



INSTITUT  
TECHNOLOGIQUE



**Bonnes pratiques :**

# Limiter le bleuissement et les moisissures sur les palettes et emballages en bois



Financé par :



Le bleuissement et les moisissures du bois, qui sont des phénomènes naturels du bois, ont besoin d'être mieux connus pour s'en prémunir le plus efficacement possible, et mieux identifiés afin d'éviter toute erreur d'interprétation ou de diagnostic.

L'objectif de ce document est d'informer sur le bleuissement et les moisissures, ainsi que d'indiquer les dispositions à prendre pour en limiter l'apparition et le développement. Il s'adresse à tous les producteurs, scieurs ou assembleurs de palettes et d'emballages en bois et aux utilisateurs de ces produits.

Les aspects sanitaires ne sont pas traités dans cette fiche.

## 1 Description et développement

### Le bleuissement des bois et les moisissures

Ce sont deux phénomènes distincts qui ne sont pas liés l'un à l'autre. Le bleuissement des bois peut apparaître sans développement systématique de moisissures. De même, les moisissures peuvent être présentes sur des bois non bleuis.

### Le bleuissement est un phénomène naturel

Il est lié à des champignons lignicoles qui se nourrissent des substances nutritives contenues dans les cellules du bois (amidon, sucres, protéines) et touche davantage l'aubier que le cœur du fait de la présence plus importante de substances nutritives. Les champignons de bleuissement provoquent des taches en surface et en profondeur dans le bois. La coloration varie du gris au bleu-noir ce qui peut constituer un préjudice esthétique. En revanche, ces champignons ne s'attaquent pas aux parois cellulaires : les propriétés mécaniques du bois ne sont pas altérées. Il existe plusieurs genres de champignons, les plus connus sont les genres *Ophiostoma* (*Ceratocystis*), *Aureobasidium* et *Dothichiza* (*Sclerophoma*).



Figure 1 : échantillons de bois bleuis.



Figure 2 : lot de sciages bleuis.

## Les moisissures sont des champignons de surface

Il existe de nombreux genres et espèces de moisissures. Elles se développent sur tous types de support, dont le bois. Ce développement conduit à des colorations diverses : noire, brune, verte, jaune, rose ou autre. Les taches peuvent être poudreuses du fait des spores fongiques. Les filaments ne s'attaquent pas aux parois cellulaires du bois. Les propriétés mécaniques du bois ne sont pas altérées.



**Figure 3 :** moisissures en surface de pièces de bois.

## Développement du bleuissement et des moisissures

---

La diffusion se fait par des spores de champignons, structures reproductrices potentiellement présentes partout dans l'environnement : l'air, le sol, les insectes, les végétaux, etc.

La structure végétative, constituée de filaments (hyphes) qui forment le mycélium, se développe lorsque les conditions sont favorables : c'est la partie visible témoignant de la présence de moisissures ou de bleuissement.

Sur les grumes fraîchement abattues, les champignons de bleuissement peuvent infester rapidement les bois dès qu'ils sont écorcés (l'écorce faisant office de barrière de protection).

Les bois peuvent être attaqués avant abattage, notamment si des scolytes sous-corticaux sont présents (tels que *Ips typographus*) chez l'épicéa par exemple. Ces insectes accentuent la probabilité de contamination par des champignons de bleuissement, en augmentant la proportion d'aubier au contact direct de l'air (sans protection de l'écorce). Dans ce cas, il convient de permettre l'exploitation des bois et de les débarder au plus vite pour limiter les proliférations. Il y a donc un bénéfice environnemental à valoriser les épicéas sous forme de bois d'œuvre lorsqu'ils présentent des taches de bleuissement. D'une manière générale, la valorisation de « bois de crise » est à favoriser.

Sur les bois non protégés et exposés aux intempéries, ou soumis à des conditions de température et d'humidité adéquates, les champignons de bleuissement peuvent se développer. Ce phénomène est possible sur les grumes, les sciages non-séchés, les bois ayant repris de l'humidité.

## Les essences les plus sujettes au bleuissement et aux moisissures

---

Il s'agit principalement d'essences résineuses : épicéa, pin maritime, pin sylvestre, douglas, sapin... Certaines essences feuillues peuvent aussi être sujettes au bleuissement, comme le peuplier, le hêtre et le frêne, ainsi que certaines essences tropicales. Dans des conditions d'expositions prolongées aux intempéries, toutes les essences de bois sont colonisables par des champignons de bleuissement<sup>1</sup>.

Quant aux moisissures, elles peuvent se développer sur toutes les essences (feuillues ou résineuses) si les conditions sont favorables.

---

1. Etude « Bibliobleu » CODIFAB : <https://www.codifab.fr/actions-collectives/champignons-de-bleuissement-sur-les-surfaces-en-bois-recouvertes-ou-non-de-finition>.

## Les facteurs de développement

	Champignons	
	Bleuissement	Moisissures
<b>Nature du support</b>	Bois	Tous supports <sup>2</sup>
<b>Types d'essences</b>	Tous résineux (en particulier l'aubier) Feuillus : peuplier, hêtre, frêne	Toutes essences
<b>Conditions optimales de développement<sup>3</sup></b>	Humidité du bois $\geq$ 30 % Température entre 20°C et 30°C	Humidité du bois $\geq$ 18 % Température entre 20°C et 30°C Humidité Relative de l'air $\geq$ 70 %
<b>Risque de transfert aux marchandises</b>	Mineur	Mineur <sup>4</sup>
<b>Changement d'aspect</b>	Oui, coloration en surface et en profondeur	Oui, coloration en surface uniquement
<b>Perte de résistance mécanique</b>	Non	Non

2. Bois, carton, plastique, plâtre, etc.

3. Certains champignons peuvent se développer à des températures très inférieures à 20°C et reprendre leur activité après une période de froid.

4. Mathilde Montibus et al., « Assessment of *Penicillium Expansum* and *Escherichia Coli* Transfer from Poplar Crates to Apples », FOOD CONTROL 60 (février 2016) : 95-102, <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.07.025>.

Certains champignons de bleuissement et certaines moisissures peuvent se développer à des températures comprises entre 5°C et 20°C. Autour de 5°C et 10°C, leur développement est ralenti. Le temps de développement des champignons peut être de quelques jours à quelques semaines selon le caractère plus ou moins favorable des conditions. Il est conseillé d'abattre les arbres lorsque la température est inférieure à 5°C, et de ne pas conserver les grumes plus de 10 jours à des températures supérieures à 5°C<sup>5</sup>.

Les champignons ayant besoin d'oxygène pour se développer ne peuvent pas vivre lorsque le bois est immergé dans l'eau ou aspergé intensivement.

Il n'existe pas de méthode pour éliminer le bleuissement. Les moisissures peuvent être éliminées par un brossage en surface.

Les champignons de bleuissement et les moisissures développées sur le bois sont des microorganismes présents dans l'environnement.

**Note :** Des traitements de protection chimique existent. Cependant, le bois destiné au contact des denrées alimentaires ne doit pas faire l'objet de traitements de protection, à l'exception des bois destinés à la fabrication de caisses palettes (palox) pour fruits et légumes qui peuvent être traités au moyen de produits disposant d'une autorisation de mise sur le marché (AMM)<sup>6</sup> avec une aptitude au contact alimentaire.

## Les propriétés mécaniques des bois bleuis et moisis restent intactes

---

**Les propriétés mécaniques ne sont pas altérées** (Etude FCBA, suite à la tempête de 1999<sup>7</sup> ; Etude Slovène de Humar en 2008<sup>8</sup>). Les champignons de bleuissement ne se nourrissent qu'au détriment des substances de réserve du bois comme l'amidon. La paroi cellulaire n'est pas atteinte.

---

5. Stephan Bohm et al., « Blue-stain development on Norway spruce logs under alpine conditions », *Silva Fennica*, vol.57, n° 3, Nov 2023. <https://doi.org/10.14214/sf.23054>.

6. Liste des produits ayant une AMM délivrée dans le cadre de la Réglementation des Produits Biocides (RPB) : <https://echa.europa.eu/fr/information-on-chemicals/biocidal-products>.

7. FCBA. Le bleuissement des bois, Pin maritime : Propriétés mécaniques, collage, finition, aspect des panneaux. Rapport final, Convention n° 372/203 et n° 20036109, Juin 2022.

8. Humar M. et al. 2008. Properties of bluestained wood. *Drvna Industrija*, 59 (2), 75 – 79. [https://www.dravnaindustrija.com/site/assets/files/2518/drv\\_ind\\_vol\\_59\\_2\\_humar.pdf](https://www.dravnaindustrija.com/site/assets/files/2518/drv_ind_vol_59_2_humar.pdf).

## Bonnes pratiques : comment réduire les risques de développement

Afin de limiter les risques de développement du bleuissement et des moisissures, certaines bonnes pratiques sont conseillées, à chaque étape de la transformation et de l'utilisation de l'emballage en bois. Il est également important de réduire au maximum les temps entre la récolte, le stockage, le sciage, le montage et le séchage.

### Sécher artificiellement les bois

**Le moyen le plus efficace de réduire les risques de développement du bleuissement et des moisissures sur les emballages en bois est le séchage artificiel dans les plus courts délais après le sciage et le montage.**

**Il ne faut pas confondre séchage et traitement NIMP 15**, même si ces deux opérations sont conduites dans les mêmes équipements :

- Le séchage vise à diminuer l'humidité du bois.
- Le séchage artificiel à une humidité du bois inférieure à 18 % est la solution permettant de limiter le développement des moisissures.
- Le traitement NIMP 15 permet d'éliminer les organismes nuisibles potentiellement présents dans les emballages en bois et destinés à l'export. Il ne permet pas seul de sécher les bois à des humidités suffisamment basses. Des moisissures se développent régulièrement sur les bois traités NIMP15 mais non séchés artificiellement.

Il est possible de conduire dans un même cycle le séchage et le traitement NIMP 15.

Le fait de sécher les bois jusqu'à une humidité suffisamment basse pour limiter les risques fongiques (< 18 %) implique des durées de cycle largement supérieures à un traitement NIMP 15 seul. Le séchage artificiel est une opération qui engendre un coût supplémentaire (consommation énergétique, manutention, amortissements). A titre d'exemple, les durées de séchage et de traitement NIMP 15 pour des palettes sont les suivantes :

- Séchage jusqu'à 18 % d'humidité : 60 heures environ
- Traitement NIMP 15 seul à 70°C (sondes dans l'air, température initiale de 10°C) : 7 heures environ

## Prévenir les risques liés au stockage

Le séchage n'est pas une opération permettant de garantir que les bois restent définitivement à des humidités basses : les bois peuvent se recharger en humidité dans des conditions de stockage humides. Lors du stockage des emballages, il faut donc s'affranchir des conditions qui pourraient permettre un développement du bleuissement et des moisissures sur un support « sain ». Rappelons que le bleuissement peut se développer si le bois est réhumidifié au-dessus de 30 % d'humidité.



**Figure 4** : dés de palette avec traces de bleu séché.

Ainsi il faut éviter :

- Un stockage à l'extérieur non-abrité : la pluie va réhumidifier les bois/les palettes au-dessus de 30 %.
- L'utilisation de films plastiques, ou le stockage en atmosphère confinée et non ventilée sur des bois(/palettes) insuffisamment séchés, ou encore chauds qui engendrent un risque de condensation et donc de moisissures.

Les moisissures se développant sur des supports plus secs et dans un environnement relativement humide, il est primordial d'assurer une bonne ventilation lors du stockage pour éviter l'augmentation locale de l'humidité (une augmentation de l'humidité à la surface des bois, même secs, peut suffire à engendrer des moisissures). Il convient alors de :

- Laisser un espace suffisant (au moins 10 cm) entre chaque pile et éloigner les bois/les palettes des parois (points froids avec risques de condensation).
- Éviter le stockage prolongé dans des endroits non ventilés.
- Ne pas stocker les bois/les palettes hors abris, soumis aux intempéries/projections d'eau.

## Prévenir les risques liés au transport

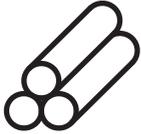
---

Les phases de transport des bois, en camion, ou container maritime, sont particulièrement à risque concernant les développements fongiques puisqu'elles correspondent à une forme de stockage en milieu confiné, avec parfois de fortes variations thermiques, et donc des risques de condensation.

Pour limiter les risques, il convient de :

- Limiter la durée de stockage dans des camions bâchés/containers fermés. Les moisissures peuvent se développer en quelques jours. En particulier, il ne faut pas charger dans un camion bâché des palettes qui sortent directement d'un cycle de séchage.
- Dans le cas du transport maritime, les variations thermiques sont très importantes et les risques de condensation également. Il convient alors que les bois soient particulièrement secs. Les containers ne doivent pas être endommagés pour éviter que l'eau ne rentre à l'intérieur, et les aérations ne doivent pas être obstruées. Au besoin, des produits siccatifs, pour absorber une partie de l'humidité, (sachets de gel de silice par exemple) peuvent être disposés dans les containers.

Le séchage artificiel des palettes permet également de réduire significativement leur poids.

Étapes	Risques associés	Bonnes pratiques
<p><b>Forêt</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbre malade/attaqué : scolytes + champignons de bleuissement</li> <li>• Grumes ou billons stockés en forêt</li> <li>• Environnement : spores, humidité</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identification des arbres attaqués</li> <li>• Débardage rapide (limiter au maximum le stockage en forêt)</li> <li>• Abattage en période hivernale</li> </ul>
<p><b>Parc à grumes</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conditions climatiques : température et humidité propices aux champignons</li> <li>• Etat sanitaire de la zone de stockage</li> <li>• Bois non saturés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aspersion efficace hors période de gel</li> <li>• Durée de stockage limitée</li> <li>• Bois sains séparés des bois contaminés</li> </ul>
<p><b>Scierie</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Délais longs entre abattage et sciage</li> <li>• Débits à fort taux d'aubier plus sensibles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sciage rapide après abattage</li> </ul>
<p><b>Stocks bois frais</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Humidité et température compatibles avec risques fongiques</li> <li>• Contamination des bois sains par bois attaqués</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bonne ventilation des piles</li> <li>• Délai de stockage bois vert limité</li> <li>• Surélévation des sciages par rapport au sol</li> </ul>

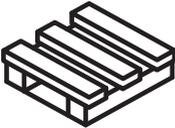
Étapes	Risques associés	Bonnes pratiques
<p><b>Séchage</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Séchage hétérogène</li> <li>• Humidité cible trop élevée</li> <li>• Séchage lent (à l'air libre)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Séchage maîtrisé : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Position des sondes</li> <li>- Humidité cible</li> <li>- Ventilation homogène</li> </ul> </li> <li>• Couplage NIMP 15 + séchage</li> </ul>
<p><b>Transport</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atmosphère confinée sur bois chauds et/ou humides (condensation)</li> <li>• Bois non-secs</li> <li>• Variations de température (condensation).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bois refroidis et secs avant chargement/conditionnement avec film</li> <li>• Ventilation (container avec grille...)</li> <li>• Utilisation de produits siccatifs</li> <li>• Bois secs</li> </ul>
<p><b>Vie du produit fini</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reprise d'humidité</li> <li>• Contamination par des bois bleuis ou moisis</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Palettes stockées sous abris</li> <li>• Locaux ventilés</li> <li>• Séparation des bois contaminés et des bois sains</li> </ul>
<p><b>Réemploi/reconditionnement</b></p> 	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reconditionnement avec bois humides</li> <li>• Reconditionnement avec bois contaminés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilisation de sciages secs</li> <li>• Protection contre les reprises d'humidité comme pour les autres étapes.</li> </ul>

Figure 5 : risques d'apparition de bleu et de moisissures et bonnes pratiques pour les limiter.

