



INSTITUT
TECHNOLOGIQUE

Appréciation des durées de vie des systèmes de finition de type lasure et peinture selon l'exposition dans l'ouvrage et selon la conception des menuiseries extérieures en bois



Rapport final – Etude PREDIFIMEX

Rédaction : Marc SIGRIST – Juin 2024

Avec le soutien de :

CODIFAB

Développement des Industries Françaises
de l'Ameublement et du Bois

Sommaire

1	Remerciements	5
2	Contexte et objectif de l'étude PREDIFIMEX.....	5
3	Méthodologie.....	6
3.1	Système de finition étudiés.....	6
3.2	Conception de fenestres bois étudiées	7
3.3	Vieillessement naturel sur 4 sites d'exposition	9
3.3.1	les 4 sites d'exposition retenus	9
3.3.2	Evaluation sur plaquettes normalisées : VN selon EN 927-3 et QUV selon EN 927-6.....	11
3.3.3	VN sur chassis – protocole adapté du cahier L161 du CTBA.....	11
4	Résultats & Analyses.....	12
4.1	Vieillessement VA QUV et VN sur plaquette normalisée	12
4.1.1	Vieillessement QUV de 12 à 36 semaines (3 cycles 12semaines).....	12
4.1.2	Vieillessement VN de 1 à 3 ans (3 cycles de 1an).....	13
4.2	Inter comparaison des vieillessements entre les 4 sites d'exposition	15
4.2.1	Données météo pour les 4 sites.....	15
4.2.2	Mesures des températures de surface des films de finitions sur le site bordeaux	17
4.2.3	Intercomparaison VN entre les 4 sites	18
4.3	Vieillessements des 3 conceptions et de leurs points singuliers.....	19
4.3.1	Fiabilisation du protocole d'essai	19
4.3.2	Conception « TRADI »	20
4.3.3	Conception « INDUS »	21
4.3.4	Conception « EURO ».....	22
4.3.4	Système performant quelle que soit la conception conforme	23
4.4	Brillance et colorimétrie	24
4.5	Résistance aux champignons de bleuissement	27
5	Conclusions.....	28

LEXIQUE

Produit de peinture : produit liquide ou en pâte ou en poudre, qui appliqué sur un subjectile, forme un film mince adhérent, protecteur et/ou décoratif.

Peinture : produit de peinture pigmenté qui, appliqué sur un subjectile, forme un film mince opaque adhérent, protecteur et/ou décoratif ; ne laissant pas visible l'aspect et la structure du subjectile.

Lasure : produit de peinture, en phase solvant ou aqueuse, contenant notamment de petites quantités d'un pigment approprié et/ou de matière de charge, utilisé comme un feuillet transparent, semi transparent ou opaque pour la décoration et/ou la protection du subjectile.

Système de finition : ensemble de couches de produits de peinture compatibles, de nature et de fonctions différentes et complémentaires (protection, texture, couleur, ...) qui ont été appliquées, ou vont être appliquées, sur un subjectile.

Vieillessement Naturel ou VN : Essai de vieillissement naturel des systèmes de peintures pour le bois en extérieur selon protocole défini dans la norme NF EN 927-3

Vieillessement Artificiel ou VA : Essai de vieillissement artificiel des systèmes de peintures pour le bois en extérieur selon un protocole défini par une norme ou un référentiel.

QUV : Enceinte d'essai permettant le vieillissement artificiel des systèmes de peintures pour le bois en extérieur selon le protocole européen défini dans la norme NF EN 927-6.

RDA ou Roue de Dégradation Accéléré : Equipement d'essai permettant le vieillissement artificiel des systèmes de peintures pour le bois en extérieur selon le protocole français défini en 2000 dans le cahier CTBA L161- *tests et spécifications pour menuiseries extérieures* puis en 2014 dans la norme NF P 23 305.

Fenêtre avec une finition provisoire ou « A finir » ou « AF » : la fenêtre est livrée avec une protection provisoire devant recevoir obligatoirement un système de finition bâtiment sur chantier dans le délai maximum de recouvrement lié au niveau revendiqué.

Fenêtre avec une finition complète ou « Finie » ou « FI » : la fenêtre est livrée avec toutes les couches de finition appliquées en usine ou atelier. Le délai de surveillance pour le premier entretien lié au niveau revendiqué, correspond au temps estimé à partir duquel il convient de surveiller l'état de la finition et d'entreprendre la rénovation de la finition si besoin.

ETI ou Evaluation de Type Initial : Un essai de type initial est l'ensemble complet des essais ou autres modes opératoires en rapport avec les caractéristiques à évaluer, qui permet de déterminer les performances des échantillons de produits représentatifs du type de produit.

CPU ou Contrôle de Production Usine : le système CPU consiste en des procédures écrites, des contrôles réguliers, des essais et/ou vérifications et l'utilisation des résultats pour contrôler les composants de base, le procédé de production et le produit.

REFERENCES NORMATIVES

NF EN 927-1, *Peintures et vernis - Produits de peinture et systèmes de peinture pour le bois en extérieur - Partie 1 : classification et sélection* (indice de classement T34-201-1)

NF EN 927-2, *Peintures et vernis - Produits de peinture et systèmes de peinture pour le bois en extérieur - Partie 2 : spécifications de performance* (indice de classement T34-201-2)

NF EN 927-3, *Peintures et vernis - Produits de peinture et systèmes de peinture pour le bois en extérieur - Partie 3 : essai de vieillissement naturel* (indice de classement T34-201-3)

NF EN 927-5, *Peintures et vernis - Produits de peinture et systèmes de peinture pour le bois en extérieur - Partie 5 : détermination de la perméabilité à l'eau liquide* (indice de classement T34-201-5)

NF EN 927-6, *Peintures et vernis - Produits de peinture et systèmes de peinture pour bois en extérieur - Partie 6 : vieillissement artificiel des revêtements pour bois par exposition à des lampes UV fluorescentes et à de l'eau* (indice de classement T34-201-6)

NF P 23-305, *Menuiserie en Bois – Spécifications techniques des fenêtres, portes-fenêtres, portes extérieures et ensemble menuisés en bois* (indice de classement P23-305)

1 Remerciements

Nous remercions vivement le CODIFAB (Comité professionnel de développement des industries françaises de l'ameublement et du bois) pour le financement de cette étude, ainsi que les membres du Comité de Pilotage constitué des organisations professionnelles CAPEB, UFME et UMB-FFB, membres qui se sont impliquées activement dans ce travail :

Nous adressons aussi nos remerciements aux sociétés Akzo Nobel, Cromology, Masquelack, Milesi, et Obbia pour nous avoir fourni les systèmes de finition testés dans cette étude.

Enfin, nous remercions les différents collaborateurs FCBA ayant contribué à cette étude, et en particulier :

- Laurence Podgorski pour la réalisation des analyses de l'ensemble des mesures,
- Dominique Mangin pour la mise en place des échantillons et la réalisation des mesures « de tenue des finitions » en laboratoire ainsi que sur les 4 sites de vieillissement naturel,
- Martine Gabillé pour la réalisation des mesures « champignons de moisissures et de blouissement ».

2 Contexte et objectif de l'étude PREDIFIMEX

L'étude traite des systèmes de finition de type lasure ou peinture filmogène appliqué en atelier sur une menuiserie extérieure bois (fenêtre ou porte d'entrée).

Dans la continuité des 2 études [Des finitions pour maintenir 10 ans l'esthétique des menuiseries bois | CODIFAB](#) et [Qualification Finitions 10 ans sur assemblages | CODIFAB](#) et de la révision de la NF P 23 305 en décembre 2014 : *spécifications techniques des fenêtres et portes extérieures en bois*, **les professionnels ont émis le besoin de continuer à développer et fiabiliser les méthodes d'essai d'évaluation des performances et d'appréciation de durée de vie des finitions en fonction d'éléments de conception de la fenêtre et de son mode d'exposition dans l'ouvrage.**

Les systèmes de finition complet en atelier (FI) doivent être de niveau 4 minimum correspondant à un classement « stable » selon NF EN 927-2 après les vieillissements préconisés par le tableau 10 de la NF P 23 305 de décembre 2014 : *spécifications techniques des fenêtres et portes extérieures en bois*.

Type de système	Niveau	Vieillissement naturel NF EN 927-3	Vieillissement accéléré (QUV) NF EN 927-6
Transparent ou opaque	4	12 mois	12 semaines
Transparent ou opaque	5	24 mois	24 semaines
Transparent ou opaque	6	36 mois	36 semaines
Opaque	7	48 mois	48 semaines
Opaque	8	60 mois	60 semaines

Durée des cycles de vieillissement – Protection complète (Tableau 10 de NF P 23-305)

Au moment de la réflexion de l'étude PREDIFIMEX en 2016, **très peu de systèmes de finition pouvaient revendiquer une performance de niveau 6** correspondant à un délai de surveillance pour le premier entretien de 6 ans selon le tableau 7 de la NF P 23 305. Sachant que ce délai de surveillance, correspond au temps estimé à partir duquel il convient de surveiller l'état de la finition et d'entreprendre si besoin la rénovation de la finition conformément aux prescriptions du NF DTU 59.1.

Degré de finition	Type de système	Niveau	Délai maximum de recouvrement	Délai de surveillance pour le premier entretien
Finition complète	Opaque ou transparent	4	Non pertinent	2 ans
Finie (FI) Appliquée en atelier	Opaque ou transparent	5	Non pertinent	4 ans
	Opaque ou transparent	6	Non pertinent	6 ans
	Opaque	7	Non pertinent	8 ans
	Opaque	8	Non pertinent	10 ans

Ce délai est donné exclusivement sur les parties courantes des profilés bois sous exposition la plus sévère aux intempéries (UV, eau...). Il manque l'évaluation des points singuliers des conceptions de fenêtres bois et une graduation du délai de surveillance en fonction de l'exposition.

L'étude PREDIFIMEX consiste en une campagne « d'essais de vieillissement multicritères à grande échelle » sur :

- 6 systèmes de finition : 4 peintures opaque et 2 lasures semi transparent,
- 2 essences de bois : pin sylvestre et chêne,
- 4 sites de vieillissement naturel en France métropolitaine,
- 3 concepts de fenêtre bois,

Afin de capitaliser des données et mieux apprécier la tenue des systèmes de finition en fonction de la conception des fenêtres et de leur exposition aux agents climatiques (UV, pluie, T°C,...).

Concrètement, les objectifs de l'étude PREDIFIMEX sont notamment :

- d'affiner la cohérence et complémentarité des vieillissements en QUV et VN pour le niveau 6 correspondant à 3 ans de VN,
- d'identifier quelle est l'influence de la localisation en France Métropolitaine et du climat du site d'exposition de VN selon NF EN 927-3 sur les performances et le classement final du système de finition évalué,
- de fiabiliser un protocole de vieillissement naturel des finitions sur châssis de fenêtre bois afin d'évaluer la tenue de la finition sur les points singuliers de conception de la fenêtre,

3 Méthodologie

Pour ce faire, il est proposé de réaliser sur 6 systèmes de finition

- une campagne d'inter-comparaison d'évaluation VN de 3 ans (niveau 6) :
 - sur 4 sites d'exposition : Brest, Bordeaux, Champs sur Marne et Toulon,
 - sur des plaquettes normalisées selon NF EN 927-3,
 - sur 3 conceptions de châssis de fenêtres bois : « Tradi », « Indus » et « Euro ».
- des évaluations QUV de 36 mois (niveau 6).

3.1 Système de finition étudiés

Six systèmes de finitions commerciaux utilisés en France pour la protection des menuiseries bois ont été retenus par le COPIL suite à un appel à participation organisés auprès des fabricants.

Cinq fabricants de peinture les ont fournis (Akzo Nobel, Cromology, Masquelack, Milesi, Obbia). Tous les systèmes de finitions étaient en phase aqueuse et ont été appliqués par les fabricants selon les préconisations de leur fiche technique sur l'une des 2 essences de bois du programme (chêne ou pin sylvestre). Les systèmes de finition 1, 2, 3 et 4 se composaient d'un primaire, d'une couche intermédiaire et d'une couche de finition. Pour les systèmes de finition 5 et 6, trois couches ont été appliquées, la première couche étant diluée avec $\pm 10\%$ d'eau. Pour le support en pin sylvestre, un produit de traitement de surface insecticide et fongicide (pourriture cubique et fibreuse) certifié CTB P+ classe d'emploi 3 a été appliqué avant le primaire du système de finition.

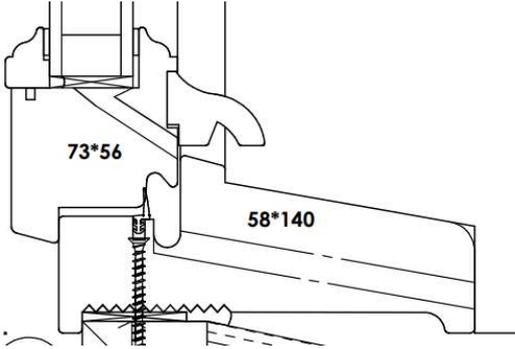
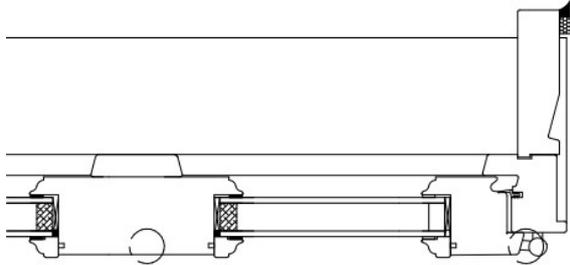
Référence système	Opacité/couleur	Essence de bois
1	Opaque / Blanc	Chêne
2	Opaque / RAL 7016	Pin sylvestre
3	Opaque / RAL 7016	Chêne
4	Semi-transparent / Brun	Chêne
5	Semi-transparent / Brun	Pin sylvestre
6	Opaque / Blanc	Pin sylvestre

Tableau 1 : description des systèmes de finition utilisés dans l'étude

Ces 6 systèmes de finition sont identiques à ceux de l'étude MECA FINIT financée par le CODIFAB qui a évalué l'influence des propriétés mécaniques des films de finition sur la résistance au vieillissement. [rapport-final-etude-codifab-mecafinit-2023-vf2.pdf](#)

3.2 Conception de fenestres bois étudiées

Trois conceptions, toutes conformes à la NF P 23 305 mais alliant des caractéristiques techniques distinctes pouvant influencer la tenue de la finition, ont été retenues sur des gammes existantes de fabricants de fenestres bois :

Conception « TRADI » : menuiserie à l'ancienne avec arête vive	
<p>Assemblage d'angle ouvrant et dormant collé,</p> <p>Application de l'éventuel produit de traitement IF (pour le pin) et des 3 couches de finition sur châssis assemblés,</p> <p>Listel extérieur DOUCINE avec arête vive,</p> <p>Rejet d'eau arrondi double pente et rapporté en TB,</p> <p>Pièce d'appui monobloc avec saillie de 90mm pente à 10°,</p> <p>Battement avec battue extérieure rapportée arrasée entre dormant,</p> <p>Fouurrure d'épaisseur bois,</p>	
<p style="text-align: center;">Coupe verticale</p> <p>Traverse basse ouvrant et pièce d'appui avec saillie 90mm monobloc</p> 	<p style="text-align: center;">Coupe horizontale</p> <p>montant et battement avec battue rapportée</p> 

Conception « INDUS » : menuiserie à arêtes arrondies et à assemblage mécanique

Assemblage d'angle ouvrant et dormant mécanique,

Application de l'éventuel produit de traitement IF (pour le pin) et des 3 couches de finition sur éléments séparés avant assemblage mécanique,

Listel extérieur arrondi,

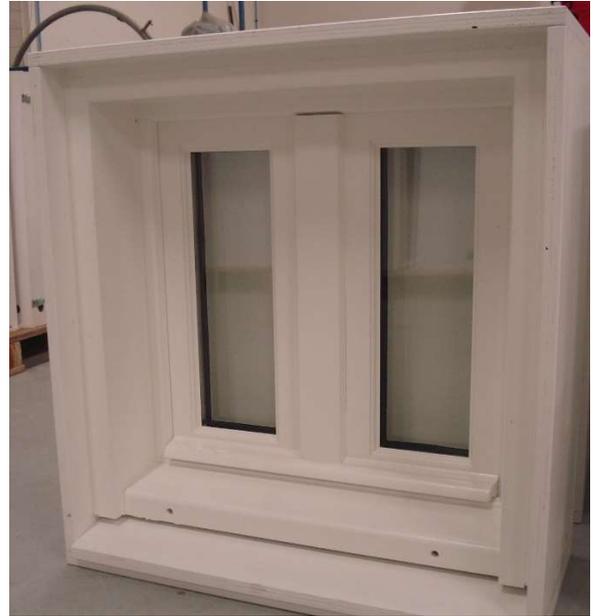
Rejet d'eau arrondi mono pente et rapporté en TB,

Pièce d'appui monobloc avec saillie de 90mm pente à 10°,

Battement avec cote rapportée à profil extérieur arrondi

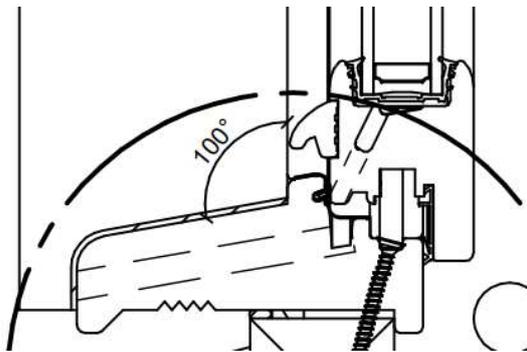
Fourrure d'épaisseur bois,

Note : les arêtes arrondies sont également possible avec un châssis à assemblage collé



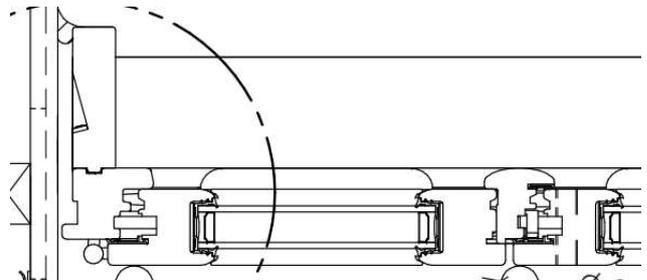
Coupe verticale

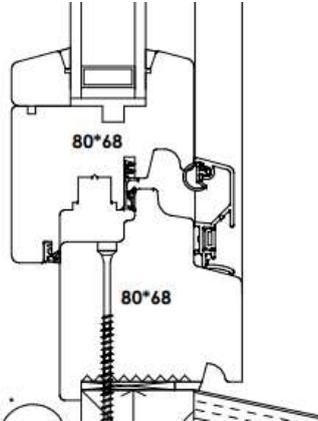
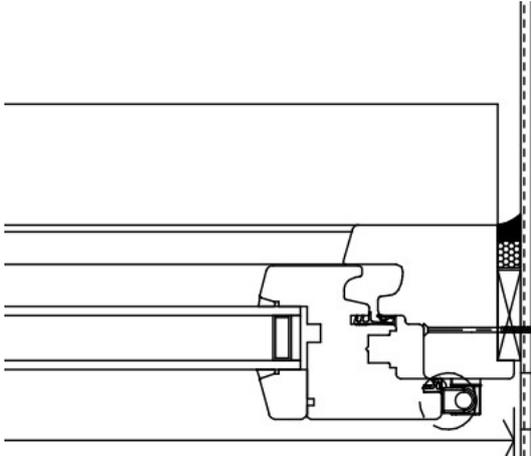
Traverse basse ouvrant et pièce d'appui avec saillie 90mm monobloc



Coupe horizontale

montant et battement avec cote rapportée à profil extérieur arrondi



Conception « EURO » : menuiserie à arêtes arrondies et rejet d'eau aluminium en traverse basse	
<p>Assemblage d'angle ouvrant et dormant collé,</p> <p>Application de l'éventuel produit de traitement IF (pour le pin) et des 3 couches de finition sur châssis assemblés,</p> <p>Listel extérieur pente à 10° avec arête arrondie rayon 2mm,</p> <p>Rejet d'eau aluminium arrasé entre montant sur pièce d'appui sans saillie,</p>	
<p style="text-align: center;">Coupe verticale</p> <p style="text-align: center;">Traverse basse ouvrant sans rejet d'eau et pièce d'appui avec rejet d'eau aluminium et sans saillie</p> 	<p style="text-align: center;">Coupe horizontale</p> <p style="text-align: center;">montant à profil extérieur arrondi</p> 

3.3 Vieillessement naturel sur 4 sites d'exposition

3.3.1 les 4 sites d'exposition retenus

Les 4 sites ci-dessous ont été retenus sur la base des critères suivants :

- leur localisation permet une forte exposition à un ou plusieurs des agents climatiques
 - o irradiation (ensoleillement)
 - o précipitations
 - o forte hygrométrie de l'air (variations d'hygrométrie de l'air)
- leur localisation est en cohérence avec le marché de la fenêtre bois en France métropolitaine. Les 4 localisations sont sensiblement différentes. *Note : il n'a pas été retenu d'étudier l'exposition sous conditions jugées très extrêmes du type : haute montagne ou front de mer ...*



BREST	Ets TANGUY : ZAE Saint Eloi Nord, 29800 Plouédern	En Site non urbain et > à 5km du front de mer
		
PARIS : CSM	FCBA : 10 rue Galilée, 77420 Champs-sur-Marne	En site urbain et sur le toit du laboratoire d'essai
		
BORDEAUX	FCBA : allée de Boutaut, 33000 Bordeaux	En site urbain, sur le terrain d'essai de référence FCBA
		
TOULON	Particulier : 1300 route du chemin long 83260 La Crau	En site non urbain, sur le terrain et > à 5km du front de mer
		

Tous les sites d'exposition, orientés au SUD, sont libres d'effets de façade ou d'ombrage.

3.3.2 Evaluation sur plaquettes normalisées : VN selon EN 927-3 et QUV selon EN 927-6

Chaque système de finition a été évalué sur plaquettes en VN selon les essais normalisés EN 927-3, avec une orientation face au Sud (3 à 4 échantillons par système) et en vieillissement artificiel QUV selon les essais normalisés EN 927-6 (2 échantillons + 1 témoin). De plus, les mêmes systèmes ont été évalués en VN avec une orientation face au nord pour les 2 sites BORDEAUX et PARIS.

En complément des critères de classement définis par EN 927-2 (cloquage, craquelage, écaillage, farinage, et adhérence) la brillance et la couleur ont été mesurées comme défini dans NF EN 927-3. L'aspect général a été également coté.

La cotation selon NF EN 16494 des champignons de bleuissement a été réalisée sur l'ensemble des éprouvettes au bout des 3 ans de VN et annuellement sur celles de Bordeaux.

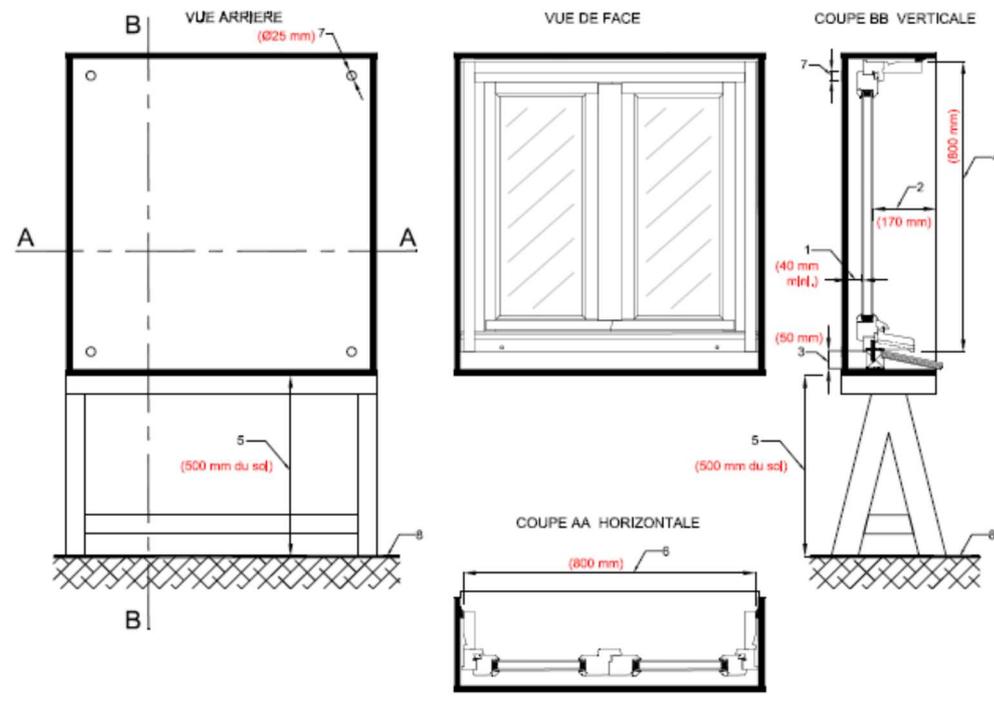
Des relevés photographiques ont été réalisés sur tous les échantillons.

3.3.3 VN sur chassis – protocole adapté du cahier L161 du CTBA

Le protocole utilisé est adapté d'octobre 2000 du cahier L161 : tests et spécifications pour menuiseries extérieures

Les échantillons de fenêtres équipés de l'ensemble de leurs composants (joints d'étanchéité et quincaillerie) et de leurs tapées (de dimension le plus souvent commercialisées) sont exposés sur un site d'exposition au vieillissement naturel, verticalement et face extérieure au sud. Les échantillons de dimensions 650 (H) x 650 (L) mm minimum (dimension tableau) sont mis en œuvre en tunnel dans un caisson en panneaux à base de bois résistant à l'extérieur (exemple Contreplaqué extérieur de 18mm) selon schéma 1 ci-dessous et avec les spécifications suivantes :

- la face extérieure du vitrage positionné à 170 mm du nez du caisson ;
- le caisson est fermé sur sa face exposée au nord mais avec au moins 4 trous de diamètre 25mm pour assurer la ventilation. La face intérieure du vitrage doit être positionnée à au moins 40mm de la face intérieure du caisson ;
- la traverse basse dormant de la fenêtre est posée sur un pièce avec bavette inclinée assurant un rejjngot ;
- le caisson est posé sur un support tel que le bas du caisson soit 500mm minimum au-dessus d'un sol drainant.



Les observations visuelles sur l'ensemble des surfaces finies du châssis et des points singuliers sont réalisées au moins 1 fois par an. Les observations portent au moins sur les critères de classement de la norme EN 927-2 (cloquage, craquelage...) et peuvent être complétées par d'autres mesures telles que brillance et colorimétrie. Les zones sur lesquelles sont réalisées les cotations selon EN 927-3 sont identifiées : l'une en traverse haute et l'autre en traverse basse.

4 Résultats & Analyses

Plus de 1640 données de cotations visuelles et 9612 données de mesure de colorimétrie et de brillance ont été réalisées et ont fait l'objet d'une analyse sur logiciel Minitab. L'ensemble des slides d'analyse présentés au COPIL sont en Annexe.

4.1 Vieillessement VA QUV et VN sur plaquette normalisée

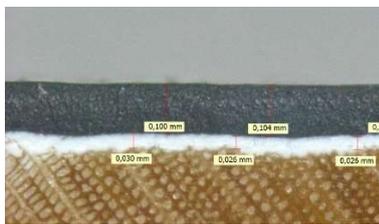
Type de système	Niveau	Vieillessement naturel NF EN 927-3	Vieillessement accéléré (QUV) NF EN 927-6
Transparent ou opaque	4	12 mois	12 semaines
Transparent ou opaque	5	24 mois	24 semaines
Transparent ou opaque	6	36 mois	36 semaines
Opaque	7	48 mois	48 semaines
Opaque	8	60 mois	60 semaines

Durée des cycles de vieillissement – Protection complète (Tableau 10 de NF P 23-305)

Etude PREDIFIMEX

4.1.1 Vieillessement QUV de 12 à 36 semaines (3 cycles 12semaines)

Les résultats obtenus sont synthétisés vis-à-vis de leur potentiel à être classé stable selon NF EN 927-2 et NF P 23 305 :

Système	Pré classement selon NF EN 927-2 et NF P 23 305	Commentaires
1	Niveau 6	Aspect général de 1 après 36 semaines
2	non classé	<p>Cloquage 2 dès 12 sem. puis craquelage 3 à 36 semaines.</p> <p>Résultats non satisfaisants dus à la présence de micro bulles d'air dans le film après application et séchage défectueux par le fabricant sur tous les échantillons transmis pour l'étude.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <p>Version 1 : micro bulles présentes version 2 : application industrielle correcte</p> <p>La version 2 a permis de vérifier que le système est classé stable selon NF EN 927-2 – niveau 5 - avec un application industrielle correcte.</p>
3	Niveau 6	<p>Aspect général de 1 après 36 semaines</p> <p><i>Résultat obtenu sur un lot V2 d'échantillon (lot V1 présentant un défaut de grammage déposé) l'ensemble des échantillons ont été rénovés par le fabricant sur les 4 sites d'exposition</i></p>
4	Niveau 4	<p>Craquelage 1 obtenu en cycle 2 puis cloquage de 3.5 et craquelage de 1.5 en cycle 3</p> <p><i>Résultat obtenu sur un lot V2 d'échantillon (lot V1 présentant un défaut de grammage déposé) l'ensemble des échantillons ont été rénovés par le fabricant sur les 4 sites d'exposition</i></p>
5	Non classé	<p>Craquelage 2 dès 12 semaines puis de 3 après 36 semaines</p> <p>Résultats non satisfaisants dus à une application à la brosse de tous les échantillons réalisés avec un grammage 30% inférieur à celui préconisé (alors que le système est classé stable niveau 5 selon NF EN 927-2 selon une autre étude)</p>
6	Niveau 6	

IMPORTANTANCE DE RESPECTER LES PRECONISATIONS D'APPLICATION : L'inadéquation des équipements de procédés d'application et le non respect des préconisations d'application en atelier (bulles d'air, grammage inférieur,...) d'un système de finition, pour autant qualifié niveau 4 voir plus en ETI, peut dégrader totalement la performance du système de finition.

4.1.2 Vieillessement VN de 1 à 3 ans (3 cycles de 1an)

4.1.2.1 synthèse

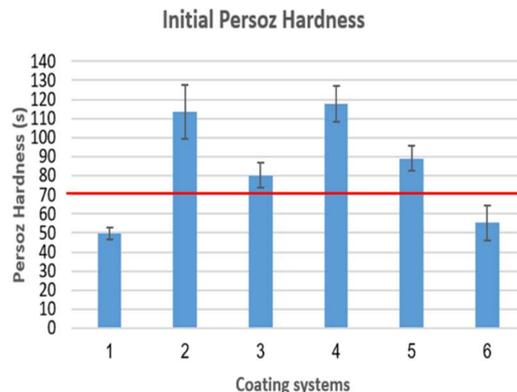
De façon synthétique, ci-dessous les résultats vis-à-vis du classement stable selon NF EN 927-2 et NF P 23 305 :

Système	Classement obtenu selon NF EN 927-2 et NF P 23 305 en fonction du site d'exposition				Défauts apparus
	Bordeaux	Paris- CSM	Brest	Toulon	
1	Niveau 6	Niveau 6	Niveau 6	Niveau 6	
2	Déclassé	Déclassé	Déclassé	Déclassé	Ecaillage et craquelage et cloquage et adhérence
3	Niveau 4	Niveau 6	Niveau 6	Niveau 5	Craquelage
4	Déclassé	Déclassé	Déclassé	Déclassé	Craquelage et adhérence
5	Déclassé	Déclassé	Déclassé	Déclassé	Craquelage et adhérence
6	Niveau 6	Niveau 6	Niveau 6	Niveau 6	

Les constats sont :

- Tous les systèmes, hormis le système 3, obtiennent le même résultat de classement en VN EN 927-3 quel que soit le site d'exposition,
- Le système 3 obtient un résultat différent par site. Le classement du résultat le plus défavorable au plus favorable est par site : BDX >> TOULON >>> PARIS = BREST. Il obtient à Bordeaux et Toulon un niveau inférieur à celui obtenu en QUV.
- Tous les systèmes, hormis le 4, obtiennent des résultats de classement VN EN 927-3 similaires à ceux obtenus en pré-classement QUV EN-927-6. Le système 4 a été déclassé du fait de la valeur d'adhérence dégradée après 3 cycles de VN.
- Le craquelage et/ou l'adhérence sont les 2 critères ayant déclassés les systèmes concernés.

Note : on retrouve une cohérence de prédiction de systèmes « contre performants » qui serait en lien avec leur niveau de dureté persoz initial supérieur au seuil présenté de 70 s – voir [rapport-final-etude-codifab-mecafinit-2023-vf2.pdf](https://www.codifab.com/rapport-final-etude-codifab-mecafinit-2023-vf2.pdf)



4.1.2.2 Craquelage

la Figure ci dessous montre l'évolution durant 3 ans minimum, du craquelage des éprouvettes revêtues de chacun des 6 systèmes de finition et exposées sur le site de Bordeaux à 45° face au sud. Elle fait également figurer en rouge les spécifications de performance pour les catégories stable, semi-stable, non-stable de la norme EN 927-2 (critères définis après un an de vieillissement naturel).

Après 3 ans de vieillissement, seuls deux systèmes de finition la spécification de performance d'un craquelage inférieur à 0.7 pour la catégorie stable (performance exigée pour la menuiserie), à savoir le système 1 et le système 6 qui n'ont présenté aucun craquelage. Les niveaux de craquelage, développés sur les autres systèmes, les classent, après trois ans de vieillissement naturel dans la catégorie semi-stable (système 2) et non-stable (systèmes 3, 4 et 5). C'est le système 5 qui a développé le plus de craquelage, et ce dès la première année de vieillissement.

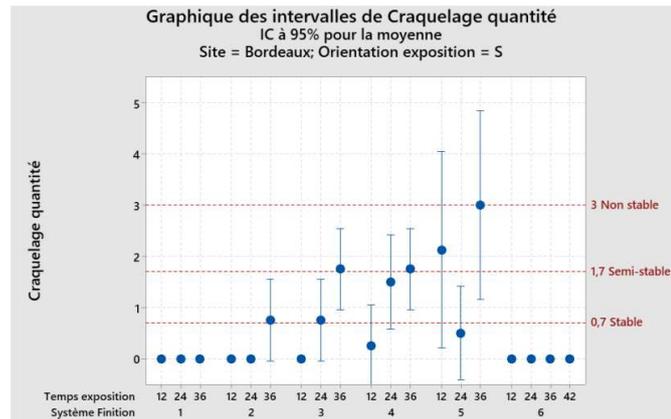


Figure : Résultats de craquelage sur éprouvettes en fonction du temps d'exposition (en mois) - site de Bordeaux, exposition 45° face au Sud

Les éprouvettes exposées à Bordeaux, à 45° face au nord, ont développé moins de craquelage que les éprouvettes exposées face au sud, comme la Figure ci-dessous le montre. Pour cette exposition, ce sont à nouveau les systèmes 1 et 6 qui n'ont pas présenté de craquelage et qui respectent donc après trois ans de vieillissement naturel, la limite de spécification de 0.7. Tous les autres systèmes se placent après trois ans de vieillissement naturel dans la catégorie semi-stable car ils présentent un craquelage moyen entre 0.7 et 1.7.

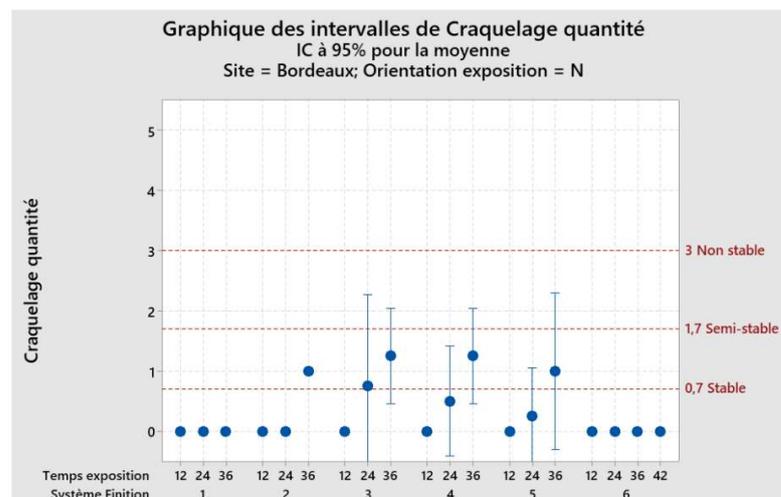
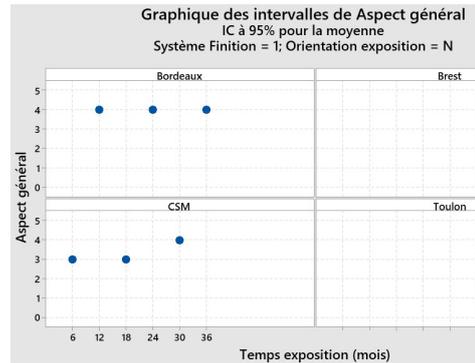
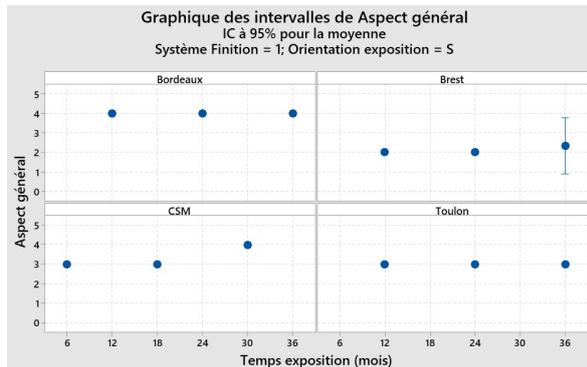


Figure : Résultats de craquelage sur éprouvettes en fonction du temps d'exposition (en mois) - site de Bordeaux, exposition 45° face au Nord

4.1.2.2 Aspect général

Sur le système 1, dès 6 mois de vieillissement naturel il a été observé des taches noires, qui se sont révélées être des champignons de bleuissement, et ce sur les éprouvettes au Sud des 4 sites, ainsi que sur les éprouvettes face au Nord.



Effet du lavage à l'éponge (avec de l'eau) des éprouvettes avant la cotation de l'aspect général :



Système 1 – 36 mois Brest – avant lavage



Système 1 – 36 mois Brest – après lavage

Bien que ne faisant pas partie des critères de performances de stabilité EN 927-2, cette chute de performance rapide significative a été identifiée par le fabricant qui a développé une autre résine de « topcoat » pour avoir un film moins poreux et favorable à la rétention de poche d'humidification et d'encrassement.

En complément du nettoyage annuel requis, Il peut être nécessaire de nettoyer plus fréquemment certaines surfaces peintes dès que leur niveau d'aspect général le requiert. Un seuil d'aspect général de 3 maximum, **cotation après nettoyage de la surface exposée**, est à envisager comme critère de performance.

4.2 Inter comparaison des vieillissements entre les 4 sites d'exposition

4.2.1 Données météo pour les 4 sites

Les données suivantes ont été relevées sur les 4 stations météo France suivantes chacune étant située à moins de 10km du site d'exposition associé.

• Références géographiques

Numéro	Nom	Coordonnées	
29075001	BREST—GUIPAVAS	Latitude	48°27'13"N
		Longitude	4°23'28"O
33281001	BORDEAUX—MERIGNAC	Latitude	44°49'50"N
		Longitude	0°41'28"O
77468001	TORCY	Latitude	48°51'48"N
		Longitude	2°39'03"E
83069001	HYERES	Latitude	43°05'39"N
		Longitude	6°08'46"E

La période des données, relevées sur le site <https://publitheque.meteo.fr/okapi/accueil/okapiWebPubli/index.jsp> s'étale sur les 3 années 2020, 2021 et 2022 pendant lesquelles les essais VN EN927-3 ont été réalisés.

PERIODE 2020-2021 et 2022 : 3 ans	BREST	BORDEAUX	PARIS	TOULON	Commentaire météo entre les 4 sites
Précipitation					
Cumul 3 ans en mm	3471	2704	2125	1583	Forte disparité des précipitations : BREST >> BORDEAUX > PARIS >> TOULON Le nombre de jours de pluie est 2 fois plus important à BREST qu' à TOULON
Nbre de jours >1mm	435	353	342	150	
Grêle – nbre de jour	0	0	0	0	Aucun épisode de grêle identifié
Température (en degré °C)					
Mini des T° mini mensuelle des 3 ans	-3.6	-4.7	-7.1	-1.9	Des minimums T°C entre 0 et -10°C
Max des T° maxi mensuelle des 3 ans	39.3	40.5	41	37.4	Des maximums T°C proche de 40°C
Mini des amplitudes de T°C mensuelles des 3 ans	12.7	18.1	16.0	16.0	Disparités des intervalles d'amplitude de T°C : BREST >> BORDEAUX = PARIS >> TOULON Brest présente le mois avec la plus faible amplitude thermique mensuelle 13°C et la plus forte amplitude thermique mensuelle 33°C. TOULON présente l'amplitude thermique mensuelle la plus resserrée entre 16 et 24°C.
Maxi des amplitudes de T°C mensuelles des 3 ans	32.8	31.6	32.1	23.6	
Intervalle d'amplitude déduit des 2 lignes ci-dessus	13 à 33°	18 à 32°	16 à 32°	16 à 24°	
MOYenne des T°C mensuelles des 3 ans	12.1	14.7	12.7	16.7	
Irradiation globale Température (MJoules/cm²)	1.28	1.51	1.35	1.71	Disparité des irradiations : TOULON > BORDEAUX > PARIS > BREST

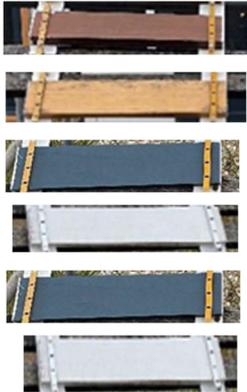
Bordeaux est le site où les caractéristiques d'irradiation et de précipitation sont les plus importantes.

4.2.2 Mesures des températures de surface des films de finitions sur le site bordeaux

Les températures de surface ont été relevées à titre indicatif par caméra thermique sur 1 éprouvette par système sur le site de bordeaux exposée au SUD et au NORD :

- un des jours les plus chauds avec irradiation importante : le 24 Aout 2022
- un des jours les plus froids : le 09 février 2023 - nuit et jour clair

24/08/2022
mesure de T°C de surface par caméra thermique TESTO

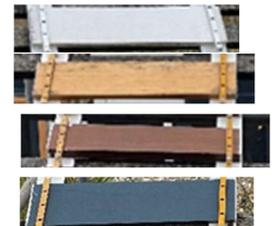


Exposition SUD - FCBA BORDEAUX					Exposition NORD - FCBA BORDEAUX				
24/08/2022	Matin (entre 10h00 et 11h00)		A-midi (entre 17h00 et 18h00)		24/08/2022	Matin (entre 10h00 et 11h00)		A-midi (entre 17h00 et 18h00)	
Météo Avec soleil	Température	Humidité	Température	Humidité	Météo Avec soleil	Température	Humidité	Température	Humidité
	29,0°C	58,00%	36,0°C	27,0%		29,0°C	58,00%	36,0°C	27,0%
système 5 Lasure Semi transparent brun	45,0°C		54,0°C		système 5 Lasure Semi transparent			35,0°C	
système 4 lasure Semi transparent brun	35,0°C		44,0°C		système 4 lasure Semi transparent			34,0°C	
système 3 RAL 7016 - GRIS ANTHRACITE	46,0°C		58,0°C		système 3 RAL 7016 - GRIS ANTHRACITE			37,0°C	
système 6 OPAQUE BLANC	29,0°C		36,0°C		système 6 OPAQUE BLANC			32,0°C	
système 2 RAL 7016 - GRIS ANTHRACITE	45,0°C		58,0°C		système 2 RAL 7016 - GRIS ANTHRACITE			36,0°C	
système 1 OPAQUE BLANC	30,0°C		39,0°C		système 1 OPAQUE BLANC			34,0°C	

On constate que sur un jour parmi les plus chauds (T°C de l'air à 36°C) :

- Une teinte foncée avec un fort coefficient d'absorption (supérieur à 0,7) aggrave l'échauffement d'une surface. Cela peut provoquer la fissuration du support et affecter sa durabilité.
α le coefficient d'absorption du système de finition selon sa couleur :

Catégorie	Couleurs	Valeur de α par défaut :
Clair	Blanc, jaune, orange, rouge clair	0,4
Moyen	Rouge sombre, vert clair, bleu clair, gris clair	0,6
Sombre	Brun, vert sombre, bleu vif, gris moyen	0,8
Noir	Noir, brun sombre, bleu sombre, gris sombre	1,0

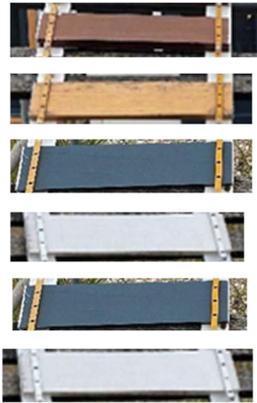


- Un maximum de T°C de surface de 55 à 60°C est obtenu pour les systèmes avec α > 0,6
- La température de surface des finitions « claires » restent proche de la T°C de l'air
- Seuls les 2 systèmes avec de faible coefficient d'absorption (inférieur à 0,6) ont été performants sur l'ensemble du programme d'évaluation.

On en déduit que :

- Pour un même système de finition, le niveau de performance (critères EN 927-2) obtenu pour une teinte vaut pour l'ensemble des teintes ayant une température de surface inférieure à la température maximale relevée, lors de l'essai EN 927-3, en pleine exposition et par forte chaleur.

Semaine 06 - 09/02/2023
mesure de T°C de surface par caméra thermique TESTO



Exposition SUD - FCBA BORDEAUX					Exposition NORD - FCBA BORDEAUX				
09/02/2023	Matin (entre 8h00 et 9h00)		A-midi (entre 14h00 et 15h00)		09/02/2023	Matin (entre 8h00 et 9h00)		A-midi (entre 14h00 et 15h00)	
Météo	Température	Humidité	Température	Humidité	Météo	Température	Humidité	Température	Humidité
Avec soleil	0,9°C	81,7% HR	11,1°C	48,8%	Avec soleil	0,9°C	81,7% HR	11,1°C	48,8%
système 5					système 5				
Lasure Semi transparent brun	-2,1°C		41,9°C		Lasure Semi transparent	-1,5°C		4,4°C	
système 4					système 4				
lasure Semi transparent brun	-2,1°C		23,9°C		lasure Semi transparent	-1,9°C		6,5°C	
système 3					système 3				
RAL 7016 - GRIS ANTHRACITE	-1,3°C		33,5°C		RAL 7016 - GRIS ANTHRACITE	-1,2°C		6,9°C	
système 6					système 6				
OPAQUE BLANC	-3,0°C		18,0°C		OPAQUE BLANC	-1,2°C		6,5°C	
système 2					système 2				
RAL 7016 - GRIS ANTHRACITE	-1,7°C		40,9°C		RAL 7016 - GRIS ANTHRACITE	-1,0°C		8,3°C	
système 1					système 1				
OPAQUE BLANC	-2,0°C		19,0°C		OPAQUE BLANC	-1,3°C		9,1°C	

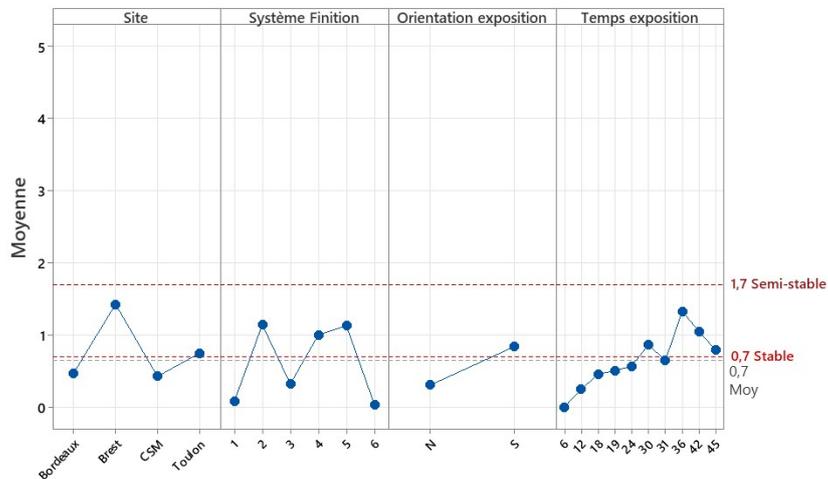
On constate que sur un jour parmi les plus froids et ensoleillés (T°C de l'air de 0 à 10°C entre matin et apm) :

- Une amplitude de 40°C possible de la température de surface pour les 2 systèmes en RAL 7016 et de $\alpha > 0.6$.

4.2.3 Intercomparaison VN entre les 4 sites

4.4.2.1 Craquelage

Graphique des effets principaux pour Craquelage quantité
Moyennes des données

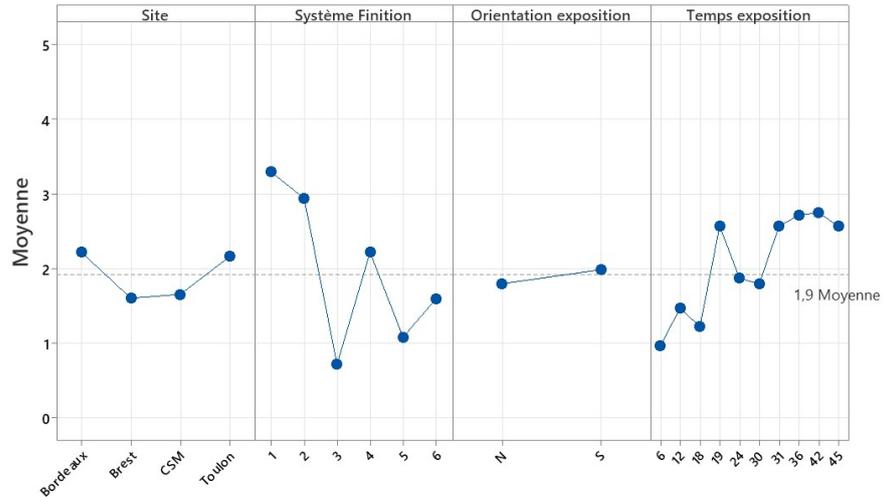


De manière synthétique, il est constaté :

- Brest, site de précipitations importantes, est le site le plus favorable au développement du craquelage.
- Tous les systèmes de finition ont développé du craquelage à Brest.
- Les éprouvettes exposées à 45° face au nord, ont développé moins de craquelage qu'au sud

4.4.2.2 Aspect général

Graphique des effets principaux pour Aspect général
Moyennes des données



L'Aspect général a été légèrement plus élevé sur le site de Bordeaux qui est le plus soumis aux agents climatiques

- o irradiation
- o précipitation

et qui, de plus, se situe en site urbain

4.3 Vieillissements des 3 conceptions et de leurs points singuliers

4.3.1 Fiabilisation du protocole d'essai

Après la mise en place et l'observation des châssis, il apparaît judicieux de faire les ajustements suivants sur le protocole :

- Augmenter les châssis de 600 x 600 mm à 800 x 800mm minimum (dimension tableau)
- Noter tous les événements climatiques survenus du type grêle, ...
- Privilégier une fenêtre 2 vantaux pour visualiser battement,
- La mise en place d'une traverse intermédiaire avec solution de soubassement peut être envisagée.

Le protocole d'essai final a été présenté en Annexe K du projet de révision prNF P 23 305 de la commission BF 063.

4.3.2 Conception « TRADI »

Conception « TRADI » : menuiserie à l'ancienne avec arête vive



défauts au niveau des arêtes vives sur listel et sur le jet d'eau et la face du nez d'appui



4.3.3 Conception « INDUS »

Conception « INDUS » : menuiserie à arêtes arrondies et à assemblage mécanique



Apparition des défauts sur la face du nez d'appui et sur le jet d'eau



4.3.4 Conception « EURO »

Conception « EURO » : menuiserie à arêtes arrondies et rejet d'eau aluminium en traverse basse



EURO avec défauts au niveau des arêtes arrondies 2mm en partie basse



4.3.4 Système performant quelle que soit la conception conforme

Les systèmes de finition 1 et 6 sont performants pour chacun des 3 concepts à l'issue de 3 ans de VN. Aucune défaillance sur les 4 sites quel que soit le concept. Il est d'autant plus important d'avoir un film de finition restant ductile après vieillissement pour les points singuliers tels que les arêtes et arrondi de profil.



Les systèmes 1 et 6 sont les seuls qui présentent une dureté Persoz à l'état initial inférieure à 60 secondes. **C'est un critère de performance et de sélection rapide du film de finition pour leur compatibilité avec les points singuliers des finitions.**

4.3.5 synthèse sur conception

Les systèmes de finition en parties hautes et verticales des châssis sont peu ou pas dégradés selon les critères de performance de la norme EN 927-2.

Les dégradations sont légèrement plus importantes sur les éprouvettes de VN EN 927-3 que sur les parties en partie courante courantes des traverses basses des châssis exposés, en comparant les mêmes sites et la même période. Le VN sur éprouvettes reste donc bien le protocole le plus défavorable en termes de partie courante.

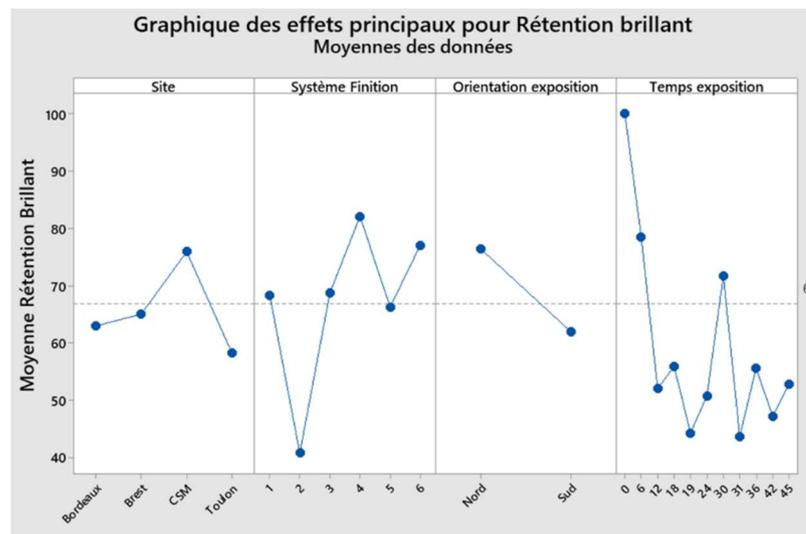
Les points singuliers qui sont les plus dégradés sont les suivants, en partie basse des châssis :

- Les arêtes vives et/ou arrondies
- Les pentes des jets d'eau
- Les pentes des nez d'appui

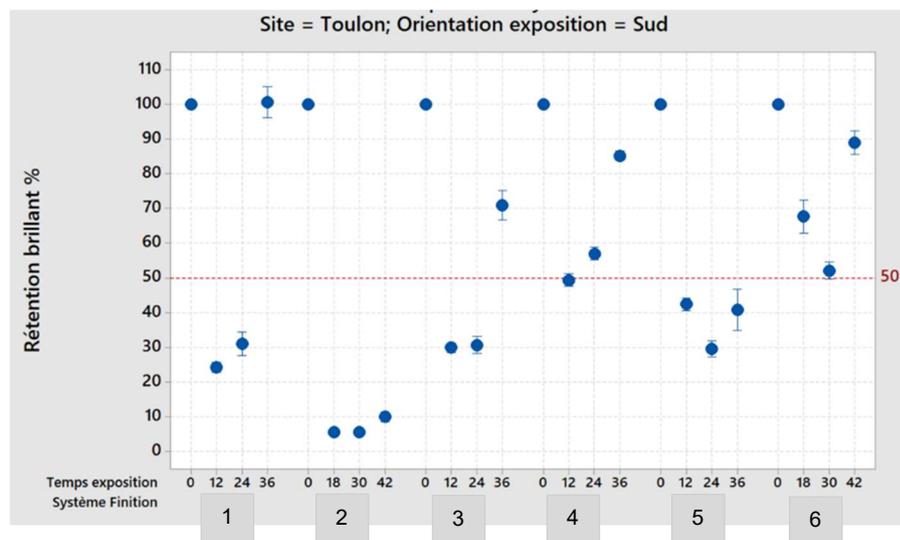
Les 2 systèmes de niveau 6 obtiennent également du niveau 6 sur l'ensemble des 3 types de conceptions.

4.4 Brillance et colorimétrie

4.4.1 Retention de brillant



L'exposition au SUD et à la plus forte irradiation à Toulon a généré la chute de réention de brillant la plus importante, devant celle de Bordeaux). Le système 2 est celui dont la réention de brillant est la plus faible.



Les mesures à 12 et 24 mois ont été effectuées avant lavage des surfaces et celles à 36 mois après lavage. Pour les protocoles à venir, il convient de prendre les mesures après lavage même aux temps intermédiaires de vieillissement.

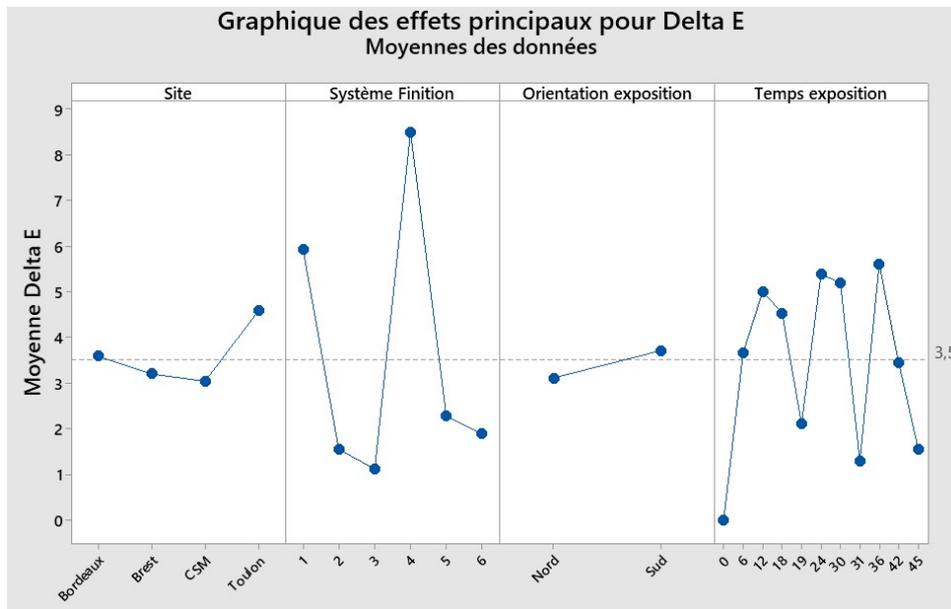
Il est observé une chute de la rétention de brillant dès les premiers mois d'exposition en VN.

Les systèmes 2 et 5 ont un % de rétention de brillant inférieur à 50% après lavage et après les 3 ans de VN (site de Toulon). Ces 2 systèmes sont par ailleurs déclassés en craquelage.

Durant l'exposition au vieillissement, une forte variation de brillant, et donc une faible rétention de brillant, alerte sur l'apparition de défauts à la surface de la finition, défauts que parfois l'œil n'a pas vu mais que le brillancemètre révèle. En effet la brillance est fonction de la rugosité de la surface mesurée. Plus la rugosité de la surface du bois peint ou lasuré est faible, plus la lumière est réfléchiée et plus la brillance est élevée. Au contraire, si la surface du bois peint ou lasuré présente des défauts - par exemple des craquelages dus au vieillissement - elle induit une réflexion diffuse de la lumière. Cela réduit la quantité de lumière réfléchiée, ce qui entraîne une diminution de la brillance.

Il est donc suggéré qu'une forte chute de rétention de brillant doit questionner sur la performance du système de finition. Dans certains référentiels de peinture, le seuil de 50% de rétention de brillant est souvent proposé comme critère de performance. Pour les systèmes de finition pour bois, à l'heure actuelle, il n'existe pas de seuil de rétention de brillant. L'étude PREDIFIMEX, ainsi que l'étude INFIPERF (se terminant en 2024) contribuent à la définition de ce seuil pour la rétention de brillance.

4.4.2 Colorimétrie

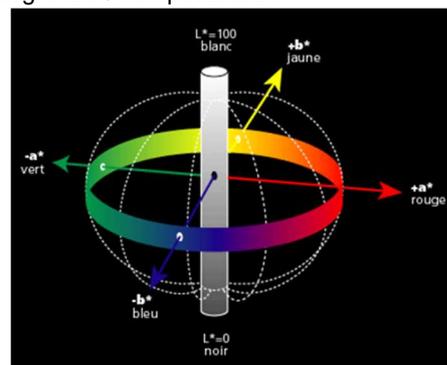


Le graphique des effets principaux ci-dessus montre qu'un delta E moyen plus important est engendré par l'exposition au SUD, ainsi que par l'exposition à Toulon. Les systèmes 1 et 4 sont ceux qui présentent les delta E moyens les plus importants.

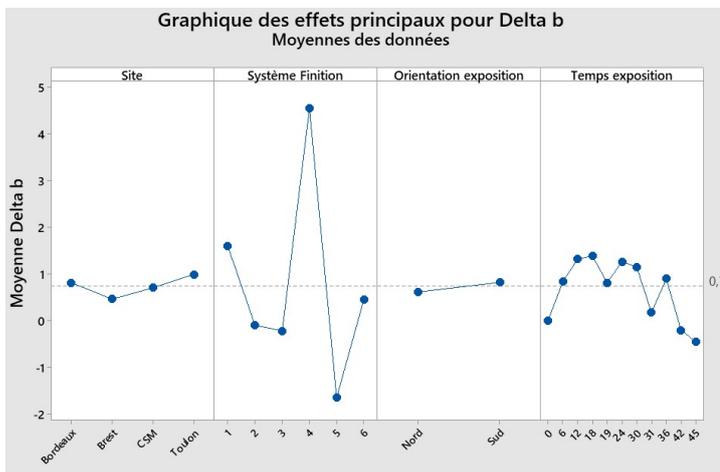
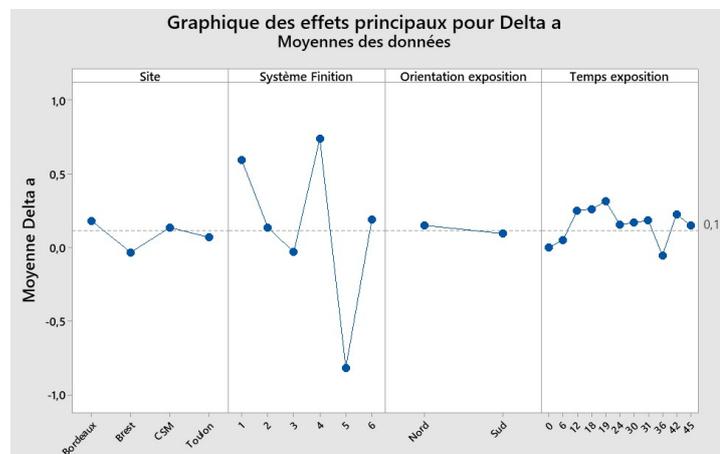
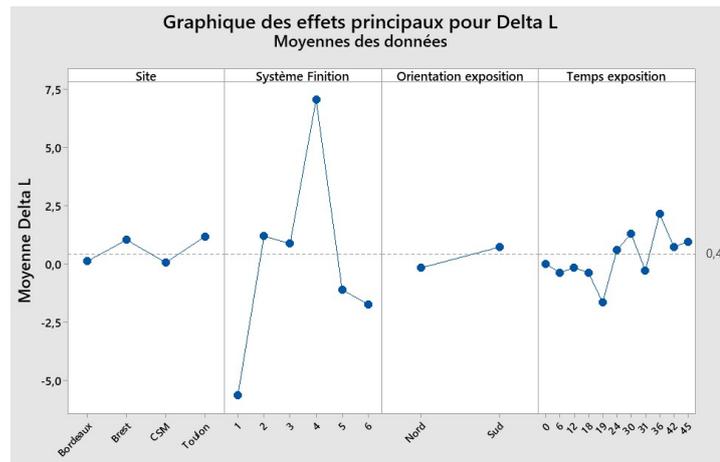
Paris est le site le moins impactant en changement de delta E et également en chute de % rétention de brillant

L'écart total de couleur delta E est la réponse globale qui intègre les 3 composantes :

- $\Delta L^* > 0$, la teinte s'éclaircit ;
- $\Delta a^* > 0$, la couleur se déplace vers le rouge ;
- $\Delta b^* > 0$, la couleur se déplace vers le jaune.



Les graphes suivants montrent que les Delta E moyens obtenus résultent essentiellement des variations de L* et de b*, les variations de a* étant très faibles.



Les résultats de colorimétrie n'ont pas permis de faire un quelconque lien entre les variations de couleur et l'apparition de craquelage.

4.5 Résistance aux champignons de bleuissement

Il a été coté après le nettoyage de la surface, les 2 niveaux suivants : l'intensité de développement visible et le pourcentage de la surface des altérations d'aspect par les champignons de bleuissement.

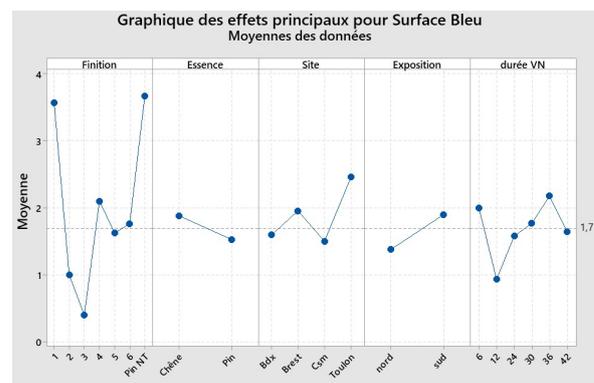
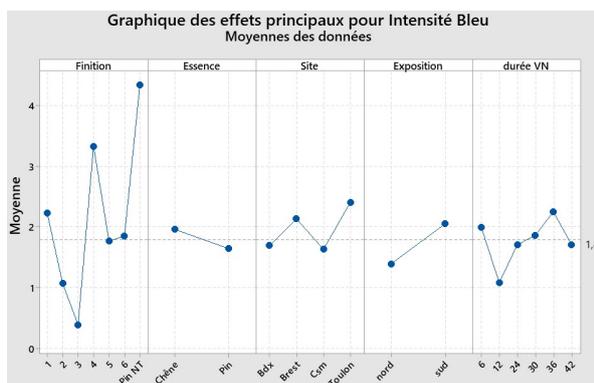
Tableau A.1 — Système de cotation permettant de désigner l'intensité de développement visible

Indice	Intensité de développement visible
0	inchangé, c'est-à-dire aucun développement visible
1	très léger, c'est-à-dire développement à peine visible
2	léger, c'est-à-dire développement nettement visible
3	modéré, c'est-à-dire développement très nettement visible
4	important, c'est-à-dire développement visible prononcé
5	développement visible très marqué

Tableau A.1 — Système de cotation permettant de désigner l'intensité de développement visible

Indice	Intensité de développement visible
0	inchangé, c'est-à-dire aucun développement visible
1	très léger, c'est-à-dire développement à peine visible
2	léger, c'est-à-dire développement nettement visible
3	modéré, c'est-à-dire développement très nettement visible
4	important, c'est-à-dire développement visible prononcé
5	développement visible très marqué

On obtient les graphiques suivants :



On constate donc :

- **Le nettoyage annuel est requis. Il peut être nécessaire de nettoyer plus fréquemment certaines surfaces peintes dès que leur niveau d'aspect général le requiert,**
- **Un développement des champignons de bleuissement quel que soit le système et indépendamment du support (chêne ou pin traité) et sur tous les sites,**
- **Un développement des champignons de bleuissement plus faible sur teinte foncé. 2 raisons possibles :**
 - plus difficile à coter à l'oeil
 - moins colonisé par effet induit de la pigmentation sur l'humidité de surface
- **Les 2 systèmes opaques blancs (1 et 6) ont développé du bleu alors que la tenue de la finition est performant de niveau 6.**
- **Le développement du champignon de bleu a été légèrement plus important à TOULON, (au SUD).**

Ces résultats sont conformes aux conclusions du rapport, [Champignons de bleuissement sur les surfaces en bois recouvertes ou non de finition | CODIFAB](#)

Il n'a pas été vérifié si des TP7 étaient présents dans certains systèmes de finitions.

Note : L'essai selon NF EN 152 avec une éprouve d'usure en VA sur QUV permet de déterminer l'efficacité préventive d'un traitement de protection du bois mis en oeuvre contre le bleuissement fongique. L'essai en VN selon EN 927-3 associé aux cotations NF EN 16492 permet de définir si le système de finition est sensible au développement de champignons de bleuissement, que le bois sous la finition ait été traité par un biocide anti-bleu ou non.

Le développement de champignons de bleuissement sur les bois peints ou lasurés peut générer des microperforations du film de finition. Ces microperforations génèrent une certaine rugosité de surface qui peut donc influencer sur la valeur de brillant.

5 Conclusions

Concrètement, les principaux acquis de l'étude PREDIFIMEX permettent :

- D'affiner la cohérence ainsi que la complémentarité des essais de vieillissement artificiel VA-QUV et des essais de vieillissement naturel VN, pour le niveau 6 correspondant à 3 ans de VN :
 - Tous les systèmes, hormis le 4, obtiennent des résultats de classement VN EN 927-3 similaires à ceux obtenus en pré-classement QUV EN-927-6. Le système 4 a été déclassé du fait de la valeur d'adhérence dégradée après 3 cycles de VN.
- D'identifier l'influence de la localisation en France Métropolitaine et du climat du site d'exposition de VN selon NF EN 927-3, sur les performances et sur le classement final du système de finition évalué :
 - Tous les systèmes, hormis le système 3, obtiennent le même résultat de classement en VN EN 927-3 quel que soit le site d'exposition,
 - Le système 3 obtient un résultat différent par site. Le classement du résultat le plus défavorable au plus favorable est par site : BDX >> TOULON >>> PARIS = BREST. Il obtient à Bordeaux et Toulon un niveau inférieur à celui obtenu en QUV.
 - Le craquelage et/ou l'adhérence sont les 2 critères ayant déclassés les systèmes concernés.
- De fiabiliser un protocole de vieillissement naturel des finitions sur châssis de fenêtre bois afin d'évaluer la tenue de la finition sur les points singuliers de conception de la fenêtre :
 - En 2024, ce protocole est proposé en annexe du projet de révision de la NF P 23 305,
 - Les systèmes de finition 1 et 6 sont performants pour chacun des 3 concepts à l'issue des 3 ans de VN. Aucune défaillance sur les 4 sites quel que soit le concept. Il est d'autant plus important d'avoir un film de finition restant ductile après vieillissement pour les points singuliers tels que les arêtes et arrondi de profil.
- D'approcher qu'une teinte foncée avec un fort coefficient d'absorption (supérieur à 0,7) augmentent significativement l'échauffement d'une surface,
- D'identifier qu'une forte chute de rétention de brillant doit questionner sur la performance du système de finition. Dans certains référentiels de peinture, le seuil de 50% de rétention de brillant est souvent proposé comme critère de performance. Pour les systèmes de finition pour bois, à l'heure actuelle, il n'existe pas de seuil de rétention de brillant. L'étude PREDIFIMEX, ainsi que l'étude INFIPERF (se terminant en 2024) contribuent à la définition de ce seuil pour la rétention de brillance,
- D'observer le développement des champignons de bleuissement quel que soit le système et indépendamment du support (chêne ou pin traité) et sur tous les sites. Le nettoyage annuel des surfaces peintes est requis. Il peut être nécessaire de nettoyer plus fréquemment certaines surfaces dès que leur niveau d'aspect général le requiert.

Outil technologique reconnu

FCBA et ses équipes d'experts accompagnent les entreprises des filières forêt-bois et ameublement dans l'amélioration de leur compétitivité sur leur marché

L'Institut met à disposition de ces entreprises le savoir-faire de ses ingénieurs et techniciens et la technologie de ses laboratoires, accompagne les professionnels dans la normalisation, l'amélioration de la qualité de leurs produits et les aide à intégrer les innovations technologiques. FCBA diffuse également de l'information scientifique et technique, fruit de son expertise en recherche et développement et veille technologique, économique et documentaire.

Aide à la conception et à l'innovation

Concevoir et construire avec le bois, respecter les normes et la réglementation. Pour l'ameublement, concevoir par l'usage et proposer des matériaux innovants avec le centre de ressources INNOVATHEQUE.

R & D

Être le porteur de l'innovation technologique pour permettre le développement des entreprises.

Centre de formation

Développer votre savoir-faire et vos compétences avec nos formations catalogue ou sur-mesure.

Bureau de normalisation

Animer et coordonner les travaux de normalisation du bois et des produits dérivés du bois et de l'ameublement.

Organisme certificateur

Marquage CE/RPC, CTB, NF, OFG, PEFC, FSC...

Laboratoires à la pointe

Chimie, physique, mécanique, biologie, finition, feu, biosourcés, matériaux...



INSTITUT
TECHNOLOGIQUE

Pour nous rejoindre

SIÈGE SOCIAL

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

BORDEAUX

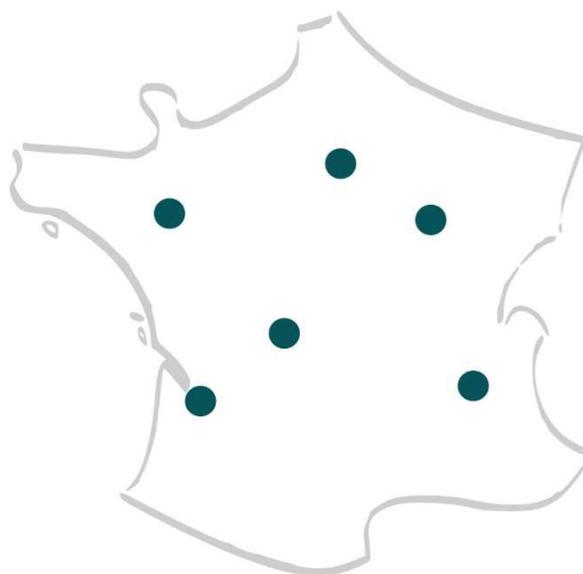
Allée de Boutaut - BP227
33028 Bordeaux Cedex
+33 (0)5 56 43 63 00

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

