

PROMESSE

Année 2/2 – Rapport final

Utilisation des épicéas scolytés en construction – Impact sur les propriétés mécaniques et sanitaires



Date : 8 juillet 2025

Rédaction : Mathilde Montibus, Bernadette Rubio, Jean-Denis Lanvin, Nathalie Mionetto.

Convention n°2023-Y-33250 (région Bourgogne-Franche-Comté)

Dossier 24P00052 (région Grand-Est)

Avec le soutien de :

Sommaire

Introduction 3

1 **Propriétés physico-mécaniques** 4

 1.1 Caractérisation visuelle des sciages et test de flexion à chant..... 5

 1.2 Conclusions 9

2 **Impact sanitaire**10

 2.1 Matériels et méthodes 10

 2.1.1 Description des pièces et bâtiments..... 10

 2.1.2 Prélèvements d'air 11

 2.1.3 Gestion des échantillons au laboratoire 13

 2.1.4 Prélèvements par contact..... 14

 2.2 Résultats et conclusions 14

3 **Impacts**16

Introduction

L'épidémie de scolytes initiée en 2018 principalement à l'Est de la France s'est poursuivie et s'est même accentuée depuis 2020 à cause des évolutions climatiques observées, c'est-à-dire un climat défavorable aux épicéas (sécheresse notamment) et plutôt favorable au scolyte typographe (températures clémentes).

Les zones concernées par cette problématique sont essentiellement le Grand-Est et la Bourgogne-Franche-Comté. Le volume des bois scolytés depuis le début de la crise (septembre 2018) est estimé pour ces deux régions à environ 19 Mm³ au niveau des pessières de plaine (sous 800 m d'altitude). Cela correspond à environ 55 000 ha (données MASA à fin 2021).

La valorisation et l'utilisation de ces volumes de bois pour les années à venir est un enjeu majeur pour la filière, notamment au niveau de ces deux régions principalement touchées.

La mise sur le marché de produit bois provenant d'arbres scolytés engendre de nombreuses questions auprès des utilisateurs potentiels.

- Quel est l'impact de l'attaque des scolytes sur la qualité mécanique des épicéas ?
- Quel est l'impact sanitaire en environnement intérieur ?

Le développement des larves de cet insecte sous cortical ne concerne à priori que la zone périphérique de l'arbre. Les dommages sont donc spatialement localisés sous l'écorce mais un bleuissement peut être observé dans la masse du bois. Cette présence de bleu ne représente qu'une perte de valeur des bois pour des raisons esthétiques (discoloration).

Toutefois, le fait que l'arbre ait subi une attaque de scolyte favorise certainement une attaque par d'autres organismes de dégradation, comme des champignons de pourriture. Ces attaques pourraient remettre en cause ses propriétés mécaniques. Il convient donc d'exploiter rapidement les bois scolytés pour garantir la pérennité de leurs propriétés mécaniques.

- C'est ce que nous avons cherché à vérifier à travers une campagne de caractérisation mécanique sur un lot de planches tracées selon le niveau des attaques de scolytes sur arbre sur pied.
 - Les grumes utilisées pour les essais proviennent d'une même parcelle afin de s'affranchir de la variabilité inhérente à l'environnement de croissance de l'arbre. Ainsi, les arbres comparés dans cette étude ne présentent *a priori* comme différence que la sévérité de l'attaque de scolytes.

Plus de 200 planches ont été sélectionnées sur la base de 4 niveaux d'attaque des épicéas sur pied au sein des sciages préalablement classés C18. Une campagne d'essais destructifs de flexion a donc été menée sur ces sciages de manière à vérifier l'impact ou non des attaques sur les propriétés physico-mécaniques.

Ce projet fait suite au projet INESSE « d'intérêt économique général visant à favoriser la mobilisation des bois scolytés dans un contexte régional de développement des attaques de scolytes en Bourgogne- Franche-Comté » menée par FCBA, FIBOIS BFC et CLUSTER ROBIN.S avec l'aide financière de l'ADEME et de la dotation ministérielle de FCBA.

<https://www.fcba.fr/travaux/projet-inese-integration-des-epiceas-scolytes-en-ecoconstruction/>

En revanche aucune étude *in situ* sur l'impact sanitaire de l'usage des épicéas scolytés n'a été réalisée. C'est ce que nous nous proposons de vérifier dans ce projet en échantillonnant l'air de bâtiments construits en utilisant des bois scolytés.

1 Propriétés physico-mécaniques

Les grumes d'épicéa étalées sur le parc à grumes de la scierie LONCHAMPT ont été tronçonnées de manière à réduire les pertes de longueur, selon 4 niveaux d'attaque par les scolytes : sain, scolyté frais, scolyté vieux et sec.

La longueur cible a été de 4,5 m mais pour tenir compte de la longueur totale des grumes, des « fausses » longueur ont été faites en 4 m et 2,5 m. Chaque billon obtenu a été cubé selon les règles de la norme NFB 53020 sur écorce à la longueur « commerciale » hors sur-mesure. Pour les bois dépourvus d'écorce dans la zone de mesurage, il a été rajouté 2 cm pour écorces de chaque côté du diamètre médiant. Le relevé de cubage des grumes a donné le résultat suivant :

Niveau d'attaque par les scolytes	Volume sur écorce (m3)	Nombre de billons	Volume moyen par billon (m3)
Sain	4,307	8	0,538
Scolyté frais	4,414	8	0,552
Scolyté vieux	3,566	8	0,446
Sec	6,134	13	0,472
Total	18,421	37	0,498

Chaque billon a été peint sur ses 2 coupes d'extrémités :

- gros bout : couleur identifiant le niveau d'attaque de scolyte
- fin bout : couleur indiquant le numéro de billon du pied à la découpe.

Après réduction des pattes et écorçage, les billons ont été sciés par campagne de niveau d'attaque de scolyte en espaçant chaque campagne pour permettre à la scierie de poursuivre son travail de production et pour ne pas risquer de mélanger les lots notamment lors de tronçonnage intermédiaire de mise en longueur des planches de bord.

Le schéma de débit a été de réaliser comme l'indique le protocole des sciages de section :

- 160 X 38 mm en produits principaux ;
- 63 X 38 ou 38 X 38 mm² en produits de récupération pour optimiser les largeurs de plateaux de 38
- 160 – 150 - 100 – 75 X 27 mm pour optimiser la refente des noyaux et la largeur des planches de découverts.

Comme l'étude a pour objectif la valorisation des bois en construction, les classements visuels choisis ont privilégié cet usage par le choix de C18 pour les produits structuraux (principaux) et les produits de récupération. En complément du choix 2 ou 3 d'aspect a été choisi pour valoriser les produits restants.

La productivité a été évaluée par chronométrage de chaque campagne au niveau de la scie à grumes de la scierie LONCHAMPT, outil donnant le rythme de la production de l'entreprise. L'analyse des résultats montre que la productivité décroît assez sensiblement (15% environ) avec le niveau d'attaque de scolyte en lien avec les déclassements et les pertes de rendement matière (voir plus bas). La donnée concernant les bois scolytés vieux est à relativiser du fait

d'un volume global plus limité et d'un volume moyen bien adapté à la section principale à produire.

Niveau scolyte	Temps sciage SAG (")	Volume sciage/mn
Sain	271	0,605
Scolyté frais	287	0,539
Scolyté vieux	214	0,567
Sec	410	0,516

Il est à noter la décroissance du rendement matière en fonction du niveau d'attaque due à l'élimination plus importante de l'écorce.

1.1 Caractérisation visuelle des sciages et test de flexion à chant

Les planches non utilisées durant INESSE ont été stockées puis cassées en flexion (à plat et à chant) durant l'étude PROMESSE

Le lot de planches sélectionné a tout d'abord été caractérisée de manière globale, planche par planche en test de flexion 4 points à chant , jusqu'à rupture. Les résultats globaux sont présentés dans le Tableau 1.

Tableau 1: Propriétés mécaniques des planches en épicéa « Etude promesse »

Variable	Classe	Nbre	Moyenne	CV %	Fractile. 5%	Q1	Q3
MORh 150 mm (MPa)	Total (lot)	173	42,7	27	25,7	33,3	51,4
EmI EN 384 12% (MPa)	Total (lot)	173	9691	18	7063	8307	10967
MV 12% (kg/m ³)	Total (lot)	173	446	6	402	424	463

Le module de rupture (MORh) moyen est de 42,7 MPa avec un coefficient de variation de 27%. Le module d'élasticité (EmI) moyen est de 9691 MPa avec un coefficient de variation de 18%. La masse volumique moyenne du lot est de 446 kg/m³ avec un coefficient de variation de 6%.

La distribution de la contrainte à la rupture en flexion est conformes avec les études précédentes¹ comme le montre la figure suivante (Figure 1).

¹ Etude Sapin/Epicea BFC https://fibois-bfc.fr/sites/default/files/documents/etude_sapin_fibois_premiers_resultats_VF.pdf

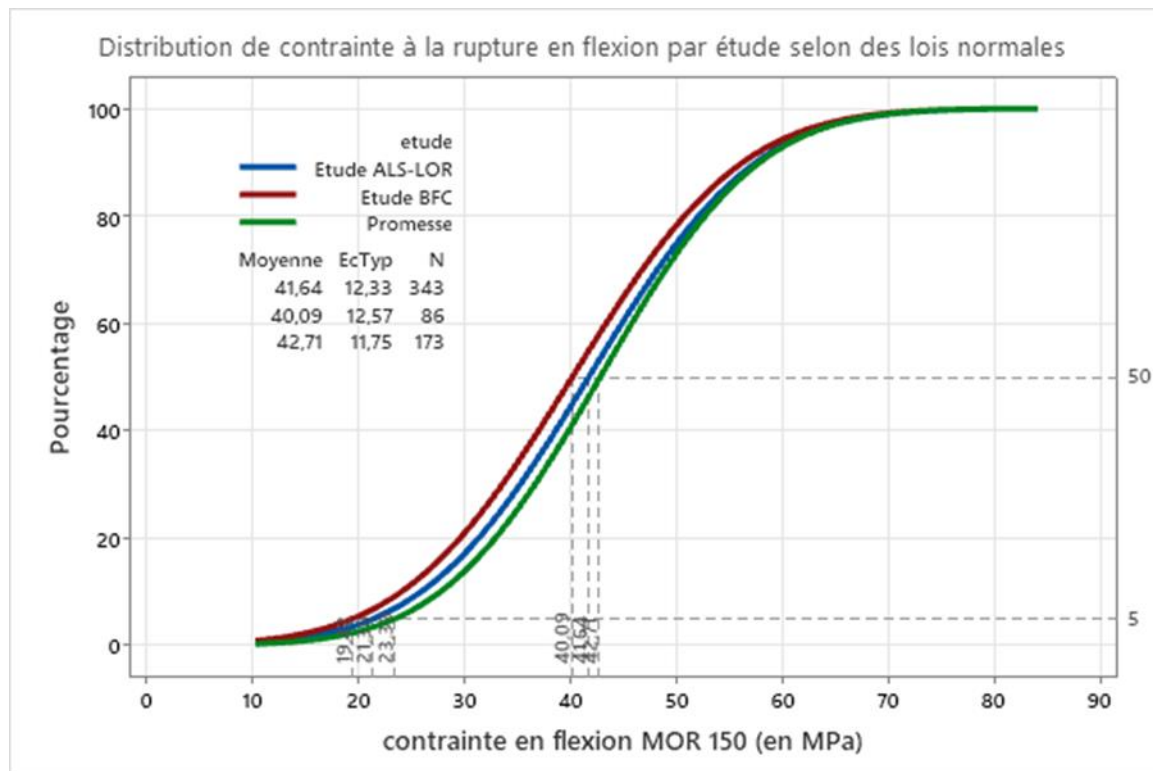


Figure 1 : Distribution de la contrainte en flexion en fonction de l'étude réalisée.

Un classement par méthode visuelle a également été réalisé selon la norme NF B 52-001 partie 1 en vigueur. Les résultats sont présentés Tableau 2.

Tableau 2: Propriétés mécaniques des épicéas « Etude promesse »

Variable	Classe	Nbre	Moyenne	CV %	Fractile. 5%	Q1	Q3
MORh 150 mm (MPa)	ST I	50	49,5	21	31,3	42,7	57,0
	ST II	39	42,5	26	26,3	34,9	51,5
	ST III	27	40,9	24	26,7	32,0	47,9
	Hors classe	57	37,8	30	20,5	30,9	43,8
	Total (lot)	173	42,7	27	25,7	33,3	51,4
Eml EN 384 12% (MPa)	ST I	50	10372	18	7059	9068	11918
	ST II	39	9637	17	7005	8381	10744
	ST III	27	9377	17	6291	8229	11035
	Hors classe	57	9279	17	6953	8133	10492
	Total (lot)	173	9691	18	7063	8307	10967
MV 12% (kg/m3)	ST I	50	435	6	396	414	453
	ST II	39	440	6	394	420	462
	ST III	27	456	6	413	435	478
	Hors classe	57	454	7	410	429	474
	Total (lot)	173	446	6	402	424	463

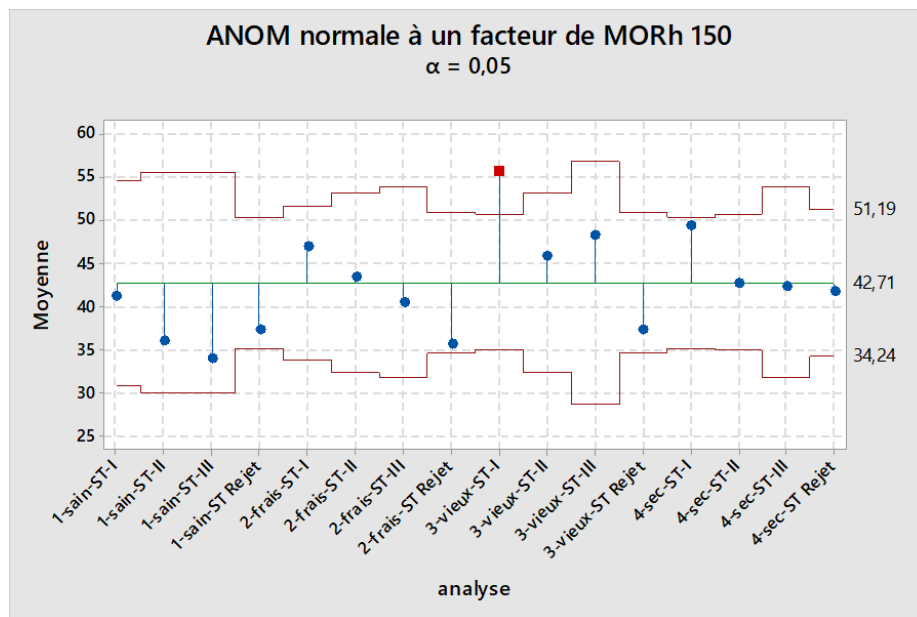
La stratification des propriétés de flexion par classe visuelle de résistance (ST I, II ou III) permet de voir l'impact du classement par méthode visuelle sur les performances mécaniques. On peut constater une diminution logique de ces dernières. Cependant, le niveau d'attaque par les scolytes n'est pas mis en exergue car les planches classées par niveau d'attaques sont dispatchées entre les différentes classes visuelles.

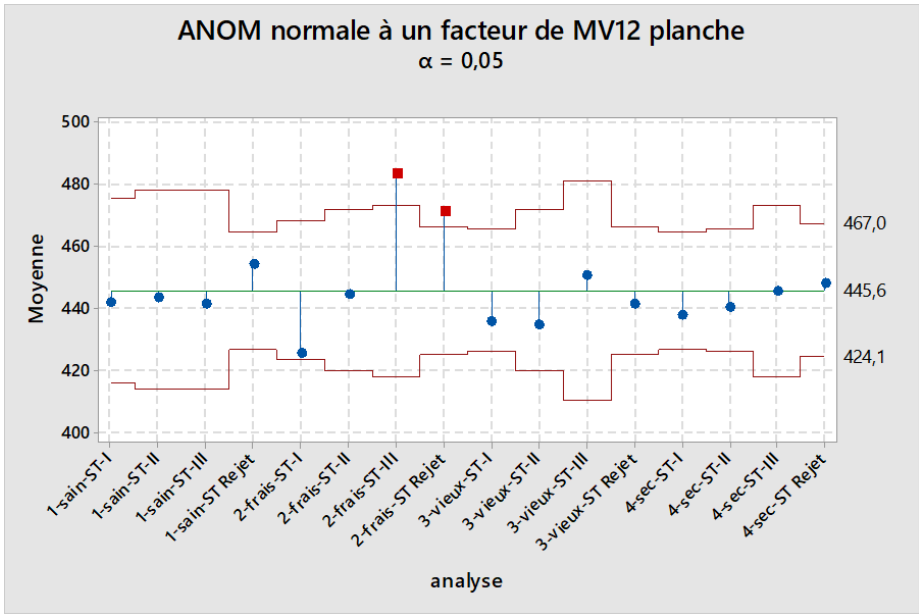
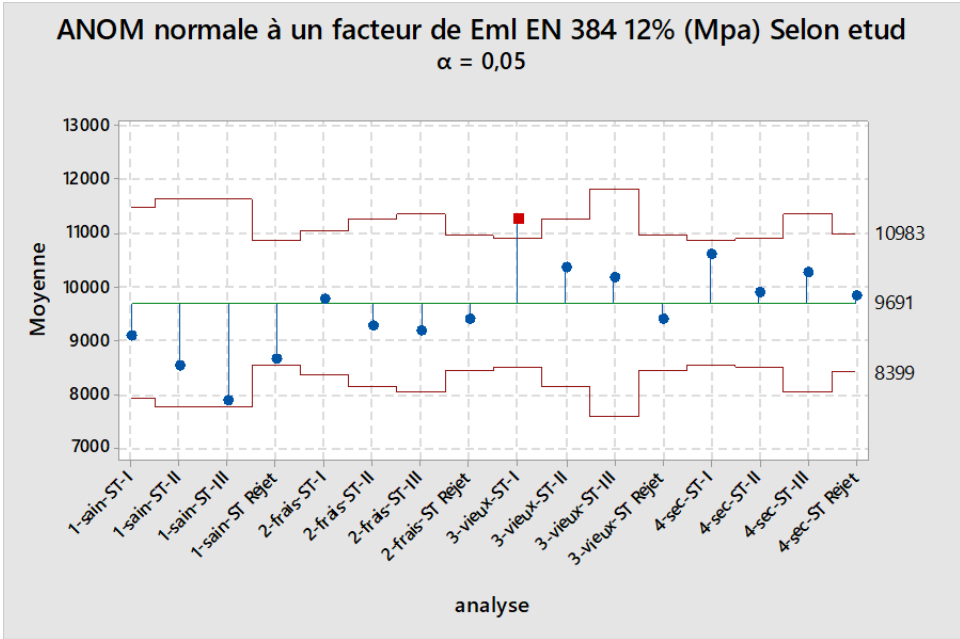
Pour rappel, les planches sont issues d'arbres plus ou moins dégradés par une attaque de scolytes. 4 types de planches ont donc été obtenues à partir d'arbres :

1. sains
2. peu dépérissant car fraîchement attaqués
3. dépérissant car les scolytes ont attaqué il y a un certain temps
4. secs sur pied à la suite d'une lointaine attaque de scolytes

L'analyse par propriétés mécaniques des valeurs moyennes (chaque comparaison doit avoir un taux d'erreur individuel de 0,05 ce qui équivaut à un niveau de confiance de 95 %) par type d'attaques et par classe visuelle est rassemblée dans les graphes suivants. Les limites de décision (lignes rouges de part et d'autre de la ligne moyenne) indiquent l'absence de preuve d'interaction.

- Si un point est situé hors des limites de décision, il existe une preuve significative que la moyenne représentée par ce point est significativement différente de la moyenne générale.
- L'analyse est présentée en suivant pour les 3 propriétés module de rupture, module d'élasticité, masse volumique.





1.2 Conclusions

L'échantillonnage des arbres plus ou moins attaqués par des scolytes au sein d'une même parcelle a l'avantage de voir si les propriétés mécaniques sont conservées quel que soit l'intensité de l'attaque (arbre sain, fraîchement attaqué, anciennement attaqué et arbre mort sur pied). Toutefois, ces mêmes propriétés dépendent également de la qualité intrinsèque des planches, c'est pourquoi, nous avons stratifié nos analyses par classe de résistance obtenue par méthode visuelle (soit les classes ST I, ST II & ST III) puis par niveau d'attaque. Les résultats sont présentés Tableau 3.

Tableau 3 : Classement mécanique des planches et niveau d'attaque par les scolytes.

Niveau d'attaque	Classement NF B 52-001 partie 1				
	ST-I	ST-II	ST-III	Hors classe	Total
1-sain	7	6	6	16	35
2-frais	12	9	8	14	43
3-vieux	15	9	5	14	43
4-sec	16	15	8	13	52
Total	50	39	27	57	173

Par classe de résistance identique, l'analyse a montré que les propriétés sont conservées quel que soit le niveau d'attaque. Le lot est classé pour la résistance en C18.

Deux points singuliers ont été notés :

- Les planches issues des arbres sains présentent des propriétés plus basses que celles obtenues à travers les tests menés sur les planches d'arbres morts sur pied
- Le module d'élasticité du lot de planches reste plus bas que ceux rencontrés dans l'étude de la caractérisation du sapin/épicéa menée en 2010 dans les mêmes territoires.
 - Est-ce à dire que l'attaque par les scolytes entraîne une diminution du module d'élasticité ?
 - Nous tablons plus sur la sylviculture mise en place sur la parcelle qui a entraîné ce constat.

L'étude bibliographique faite durant l'étude précédente identifiait une fragmentation du cambium par les scolytes. D'une part, les tunnels coupaient la circulation de la sève, l'arbre dépérissait sur pied. D'autre part, ces tunnels permettent au « bleu » de s'installer durablement, bleu qui n'avait pas de conséquence sur les propriétés mécaniques du bois du moins sur le pin maritime post tempête 1999. Les résultats obtenus pour l'épicéa confirment ce même constat.

Ces résultats confirment malgré tout la pérennité des bois. Toutefois, il serait nécessaire d'élargir le prélèvement d'arbres sur 4 à 6 parcelles de façon à valider ce constat.

2 Impact sanitaire

Pour évaluer l'impact sanitaire des bois scolytés sur la qualité microbiologique des environnements intérieurs, des prélèvements d'air sont réalisés dans deux bâtiments construits en utilisant des bois scolytés. Pour prendre en compte la saison, les prélèvements sont réalisés une fois au printemps et une fois à l'automne en 2024.

Deux bâtiments ont été sélectionnés pour réaliser des prélèvements :

→ La chambre d'agriculture des Vosges, à Epinal en Grand-Est, construite en 2021. Le bâtiment a été construit à partir de bois locaux issus de forêts gérées durablement. Des épicéas scolytés ont été utilisés dans ce bâtiment mais aussi d'autres résineux ou encore du hêtre, du frêne ou du chêne.

→ Le bureau d'études TECKICEA, à Pontarlier en Bourgogne-Franche-Comté, construit en 2021. Des épicéas scolytés ont été utilisés dans la partie R+1 de ce bâtiment, pour les structures en lamellé-collé, les CLT ou encore pour les plans de travail. A contrario, la partie rez-de-chaussée ne contient que des bois non scolytés, pour permettre une comparaison intéressante.

L'objectif est d'obtenir des dénombrements microbiologiques mais également des identifications de moisissures majoritairement obtenues pour analyser les différentes configurations testées et voir si des différences significatives existent ou non. L'objectif est de montrer l'inocuité microbiologique des bois scolytés en environnement intérieur.

Pour chacun des deux bâtiments, les moisissures du milieu aérien intérieur ont été quantifiées et comparées entre une pièce construite avec du bois scolyté et une autre pièce sans bois scolyté. L'air du milieu extérieur a également été prélevé, afin d'identifier les moisissures majoritairement présentes dans les environnements directs des deux bâtiments. De plus, des prélèvements de surface ont été réalisés directement sur les bois scolytés présentant des zones de bleuissement. Afin de confirmer nos résultats et de tester l'effet de la saison, nous avons réalisé deux campagnes de prélèvements au printemps (13 juin) et à l'automne (13 novembre) 2024.

2.1 Matériels et méthodes

2.1.1 Description des pièces et bâtiments

Dans le bâtiment de la chambre d'agriculture/ONF des Vosges (Epinal – Grand-Est), les bois scolytés ont été mis en place au niveau de la charpente. Nous avons réalisé nos prélèvements dans la salle informatique se trouvant dans la salle isolée juste en dessous, jouant le rôle de pièce présentant du bois scolyté dans la suite de ce rapport (Figure 1). Afin de s'éloigner des combles, les mêmes prélèvements ont été effectués au rez-de-chaussée, dans la salle de restauration qui ne présentait pas de bois scolyté. Des prélèvements ont également été effectués à l'extérieur sur la terrasse, à proximité immédiate du bâtiment (<50m).

Lors de la construction du bâtiment Teckicéa (Pontarlier – Bourgogne-Franche-Comté), les bois scolytés ont été utilisés au premier étage pour les structures en lamellé-collé, les CLT ou encore les plans de travail. Ainsi, des prélèvements d'air ont été effectués dans l'espace cuisine de cet étage, considéré comme la pièce présentant du bois scolyté dans la suite de ce rapport (Figure 2). La zone non scolytée correspond au rez-de-chaussée de ce même bâtiment, constituée d'une pièce comprenant un bureau et une salle de réunion. Des prélèvements ont également été effectués à nouveau sur la terrasse extérieure, à proximité immédiate du bâtiment (<50m).



Figure 2 : Photographies des lieux de prélèvements chez l'ONF et Teckicea

2.1.2 Prélèvements d'air

Les prélèvements d'air ont été réalisés lors des deux campagnes avec un biocollecteur MD8 Airport (Sartorius) à l'aide de deux méthodes :

- ⇒ Par impaction, l'air est aspiré et les microorganismes sont déposés directement sur une boîte de culture contenant du milieu sabouraud/agar prête à l'incubation.
- ⇒ Par filtration, les microorganismes se déposent sur un filtre gélosé, nécessitant quelques étapes de laboratoire en aval avant d'effectuer le dénombrement des colonies.

Les caractéristiques des prélèvements d'air effectués lors des deux campagnes (méthode, débit, temps, volume d'air total et nombre de réplicats) sont décrites dans le tableau 4. Ces dernières diffèrent entre les campagnes de printemps et d'automne car le protocole de prélèvement a évolué entre temps, afin d'optimiser les prélèvements d'air.

Tableau 4 : Description des prélèvements d'air effectués dans les deux bâtiments lors des campagnes printemps et automne.

Saison	Bâtiment	Lieu	Méthode	Débit	Temps	Volume total	Répétition
Printemps (13/06/24)	Teckicéa	Pièce scolytée	Impaction	125 L/min	24 s	50 L	2
					48 s	100 L	2
			Filtration	50 L/min	1 min	50 L	2
					5 min	250 L	2
		Pièce non scolytée	Impaction	125 L/min	24 s	50 L	2
					48 s	100 L	2
			Filtration	50 L/min	1 min	50 L	2
					5 min	250 L	2
		Extérieur	Impaction	125 L/min	48 s	100 L	1
			Filtration	50 L/min	5 min	250 L	1
	ONF	Pièce scolytée	Impaction	125 L/min	24 s	50 L	2
					48 s	100 L	2
			Filtration	50 L/min	1 min	50 L	2
					5 min	250 L	2
		Pièce non scolytée	Impaction	125 L/min	24 s	50 L	2
					48 s	100 L	2
			Filtration	50 L/min	1 min	50 L	2
					5 min	250 L	2
		Extérieur	Impaction	125 L/min	48 s	100 L	1
			Filtration	50 L/min	5 min	250 L	1
Automne (13/11/24)	Teckicéa	Pièce scolytée	Impaction	125 L/min	48 s	100 L	2
					2 min	250 L	2
			Filtration	50 L/min	10 min	500 L	3
		Pièce non scolytée	Impaction	125 L/min	48 s	100 L	2
					2 min	250 L	2
			Filtration	50 L/min	10 min	500 L	3
		Extérieur	Impaction	125 L/min	48 s	100 L	1
					2 min	250 L	1
			Filtration	50 L/min	10 min	500 L	3
	ONF	Pièce scolytée	Impaction	125 L/min	48 s	100 L	2
					2 min	250 L	2
			Filtration	50 L/min	10 min	500 L	3
		Pièce non scolytée	Impaction	125 L/min	48 s	100 L	2
					2 min	250 L	2
			Filtration	50 L/min	10 min	500 L	3
		Extérieur	Impaction	125 L/min	48 s	100 L	1
					2 min	250 L	1
			Filtration	50 L/min	10 min	500 L	3

2.1.3 Gestion des échantillons au laboratoire

Les boîtes de prélèvement par impaction ont été directement placées en chambre de culture (22°C/70% humidité relative) (Figure 3). Concernant les filtres gélosés, ils ont été déposés sur un nouveau milieu de culture malt/agar, avant d’être incubés dans les mêmes conditions (Figure 2). Lors de la seconde campagne d’automne, les filtres ont été dissous dans 10 ml d’eau stérile (0,9% NaCl et 0.05% agent mouillant), avant de réaliser des dilutions en série de 100 à 10⁻⁵. Pour chacune des dilutions, 100 µL ont ensuite été étalés sur de nouvelles boîtes malt/agar avant l’incubation. Pour les deux campagnes, les colonies ont été dénombrées après 5 jours d’incubation avec les deux méthodes. Le nombre de colonies fongiques compté par boîte a ensuite été rapporté en Log du nombre d’Unité Formant Colonie (UFC) par m3 d’air avant d’être relié à un niveau de contamination documenté dans la littérature (Tableau 5) (Reboux et al., 2009). Les données brutes sont présentées à la fin de ce rapport dans le Tableau en annexe 1.

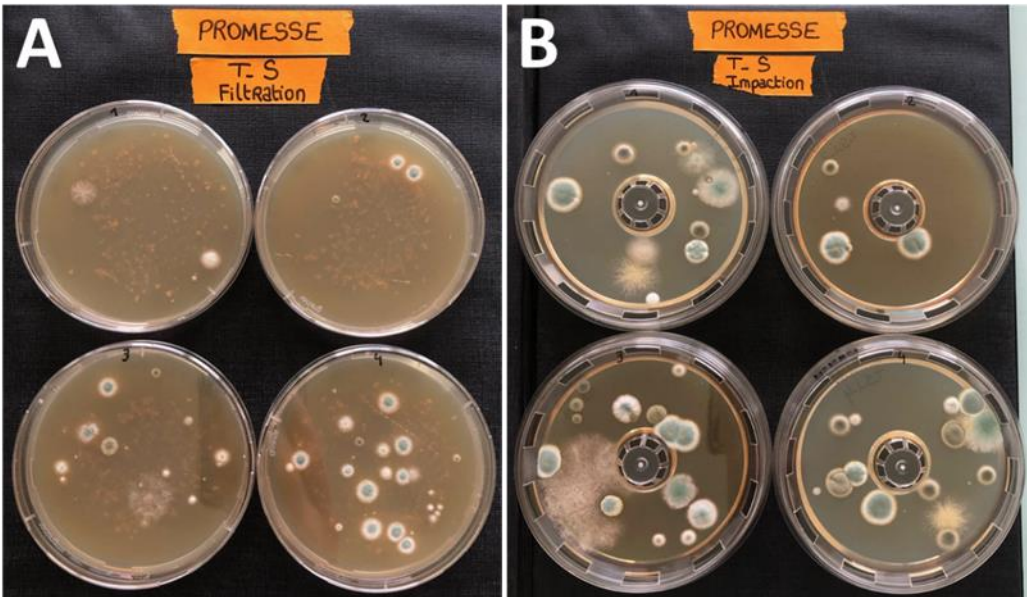


Figure 3 : Boîtes obtenues par filtration (A) et par impaction (B) après 5 jours de culture

Tableau 5 : Niveaux de contamination et charges fongiques associées (Reboux et al, 2009 – Indoor mold concentration in eastern France)

Unités Formant Colonies (UFC/m ³)	Niveau de concentration
< 170 UFC/m ³	Faible
170 à 560 UFC/m ³	Moyen
560 à 1000 UFC/m ³	Fort
> 1000 UFC/m ³	Très fort

Lors du second prélèvement exclusivement, toutes les colonies morphologiquement différentes à l’œil ont été isolées avant extraction de leur ADN. Le gène codant les séquences ITS des ascomycètes a ensuite été amplifié par qPCR avec les amorces NL3 (AGATGAAAAGAACTTTGAAAAGAGAG) et NL4 (GGTCCGTGTTTCAAGACGG). Les produits PCR ont ensuite été envoyés au séquençage chez Eurofin Genomics. Les séquences obtenues ont été alignées sur la base de données UNITE, afin d’identifier les différentes colonies fongiques. Le résultat présentant la combinaison score (performance de l’alignement avec les bases de données) et e-value (c’est-à-dire significativité de l’alignement, plus la valeur est proche de zéro, plus l’alignement est pertinent d’un point de vue biologique) la plus significative a été sélectionnée pour chaque échantillon analysé.

2.1.4 Prélèvements par contact

Lors de l'échantillonnage d'automne, nous avons également réalisé des prélèvements de surface sur les zones de bois présentant un aspect bleui avec des scotchs. Ces derniers ont ensuite été colorés au laboratoire avec du bleu de lactophénol et observés au microscope, afin de rechercher la présence de bleuissement, liés à la présence de champignons causant le bleuissement du bois tels qu'*Aureobasidium pullulans*.

2.2 Résultats et conclusions

Les résultats des prélèvements d'air ont été analysés après les deux dates de prélèvements. Les données brutes sont présentées en annexe 1 de ce rapport. Les prélèvements par impaction ont été retenus pour les analyses car ils étaient plus reproductibles et plus adaptés à la charge des bâtiments analysés.

Les résultats obtenus sont synthétisés en Figure 4.

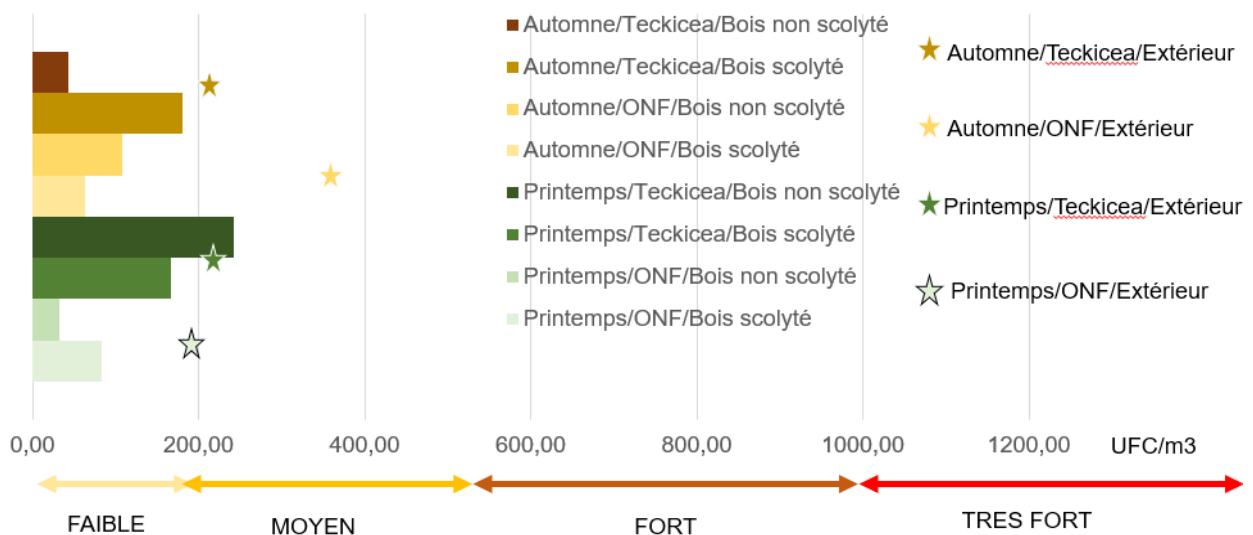


Figure 4 : Contamination moyenne en UFC/m3 d'air, obtenue dans les deux bâtiments (TECKICEA et ONF) en automne (couleur jaune) et au printemps (couleur verte) dans les pièces avec et sans bois scolyté. Les prélèvements en extérieur sont représentés par des étoiles. Les résultats sont associés à un niveau faible, moyen, fort ou très fort de contamination (Reboux et al, 2009).

Les résultats obtenus ne mettent pas en avant de différence marquée entre les pièces avec ou sans bois scolyté quant à la contamination moyenne obtenue. Cependant, il est important de rappeler que les niveaux de concentration en moisissures dans l'air sont considérés comme faibles (<170 UFC/m3). Seule la pièce sans bois scolyté du bâtiment TECKICEA présente un niveau de contamination moyen au printemps qui peut être associé au niveau obtenu en extérieur et à l'usage fait dans cette pièce au moment des prélèvements (variations saisonnières liées aux conditions météorologiques ou à l'aération de la pièce). Les niveaux obtenus correspondent à des teneurs normales retrouvées dans les bâtiments salubres.

Dans les pièces scolytées des deux bâtiments, nous avons effectué des prélèvements par contact avec du scotch sur les zones de bois scolytés présentant du bleuissement. Dans le bâtiment de l'ONF, les prélèvements réalisés à l'entrée des combles (Figure 5A), ainsi qu'à deux endroits dans la pièce sous les combles (Figure 5B/C) montrent la présence d'hyphes appartenant à *Aureobasidium pullulans*. Chez Teckicéa, les prélèvements réalisés dans la cuisine (Figure 5D) et sur un poteau de la salle de réunion (Figure 5E) montrent aussi la présence d'hyphes correspondant à *Aureobasidium pullulans*. Ces résultats expliquent les zones de bleuissement observées sur certaines parties des bois scolytés. Ce champignon est un champignon de bleuissement classiquement retrouvé, il ne présente pas de risque d'un point de vue sanitaire ou mécanique.

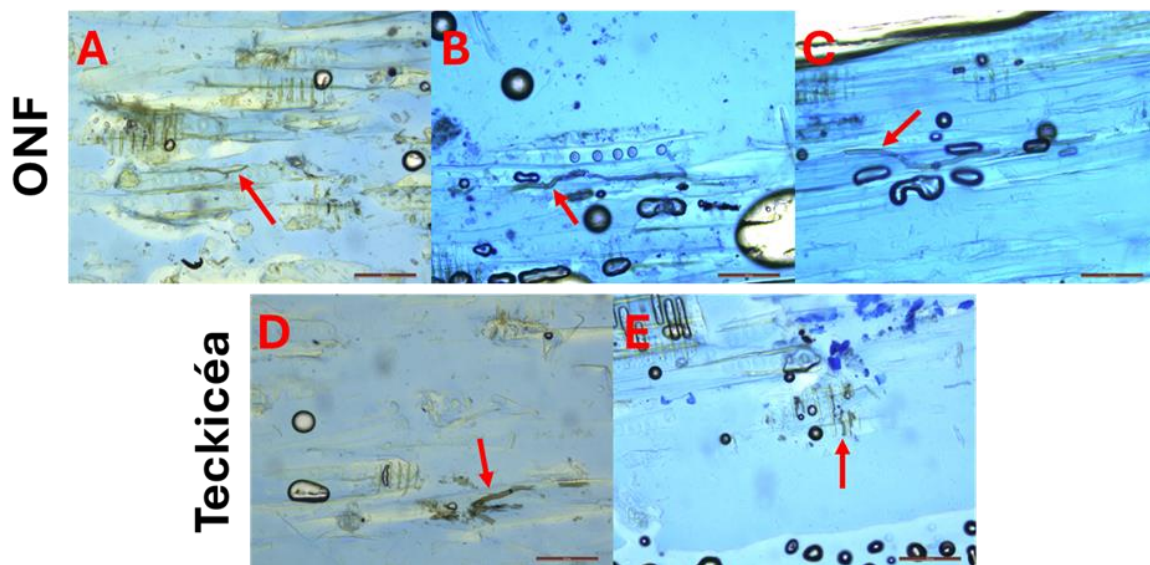


Figure 5 : Photographies des prélèvements de surface des champignons de bleuissement

Les résultats des identifications réalisées à l'automne sont présentés dans la Tableau 6. Les genres de moisissures identifiés grâce au séquençage ADN (*Penicillium*, *Aspergillus* et *Cladosporium*) sont des genres de moisissures ubiquitaires et courants qui sont retrouvées partout, y compris dans l'environnement. Il est important de noter que les identifications réalisées ne sont pas quantitatives, elles correspondent aux moisissures majoritaires retrouvées dans les environnements testés. De plus, les moisissures identifiées sont retrouvées à des concentrations mesurées qui sont faibles (Figure 3).

Tableau 6 : Résultats des alignements obtenus avec la base de données UNITE pour les identifications de moisissures en présence. Le pourcentage d'identité correspond au pourcentage de similitude entre la base de données et la séquence obtenue. La mention sp. est indiquée lorsque l'espèce n'a pu être identifiée.

Bâtiment	Lieu de prélèvement	Résultat	Pourcentage d'identité
Teckicea	Pièce bois scolyté	<i>Penicillium sp.</i>	99,6%
		<i>Cladosporium langeronii</i>	100%
		<i>Aspergillus puulaauensis</i>	99,6%
ONF	Pièce bois non scolyté	<i>Penicillium bialowiezense</i>	99,6%
	Extérieur	<i>Penicillium bialowiezense</i>	99,6%
	Pièce bois scolyté	<i>Penicillium chrysogenum</i>	99,6%
		<i>Penicillium sp.</i>	99,6%
	Pièce bois non scolyté	<i>Penicillium sp.</i>	99,6%
	Extérieur	<i>Penicillium sp.</i>	99,6%
		<i>Penicillium bialowiezense</i>	99,6%

3 Impacts

Les résultats de l'étude démontrent tout d'abord que par classe de résistance identique, les propriétés mécaniques des bois sont conservées quel que soit le niveau d'attaque par les scolytes. Ensuite, les résultats obtenus ne mettent pas en avant de différence marquée quant au niveau de moisissures en présence dans l'air entre les pièces avec ou sans bois scolyté dans les bâtiments échantillonnés. Les niveaux obtenus correspondent à des teneurs normales retrouvées dans les bâtiments salubres.

Ces résultats vont être valorisés par les FIBOIS des régions Grand-Est et Bourgogne-Franche-Comté par le biais d'une communication de type « flyer ». L'objectif est de valoriser les épiciés scolytés étant donné leurs propriétés sans les déclasser vers des usages à faible valeur ajoutée.

ANNEXE 1 : DONNEES BRUTES OBTENUES LORS DES PRELEVEMENTS D'AIR

Code	Saison	Batiment	Scolyte	Methode	Debit (L/min)	Temps	VolumeTotal(L)	Nombre colonies	ibcol(Log UFC/m3	Types colonies
P_O_S_I_1	Printemps	ONF	Oui	Impaction	125	24s	50	5	2	2
P_O_S_I_2	Printemps	ONF	Oui	Impaction	125	24s	50	4	1,903089987	3
P_O_S_I_3	Printemps	ONF	Oui	Impaction	125	48s	100	12	2,079181246	5
P_O_S_I_4	Printemps	ONF	Oui	Impaction	125	48s	100	5	1,698970004	4
P_O_NS_I_1	Printemps	ONF	Non	Impaction	125	24s	50	2	1,602059991	2
P_O_NS_I_2	Printemps	ONF	Non	Impaction	125	24s	50	1	1,301029996	1
P_O_NS_I_3	Printemps	ONF	Non	Impaction	125	48s	100	2	1,301029996	2
P_O_NS_I_4	Printemps	ONF	Non	Impaction	125	48s	100	7	1,84509804	4
P_O_E_I	Printemps	ONF	Exterieur	Impaction	125	48s	100	19	2,278753601	5
P_T_S_I_1	Printemps	Teckicea	Oui	Impaction	125	24s	50	12	2,380211242	5
P_T_S_I_2	Printemps	Teckicea	Oui	Impaction	125	24s	50	6	2,079181246	3
P_T_S_I_3	Printemps	Teckicea	Oui	Impaction	125	48s	100	16	2,204119983	3
P_T_S_I_4	Printemps	Teckicea	Oui	Impaction	125	48s	100	17	2,23048921	4
P_T_NS_I_1	Printemps	Teckicea	Non	Impaction	125	24s	50	12	2,380211242	4
P_T_NS_I_2	Printemps	Teckicea	Non	Impaction	125	24s	50	13	2,414973348	4
P_T_NS_I_3	Printemps	Teckicea	Non	Impaction	125	48s	100	20	2,301029996	6
P_T_NS_I_4	Printemps	Teckicea	Non	Impaction	125	48s	100	28	2,447158031	6
P_T_E_I	Printemps	Teckicea	Exterieur	Impaction	125	48s	100	22	2,342422681	5
P_O_S_F_1	Printemps	ONF	Oui	Filtration	50	24s	50	3	1,77815125	3
P_O_S_F_2	Printemps	ONF	Oui	Filtration	50	24s	50	0	Aucune pousse	0
P_O_S_F_3	Printemps	ONF	Oui	Filtration	50	48s	100	5	1,698970004	2
P_O_S_F_4	Printemps	ONF	Oui	Filtration	50	48s	100	2	1,301029996	1
P_O_NS_F_1	Printemps	ONF	Non	Filtration	50	24s	50	1	1,301029996	1
P_O_NS_F_2	Printemps	ONF	Non	Filtration	50	24s	50	0	Aucune pousse	0
P_O_NS_F_3	Printemps	ONF	Non	Filtration	50	48s	100	0	Aucune pousse	0
P_O_NS_F_4	Printemps	ONF	Non	Filtration	50	48s	100	1	1	0
P_O_E_F	Printemps	ONF	Exterieur	Filtration	50	48s	100	30	2,477121255	4
P_T_S_F_1	Printemps	Teckicea	Oui	Filtration	50	24s	50	3	1,77815125	3
P_T_S_F_2	Printemps	Teckicea	Oui	Filtration	50	24s	50	4	1,903089987	3
P_T_S_F_3	Printemps	Teckicea	Oui	Filtration	50	48s	100	14	2,146128036	4
P_T_S_F_4	Printemps	Teckicea	Oui	Filtration	50	48s	100	27	2,431363764	4
P_T_NS_F_1	Printemps	Teckicea	Non	Filtration	50	24s	50	11	2,342422681	4
P_T_NS_F_2	Printemps	Teckicea	Non	Filtration	50	24s	50	3	1,77815125	3
P_T_NS_F_3	Printemps	Teckicea	Non	Filtration	50	48s	100	18	2,255272505	3
P_T_NS_F_4	Printemps	Teckicea	Non	Filtration	50	48s	100	14	2,146128036	3
P_T_E_F	Printemps	Teckicea	Exterieur	Filtration	50	48s	100	20	2,301029996	4
A_O_S_I_1	Automne	ONF	Oui	Impaction	125	48s	100	10	2	1
A_O_S_I_2	Automne	ONF	Oui	Impaction	125	48s	100	6	1,77815125	2
A_O_S_I_3	Automne	ONF	Oui	Impaction	125	2m in	250	14	1,748188027	3
A_O_S_I_4	Automne	ONF	Oui	Impaction	125	2m in	250	12	1,681241237	4
A_O_NS_I_1	Automne	ONF	Non	Impaction	125	48s	100	12	2,079181246	2
A_O_NS_I_2	Automne	ONF	Non	Impaction	125	48s	100	10	2	3
A_O_NS_I_3	Automne	ONF	Non	Impaction	125	2m in	250	26	2,017033339	3
A_O_NS_I_4	Automne	ONF	Non	Impaction	125	2m in	250	27	2,033423755	3
A_O_E_I_1	Automne	ONF	Exterieur	Impaction	125	48s	100	81	2,908485019	5
A_O_E_I_2	Automne	ONF	Exterieur	Impaction	125	2m in	250	42	2,225309282	7
A_T_S_I_1	Automne	Teckicea	Oui	Impaction	125	48s	100	25	2,397940009	2
A_T_S_I_2	Automne	Teckicea	Oui	Impaction	125	48s	100	14	2,146128036	2
A_T_S_I_3	Automne	Teckicea	Oui	Impaction	125	2m in	250	42	2,225309282	2
A_T_S_I_4	Automne	Teckicea	Oui	Impaction	125	2m in	250	44	2,245512668	1
A_T_NS_I_1	Automne	Teckicea	Non	Impaction	125	48s	100	6	1,77815125	3
A_T_NS_I_2	Automne	Teckicea	Non	Impaction	125	48s	100	3	1,477121255	1
A_T_NS_I_3	Automne	Teckicea	Non	Impaction	125	2m in	250	0	Aucune pousse	0
A_T_NS_I_4	Automne	Teckicea	Non	Impaction	125	2m in	250	0	Aucune pousse	0
A_T_E_I_1	Automne	Teckicea	Exterieur	Impaction	125	48s	100	40	2,602059991	3
A_T_E_I_2	Automne	Teckicea	Exterieur	Impaction	125	2m in	250	26	2,017033339	4
A_O_S_F_1	Automne	ONF	Oui	Filtration	50	10 min	500	0	Aucune pousse	0
A_O_S_F_2	Automne	ONF	Oui	Filtration	50	10 min	500	0	Aucune pousse	0
A_O_S_F_3	Automne	ONF	Oui	Filtration	50	10 min	500	0	Aucune pousse	0
A_O_NS_F_1	Automne	ONF	Non	Filtration	50	10 min	500	0	Aucune pousse	0
A_O_NS_F_2	Automne	ONF	Non	Filtration	50	10 min	500	0	Aucune pousse	0
A_O_NS_F_3	Automne	ONF	Non	Filtration	50	10 min	500	0	Aucune pousse	0
A_O_E_F_1	Automne	ONF	Exterieur	Filtration	50	10 min	500	3	2,77815125	3
A_O_E_F_2	Automne	ONF	Exterieur	Filtration	50	10 min	500	1	2,301029996	1
A_O_E_F_3	Automne	ONF	Exterieur	Filtration	50	10 min	500	3,5	2,84509804	4
A_T_S_F_1	Automne	Teckicea	Oui	Filtration	50	10 min	500	0,5	2	1
A_T_S_F_2	Automne	Teckicea	Oui	Filtration	50	10 min	500	0	Aucune pousse	0
A_T_S_F_3	Automne	Teckicea	Oui	Filtration	50	10 min	500	0	Aucune pousse	0
A_T_NS_F_1	Automne	Teckicea	Non	Filtration	50	10 min	500	0	Aucune pousse	0
A_T_NS_F_2	Automne	Teckicea	Non	Filtration	50	10 min	500	0	Aucune pousse	0
A_T_NS_F_3	Automne	Teckicea	Non	Filtration	50	10 min	500	0	Aucune pousse	0
A_T_E_F_1	Automne	Teckicea	Exterieur	Filtration	50	10 min	500	2,5	2,698970004	2
A_T_E_F_2	Automne	Teckicea	Exterieur	Filtration	50	10 min	500	2	2,602059991	2
A_T_E_F_3	Automne	Teckicea	Exterieur	Filtration	50	10 min	500	0,5	2	1

Pour nous joindre

SIÈGE SOCIAL

10, rue Galilée
77420 Champs-sur-Mame
+33 (0)1 72 84 97 84

BORDEAUX

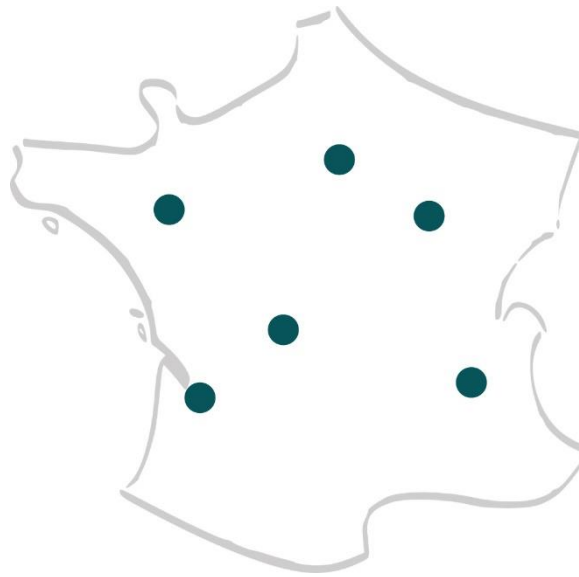
Allée de Boutaut - BP227
33028 Bordeaux Cedex
+33 (0)5 56 43 63 00

GRENOBLE

Domaine Universitaire
CS 90251
38044 Grenoble Cedex 9
+33 (0)4 56 85 25 30

CESTAS-PIERROTON

71, route d'Arcachon
33610 Cestas
+33 (0)5 56 79 95 00



NANTES

15, boulevard Léon Bureau
44200 Nantes
+33 (0)6 80 34 38 63

CHARREY-SUR-SAÔNE

60, route de Bonnencontre
21170 Charrey-sur-Saône
+33 (0)3 80 36 36 20

VERNEUIL-SUR-VIENNE

Domaine des Vaseix
87430 Verneuil-sur-Vienne
+33 (0)5 55 48 48 10



fcba.fr

