 2016)
La LIBS est utilisable pour des échantillons de métaux, semi-conducteurs, verres, tissus biologiques, matériaux isolants, plastiques, terres, plantes, couche de peinture... Elle couvre une large gamme d'éléments chimiques dont les légers (H, Be, Li, C, N, O, Na, et Mg)	
Analyse très faiblement destructive Identification et quantification des éléments chimiques	Laboratoire / Portatif / Continu

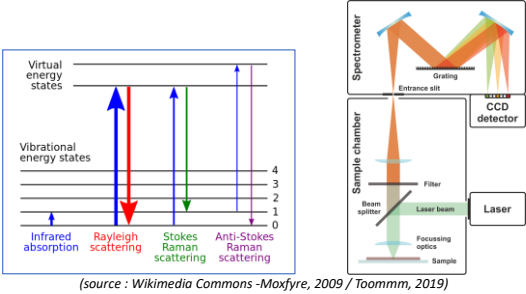
PRINCIPAUX RESULTATS

Les 2 techniques suivantes s'appuient sur l'analyse chimique moléculaire :

- Spectroscopie Proche Infra Rouge (SPIR), cf Rapport DTS Bois 1

Spectroscopie Proche Infra Rouge (SPIR)	
Principe - Absorption du rayonnement infrarouge par une molécule en tant qu'énergie de vibration moléculaire - La fréquence de la radiation absorbée correspond à l'énergie de transition de la liaison vibrante - L'absorption (ou la transmission, ou la réflexion) du rayonnement infrarouge par le matériau est mesurée en fonction de la longueur d'onde (sous la forme de nombres d'onde) - Le spectre qui en résulte est constitué de bandes dont la position et l'intensité dépendent de la composition et la structure moléculaires	 THÉORIE, DOMAINES DU SPECTRE ÉLECTROMAGNÉTIQUE (source : Wikimedia Commons - Bouftableu, 2020) (source : Wikimedia Commons - Markus Nielbock, 2016)
Les applications de la spectroscopie infrarouge sont très étendues (identification de composés organiques et inorganiques, analyses qualitatives et quantitatives, etc.).	
Analyse non destructive Identification et quantification des composés chimiques	Laboratoire / Portatif

- Spectroscopie Raman

Spectroscopie Raman	
Principe - Toute molécule excitée par un faisceau lumineux diffuse la lumière dans toutes les directions. Cette diffusion peut être élastique c'est-à-dire que le photon diffusé a la même fréquence que le photon incident (Diffusion Rayleigh) ou inélastique lorsque la fréquence du photon diffusé est différente (Effet Raman - Diffusions Stokes et anti-Stokes) - L'échantillon est irradié avec un laser et une partie de la lumière dispersée est analysée à l'aide d'un spectromètre - Le spectre Raman obtenu présente des « bandes » caractéristiques du matériau étudié	 (source : Wikimedia Commons - Moxfyre, 2009 / Toommm, 2019)
La spectroscopie Raman permet de caractériser la composition moléculaire et la structure d'un matériau organique ou inorganique. Elle est complémentaire des spectroscopies NIR et MIR. Elle permet de reconnaître les oxydes métalliques mais pas les métaux.	
Analyse non destructive Identification et (semi)quantification des molécules	Laboratoire / Portatif / (Continu)

Résultats principaux

- SPIR :

Prometteur pour détecter présence/absence d'un traitement frais.

Peu fiable après vieillissement (forte variabilité naturelle du bois).

- XRF :

Méthode la plus efficace.

Détecte clairement la présence de chlore (traceur des biocides).

Différencie bois traité vs non traité, même après vieillissement.

Limite : distinction difficile entre différents niveaux de traitement.

- Raman :

Non concluant : spectres peu exploitables (fluorescence et absence de différences significatives).

- LIBS :

N'a pas permis de détecter efficacement le chlore.

Conclusion

- XRF est la technique la plus robuste, surtout lorsqu'elle est combinée à la spectroscopie proche infrarouge.
- SPIR seule est insuffisante, surtout sur bois vieilli.
- Raman et LIBS ne sont pas adaptées pour la détection des traitements du bois dans ce contexte.

Contactez les représentants des Organisations Professionnelles à l'initiative de cette étude :

[Sabine Boury \(CAPEB\)](#)

[Adrien Parquier \(UMB-FFB\)](#)

[Maelenn Rougie \(UFME\)](#)