



Impulser et faciliter les mutations du *bâtiment*
pour construire un avenir viable

RESTWOOD

bois de réemploi

Inauguration des activités

9 décembre 2025 – Lavoine Charpentiers -
Blanquefort



Julien Lavoine
charpentiers



Lamécol
CHARPENTES &
OSSATURES BOIS

R-USE



Programme de la matinée

9h30 – 10h30 : Présentation des activités Restwood

10h30 – 11h20 : Développements scientifiques

11h20 – 12h00 : Déploiement et perspectives

12h00 – 12h30 : Démonstration du processus de reconditionnement

12h30 – 13h30 : Déjeuner

Et l'après-midi jusqu'à 15h : Atelier projet Woodstock

Présentation des activités Restwood

- > Ambitions de la démarche Restwood
- > Diagnostic des charpentes existantes
- > Récupération et préparation du bois sur plateforme
- > Qualification mécanique sur site
- > Traçabilité et qualité des bois de réemploi
- > Vos questions – nos réponses

Présentation des activités Restwood

AMBITIONS DE LA DÉMARCHE RESTWOOD

Co-financement projet



Partenaires



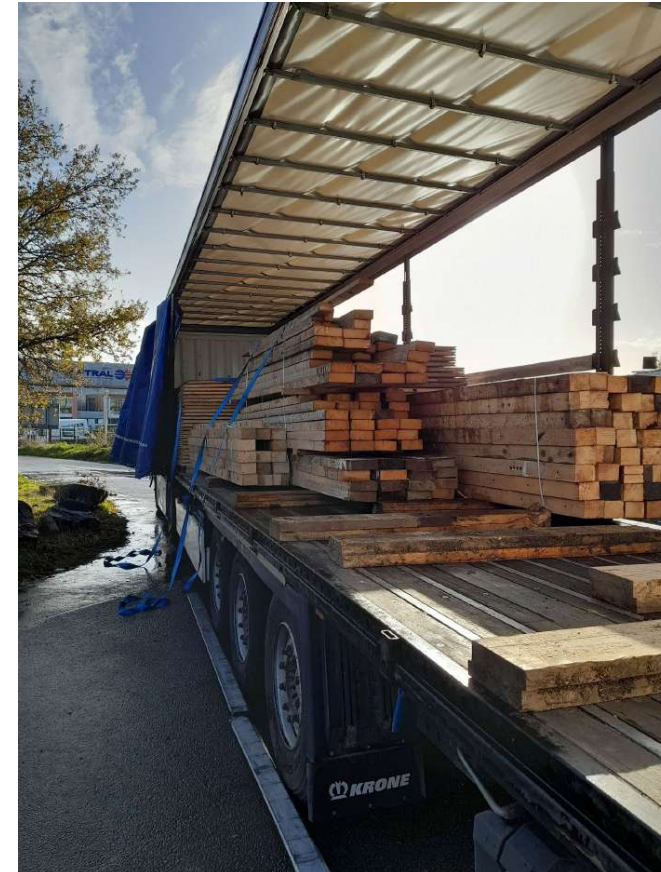
Présentation des activités Restwood

AMBITIONS DE LA DÉMARCHE RESTWOOD

Réemploi : d'une pratique « pionnière » à la massification



Projet Save Up Aristide - Edeis



R-Use

« Les plateformes de reconditionnement vont jouer un rôle important pour le développement de la filière, amenées à porter la responsabilité de la qualification des produits qu'elles commercialisent, comme le font aujourd'hui les fabricants de produits neufs. »

Présentation des activités Restwood

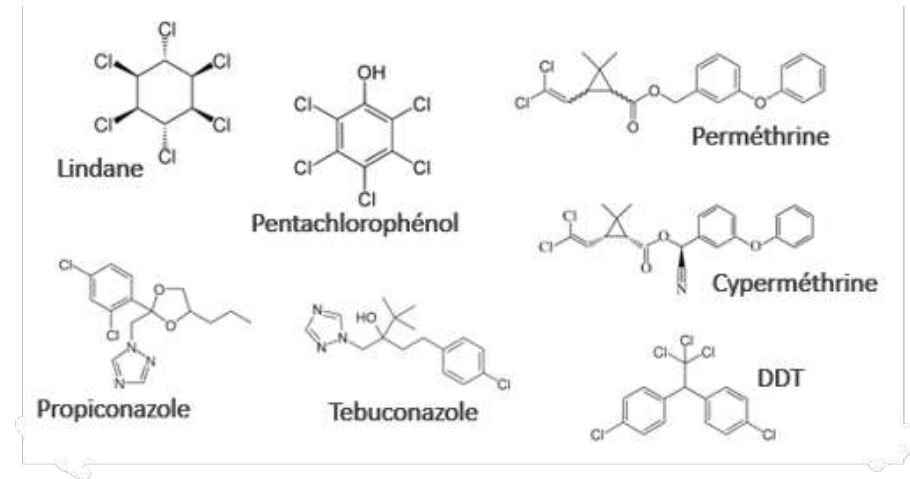
AMBITIONS DE LA DÉMARCHE RESTWOOD

Enjeux de la qualification du bois de structure de réemploi

Caractéristiques mécaniques



Qualité sanitaire



Présentation des activités Restwood

AMBITIONS DE LA DÉMARCHE RESTWOOD

Restwood de 2023 à 2025 :

- > Projet de recherche collaboratif
- > Pour développer les outils scientifiques et techniques nécessaires pour le réemploi du bois de structure

Restwood à partir de 2026 :

- > Un processus pour le reconditionnement du bois de structure
- > Une activité de fourniture de bois de réemploi qualifié (portée par Lavoine Charpentiers)
- > Un label pour outiller les futurs centres de reconditionnement (réseaux de plateformes)
- > Une association pour porter le label et promouvoir l'offre des plateformes
- > Un site internet pour présenter l'offre des plateformes : www.restwood.fr
- > Des services dédiés au réemploi de bois de structure (diagnostic, qualification sur site, dépose soignée, ...)



Labellisation des plateformes

Maintien du site internet

Promotion de l'offre de fourniture et de services

Présentation des activités Restwood

AMBITIONS DE LA DÉMARCHE RESTWOOD

Pour les MOA / MOE :

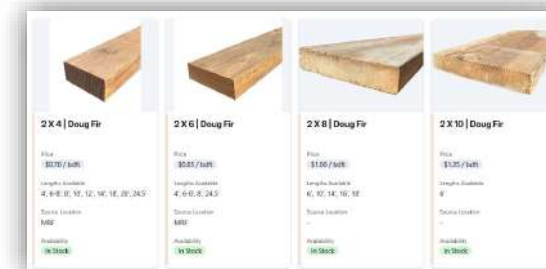
- > Trouver un exutoire pour le bois de structure réemployable
- > Faciliter le recours au bois de réemploi

Pour les entreprises :

- > Se fournir en produits issus du réemploi dont le niveau de qualification est équivalent à un produit neuf

Pour les plateformes de reconditionnement :

- > Disposer des outils pour la mise sur le marché de bois de réemploi qualifié
- > Bénéficier de la reconnaissance d'un réseau et d'actions collectives



Présentation des activités Restwood

DIAGNOSTIC DES CHARPENTES EXISTANTES

CONTEXTE D'INTERVENTION

R-USE: BET REEMPLOI et Design circulaire
AMO, MOE, DIAG / Réemploi bois STR

Position dans Restwood: BE Conseil depuis sourcing jusqu'à livraison de bois de charpente à la plateforme Restwood.

- **Sourcing:**
Bois de charpente (bois massif ou lamellé collé)
- **Identification Gisements**
/Ressources non déposées: déconstruction, réhabilitation
/Ressources déposées, stockées
- **Projet émetteur**
Relation avec Équipe projet (MOA, MOE, AMO Réemploi, Déconstructeur)
- **Conditions de reprise**
Avancement projet?
Dépose douce possible et cadrée par équipe projet? ou envisageable par RESTWOOD?
Conditions de rachat ou don?
- **Compatibilité gisement**
Ressources identifiées collectables pour RESTWOOD?



Présentation des activités Restwood

DIAGNOSTIC DES CHARPENTES EXISTANTES

PROCESSUS



Cas concrets d'études RESTWOOD

CHÂTEAU HAUT BRION:

Phase déconstruction : maîtrisée par BDS

Diagnostic bois : Nobatek et R-USE

Collecte bois déposé : Julien Lavoine Charpente

MADD:

Phase déconstruction : maîtrisée par R-USE (AMO Réemploi projet émetteur)

Stockage : déporté au chantier maîtrisé par La Ville de Bordeaux

Diagnostic bois : R-USE

Collecte bois stocké : Julien Lavoine Charpente

Présentation des activités Restwood

DIAGNOSTIC DES CHARPENTES EXISTANTES

1. DIAGNOSTIC / Intervention

DIAG



• ACTIONS :

- Recherche documentaire
- Pré-visite
- Intervention Diagnostic :
 - Analyse visuelle de la structure bois
 - Inventaire et caractérisation des éléments
- Modélisation de la charpente
- Création des fiches ressources par lot*

ETUDE



• MOYENS :

- Nacelle si besoin d'accès en hauteur
- Humidimètre
- Matériels de mesure

CHANTIER



Présentation des activités Restwood

DIAGNOSTIC DES CHARPENTES EXISTANTES

1. DIAGNOSTIC / Objectifs

Objectif : Collecter les informations et relever les caractéristiques relatives aux éléments de structure. Ces données permettent d'assurer la traçabilité et de fiabiliser la qualification (mécanique, durabilité, innocuité)

CARACTÉRISTIQUES

Type de lot, type de bois, d'essence, d'assemblage, de finition, de traitement, humidité du bois

ÉTAT

Observation structurelle, biologique, classe d'imprégnabilité, possibilité ou non de traitements

DIMENSIONS

Les différents types d'élément du lot, les dimensions, le volume, le poids

MÉTHODOLOGIE

Amorce des préconisations de dépose soignée et de conditionnement

ACTIONS À MENER

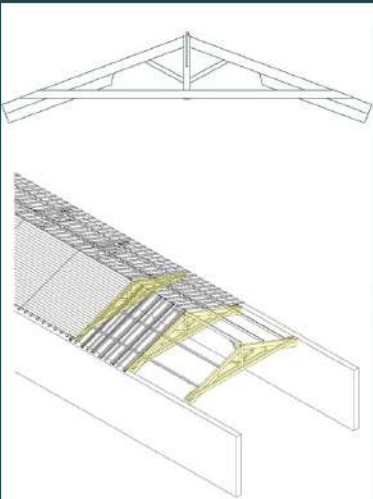



Identifier précisément l'essence, déterminer la résistance mécanique de l'élément



Exemple Fiche ressource Château Haut Brion →

FICHE RESSOURCE

03.01 - FERME Réf : ENT-01, ARB-01, POI-01, CON-01, CON-02, JAM-01

2 CARACTÉRISTIQUES

2.1 Type d'élément de structure Selon protocole §4.2 **Fermes**

2.2 Type de bois Selon protocole §4.2 Bois massif

2.3 Type d'essence Résineux

2.4 Essence estimée* Selon protocole §4.3.3 Douglas 2.4.1 Mode d'identification Identification microscopique (sur site)

2.5 Classe d'emploi compatible* Classe 3 En contact temporaire avec l'eau

2.6 Type d'assemblage Chevillage + boulonnage

2.7 Présence de finition Oui : lasure

2.8 Présence d'un traitement de préservation Selon protocole §4.3.6 Non connu

2.9 Humidité moyenne (%) Selon protocole §4.3.4 Entrait : 17,4% ; Arbaloétrier : 12,9% ; Poignon : 16,1% ; Contrefiche : 16% ; Aisselier : 16,4 %

3 ÉTAT

3.1 Observations structurelles Selon protocole §4.2 Pas de déformation visible // Pas de fissure visible

3.2 Observations biologiques Selon protocoles §4.3.6 - §4.3.7 Pas d'attaque biologique visible

3.3 Classe d'imprégnabilité* Classe 4 Non imprégnable

3.4 Traitement(s) possible(s) durabilité* Par aspersion Non recommandé
Par immersion Non recommandé
Par autoclave Oui

3.4 Traitement(s) possible(s) insectes* Curatif (selon 2.2)
Préventif

4 DIMENSIONS ET QUANTITÉS / Selon protocole §4.3.2

Type	Qté	L	l/H	ép.	Volume	Masse unitaire	Poids	Commentaires
	u	(m)	(m)	(m)	(m³)	(kg/m³)	(kg)	
Entrail	20	8,08	0,24	0,185	4,4	548	2 372	Doublure aux extrémités, aux parties de jonction et aux pontons
Arbaloétrier	20	5,86	0,38	0,150	5,2	548	2 791	Doublure aux extrémités et aux (arbres de joint, ceux qui sont démontés)
Poignon	10	1,49	0,19	0,180	0,7	548	366	Doublure aux extrémités, chevilles aux extrémités et aux aisseliers
Contre-fiche basse	20	1,38	0,14	0,070	0,2	548	133	Assemblage à pivolet
Aisselier	20	1,25	0,14	0,070	0,2	548	138	Cheville aux extrémités pivolet et au poignon
Jambe de force	20	1,36	0,30	0,150	3,0	548	1 617	Doublure aux extrémités et aux entrails
total	110				13,7		7,41	
	u				m³		kg	

5 DÉPOSE SOIGNÉE

5.1 Méthode préconisée Déposer la couverture, les voliges, les chevrons et les pannes pour exposer les fermes. Déposer la ferme entière puis la désassembler au sol.

5.2 Conditionnement Trier les éléments de la ferme par section et longueur puis les empiler sur des taquets en veillant à aligner les taquets pour éviter la déformation.

6 ACTIONS À MENER

Identification précise de l'essence pour valider les informations (*)

Pour un usage structural, prévoir en plus une identification de la classe de résistance

R-USE



Présentation des activités Restwood

DIAGNOSTIC DES CHARPENTES EXISTANTES

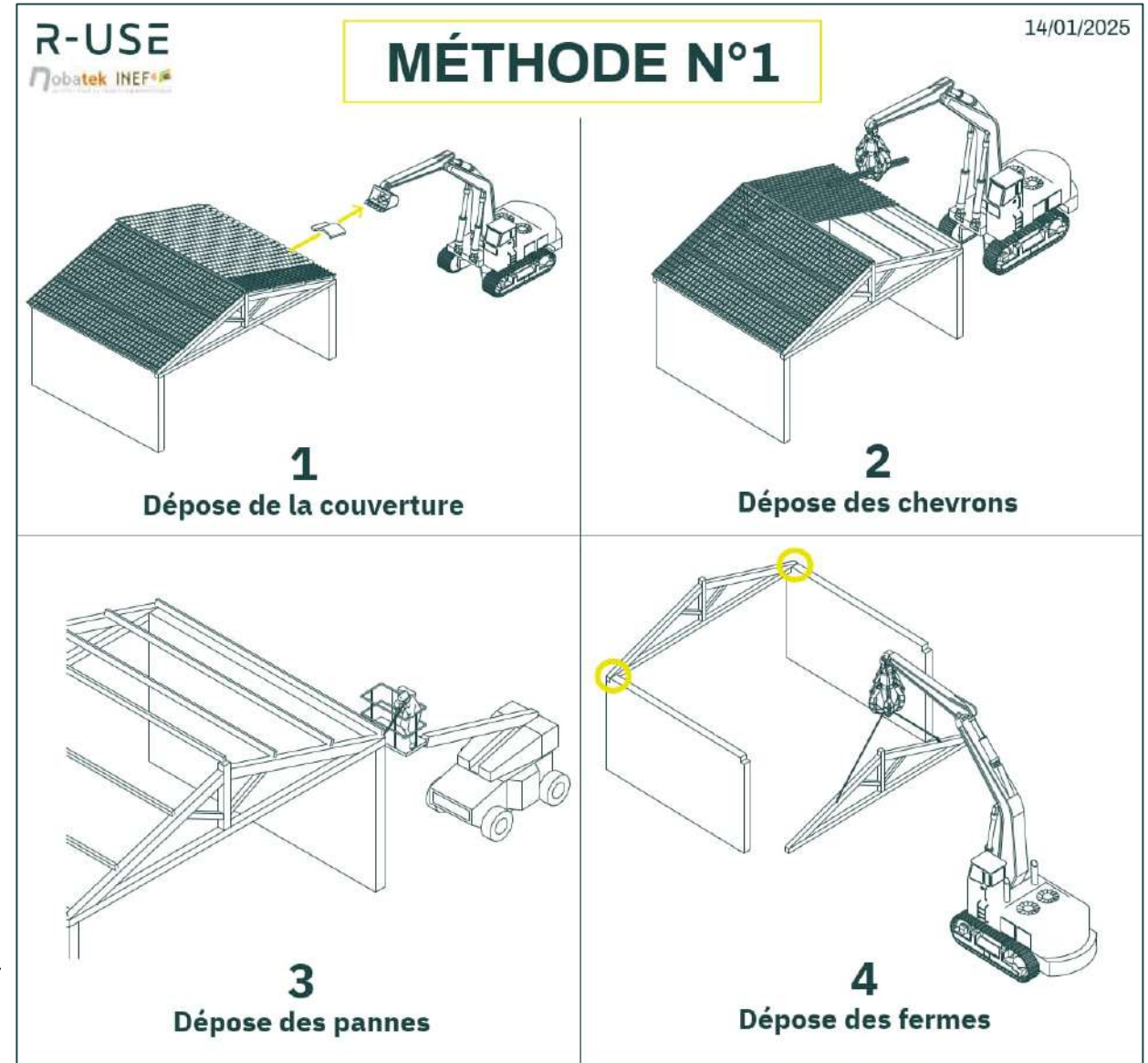
2. ETUDE / Préconisations

- DÉFINIR SCÉNARIO DE DÉPOSE SOIGNÉE

- Adaptée au projet
- En vue d'une reprise

Exemples de méthodologies étudiées sur Château Haut Brion :

- Méthode 1 : Dépose par éléments par éléments →
 - Méthode 2 : Dépose par panneaux



Présentation des activités Restwood

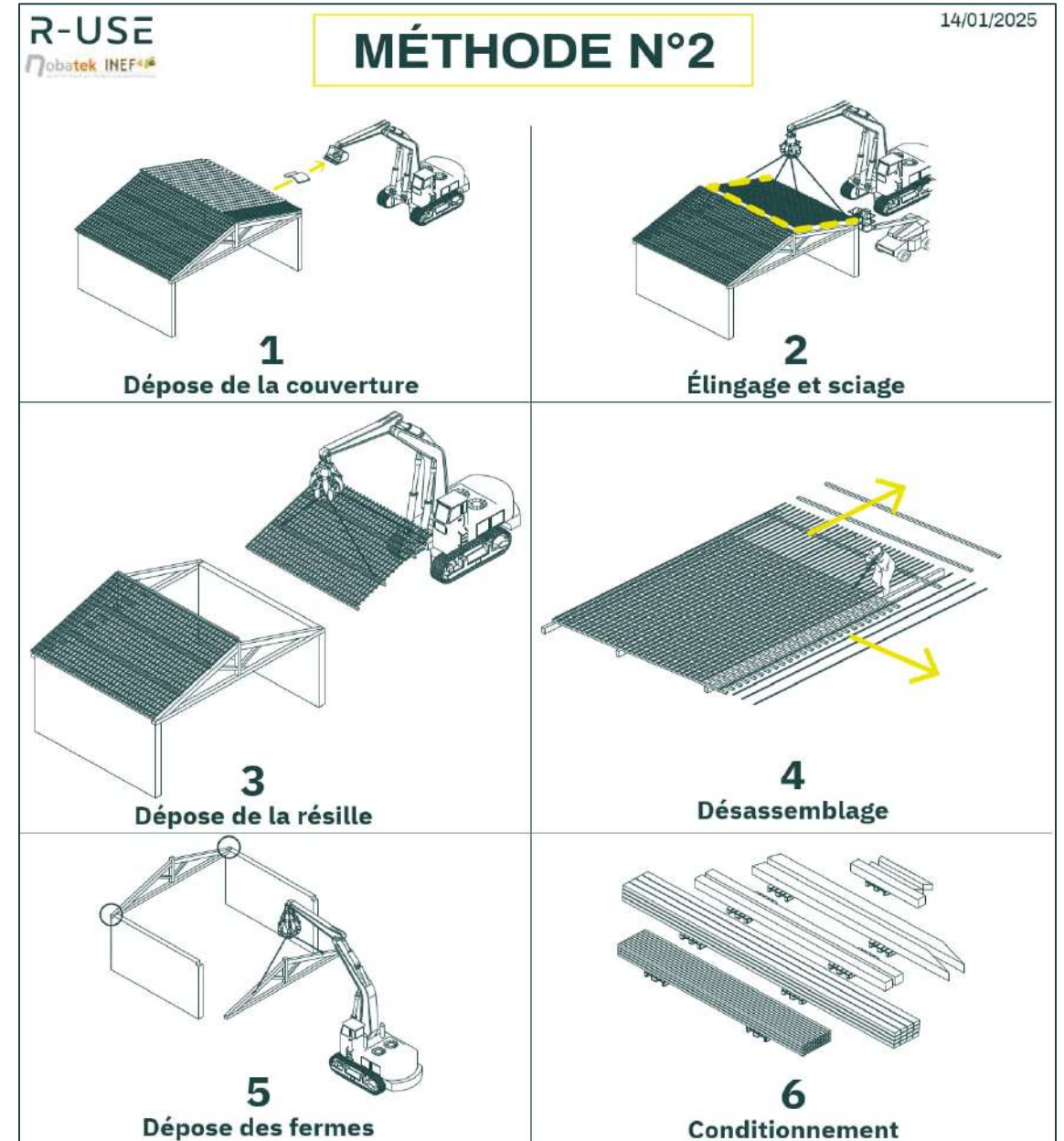
DIAGNOSTIC DES CHARPENTES EXISTANTES

2. ETUDE / Préconisations

- DÉFINIR SCÉNARIO DE DÉPOSE SOIGNÉE
 - Adaptée au projet
 - En vue d'une reprise

Exemples de méthodologies étudiées sur Château Haut Brion :

- Méthode 1 : Dépose par éléments par éléments
- Méthode 2 : Dépose par panneaux →



Présentation des activités Restwood

DIAGNOSTIC DES CHARPENTES EXISTANTES

2. ETUDE / Préconisations

• DÉFINIR MODE DE CONDITIONNEMENT

- En pieds de chantier
- Trié lot par lot
- Trié par longueur
- Conditionnement en fagot sur taquets et sanglés
- Stockage tampon hors d'eau si besoin



Schéma des éléments à déposer soigneusement :

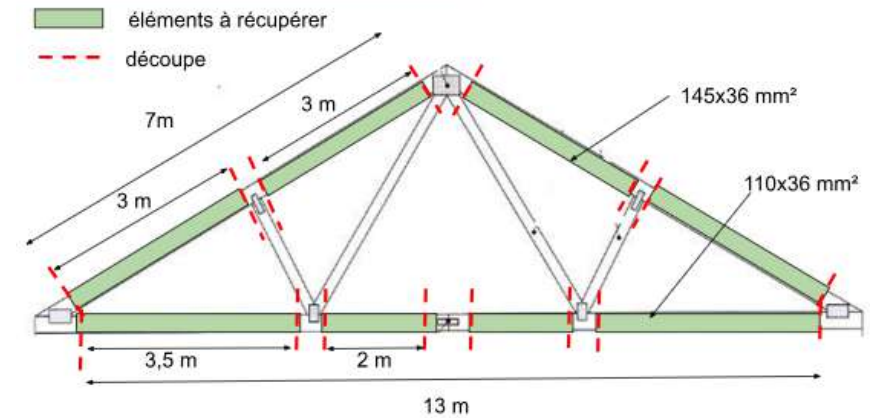
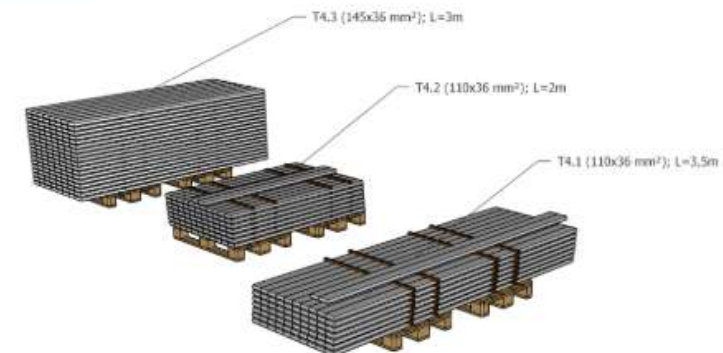


Tableau détaillé des éléments :

Type	Section (mm x mm)	Longueur (m)	Nb/ferme (u)	Nb total (u)	Nb éléments/lit	Nb lits	Nb fagots	Volume de bois (m3)
T4.1	110 36	3,5	2	72	10	8	1	1,00
T4.2	110 36	2	2	72	10	8	1	0,57
T4.3	145 36	3	4	144	8	18	1	2,26

TOTAL (m3) **3,82**

Conditionnement :



Exemple Méthode de conditionnement projet Clos des Vergnes →

Présentation des activités Restwood

DIAGNOSTIC DES CHARPENTES EXISTANTES

3. SUIVI / Travaux

• SUIVI DES DÉPOSES

- Bonne application de la méthode de dépose
- Vérification mode de conditionnement
- Tableau de suivi des déposes

• BON DE CESSION

- Atteste du transfert entre un détenteur et un repreneur
- Définit les responsabilités de chaque partie (état, transport, stockage)
- Inventaire des matériaux cédés



REHABILITATION DU MADD, BORDEAUX
MOA opération : Ville de BORDEAUX
Entreprise GO-Déconstruction : JSD
AMO économie circulaire : R-USE

BON DE CESSION

Le :
Pour valoir et servir ce que de droit

Signature de l'AMO Réemploi mandaté par le détenteur Précédée de la mention « lu et approuvé » Nom et prénom de la personne physique : <i>Pour les sociétés, nom et qualité du signataire et cachet.</i>	Signature du repreneur Précédée de la mention « lu et approuvé » Nom et prénom de la personne physique : <i>Pour les sociétés, nom et qualité du signataire et cachet.</i>
--	--

Annexe 1 : Liste des matériaux concernés

Description des matériaux cédés	Quantité	Prix du lot	Photographie des matériaux cédés
Pannes de charpente bois nb : 27 u Section : 120 x 230 mm ² Longueur : 4,28 m	3,19 m³	767€ TTC	

Projet ou activité envisagés avec les matériaux cédés :

Du bois de structure est récupéré par Nobatek/Inef4 pour les besoins du projet de recherche Restwood. Ce projet vise à définir une méthode de qualification mécanique pour les éléments de structure en bois de réemploi. Les éléments récupérés vont intégrer une campagne expérimentale. Les performances des éléments vont être évaluées au moyen de diverses méthodes non destructives et seront finalement soumis à des essais destructifs de résistance à la flexion.

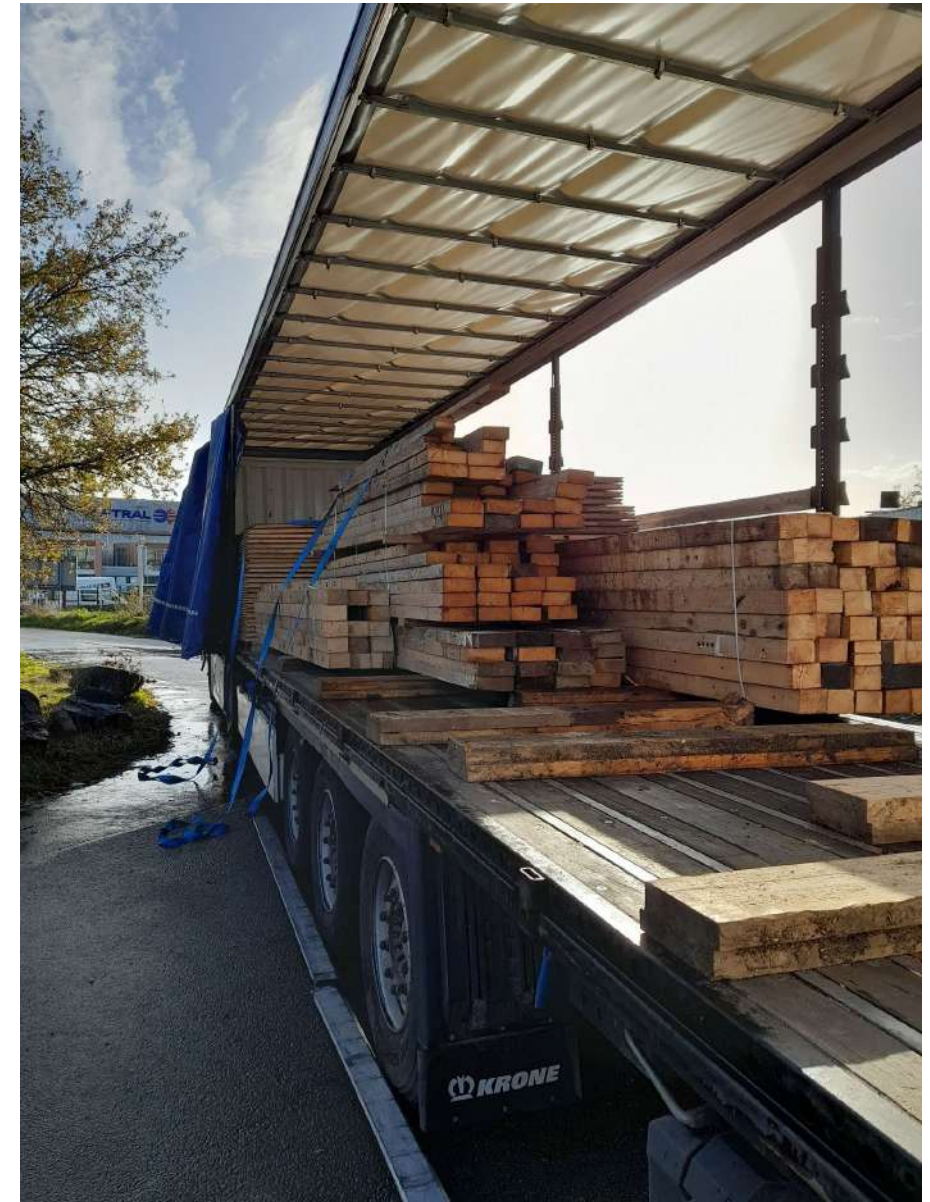


Présentation des activités Restwood

DIAGNOSTIC DES CHARPENTES EXISTANTES

3. SUIVI / Travaux

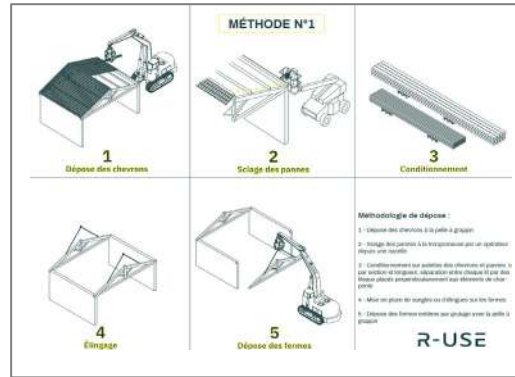
- FICHES GISEMENTS : liées à la réception des lots
 - Base fiche ressource
 - Historique de la dépose soignée
 - Détail conditionnement (nombre de fagot, dimension, nombre d'élément par fagot)
 - Quantité totale livrée



Présentation des activités Restwood

RÉCUPÉRATION DU BOIS

- > Méthodes de déconstruction sélective :
 - o Un équilibre économique à trouver



Démolition classique, BDS

- o Importance du stockage

RESTWOOD		BONNE PRATIQUE		N°BP-001
Stockage des éléments		Rédigé par : MDH	V02 du 30/09/2025	
COMMENT STOCKER CORRECTEMENT LE BOIS DE REEMPLOI		Conditions de stockage		
<p>Cerclage (avant tout transport)</p> <p>Tasseaux pour assurer la ventilation</p> <p>Pas de contact avec le sol</p>		<p>Le bois doit être stocké à minima à la classe d'emploi de l'ouvrage d'origine et à une hygrométrie $\leq 20\%$</p>		
		Stockage provisoire		
		<p>Stockage sous abri ou bâche à minima</p>		

Présentation des activités Restwood

PRÉPARATION SUR PLATEFORME



> Préparation en atelier :

- Méthodes éprouvées et documentées
- Différents niveaux à définir en fonction de la demande



Essais de préparation, Lavoine Charpentiers

RESTWOOD		PROTOCOLE		N°PRO-011	
OPERATION : Préparation des pièces de bois		Rédigé par : MDH		V01 du 03/04/2025	
ETAPE 1 : Découpe des assemblages			ETAPE 2 : Préparation de l'état de surface		
  <p>Supprimer les assemblages et recouper proprement les bouts</p>		    <p>Option 1 : rabot électrique manuel Option 2 : Brosse électroportative Option 3 : Raboteuse Option 4 : ponceuse</p>			
ETAPE 3 : Suivi traçabilité et qualité					Sécurité
 <p>Si la référence de la pièce est effacée au cours de l'opération : celui-ci doit être reporté à nouveau sur la pièce</p> 		<p>Etat de surface attendu : on doit pouvoir voir facilement les lignes et les nœuds du bois</p>     			 <p>Port des EPI obligatoire</p>

Type de préparation	Photos	Avantages	Inconvénients
Rabotage		-Etat de surface lisse -Rectifie la géométrie de la pièce	-Nécessité absolue de retirer tous les éléments métalliques sous peine de détériorer les fers -Ne permet pas de traiter les zones avec des manques de matière (flèches par ex)
Brossage		-Pas impératif de retirer tous les éléments métalliques car pas de risque de dégrader l'outil -Gain de temps potentiel	Etat de surface propre mais présentant des rugosités (fibres de bois)

Présentation des activités Restwood

QUALIFICATION MÉCANIQUE SUR SITE

Avantages du réemploi sur site

- Gain de temps et réduction des coûts logistiques (de transport et de manutention..),
- Limitation des risques de dégradation liés au déplacement des éléments,
- Meilleure traçabilité des bois (origine connue, contexte maîtrisé),
- Impact environnemental réduit (moins de CO₂, moins de logistique),
- Possibilité de conserver des éléments difficiles à déposer ou très intégrés au bâti,
- Réemploi facilité lorsque le bois est déjà en bon état structurel.

Conditions nécessaires

- Stockage maîtrisé,
- État de surface lisible pour repérer les défauts,
- Accessibilité suffisante pour l'inspection et les mesures,
- Teneur en eau contrôlée.



Présentation des activités Restwood

QUALIFICATION MÉCANIQUE SUR SITE

Méthode de qualification

Tri initial selon le protocole Restwood



Identification des éléments



Mesure de la masse volumique et de la teneur en eau de chaque élément



Inspection visuelle des quatre faces et application de la méthode de classement visuel



Proposition d'une classe par élément



Écartement des éléments présentant des traces de brûlure, une entaille significative, des fentes importantes ou une dégradation biologique marquée



Identification des éléments



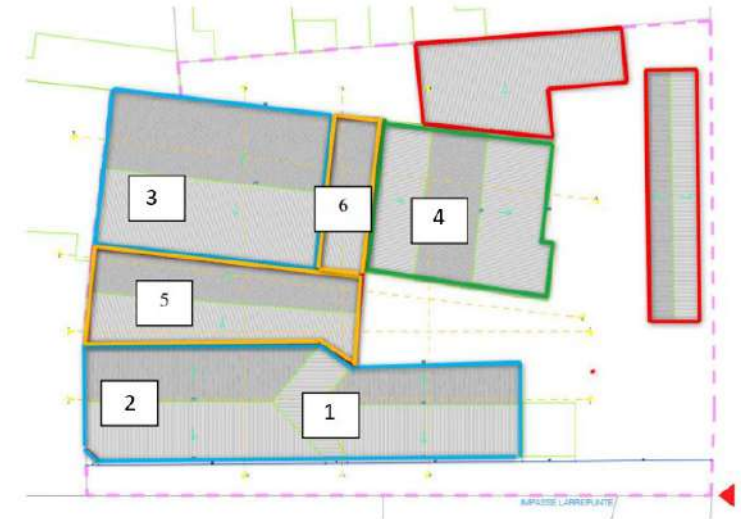
Mesure de la masse des éléments

Présentation des activités Restwood

QUALIFICATION MÉCANIQUE SUR SITE

Mission de requalification réalisée pour AVCOBOIS par Nobatek

Objectifs de la mission: Déterminer l'aptitude structurelle des éléments de charpente stockés sur le chantier, en évaluant leurs caractéristiques mécaniques pour permettre leur réemploi in situ.



Rapport fourni au client

Description des éléments

- Photos
- Dimensions
- Etat général
- Défaut visible
- Teneur en eau
- Masse volumique

Méthodologie d'évaluation

- La méthode de Tri initial
- La méthode de classement visuel appliqué, avec la prise en compte de la masse volumique

Résultats

- Un tableau synthétique présentant pour chaque élément sa référence et la classe de résistance associée,
- Recommandation technique (les éléments de ferme nécessitant un renforcement ou un remplacement...)

Présentation des activités Restwood

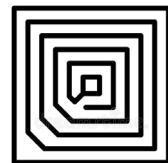
TRAÇABILITÉ DES BOIS DE REEMPLOI

> Traçabilité complète des éléments

- Formulaires → Base de données → Site internet → Cartographie → Fiches produit

> Marquage des bois

- Objectif : conserver les données dans le temps pour favoriser le réemploi



RFID

1- Nouveau gisement : <https://forms.office.com/e/avHMCYL2ca>



Restwood - Nouveau gisement

Lorsque vous identifiez un nouveau gisement potentiel de bois de réemploi, remplissez ce formulaire.

Lorsque vous soumettez ce formulaire, il ne collecte pas automatiquement vos détails, tels que le nom et l'adresse.

* Obligatoire

Référence chantier

Suivant les indications ci-dessous : (attention ce numéro unique doit être conservé et repris exactement de la

1

Référence chantier *

Référence chantier

251013-001-A

1 2 3

1. Date d'identification du chantier au format AAMMJJ
2. Numéro d'identification de la plateforme. Ce numéro est attribué à chaque plateforme Restwood. Il est donné par ordre chronologique de labellisation des plateformes.
3. Classement par ordre alphabétique permettant d'assurer une référence unique pour chaque chantier. Dans une situation où deux chantiers sont identifiés le même jour, alors la lettre B sera ajoutée à la fin du numéro.

RESTWOOD bois de réemploi

FICHE PRODUIT

Type d'élément

Identification		Préparation	
Provenance		Recoupe	<input type="checkbox"/> Retrait éléments métal. <input type="checkbox"/>
Dépose effectuée par		Déclignage	<input type="checkbox"/> Sablage <input type="checkbox"/>
Date de dépose		Brossage	<input type="checkbox"/> Traitement durabilité <input type="checkbox"/>
Type de bois		Ponçage	<input type="checkbox"/> Rabotage <input type="checkbox"/>
Type d'essence			
Essence			

Caractéristiques dimensionnelles

Longueur									
Quantité									
Largeur									
Hauteur									
Volume total									

Qualité sanitaire

Classe	
Contrôles	

Performances

Classe de résistance mécanique	
Classe d'imprégnabilité	
Compatibilité classe d'emploi	
Masse volumique	

Classe mécanique définie selon le protocole de qualification RESTWOOD
Bois exempt de produits chimiques interdit selon le processus TIPEE

Commercialisation

Vendeur	
Localisation	
Conditionnement	
Tarif HT	

PHOTO PRODUIT

Bois de réemploi commercialisé par une structure associée à la démarche Restwood. Les performances communiquées sont obtenues par caractérisation visuelle et le fournisseur ne peut engager sa responsabilité sur les performances atteintes sur chantier. Plus d'informations sur www.restwood.fr.

Présentation des activités Restwood

DEMARCHE QUALITÉ DES BOIS

> Plan Assurance Qualité

- Suivi qualité : procédures, protocoles de contrôles, enregistrements,...
- Gestion des compétences
- Démarche d'amélioration continue : revue annuelle transmise au comité Restwood

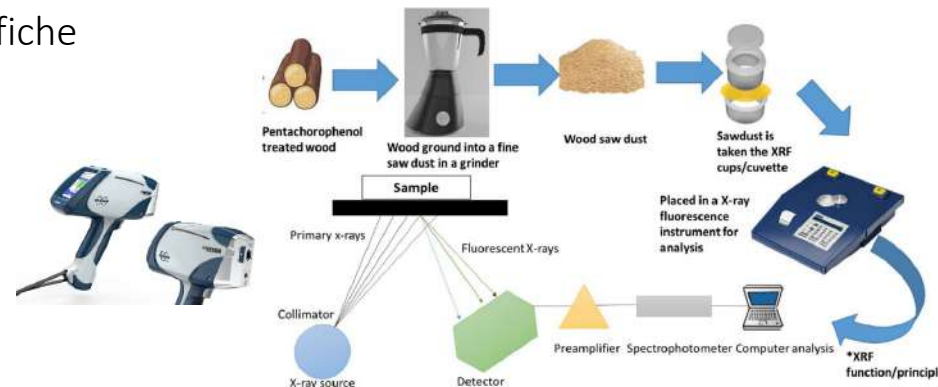
> Qualité sanitaire

- Protocole de contrôle et enregistrement sur la fiche produit

Etape	Contrôle	Procédure	Enregistrements
Entrée de processus	Contrôle sanitaire	PRO-005	Fiche de suivi qualité et formulaire « Nouveau lot à préparer »
	Présélection des bois	PRO-007	
	Identification des lots de bois à préparer	PRO-009	
	Hygrométrie à la réception	PRO-008	
Stockage	Hygrométrie lors du stockage	PRO-008	Fiche de suivi qualité
	Conditions de stockage	BP-001	
Préparation	Hygrométrie avant préparation	PRO-008	Fiche de suivi qualité et formulaire « Nouveau lot commercialisé »
	Absence d'éléments métalliques	PRO-010	
	Etat de surface	PRO-011	
	Type de préparation effectuée	PRO-011	Fiche de suivi qualité et formulaire « Nouveau lot commercialisé »
	Classe de durabilité naturelle ou conférée	PRO-012	
	Classe mécanique	PRO-006	
	Hygrométrie lors de la caractérisation	PRO-008	Fiche de caractérisation mécanique et formulaire

PROTOCOLE		N° PRO-008													
PROTOCOLE : Mesure de la teneur en eau (selon la norme NF-EN 13184-2)		Rédigé par : MDH													
		V01 du 04/04/2025													
ETAPE 1 : Etalonnage de l'appareil de mesure	ETAPE 2 : Positionnement de l'humidimètre														
<p>Etalonner l'humidimètre conformément aux instructions fournies par le fournisseur.</p>	<p>Positionnement de l'humidimètre :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Au hasard le long de la pièce • A au moins 300mm de l'extrémité (ou à mi-longueur pour les pièces < 600mm) • A une distance égale à 0,3 x la largeur de l'une des rives • A une profondeur de 0,3 x l'épaisseur de la pièce • L'emplacement de mesure doit être exempt de bois résine et de singularité (craque, nœud, poche de résine, ...) <p>Légende : 1 Electrode 2 Face 3 Rive 4 Epaisseur W largeur</p>														
ETAPE 3 : Nombre de mesures	ETAPE 4 : Enregistrer les mesures														
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Nombre de pièces essayées</th> <th>Nombre de mesures par pièce essayée</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>>5</td> <td>1</td> </tr> </tbody> </table>	Nombre de pièces essayées	Nombre de mesures par pièce essayée	1	3	2	3	3	2	4	2	5	2	>5	1	<ul style="list-style-type: none"> • Enregistrer les mesures dans la fiche diagnostic ou la fiche de suivi • L'hygrométrie doit être < 20% avant préparation et caractérisation • La mesure doit être réalisée dès réception du lot puis périodiquement si les conditions de stockage ne permettent pas de garantir une hygrométrie stable et < 20%
Nombre de pièces essayées	Nombre de mesures par pièce essayée														
1	3														
2	3														
3	2														
4	2														
5	2														
>5	1														

FICHE DE SUIVI QUALITE					
Phases	Contrôles	Conformité		Date	Initiales
		C	NC		
Entrée du processus	Présence de produits indésirables	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Présélection-défauts naturels	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Présélection - défauts structurels	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Présélection - endommagements mécaniques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Présélection - attaques biologiques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Hygrométrie :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Stockage	Qualité du stockage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Hygrométrie :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Préparation	Hygrométrie < 20%	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Absence d'éléments métalliques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Etat de surface	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Types de préparation effectuée :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
		Recoupe <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
		Déclignage <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
		Rabotage <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
		Ponçage <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
		Brossage <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
		Sablage <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Autres :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Traitement effectué :	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
	Classe de durabilité : 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		



Présentation des activités Restwood

VOS QUESTIONS



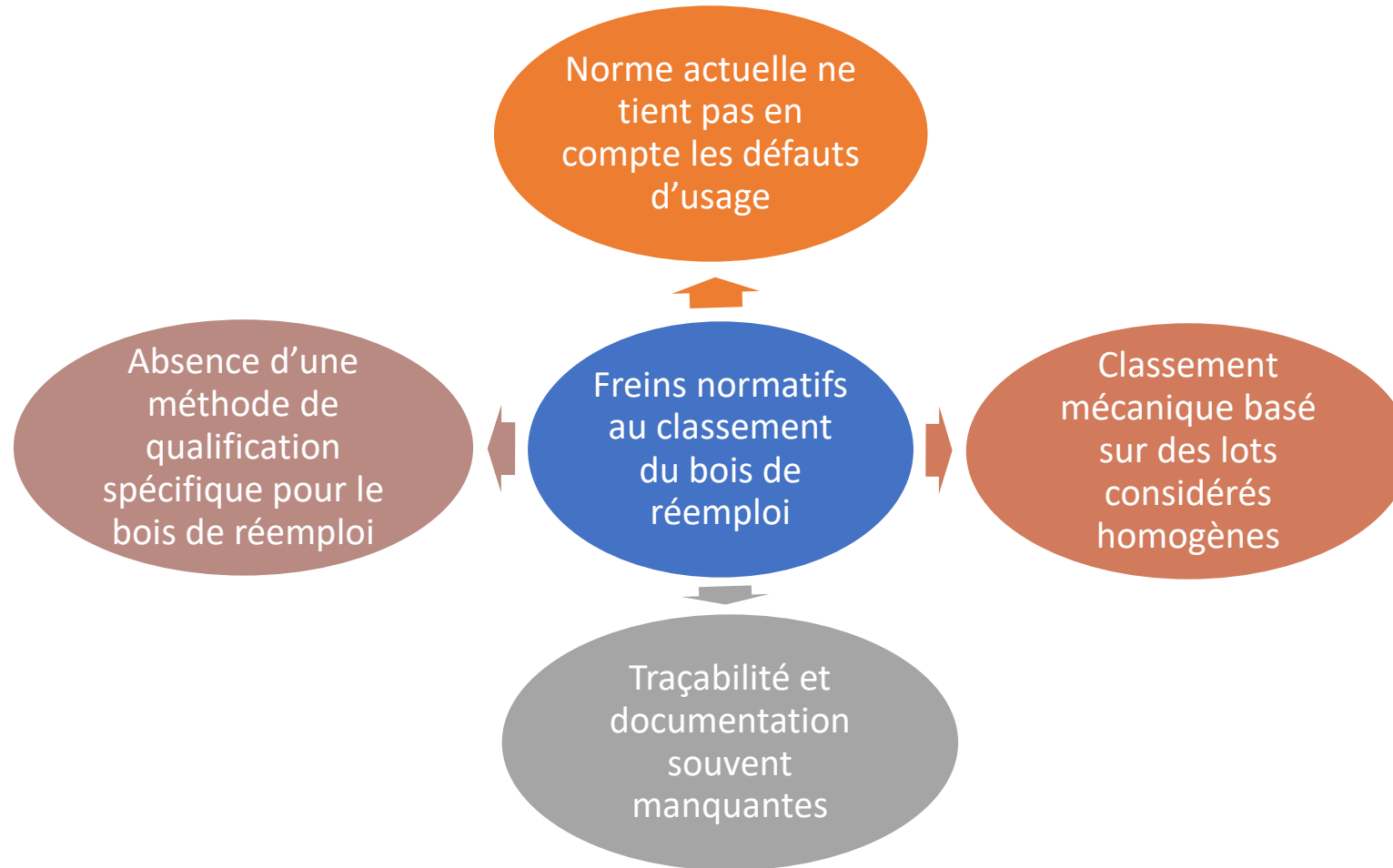
Développements scientifiques

- > Méthode de qualification mécanique – massif et LC
- > Qualité sanitaire
- > Vos questions – nos réponses

Développements scientifiques

MÉTHODE DE QUALIFICATION MÉCANIQUE DU BOIS MASSIF RÉSINEUX

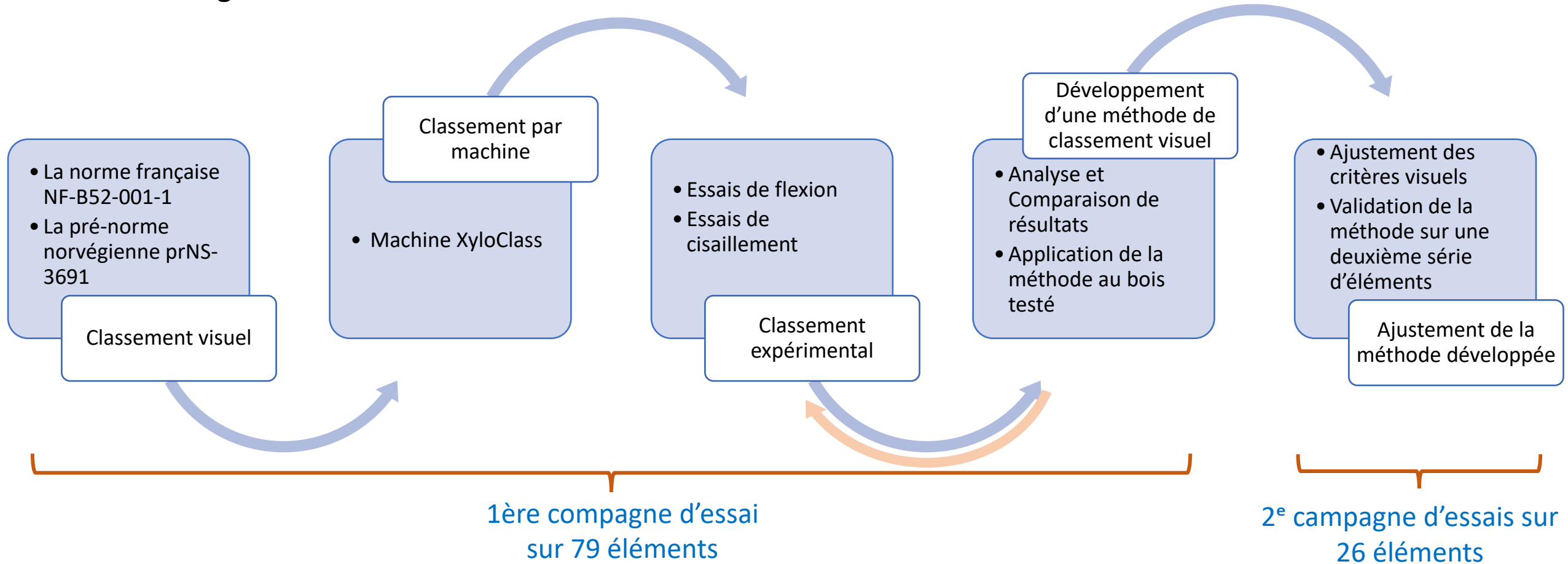
Objectif: mettre au point une méthode fiable et opérationnelle de classement mécanique du bois massif de réemploi, pour en faciliter l'utilisation dans des structures porteuses.



Développements scientifiques

MÉTHODE DE QUALIFICATION MÉCANIQUE DU BOIS MASSIF RÉSINEUX

Méthodologie



Développements scientifiques

MÉTHODE DE QUALIFICATION MÉCANIQUE DU BOIS MASSIF RÉSINEUX

Description du gisement de bois testé



33 éléments issus d'un chantier à
Bordeaux

- Lot 1 (LB): 21 éléments d'Épicéa
- Lot 2 (LP): 6 éléments d'Épicéa
- Lot 3 (LM): 6 éléments de Pin



46 éléments issus d'un chantier à
Bègles

- Lot 1 (BS): 39 éléments de Pin
- Lot 2 (BP): 7 éléments de Sapin

Gisement total = 105 éléments



26 éléments issus d'un chantier à
Bordeaux

- Lot 1 (MS): 15 éléments
- Lot 2 (MP): 11 éléments

Développements scientifiques

MÉTHODE DE QUALIFICATION MÉCANIQUE DU BOIS MASSIF RÉSINEUX

Classement visuel avec des normes existante

→ Application de la Norme NF-B52-001

→ Application de la Norme Norvégienne prNS-3691

Principe de classement selon la norme norvégienne

Critères		R24	R18s	R18	R14s	R14
Défauts naturels	Soutenu par une documentation de classification mécanique précédente	Équivalent à T2/C24, T3/C30 ou T390		Équivalent à T1/C18 ou T300		Équivalent à T1/C18, T0/C14 ou T210
	Selon INSTA 142 :2009	Selon les exigences de T2		Selon les exigences de T1		Selon les exigences de T0
Evaluation de l'impureté et des exigence générale		Voir NS 3691-1 et NS 3691-2				
Limitations des dommages liés à l'utilisation		Petits défauts	Grands défauts	Petits défauts	Grands défauts	Grands défauts

Critères de la norme prNS-3691 concernant les impacts de l'usage antérieur du bois

		Limitations on use damages are still subject to assessment	
Hole		small defects	large defects
Hole size	in the edge zone	≤ 7 mm	≤ min (12mm; 1/8)
	outside edge zone	≤ 7 mm	≤ min (≤ 22mm; 1/2)
Hole group		≤ 7 mm	≤ b/2
Checks, fibre damages, cuts and cutouts			
One-sided crack		Allowed	Allowed
Through crack		Not allowed	Not allowed
Fiber crushing – superficial		Not allowed	Allowed
Corner injuries		Not allowed	allowed up to 10 mm perpendicular to grain
Cuts		Not allowed	Not allowed
Fiber fracture		Not allowed	Not allowed
Insects and biodegradation			
Insect damage before drying		Allowed	Allowed
Insect damage from the phase of use		Not allowed	Not allowed
Biological degradation		Not allowed	Not allowed

Développements scientifiques

MÉTHODE DE QUALIFICATION MÉCANIQUE DU BOIS MASSIF RÉSINEUX

Classement par machine (XyloClass)



MOE(MPa) dynamique	ρ (kg/m^3)	La classe (C18, C30, RJT)
-----------------------	---------------------	------------------------------



Application de la
Norme EN 338

Estimation d'une classe

Développements scientifiques

MÉTHODE DE QUALIFICATION MÉCANIQUE DU BOIS MASSIF RÉSINEUX

Essais destructifs

Essais de flexion 4 points selon la norme EN 408



Essais de cisaillement indirect par flexion trois points



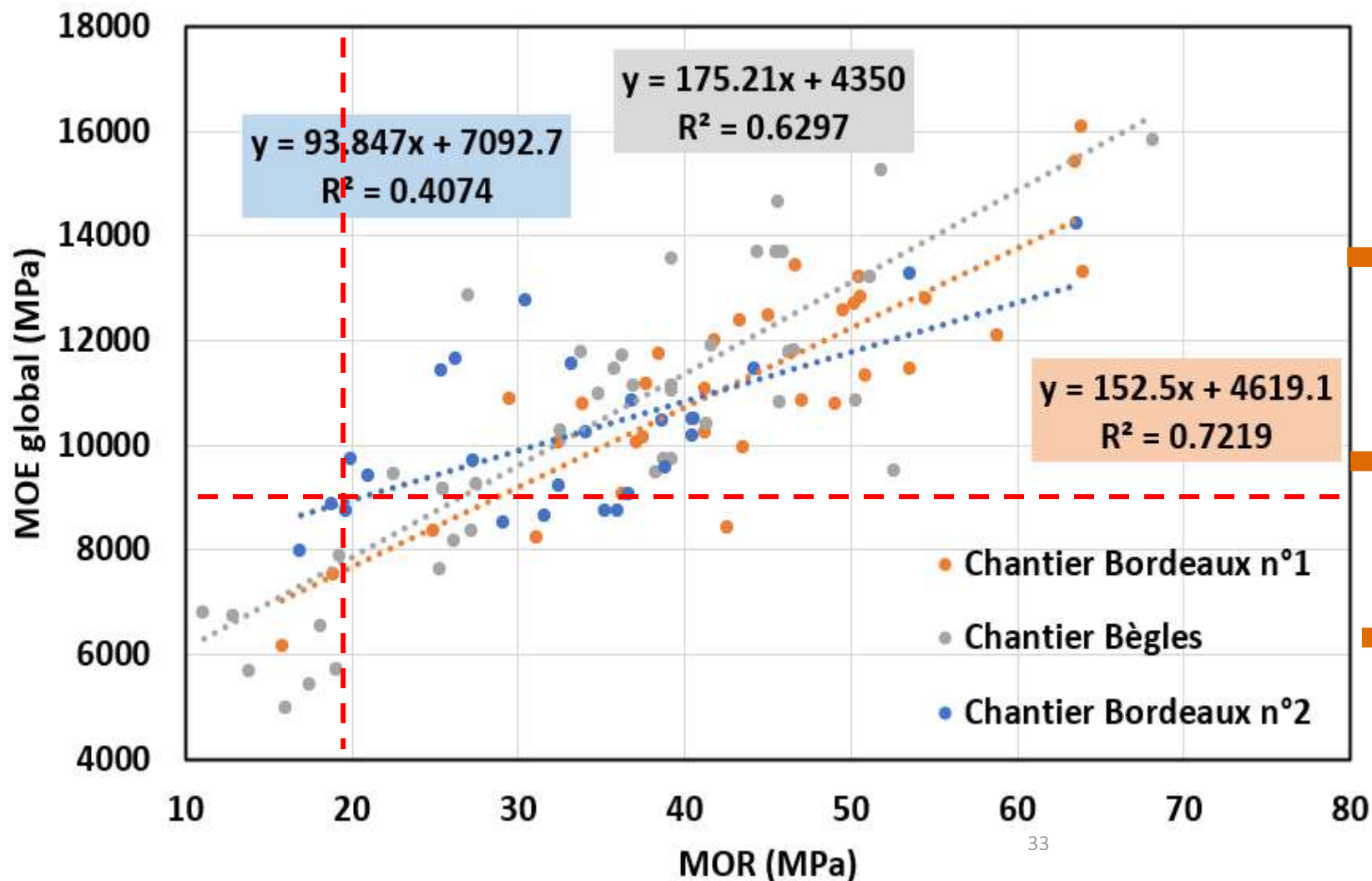
$2,9 \text{ m} < L < 3,8 \text{ m}$
 $140 \text{ mm} < h < 190 \text{ mm}$

Développements scientifiques

MÉTHODE DE QUALIFICATION MÉCANIQUE DU BOIS MASSIF RÉSINEUX

Résultats des essais destructifs

Corrélation entre le module d'élasticité global et la résistance en flexion



Plus de 70 % des pièces dépassent 18 MPa en résistance et 9 000 MPa en module, ce qui les classe au-dessus de C18

Les valeurs moyennes de résistance et de module d'élasticité en flexion sont comparables à celles du bois scié neuf

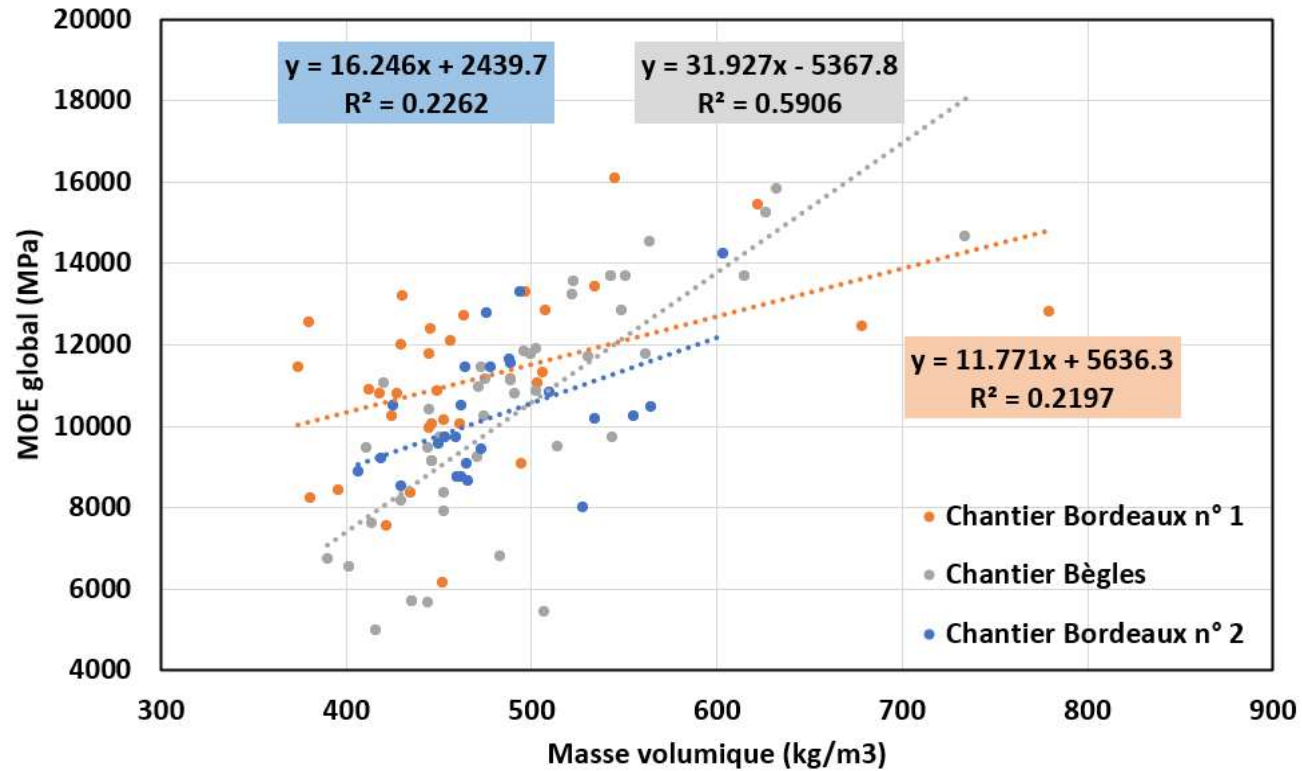
Une forte variabilité est observée surtout pour la résistance en flexion

Développements scientifiques

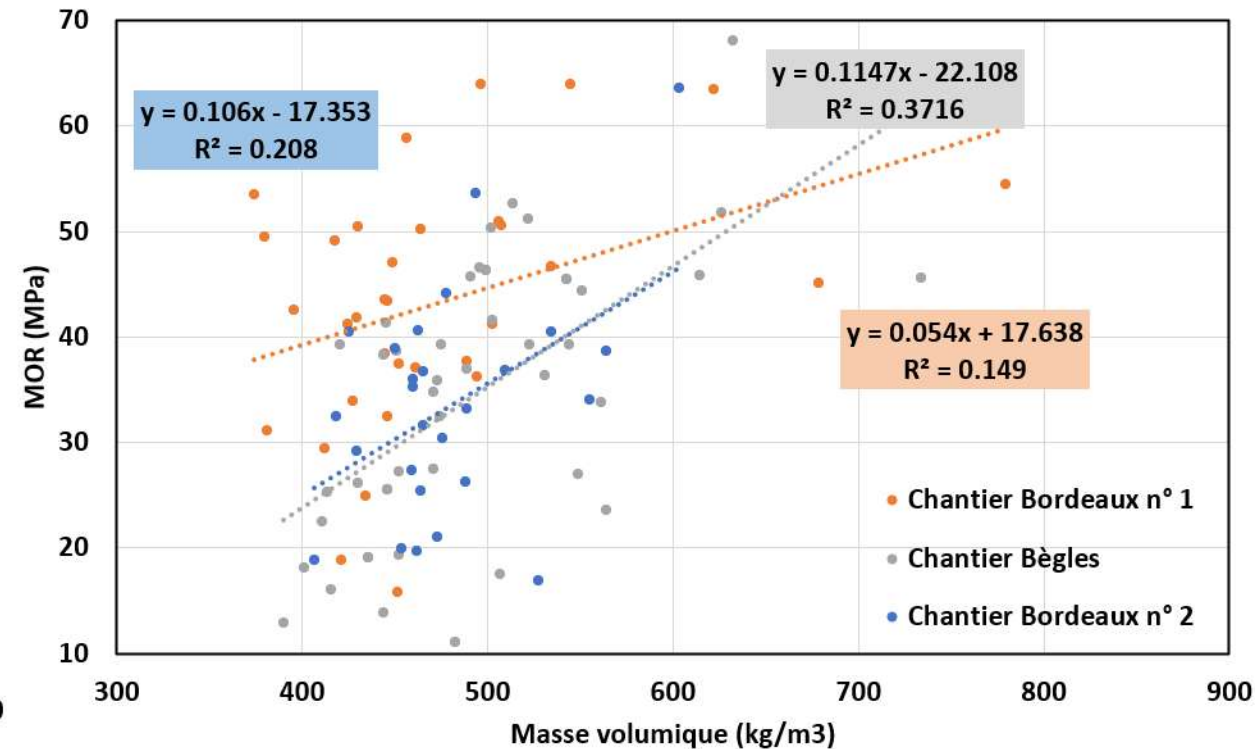
MÉTHODE DE QUALIFICATION MÉCANIQUE DU BOIS MASSIF RÉSINEUX

Résultats des essais destructifs

Corrélation entre la masse volumique et le module d'élasticité global



Corrélation entre la masse volumique et la résistance en flexion



Corrélation faible, principalement due à la grande variabilité des éléments

Développements scientifiques

MÉTHODE DE QUALIFICATION MÉCANIQUE DU BOIS MASSIF RÉSINEUX

Méthode de classement à partir des résultats des essais destructifs

Option A: Classement par lot (EN 338)

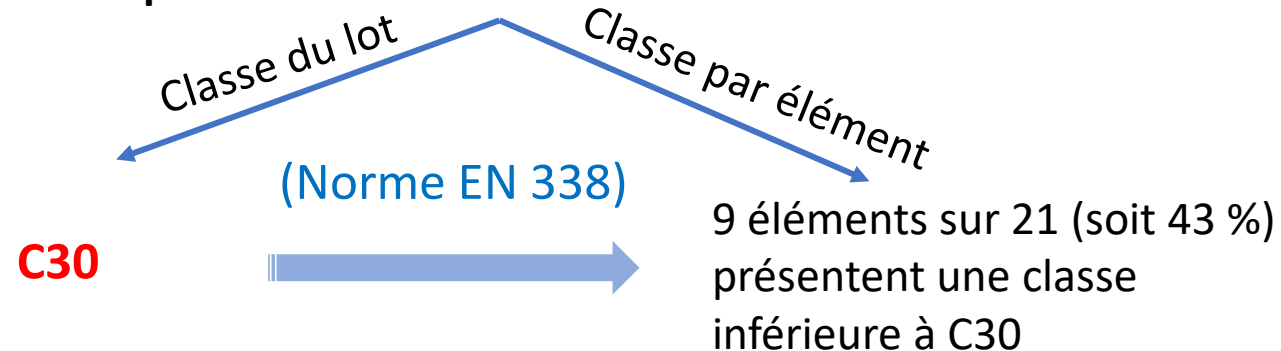
- N'est pas adapté au bois de réemploi, qui présente une hétérogénéité importante,
- Taille de lot insuffisante,
- Moins sécurisant.



Option B: Classement par élément

- Classer chaque pièce selon ses valeurs caractéristiques (résistance, module d'élasticité et masse volumique),
- Plus sécurisant.

Exemple: classement d'un lot de 21 éléments



$$\rho_{5\%} = 380 \text{ kg/m}^3$$

$$MOR_{5\%} = 34 \text{ MPa}$$

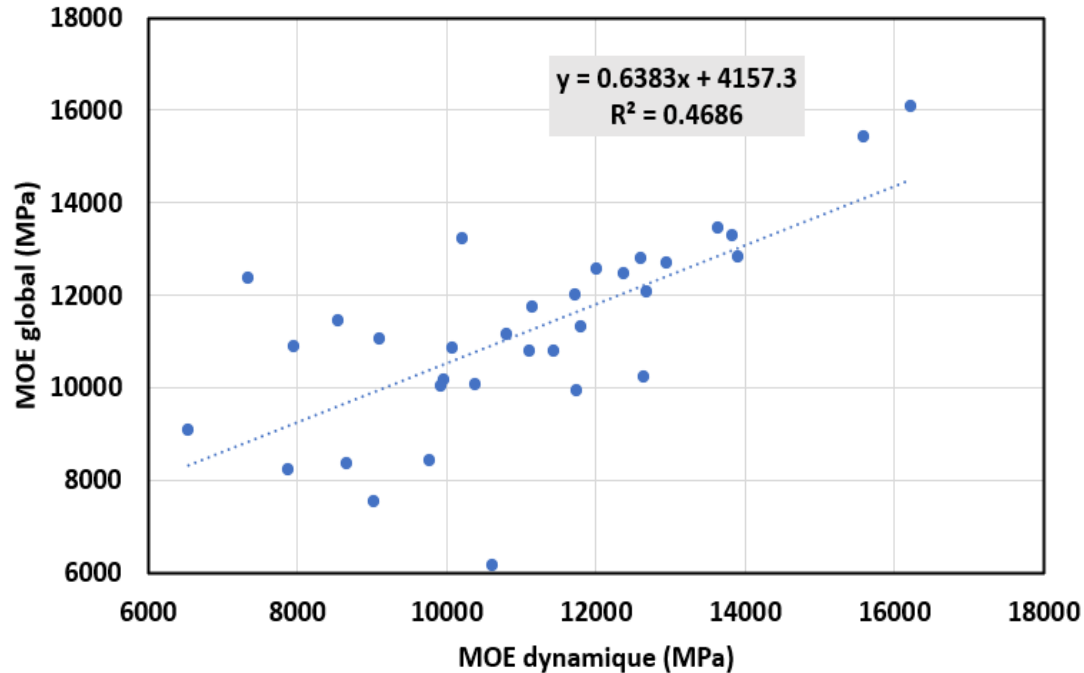
$$MOE_{local\ moyenne} = 12\,754 \text{ MPa}$$

Développements scientifiques

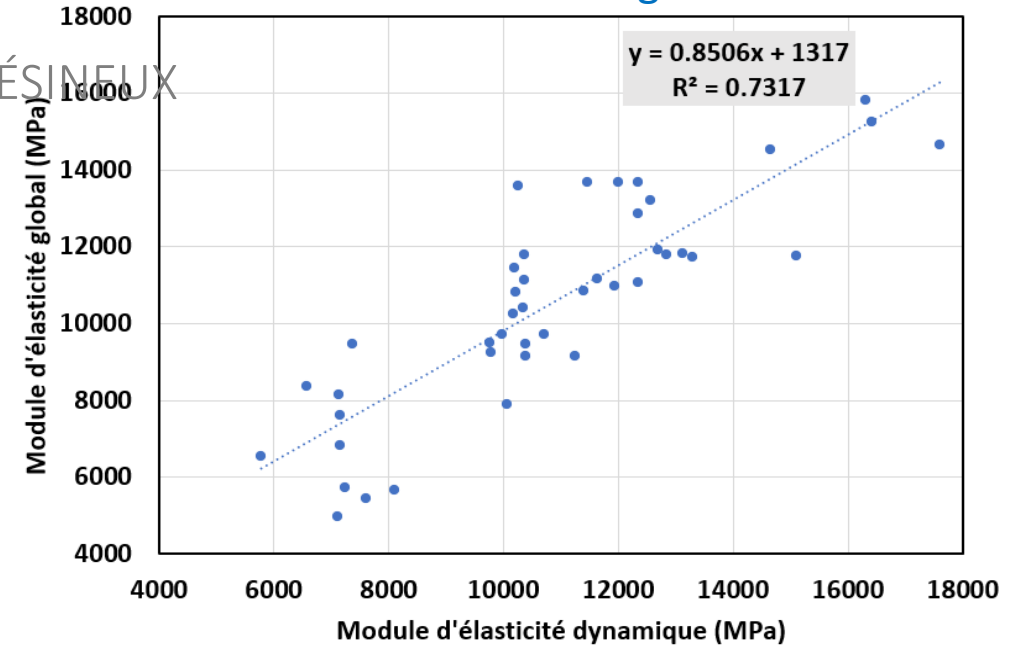
MÉTHODE DE QUALIFICATION MÉCANIQUE DU BOIS MASSIF RÉSINEUX

Corrélation entre le module d'élasticité dynamique et le module d'élasticité global

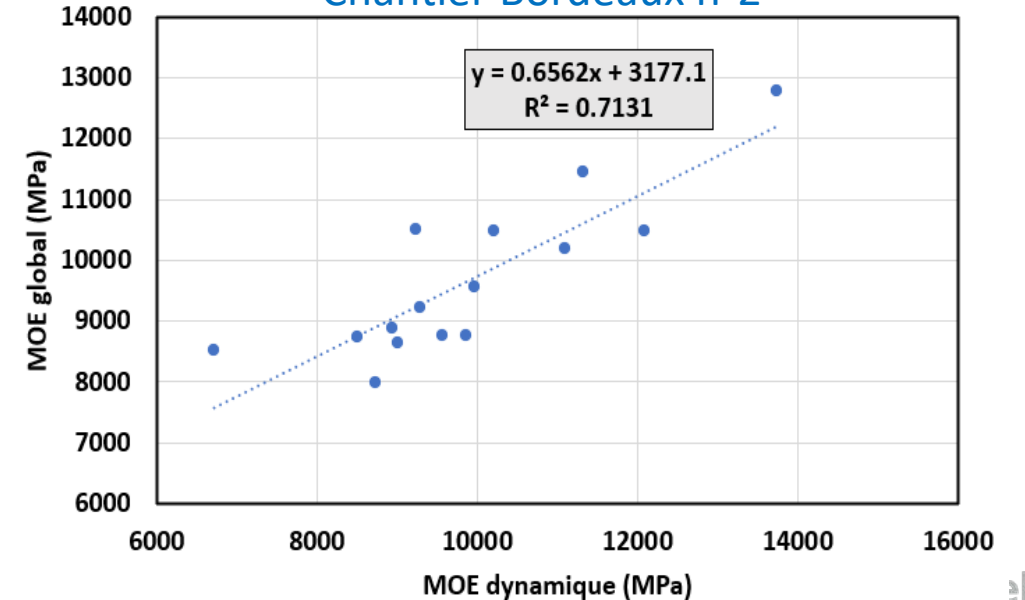
Chantier Bordeaux n°1



Chantier Bègles



Chantier Bordeaux n°2



Développements scientifiques

MÉTHODE DE QUALIFICATION MÉCANIQUE DU BOIS MASSIF RÉSINEUX

Méthode de classement visuel proposée

Objectif : définir une classe visuelle pour le bois de réemploi résineux destinés à un usage structurel. La méthode de classement s'applique aux bois dont la section est supérieure à 2 200 mm², avec au moins une des dimensions non inférieures à 22 mm.

Critères	Référence	C24	C18		C14	
Masse volumique	EN 338	≥ 420	≥ 380		≥ 350	
Défauts naturels	Selon NF B52-001	Équivalent à C24 ou C27 ou C30		Équivalent à C18		Équivalent à C18 ou C14
Défauts liés à l'utilisation précédente	Selon la méthode proposée	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 2

Développements scientifiques

MÉTHODE DE QUALIFICATION MÉCANIQUE

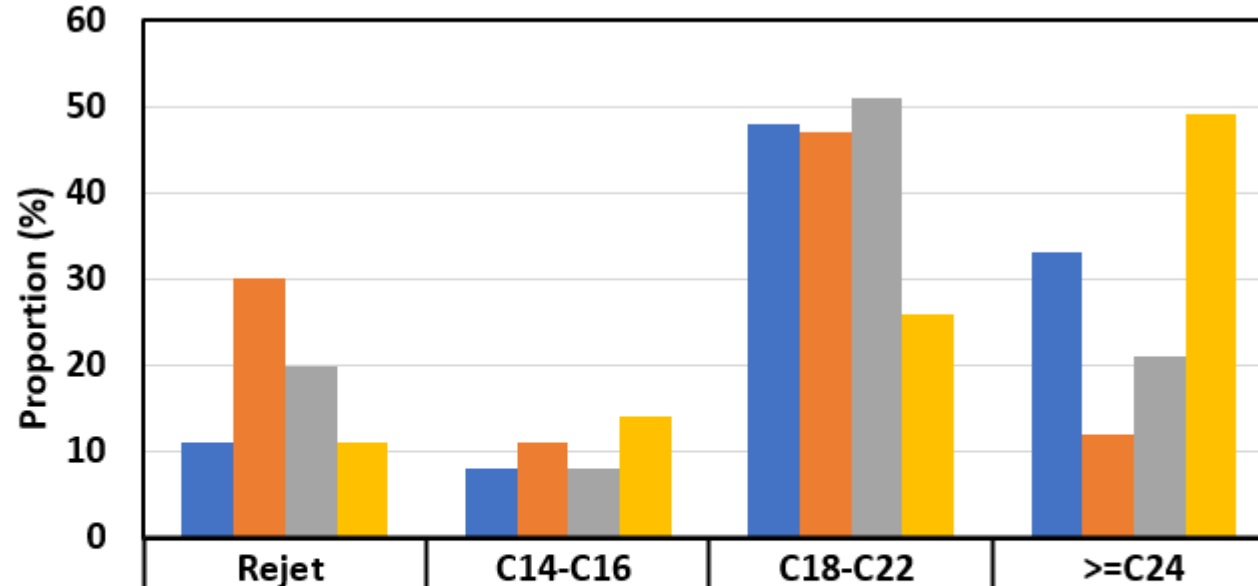
Méthode de classement visuel proposée

Type de défaut	
Défauts naturels	
Les cernes d'accroissement	
Les nœuds	
Les grosses poches de résine (de longueur supérieure à 50 mm)	
L'entre-écorce	
La pente de fil	
Défauts dus à l'utilisation précédente	
Trous des éléments métalliques	trou isolé
	Groupe des trous
Fentes	Fentes non traversantes
	Fentes traversantes
	Fentes de cœur
Les déformations maximales pour une longueur de 2 m	Flèche de face
	Flèche de rive
	Gauchissement
Tuilage	
Les endommagements mécaniques	Dommmages en coin et les flaches
	Entailles
	Ecrasement sur la surface plane
Galerie des insectes	Fermé
	Ouvert
Pourriture primaire	Profondeur
	Surface agrégée

Développements scientifiques

MÉTHODE DE QUALIFICATION MÉCANIQUE DU BOIS MASSIF RÉSINEUX

Comparaison des différentes méthodes



	Rejet	C14-C16	C18-C22	>=C24
■ NF-B52-001-1	11	8	48	33
■ prNS-3691	30	11	47	12
■ Nouvelle méthode	20	8	51	21
■ Classe expérimentale	11	14	26	49

Gisement total : 105 éléments

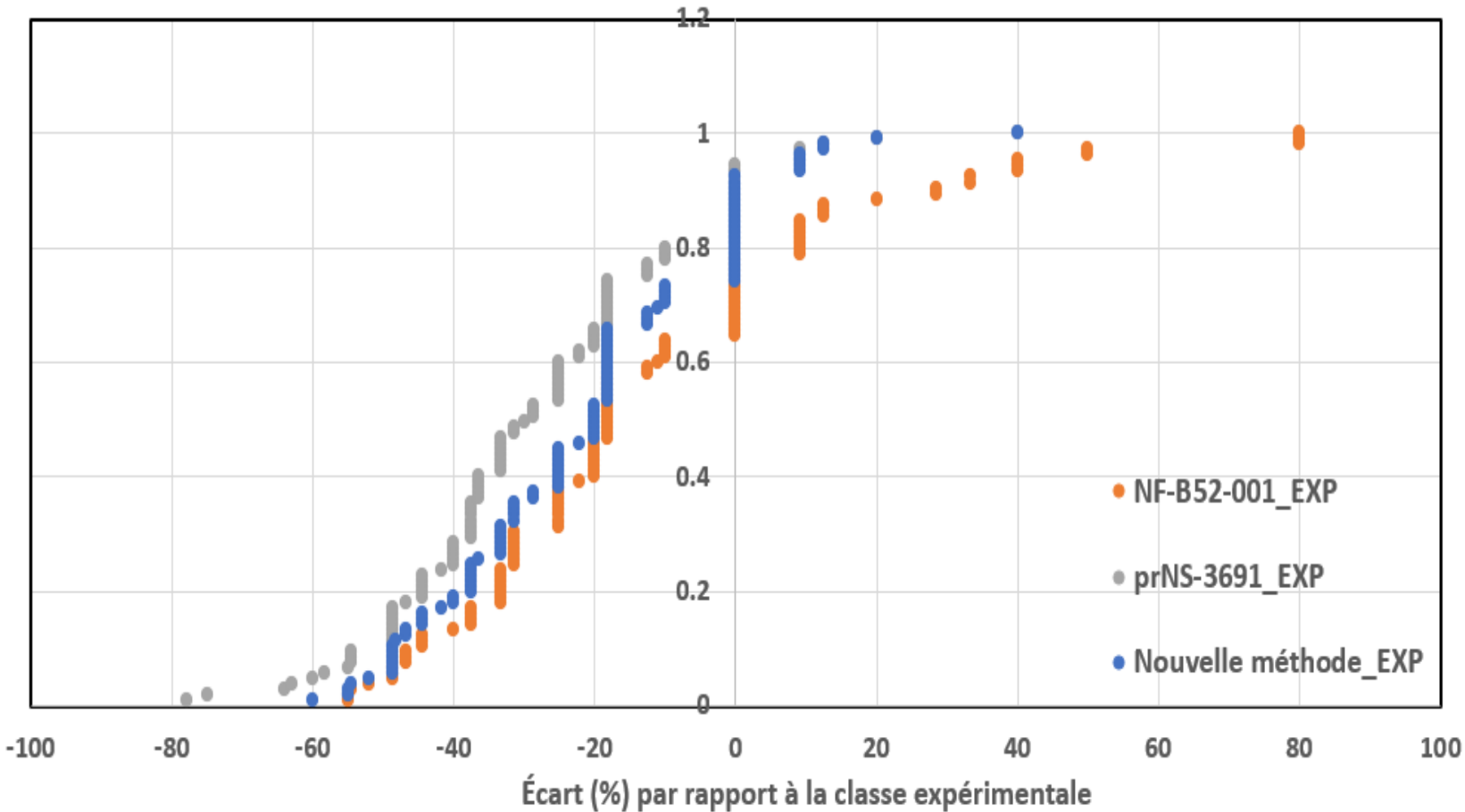
- La norme norvégienne prNS-3691-3 tend à sous-estimer la résistance du bois, avec un taux de rejet important,
- La méthode proposée réduit cet écart en pondérant avec un taux de rejet plus faible.

Développements scientifiques

MÉTHODE DE QUALIFICATION MÉCANIQUE DU BOIS MASSIF RÉSINEUX

Comparaison des différentes méthodes

$$\text{Écart (\%)} = \frac{\text{classe visuelle} - \text{classe expérimentale}}{\text{classe expérimentale}} \cdot 100$$



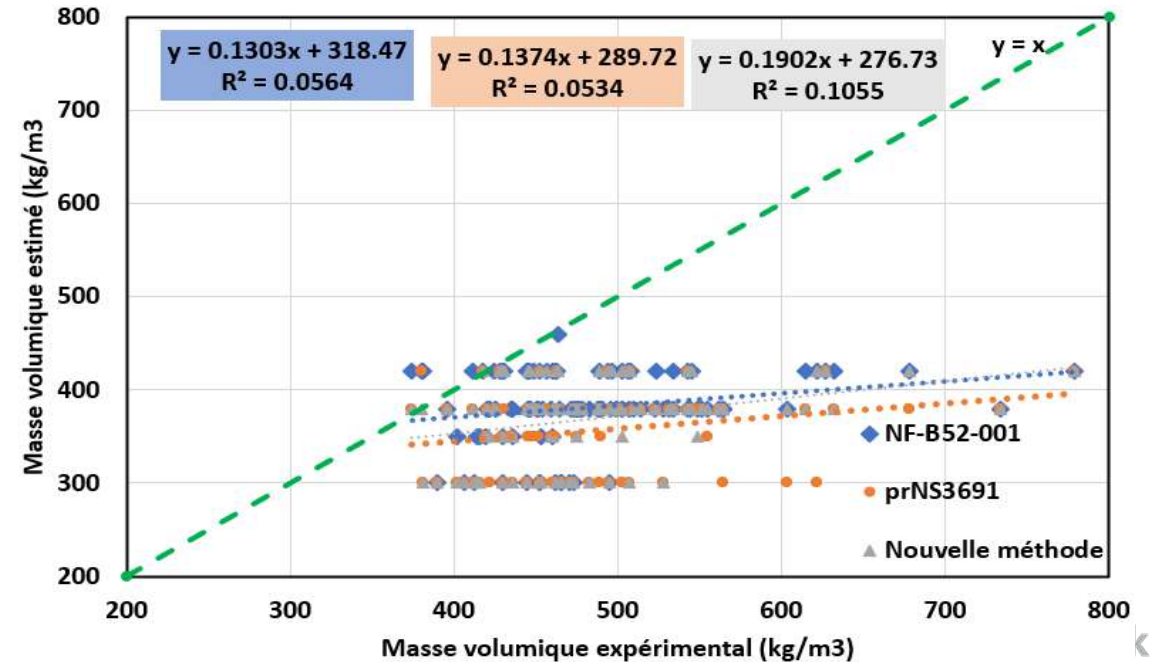
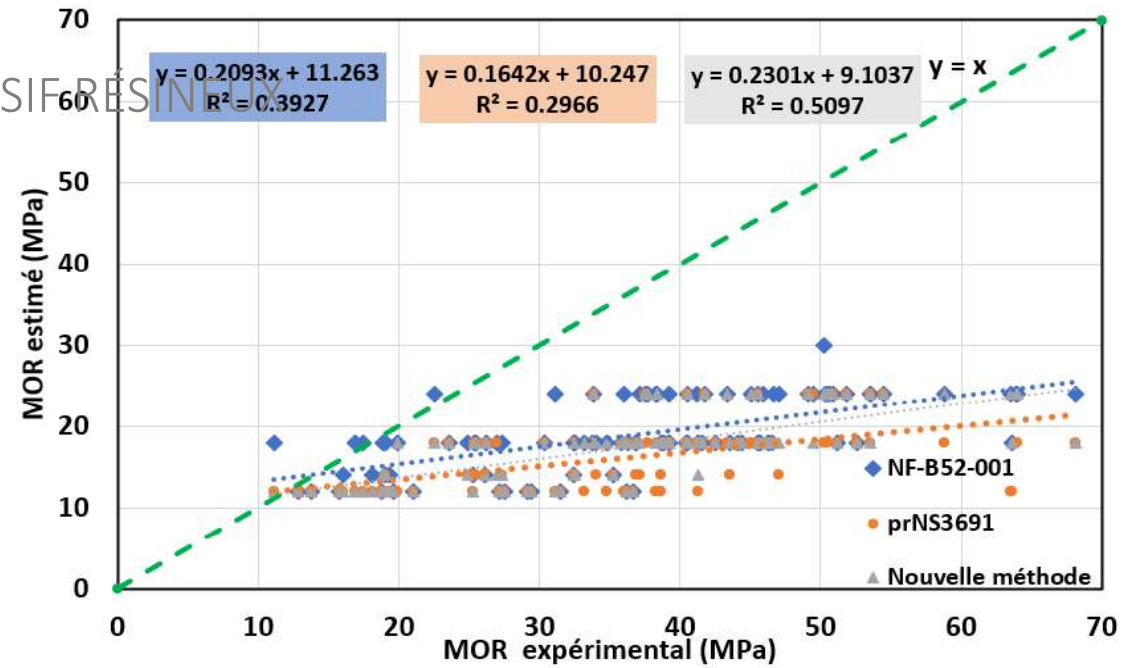
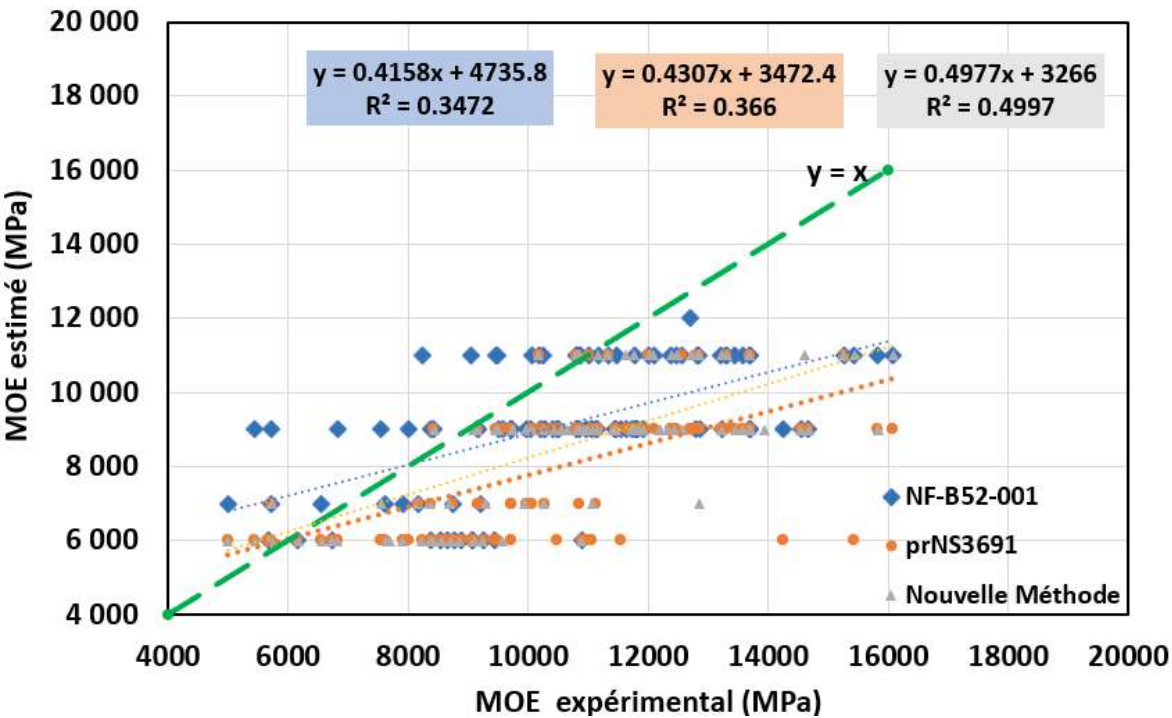
- **NF-B52-001-1** : surestime la classe expérimentale dans 22 % des cas,
- **prNS-3961 et nouvelle méthode** : surestimation dans seulement 6 % des cas,
- **Écart avec les classes expérimentales** : plus faible pour la nouvelle méthode.

Développements scientifiques

MÉTHODE DE QUALIFICATION MÉCANIQUE DU BOIS MASSIF RÉSINEUX

Comparaison des différentes méthodes

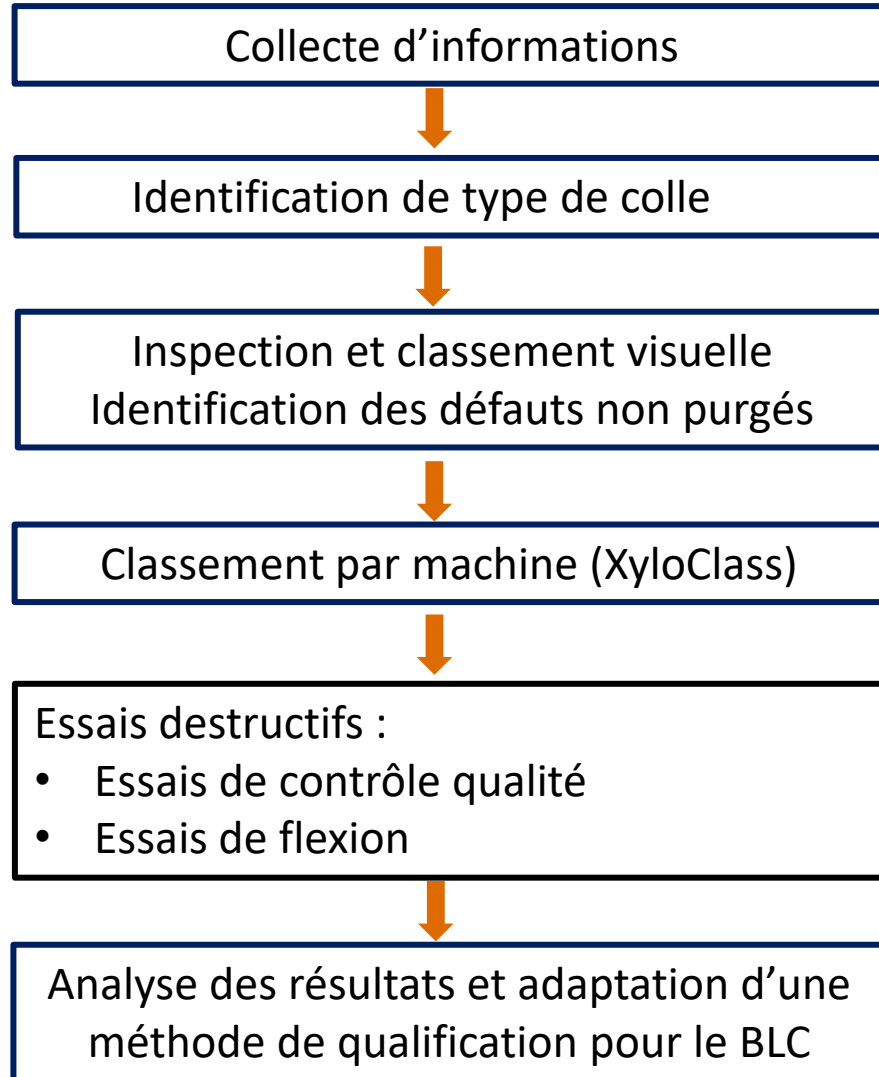
Classe visuelle
↓
Valeurs caractéristiques
selon EN 338
MOE, MOR, Masse volumique



Développements scientifiques

MÉTHODE DE QUALIFICATION MÉCANIQUE DU BOIS LAMELLÉ-COLLÉ

Démarche de qualification du BLC



Gisement utilisé dans l'étude (55 éléments)



Chantier 1 Lavoine



Chantier 2 de Libourne



Bois ancien de Lamecol

Développements scientifiques

MÉTHODE DE QUALIFICATION MÉCANIQUE DU BOIS LAMELLÉ-COLLÉ

Essais de contrôle qualité



Vérification de la résistance des joints de collage par des essais de cisaillement



Essais de flexion 3 points sur les aboutages à enture multiple

Travail en cours :

- Analyse et traitement des résultats expérimentaux
- Identification du type de colle

Classement par machine



Essais destructifs en flexion



QUALITÉ SANITAIRE

❖ Contexte et objectif : la problématique sanitaire

Le bois est un matériau organique et donc une source de nutriments pour d'autres organismes comme les champignons ou les insectes xylophages.

Depuis plus de 200 ans de multiples produits sont utilisés pour favoriser sa conservation à l'abattage, pour son transport ou pour prolonger sa durée de vie en œuvre.



Toxicité (CMR, perturbateurs endocriniens, liste POP)



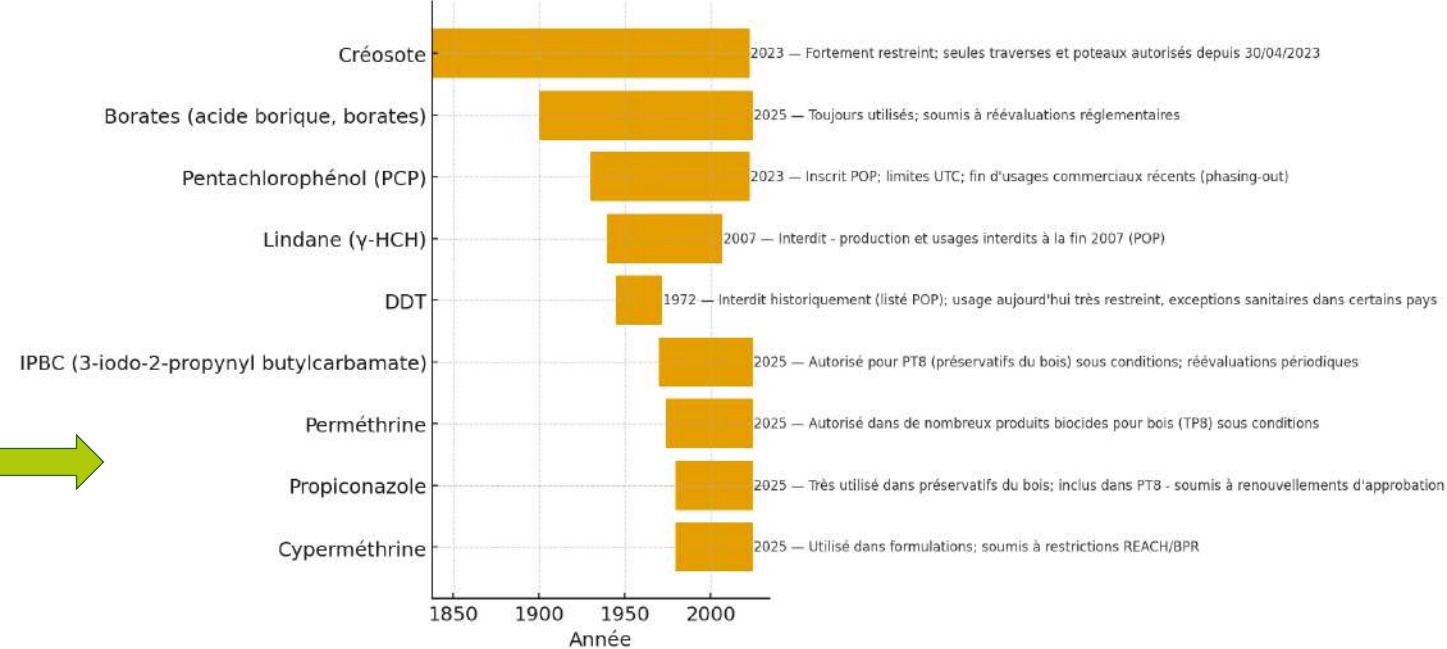
Cadre réglementaire (REACH, CLP)



Carnet de vaccination
du bâtiment



Frise des périodes d'usage des biocides pour le traitement du bois (UE / infos pays) — jusqu'à 2025



Interdiction d'usage de certaines substances pour limiter l'impact sur la santé humaine ou sur les êtres vivants

Comment connaître les biocides (fongicides + insecticides) utilisés depuis que les matériaux ont été installés dans un bâtiment ?

QUALITÉ SANITAIRE

❖ Contexte sanitaire actuel

Le concept One Health (définition d'experts FAO, PNUE, OMS, OMSA)

« **Une seule santé** est une approche intégrée et fédératrice qui vise à équilibrer et optimiser durablement la santé des personnes, des animaux et des écosystèmes.

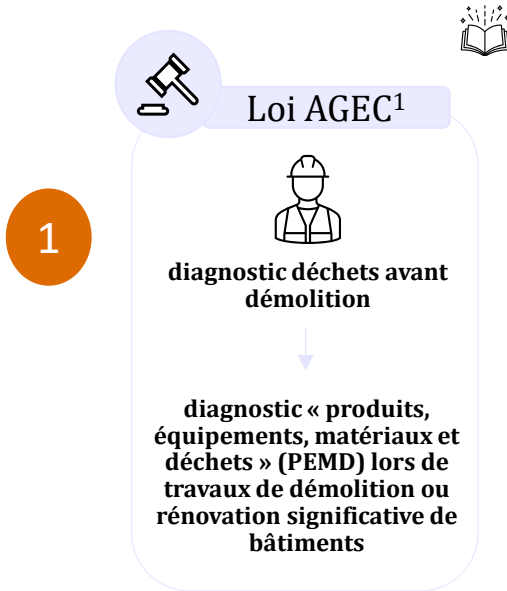
L'approche mobilise de multiples secteurs, disciplines et communautés à différents niveaux de la société pour travailler ensemble afin d'améliorer le bien-être et de lutter contre les menaces pour la santé et les écosystèmes, tout en répondant au besoin collectif d'eau, d'énergie et d'air propres, d'aliments sains et nutritifs, en prenant des mesures contre le changement climatique et en contribuant au développement durable »

 **La qualité de l'air intérieur est devenue un enjeu majeur de santé publique.**

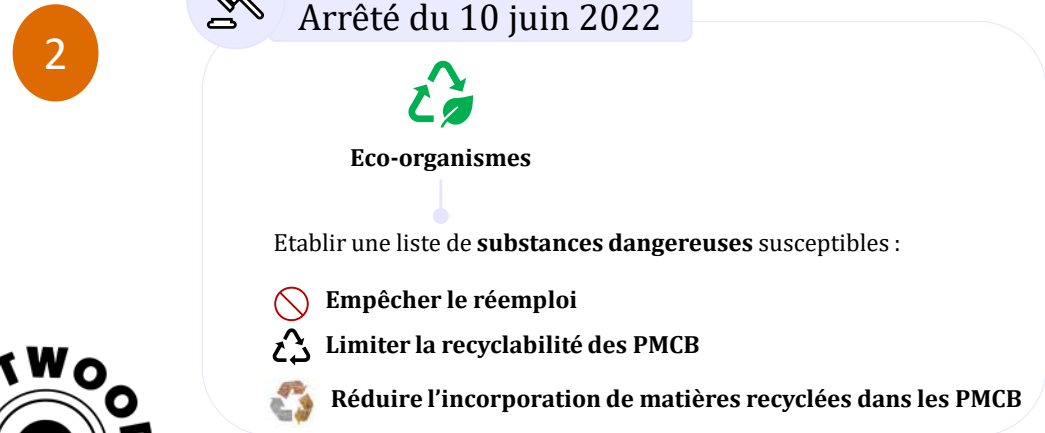
La traçabilité et la détection de ces contaminants sont désormais essentielles.

QUALITÉ SANITAIRE

❖ Contexte et objectif



¹ Loi n° 2020-105 du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire

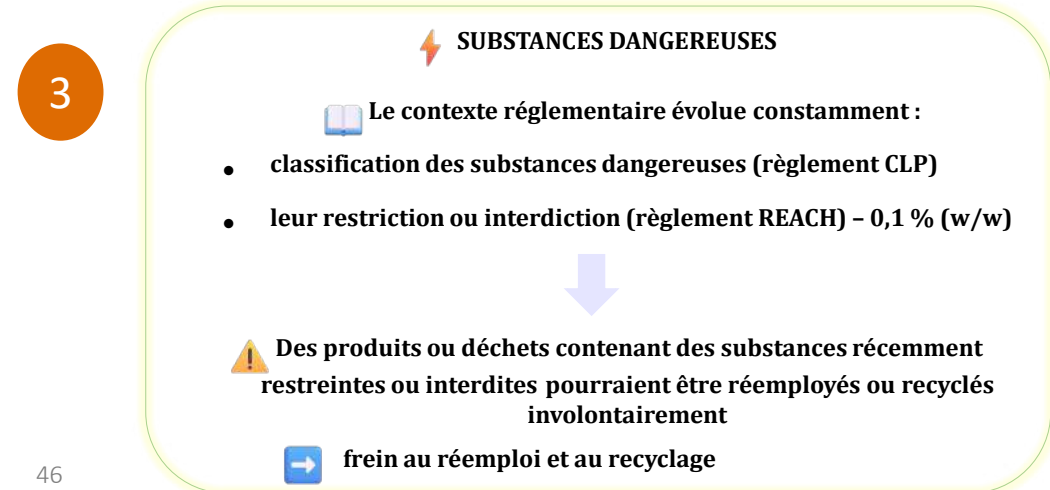


La réglementation exige une connaissance précise des matériaux récupérés pour assurer leur réemploi ou un traitement sûr.

Tableau 1 - Caractérisation des produits, équipements et matériaux (PEM) identifiés comme potentiellement réemployables (4)

Remplissez ces colonnes								Cochez la case pour indiquer si ces informations sont renseignées dans votre rapport de diagnostic (14)				
Catégorie (5)	Description (6)	Quantité disponible et unité appropriée (7)	Dimensions (8)	Type principal d'assemblage (9)	Âge estimé (10)	État de conservation ou de fonctionnement estimé (11)	Suspectez-vous la présence de substances dangereuses ou de polluant organique persistant dans ce PEM ? (12)	Matériaux Constitutifs (13)	Localisation et fonction du PEM dans le bâtiment (15)	Conditions techniques et économiques pour permettre le réemploi du PEM (16)	Informations techniques disponibles (17)	Précautions de dépose, transport et stockage (18)

Présence supposée de substances dangereuses dans chaque catégorie de produits, équipements et matériaux (PEM) identifiées dans le diagnostic.



QUALITÉ SANITAIRE

❖ Objectif et méthodologie de travail :

Objectif :

Proposer une méthodologie pour caractériser les bois de structure sur un critère sanitaire pour le réemploi selon 2 cas de figure :

1- **Diagnostic déchets** : évaluer la pertinence du réemploi de matériaux : capacité à évaluer la présence et/ou les niveaux de concentration de biocides dans un matériau déjà en place = ok pour le réemploi / no ok = usage autre ou destruction, enfouissement selon la « caractéristique toxique »

2 – **Matériaux apportés au sein d'un éco-organisme** = évaluation de la présence de molécules à risque = réemploi OK ou REFUS




Méthodologie de travail :

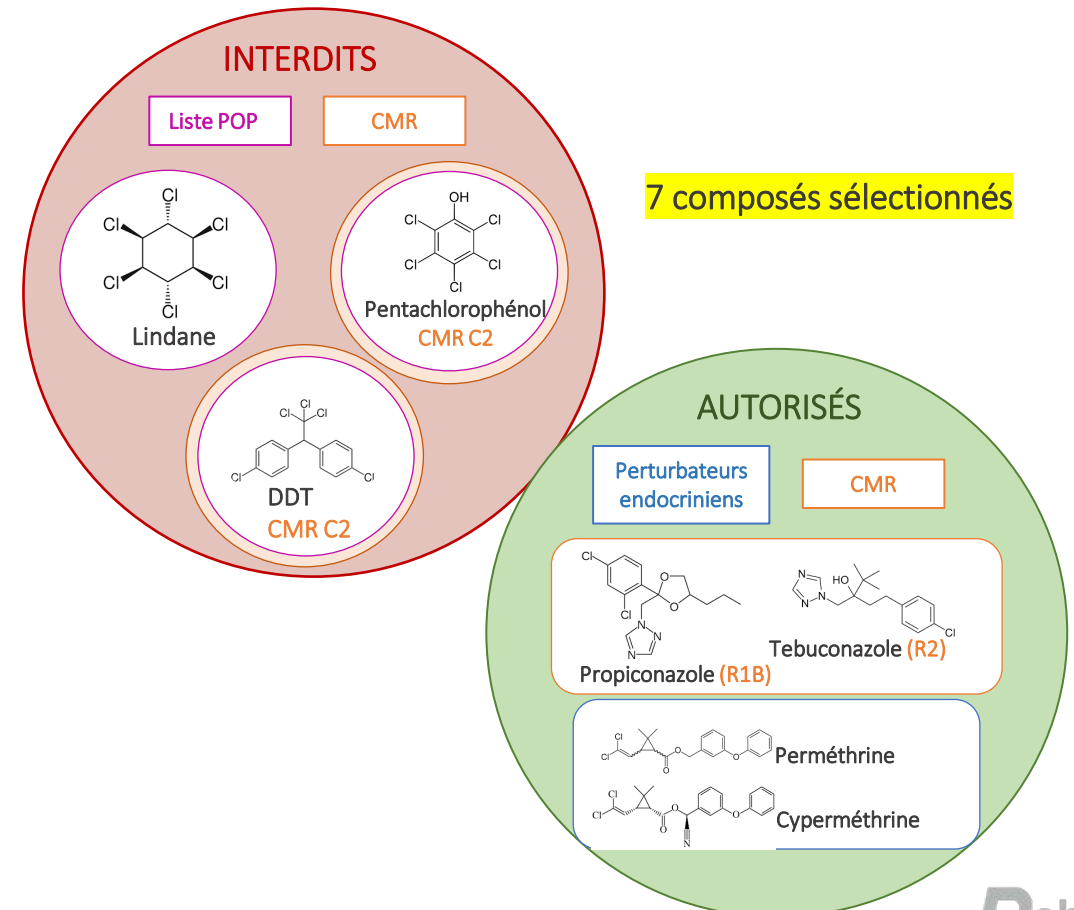
1. **Sélection des biocides d'intérêts** – Analyse non ciblées de COV et de COSV
2. Développement d'une **méthode de détection sur site** de **substances dangereuses sélectionnées** par GC-MS portable (**Présence/absence**)
3. Développement d'une **méthode de quantification** des substances dangereuses visées **sur site ou en laboratoire**

QUALITÉ SANITAIRE

❖ Phase 1 : Sélection des biocides d'intérêt – Analyse non ciblée de COV et de COSV

? Sur quels critères s'est basée notre sélection?

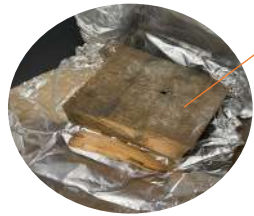
-  Toxicité (CMR, perturbateurs endocriniens, liste POP)
-  Cadre réglementaire (REACH, CLP)
-  Faisabilité analytique (préparation d'échantillons et analyse simple transposable sur site)



QUALITÉ SANITAIRE

❖ Phase 1 : Sélection des biocides d'intérêt – Analyse non ciblée de COV et de COSV

1. Préparation des échantillons avant analyse

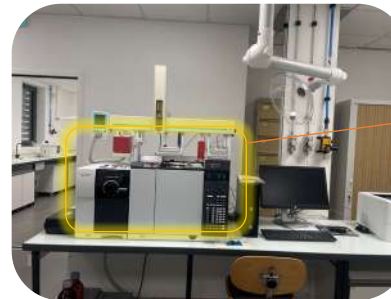
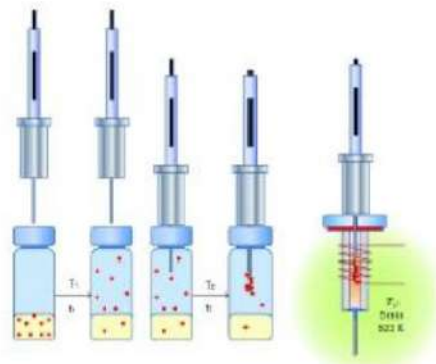


● Prélèvement à la surface du bois



$m(\text{bois}) \approx 1\text{g}$ de bois dans chaque vial

2. Analyse HS-SPME - GC-MS



HS-SPME - GC-MS



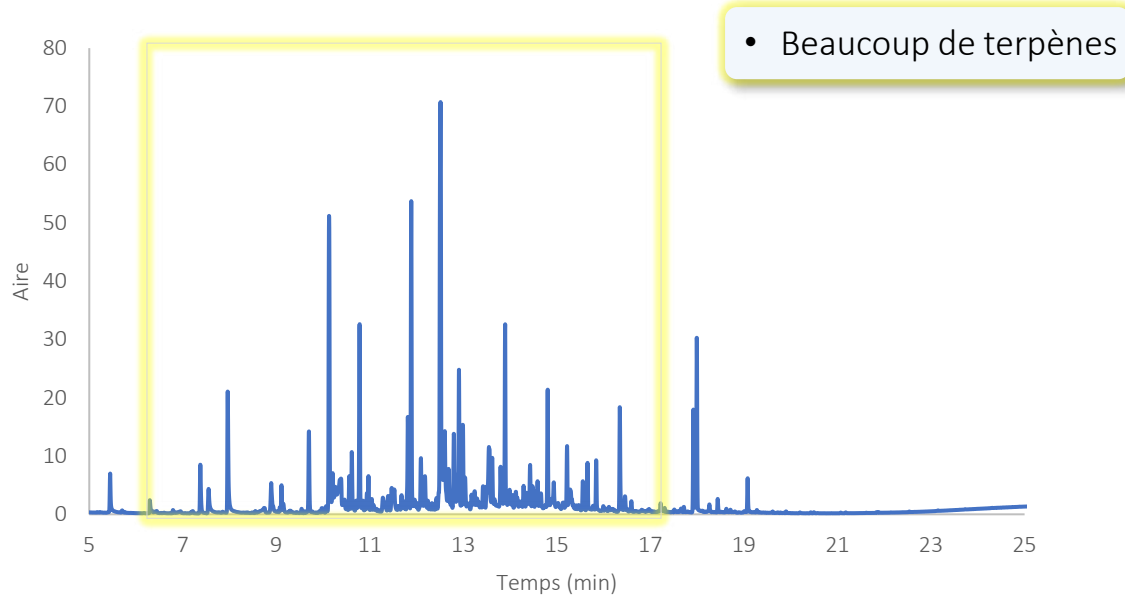
Passeur automatique

Technique qui permet de mettre en évidence l'émission dans l'air des composés d'intérêt (en lien avec la qualité de l'air intérieur)

QUALITÉ SANITAIRE

❖ Phase 1 : Sélection des biocides d'intérêt – Analyse non ciblée de COV et de COSV

3. Résultats après analyse en HS-SPME-GC-MS – exemple d'un lot de bois



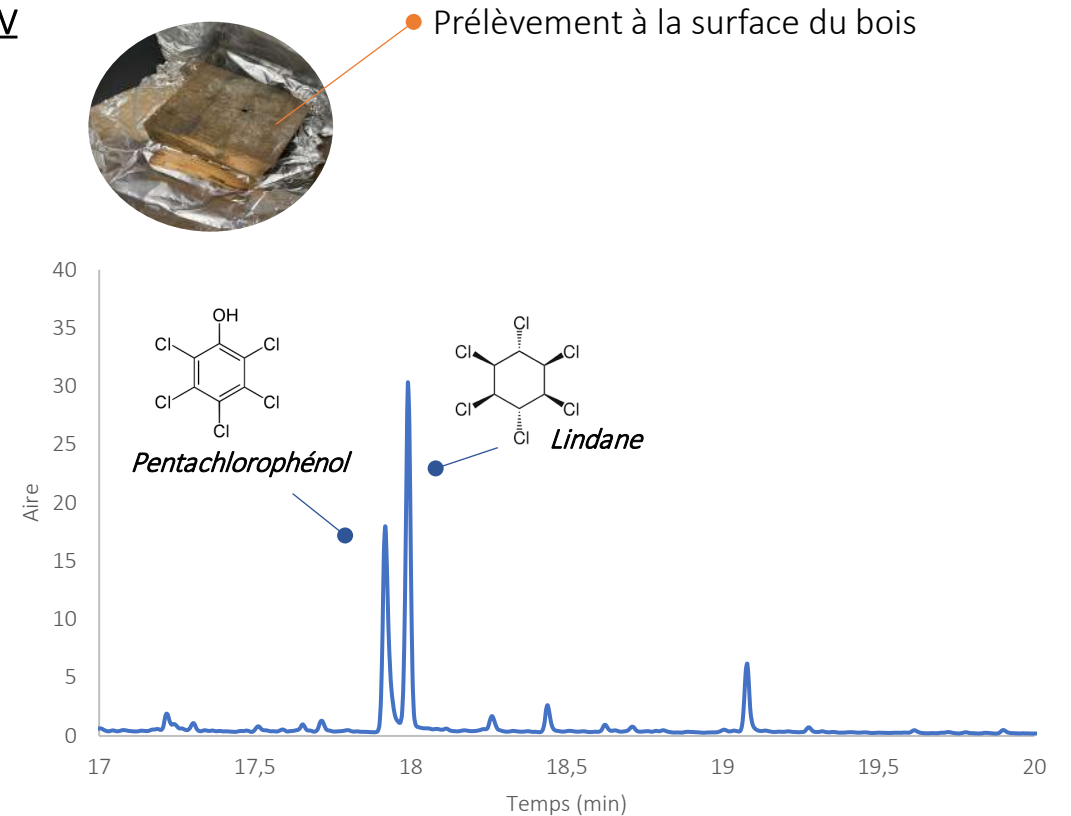
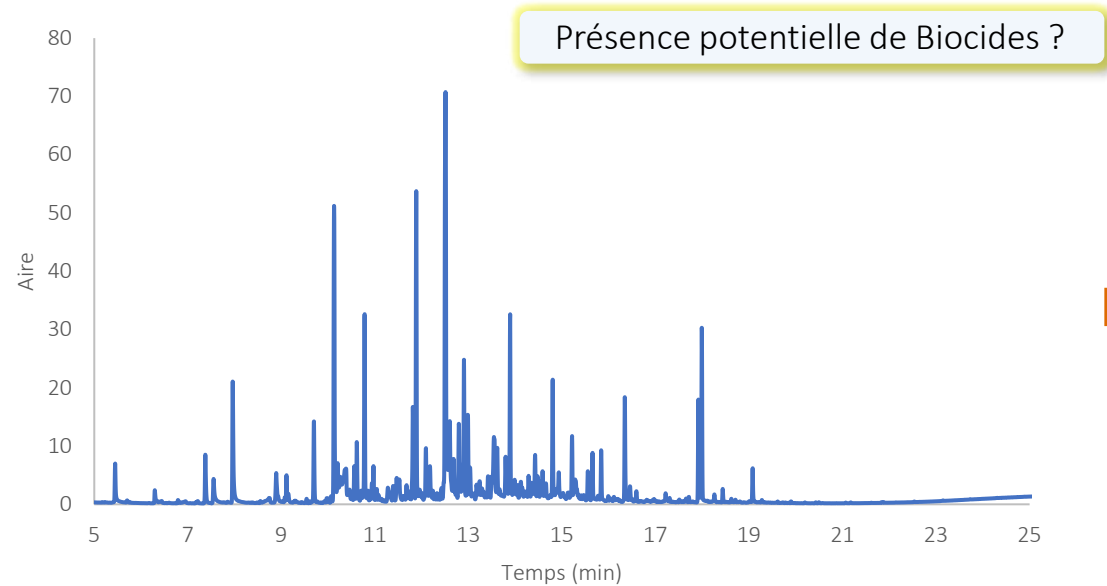
● Prélèvement à la surface du bois

Exemple de chromatogramme obtenu après analyse par HS-SPME -GC-MS

QUALITÉ SANITAIRE

❖ Phase 1 : Sélection des biocides d'intérêt – Analyse non ciblée de COV et de COSV

3. Résultats après analyse en HS-SPME-GC-MS– exemple d'un lot de bois



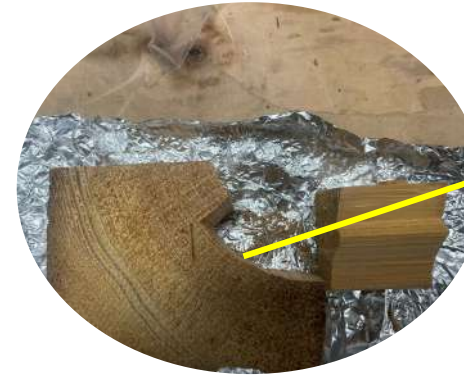
Exemple de chromatogramme obtenu après analyse par HS-SPME -GC-MS

➤ Prélèvement surfacique
Même observation au cœur du bois ?

QUALITÉ SANITAIRE

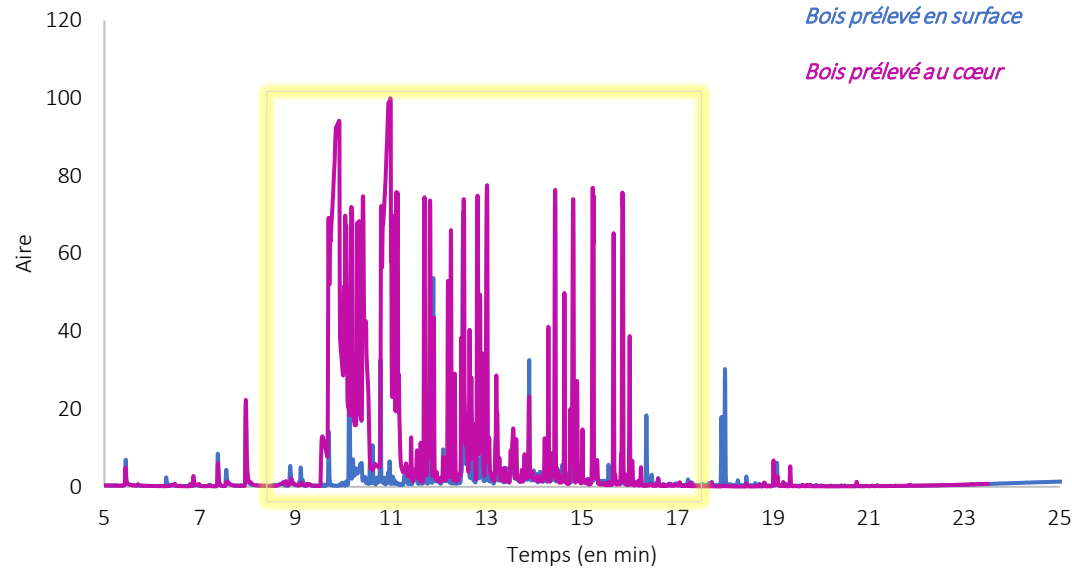
❖ Phase 1 : Sélection des biocides d'intérêt – Analyse non ciblée de COV et de COSV

3. Résultats après analyses en HS-SPME-GC-MS– exemple d'un lot de bois



Prélèvement au cœur du bois

Plus de terpènes au cœur du bois

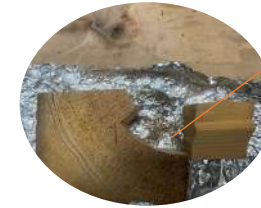


Exemple de chromatogrammes obtenu après analyse par HS-SPME -GC-MS

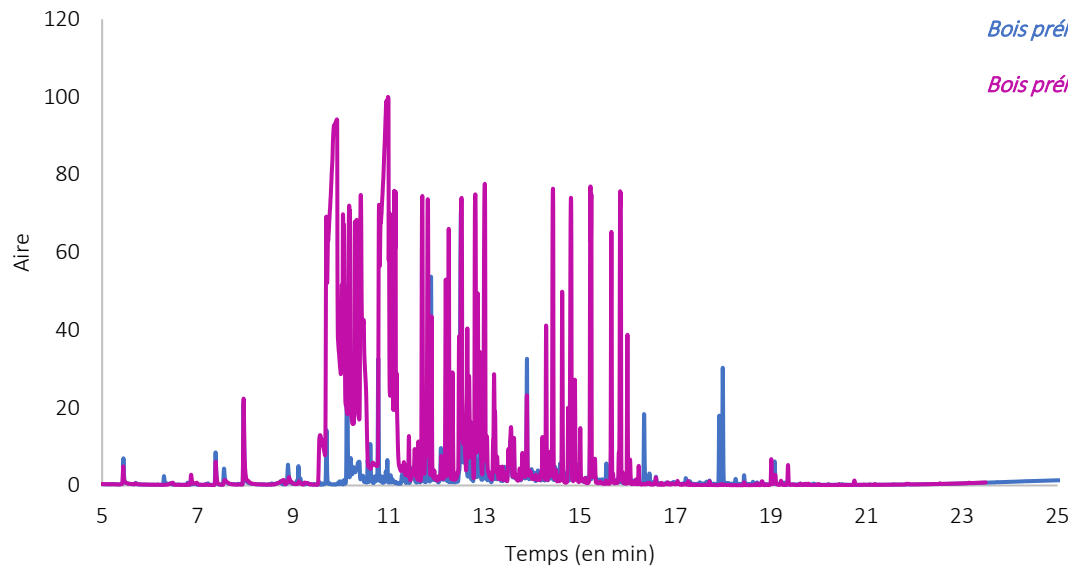
QUALITÉ SANITAIRE

❖ Phase 1 : Sélection des biocides d'intérêt – Analyse non ciblée de COV et de COSV

3. Résultats après analyses en HS-SPME-GC-MS– exemple d'un lot de bois

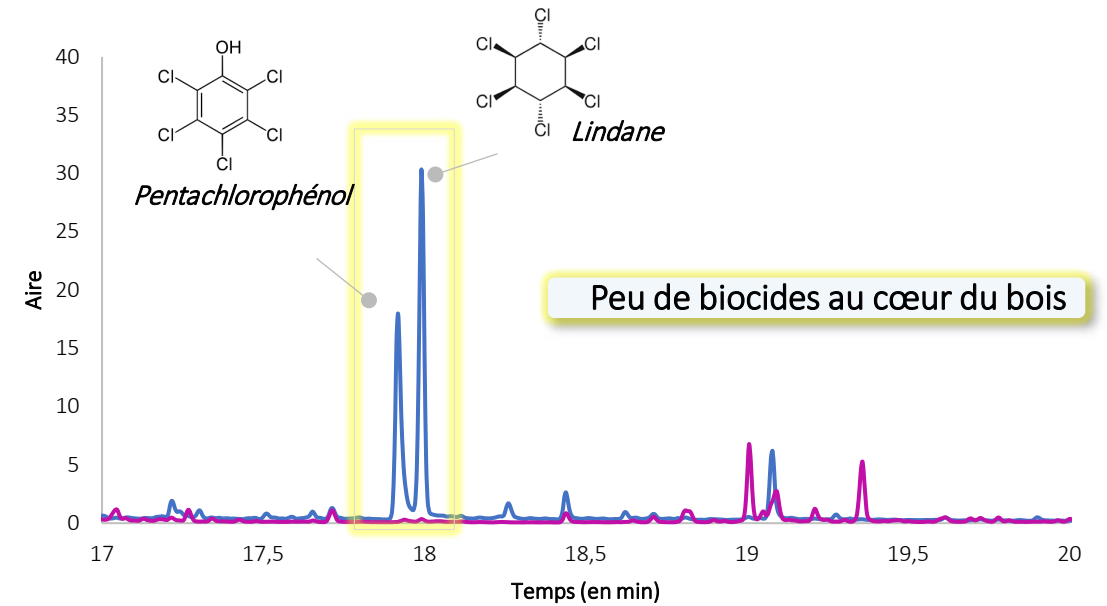


Prélèvement au cœur du bois



Bois prélevé en surface

Bois prélevé au cœur



Exemple de chromatogrammes obtenu après analyse par HS-SPME -GC-MS

QUALITÉ SANITAIRE

- ❖ Phase 2 : Développement d'une méthode de détection sur site des substances dangereuses sélectionnées par GC-MS portable (Présence/absence)



GC-MS portable



Présente de **nombreux avantages** :

- ✓ Analyse rapide (réponse en 1h environ)
- ✓ Facile à mettre en œuvre sur le terrain : facilement transportable
- ✓ **Objectif**: développer une méthode d'analyse simple d'utilisation et accessible.



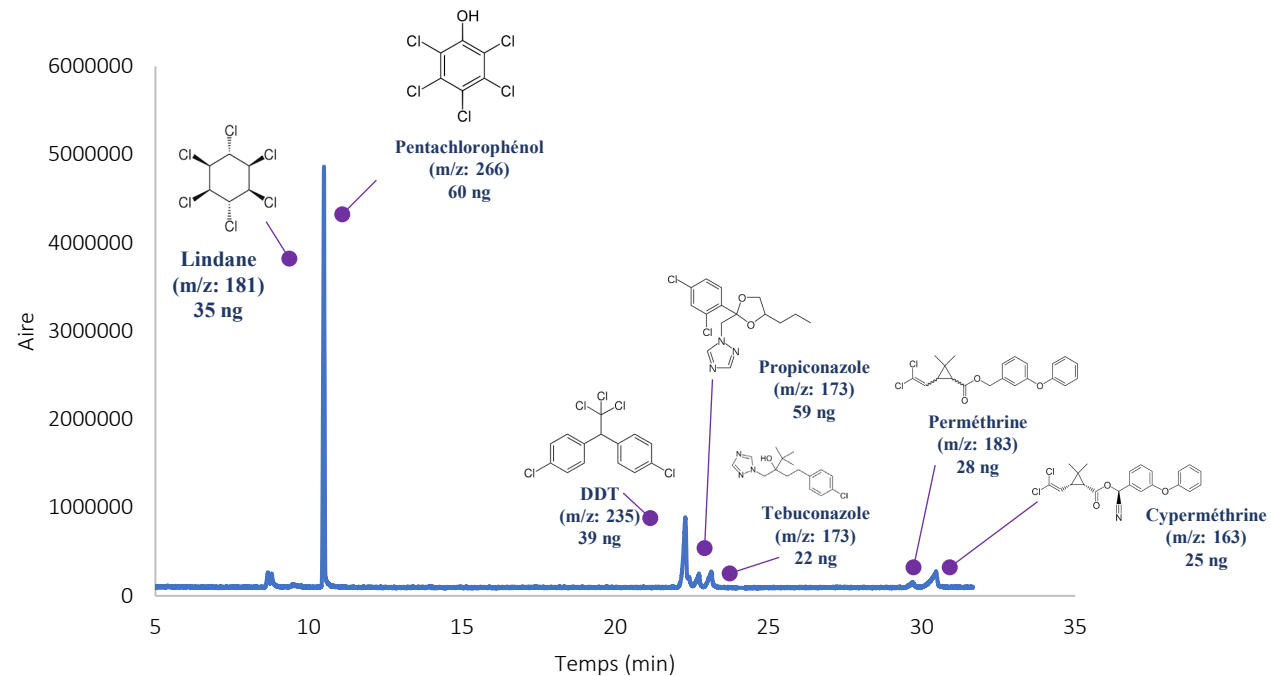
QUALITÉ SANITAIRE

- ❖ Phase 2 : Développement d'une méthode de détection sur site des substances dangereuses sélectionnées par GC-MS portable (Présence/absence)



Méthode en cours de développement

Pool biocides d'intérêts



Chromatogramme obtenu après injection de 1 µL d'un pool de biocides analysé à l'aide du GC-MS portable.

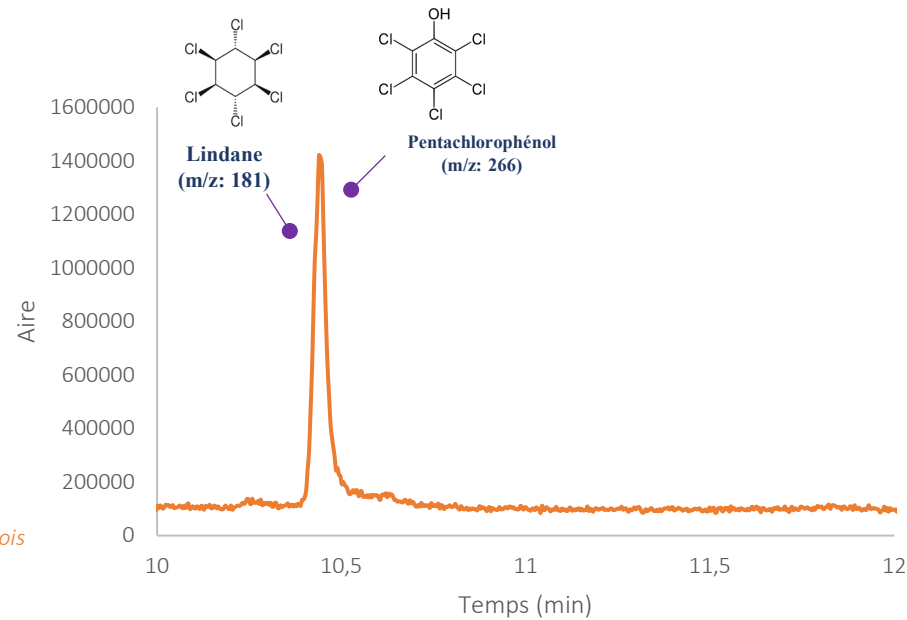
QUALITÉ SANITAIRE

- ❖ Phase 2 : Développement d'une méthode de détection sur site des substances dangereuses sélectionnées par GC-MS portable (Présence/absence)



Méthode en cours de développement

Extraction solide-liquide d'un échantillon de bois



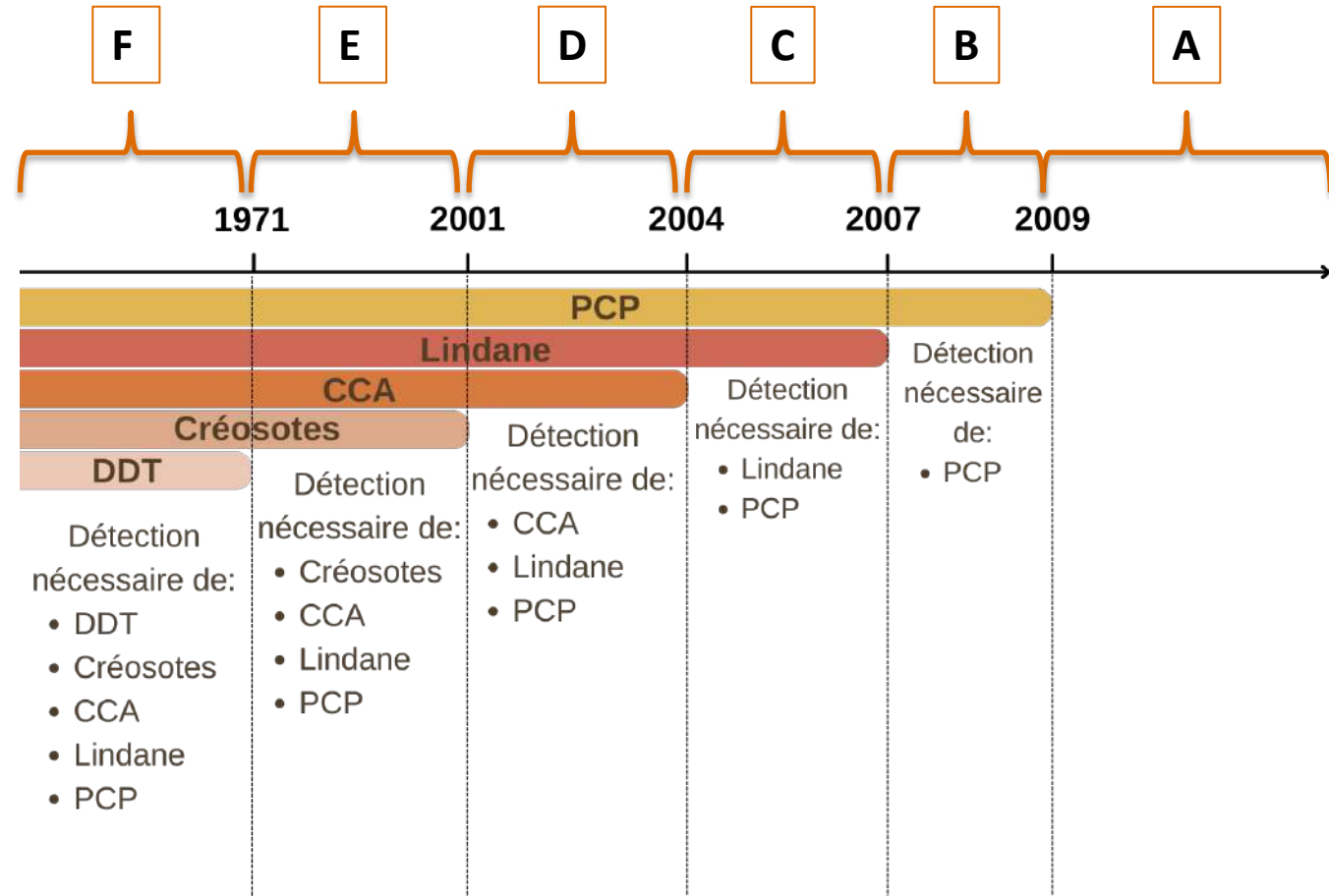
Chromatogramme obtenu après injection de 1 μ L d'un extrait de bois analysé à l'aide du GC-MS portable.

QUALITÉ SANITAIRE

❖ Classement des lots de bois selon un « étiquetage sanitaire RESTWOOD »

Protocole de justification provisoire :

1. Définition de la classe de risque selon la date de mise en œuvre des éléments bois
2. Si composés de l'arsenic potentiellement présents : détection au moyen des réactifs
3. Si autres substances potentiellement présentes : détection par essais en laboratoire



QUALITÉ SANITAIRE

❖ Recommandations, recul et pistes de valorisation

La réglementation impose de vérifier l'absence de substance dangereuse dans les matériaux de réemploi (REACH)

Incorporation dans un processus de fabrication de panneaux = exemple du PCP à hauteur de 5mg/kg

Evacuer la couche de surface contenant les substances dangereuses ?

Appliquer une solution de type peinture ou verni pour créer une barrière ?

Quel impact de la source des bois de réemploi sur une contamination des environnements intérieurs et de la part sur l'exposition des personnes ?

- Pas de Valeur Toxicologique de Référence
- Pas de Concentration Limite d'Intérêt

Difficile d'évaluer aujourd'hui la relation entre présence dans les matériaux et effet sur la santé !!!

RÈGLEMENT DÉLÉGUÉ (UE) 2021/277 DE LA COMMISSION du 16 décembre 2020, modifiant l'annexe I du règlement (UE) 2019/1021 du Parlement européen et du Conseil concernant les polluants organiques persistants en ce qui concerne le pentachlorophénol et ses sels et esters

Développements scientifiques

VOS QUESTIONS



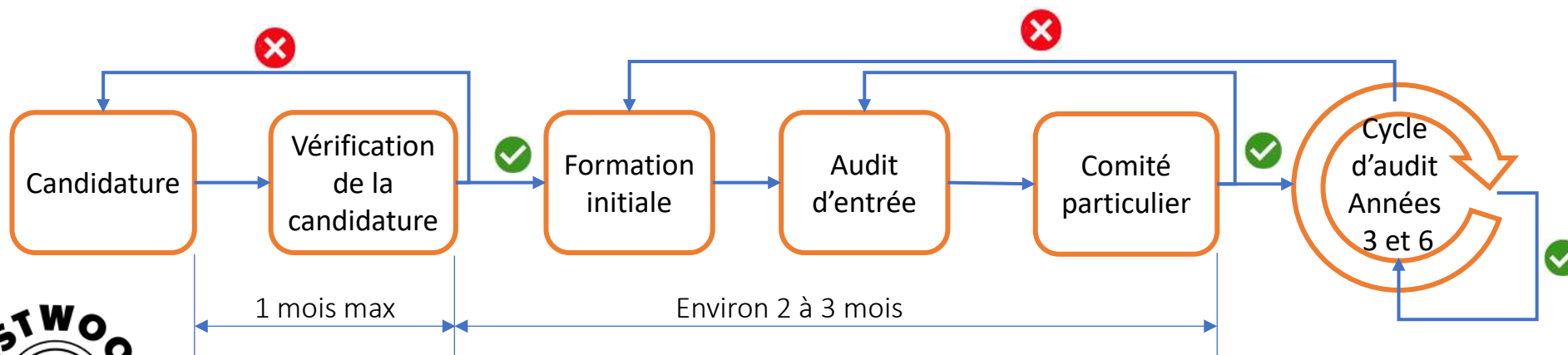
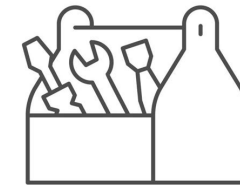
Déploiement et perspectives

- > Labellisation des plateformes
- > Vers des Recommandations Professionnelles Réemploi et actions collectives
- > Massification et industrialisation
- > Vos questions – nos réponses

Déploiement et perspectives

LABELLISATION DES PLATEFORMES

- > Plus qu'une labellisation : Restwood est une boîte à outils complète
 - Permet aux plateformes d'être très rapidement opérationnelles sur l'activité de reconditionnement
 - Un référentiel qui couvre l'ensemble du processus sur tous les aspects
- > L'association Restwood fera évoluer le référentiel en lien avec les besoins des plateformes et entreprises
 - Réseau d'échange de bonnes pratiques entre plateformes
 - Evolution pour intégrer le fruit des échanges + veille technologique
- > Processus de labellisation :



Déploiement et perspectives

VERS DES RECOMMANDATIONS PROFESSIONNELLES RÉEMPLOI

Réemploi = Technique non courante car hors DTU



Les entreprises font adapter leur contrat d'assurance pour couvrir leur responsabilité civile décennale

Recommandations
Professionnelles Réemploi
pour une reconnaissance en
technique courante



Déploiement et perspectives

ACTIONS COLLECTIVES

Engager des actions collectives pour le réseau de plateformes :

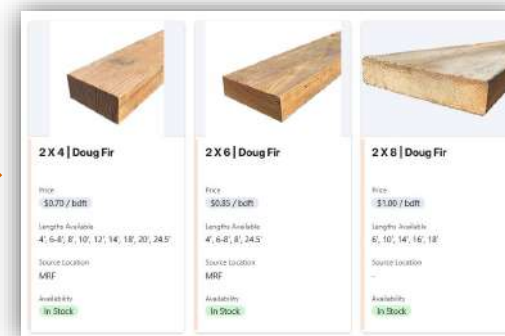
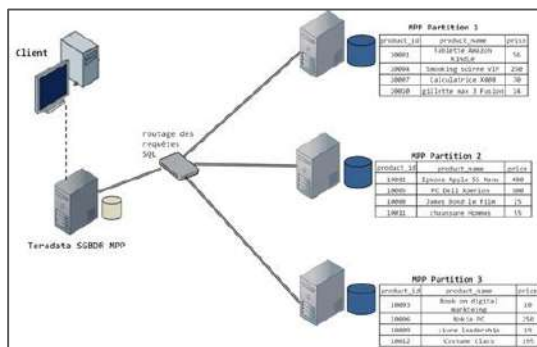
- > Etendre le domaine d'application des méthodes de qualification mécanique
- > Collecter les données d'activités pour l'élaboration d'une FDES
- > Assurer une veille collective
- > Faire reconnaître la qualité de l'offre de fourniture
- > Développer de nouveaux outils

Déploiement et perspectives

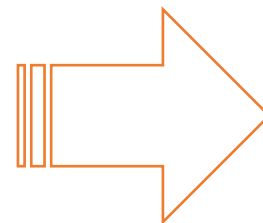
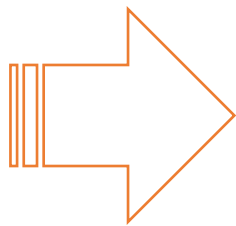
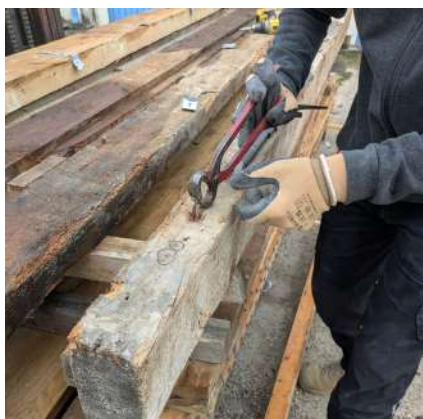
MASSIFICATION ET INDUSTRIALISATION



> Développement d'outils pour faciliter la collecte et le traitement des données



> Accompagner le développement d'outils pour la préparation du bois



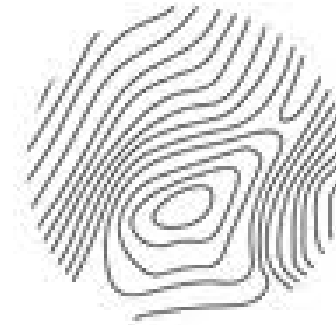
Déploiement et perspectives

VOS QUESTIONS



Démonstration du processus de reconditionnement

- > Réception des bois
- > Préparation
- > Qualification
- > Application traitement
- > Conditionnement et commercialisation
- > 2^e transformation



Julien Lavoine
charpentiers

1^{ère} plateforme Restwood



Merci

ANGLET – BORDEAUX – TOULOUSE – PARIS – LYON – LILLE
NOBATEK.COM

Nobatek