

La maîtrise de la réaction au feu des matériaux à base de bois : Réglementations & Techniques d'ignifugation

15 octobre 2015



M. Ludovic GAQUERE
CREPIM SAS

CREPIM SAS

- Créé en 1992, le CREPIM appartient au Top 5 des laboratoires de réaction au feu en Europe (28 essais de réaction au feu sous accréditation COFRAC)
- 4 départements
 - ✓ **Pôle Développement**
 - ✓ **Pôle Essais**
 - ✓ **Pôle Certification**
 - ✓ **Pôle Formation**
- 1400 m² dédiés à l'étude et à l'amélioration des propriétés feu. (62 - Bruay-la-Buissière)
- Equipe de 17 employés tous de formation chimie



Notre expertise



- **Accréditation COFRAC ISO 17025, 77-1, 2 & 3 depuis 99**

- **Reconnaissance SNCF/RATP depuis 2003**

- ✓ Classements I et F

- ✓ NF EN 45545-2 : 2013



- **Reconnaissance Veritas pour IMO depuis 2007**



- **Laboratoire Labélisé CRT depuis 2007**



- **Laboratoire notifié(Euroclasses) depuis 2009**



- **Laboratoire agréé pour l'émission de PV M depuis 2010**

- **Accréditation COFRAC NF EN ISO/CEI 17065 depuis 2015**

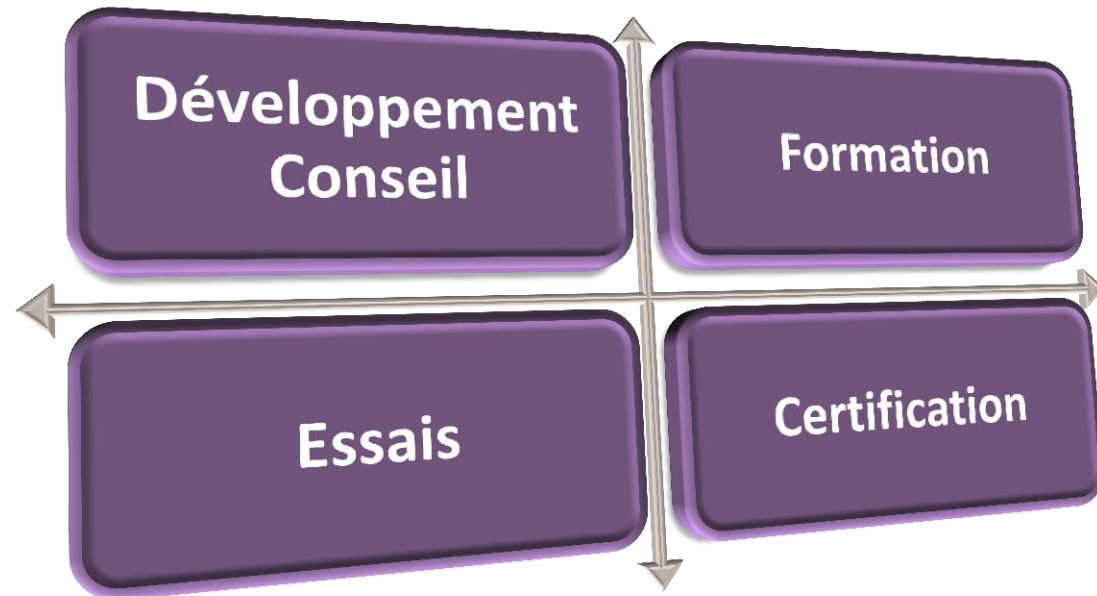


- **Reconnaissance FAA - Essais Aéronautique depuis 2014**



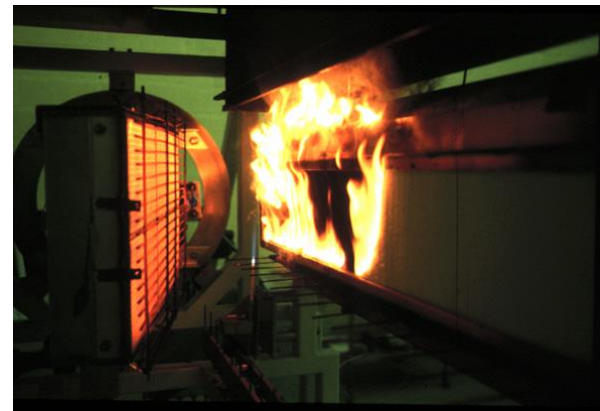
Nos domaines d'interventions

- Réaction au feu
- Résistance au feu
- Fonctionnalisation de surface
- Recyclage

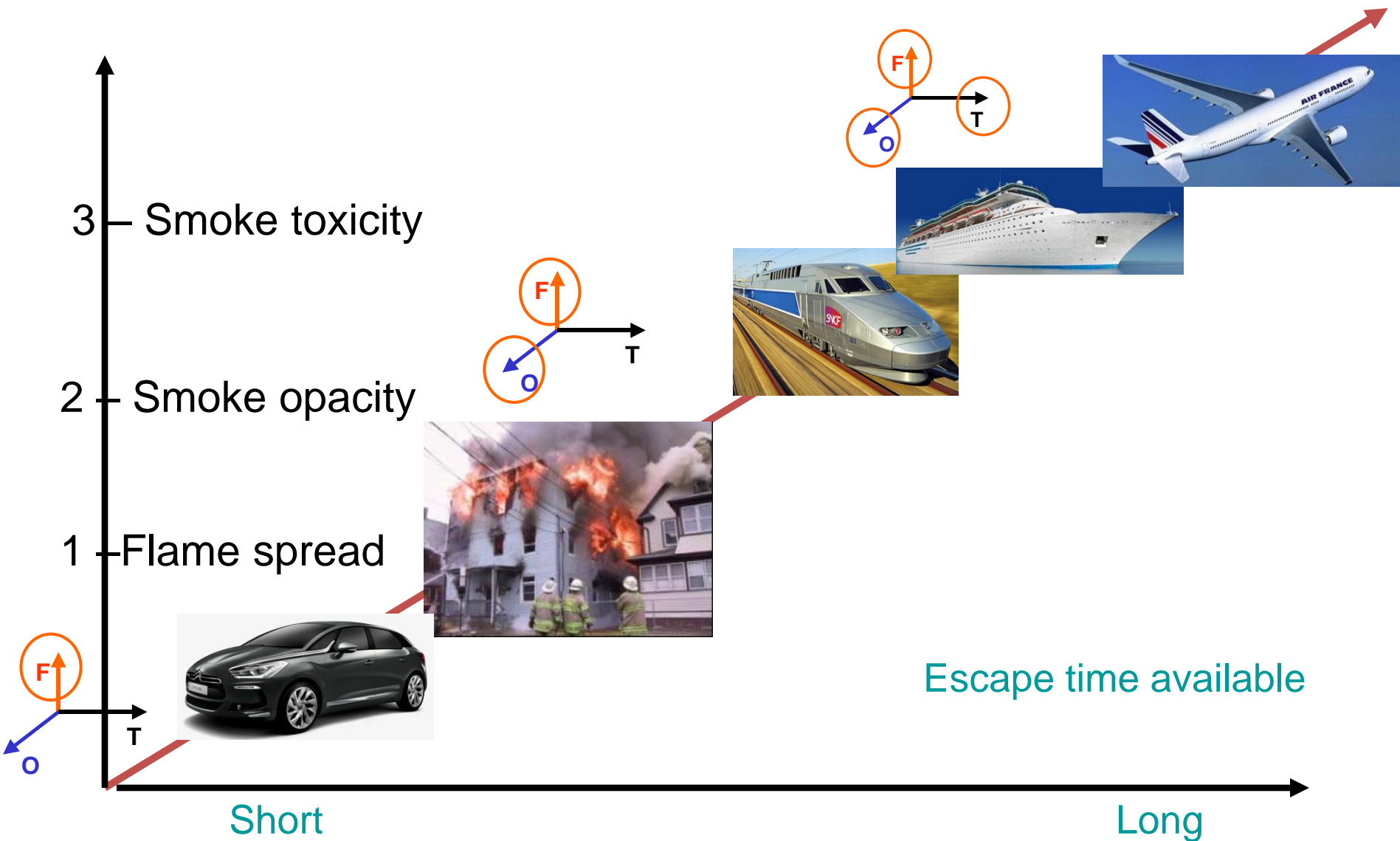


Pôle Essai

- Unique laboratoire en France de développement de matériaux équipés de l'ensemble des essais de réaction au feu marchés :
 - Ferroviaire – France (NF F 16-101) / Europe (EN 45545-2) / USA (NF PA 130)
 - Bâtiment – France (NF P 92-507) et Europe (EUROCLASSES)
 - Aéronautique – FAR25/JAR25
 - Automobile – ISO 3795, FMVSS 302, D45 1333, etc.
 - E&E – Europe (NF EN 60695-10-11) Amérique (UL94)



Les critères réglementaires varient avec le risque



Réglementations Bâtiment

Réaction au feu des produits de la construction :

Les EUROCLASSES

Objectifs : Supprimer les obstacles aux échanges des produits de la construction au sein de



Règlementations Bâtiment

Arrêté du 21 novembre 2002 relatif à la réaction au feu :

1/ Des produits de la construction

2/ Des produits d'aménagement

Le « RPC »

Le règlement des produits de construction

Relatif au rapprochement des dispositions législatives, réglementaires et administratives des Etats membres concernant les produits de construction

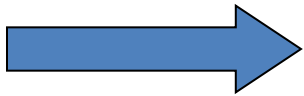
→ Unification du système de classification et des méthodes d'essais de l'Union Européenne

OBJECTIFS : supprimer les obstacles aux échanges des produits de construction

Mais chaque état membre demeure souverain du niveau d'exigence requis pour chaque application

Les produits de construction concernés

- Revêtements muraux, revêtements de sols
- Enduits,
- Produits d'isolation
- Panneaux sandwich, panneaux de bois, plaques de plâtre
- Produits verriers
- Joints et systèmes de calfeutrement des pénétrations
- Produits d'ignifugation et de protection des structures...



Produits d'aménagement intérieur :
Classement M conservé (NF P 92-507)

Le système des Euroclasses de réaction au feu

- 3 niveaux de sollicitation thermique,
- 5 essais de classement & critères de performance,
- 7 Euroclasses :
 - A1, A2, B, C, D, E et F,
 - A1fl, A2fl, Bfl, Cfl, Dfl, Efl et Ffl pour les revêtements de sol
- 2 classements complémentaires :
 - production de fumées : s1, s2 et s3 ;
 - production de gouttes ou débris enflammés : do, d1 et d2

Principe général : on ne procède à un essai d'un niveau donné que si le produit a passé avec succès l'essai de niveau inférieur

Les trois modèles feu

Attaque par une
petite flamme

Petite Flamme



E & E_{FL} F & F_{FL}

Sollicitation par un objet en feu ou feu
pleinement développé dans la pièce
voisine

SBI



B C D

Panneau radiant sol

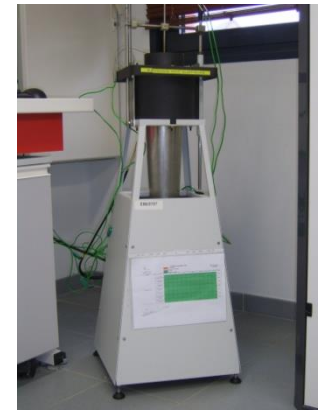


B_{FL} C_{FL} D_{FL}

Feu pleinement développé dans la
pièce

Mesure du PCS







Non-combustibilité



A1 & A1_{FL} A2 & A2_{FL}

Les essais de classement (tous produits sauf sols)

F < D < E < C < B < A2 < A1

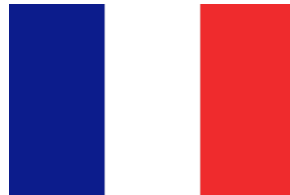
3 niveaux de sollicitation thermique simulés	E d2	D C B s1,2,3 / d0,1,2	A2 s1,2,3 / d0,1,2	A1
Attaque par une petite flamme				
Objet en feu ou feu pleinement développé dans la pièce voisine				
Feu pleinement développé dans la pièce				

Réglementations Bâtiment

Réaction au feu des produits d'ameublement :

Le Classement M

D'application nationale par le Journal Officiel de la République Française
notamment :



Les Normes

- **La norme de classement**
 - NF P 92-507
- **Essais « cadres »**
 - NF P 92-501 : matériaux rigides (ou souples supérieurs à 5mm) : Essai par rayonnement
 - NF P 92-503 : matériaux souples, Essai au brûleur électrique
- **Essais complémentaires**
 - NF P 92-504 : Essai de persistance et mesure de vitesse de propagation
 - NF P 92-505 : Essai de goutte
 - NF P 92-506 : Panneau radiant (revêtement de sol)
 - NF P 92-510 / ISO 1716 : Détermination du Pouvoir calorifique Supérieur
- **Durabilité du classement**
 - NF P 92-512 : Détermination de la durabilité des classements applicable à :
 - **Bois massif et panneaux dérivés à l'abris des intempéries,**
 - **Matériaux de synthèse autres que textiles**
 - **Matériaux textiles utilisés à l'abri des intempéries**

Classement en 6 catégories par ordre de sévérité décroissante

M0 (incombustible)

M1 (Non inflammable)

M2 (Peu inflammable)

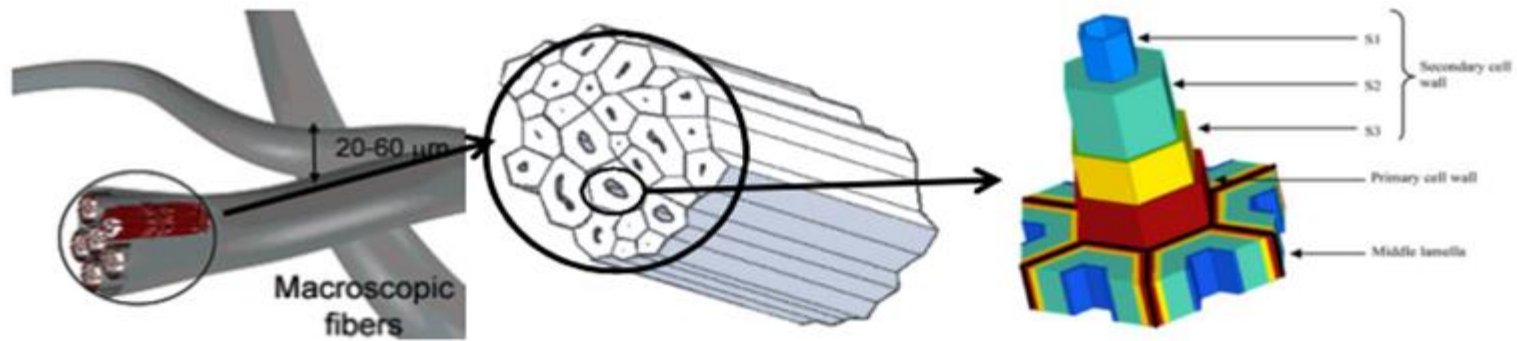
M3 (Moyennement inflammable)

M4 (Facilement inflammable)

- Avec ou sans chute de goutte

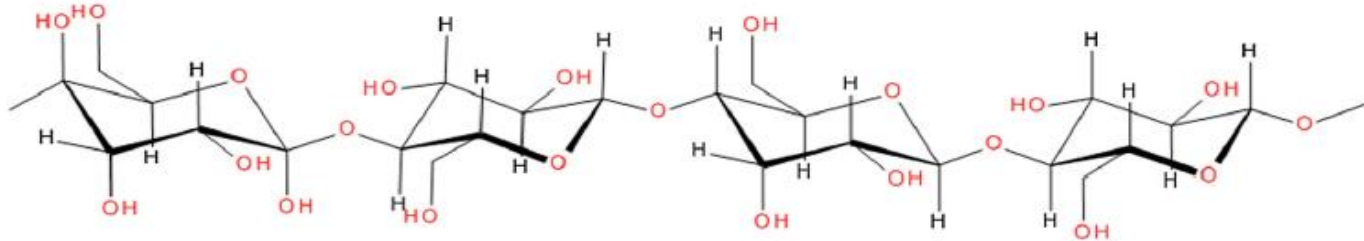
Non classé

Composition des fibres de bois

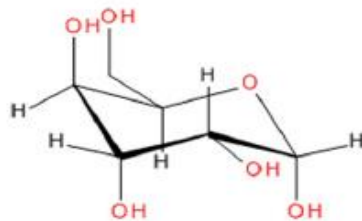


Paako M. et al., *Biomacromol.*, 2007, 8, 1934 Baley C. et al., *Techn. de l'ing.*, 2004, ref. AM 5 130 Baley C. et al., *Comp Part A*, 2006, 37, 1626

- La structure est celle d'un composite multiéchelle :
 - Renforcement par des microfibrilles de cellulose,
 - Matrice de lignine, hemicellulose



Part of cellulose chain



Glucose unit

Dégradation thermique et combustion du bois

Lorsque le bois est chauffé à haute température, les trois composants polymères du bois commencent à se décomposer thermiquement en un mélange de gaz volatils, de goudron (lévoglucosan) et de produits carbonnés.

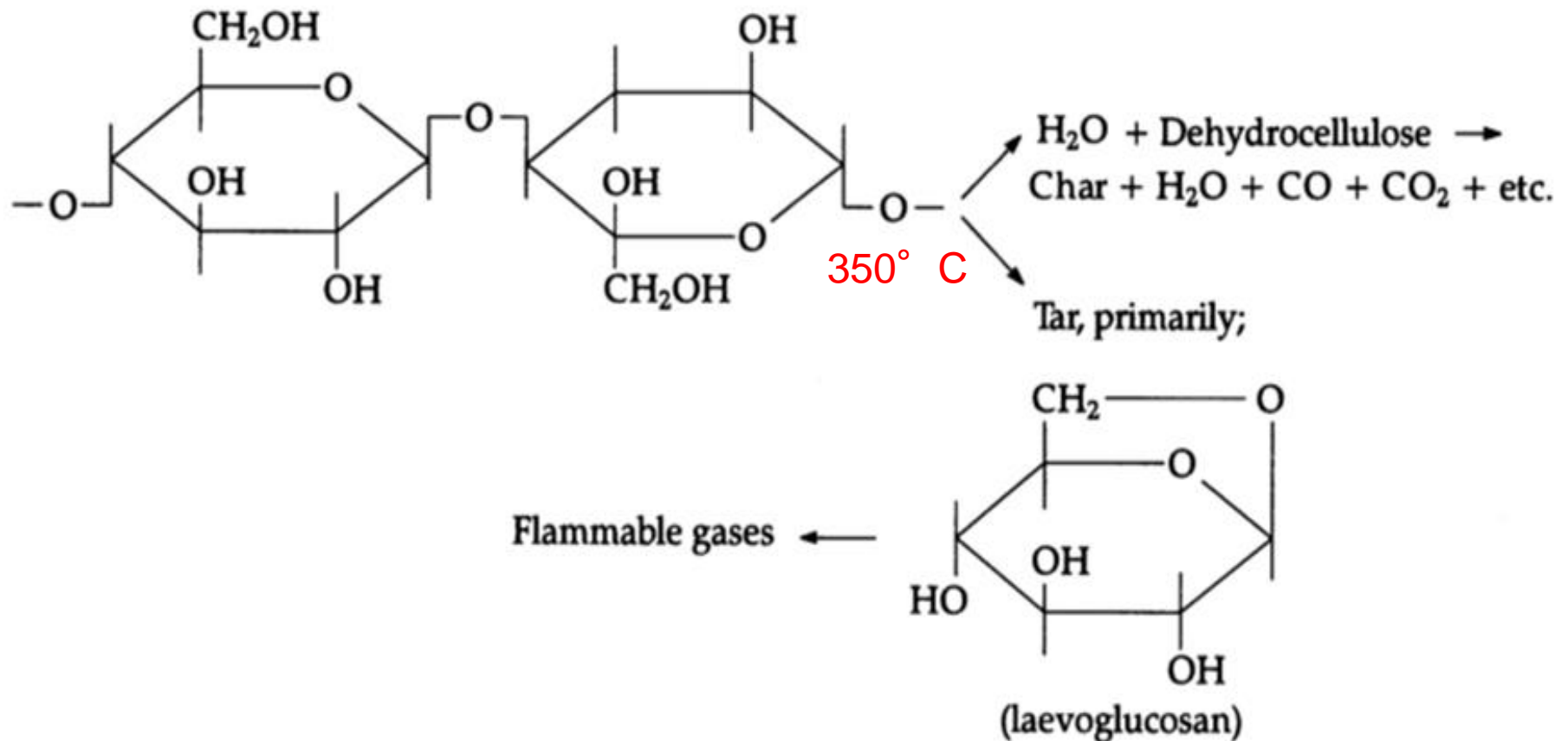
La décomposition est souvent considéré comme la superposition des mécanismes de décomposition des constituants individuels : l'hémicellulose se décompose en premier [180 – 350° C] suivie par la cellulose [275 - 350 ° C], et de la lignine [250 – 500° C].

La stabilité thermique de la lignine est considéré comme étant élevée en raison de sa structure réticulée et de son haut poids moléculaire.

Dégradation thermique et combustion du bois

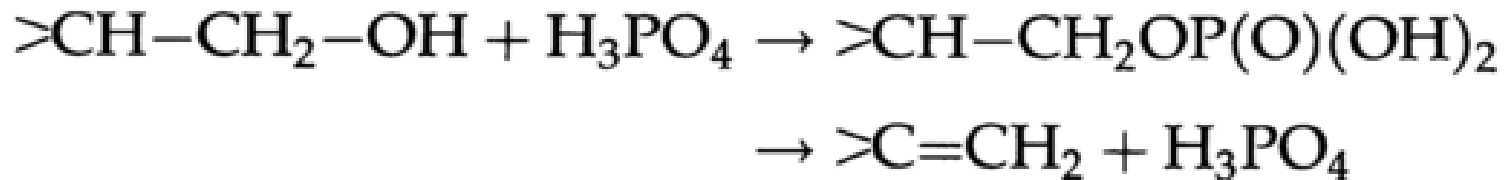
- Pendant l'échauffement, la cellulose pure se décompose à travers deux routes concurrentielles:
 - Une implique la déshydratation des unités de glucides (dehydrocellulose) et la condensation successive des structures insaturés résultant, conduisant à charboniser. Le rendement de carbonisation est fonction du type de la cellulose et des conditions de pyrolyse; il varie entre 6 et 23%.
 - La réaction de dépolymérisation alternative est la formation de **lévoglucosan**, qui est le produit volatil combustible principal

Dégradation thermique et combustion du bois



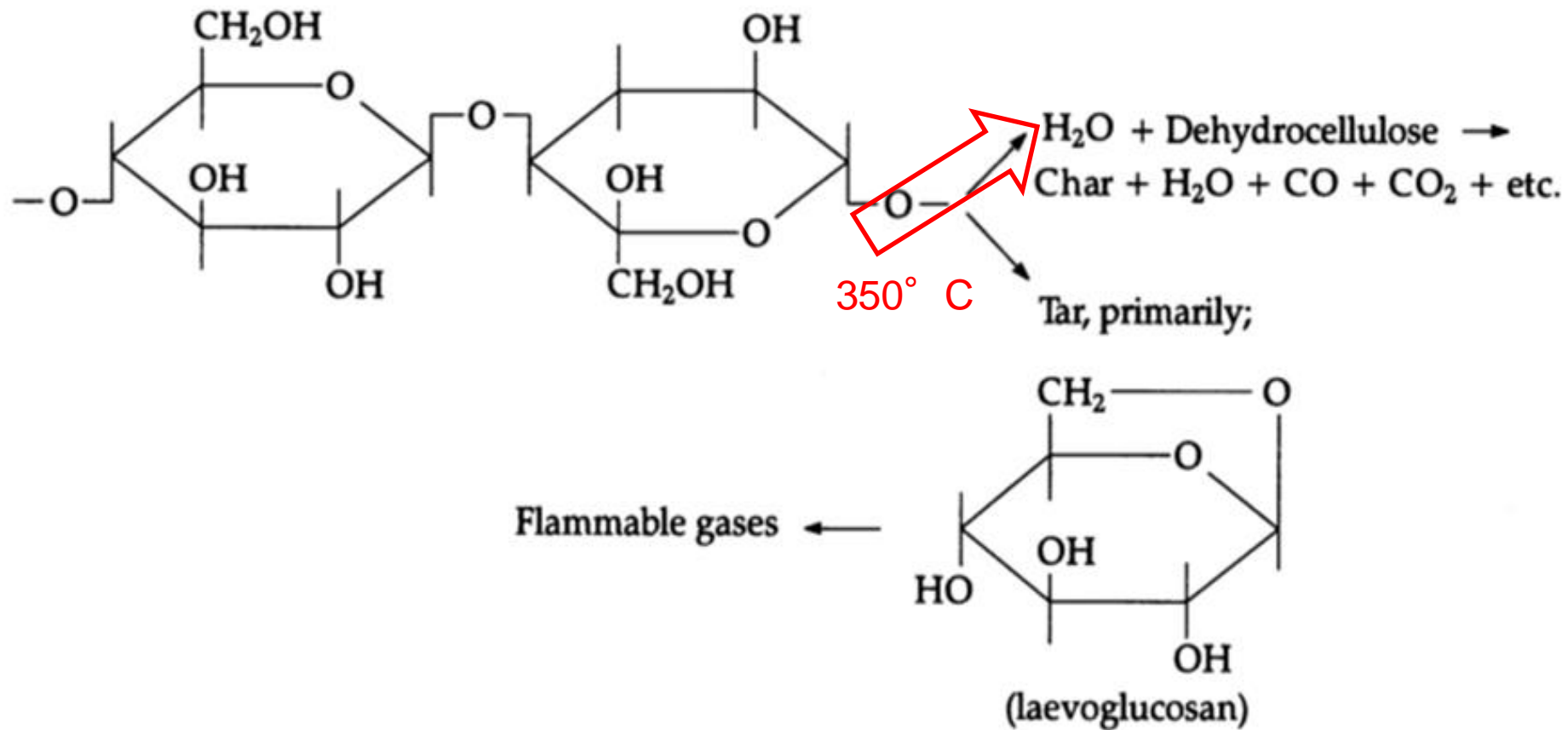
Retardateur de flamme de base pour la cellulose

- Généralement, un acide inorganique est ajouté à la cellulose: de l'acide phosphorique
- **La phosphorylation des groupes hydroxyles (-OH)** de la cellulose, suivi par la pyrolyse de l'ester résultant, génère de l'acide phosphorique et crée une double liaison:

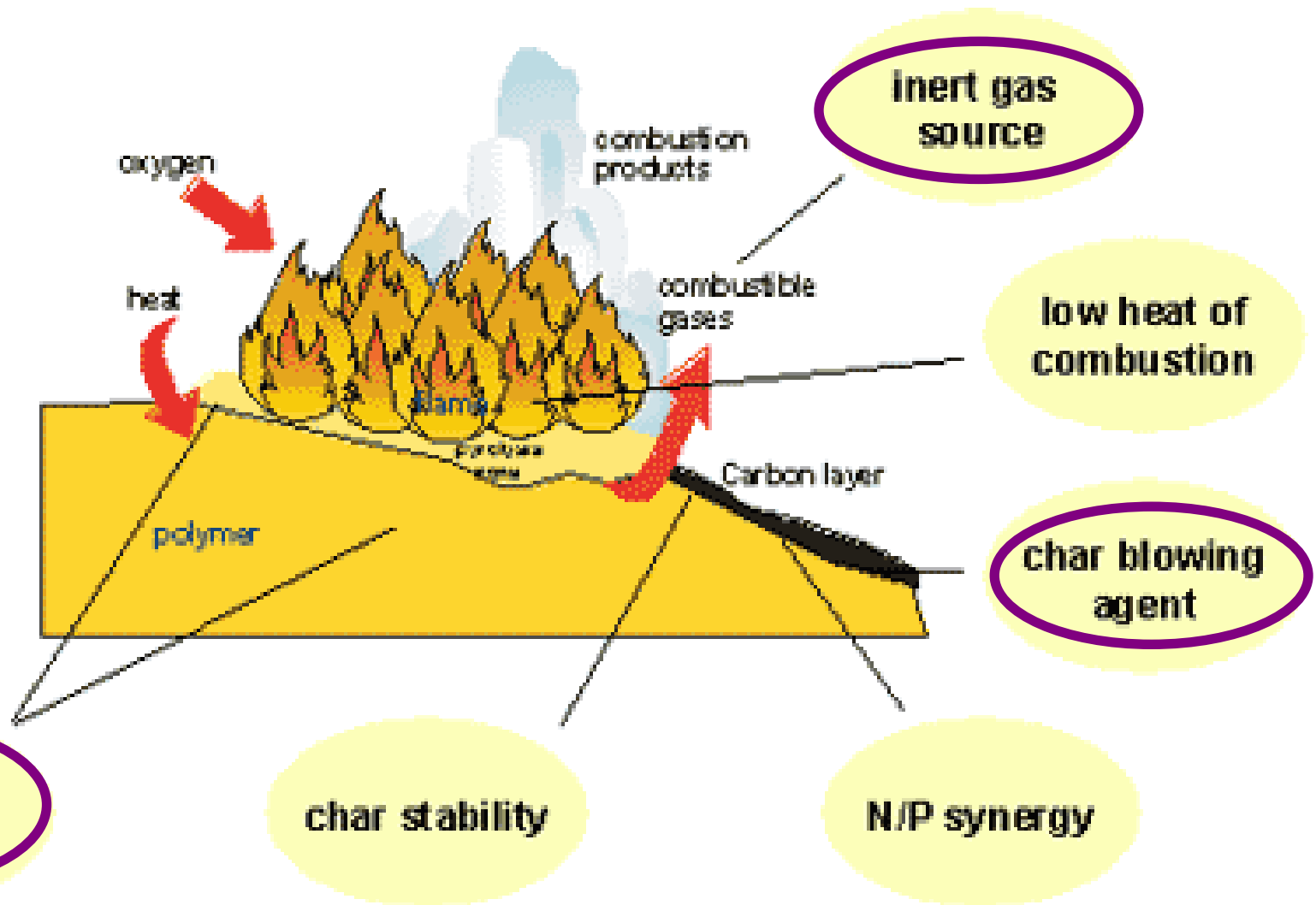


- L'addition d'acide phosphorique augmente le rendement de carbonisation de la cellulose, tandis que la production de lévoglucosane diminue.

Retardateur de flamme de base pour la cellulose



Les possibilités d'action des retardateurs de flamme



Ignifugation des produits à base de bois

- 3 techniques de mise en œuvre des ignifugeants

- 1) Imprégnation en autoclave

- 2) Mélange intime des RF avec les fibres de bois

- 3) Protection en surface par l'application de peinture



Ignifugation des produits à base de bois

1) Imprégnation du bois en autoclave

- Lors de l'imprégnation, la structure du bois est considérée comme étant similaire à celle d'une éponge, avec des cavités cellulaires et des parois cellulaires. Le but de l'ignifugation est de revêtir ces murs de bois avec un produit ignifuge pour protéger la structure du feu. Tout d'abord, le vide enlève l'air des cavités afin de créer un espace pour la solution ignifuge, qui est ensuite forcée profondément dans le bois sous haute pression.
- Le processus peut être répété et les paramètres peuvent être ajusté afin d'optimiser le traitement en fonction du niveau de protection et le profil de profondeur requise du produit ignifuge dans le bois.

- (a) **Vide initial**: Aspiration de l'air des cellules du bois
- (b) **Remplissage**: la solution de retardateur de flamme remplit la cuve d'imprégnation tandis que le vide initial est maintenu
- (c) **Période de pression**: Après le remplissage de la cuve, le vide est libéré et une pression est exercée, relative à la quantité requise de solution de retardateur de flamme dans le bois
- (d) **Vidange**: Après relâchement de la pression, la solution ignifuge est évacuée de la cuve de traitement.
- (e) **Vide final**: Un vide final est appliqué pour réduire l'égouttement de la solution ignifuge qui pourrait se produire lorsque le bois traité sort de la cuve.

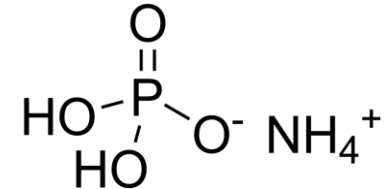


Ignifugation des produits à base de bois

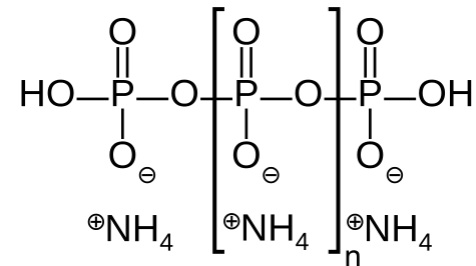
2) Mélange intime de FR avec des fibres de bois

- MAP (monoammium phosphate)

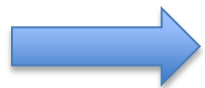
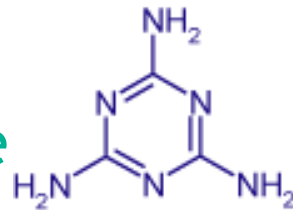
Cristaux translucides ou en solution aqueuse



- Ammonium polyphosphate
Poudre blanche, enrobé ou non



- Mélamine
Poudre blanche



Taux de charge : environ 10% en masse

3) Protection en surface par l'application de peinture

- Les revêtements ignifuges doivent être appliquées à la brosse ou par pulvérisation pour donner une épaisseur spécifique de film.
- Traitements superficiels, tels que les peintures, sont souvent considérés comme attrayant pour leur facilité avec laquelle ils peuvent être appliqués, et pour la quantité relativement faible de produit ignifuge nécessaire pour la protection incendie.
- Il existe deux types de peinture pour la protection des produits à base de bois:

1) Revêtements intumescents - Ces revêtements lorsqu'il est soumis à des températures élevées gonflent pour donner une mousse isolante multicellulaire thermiquement stable qui protège le substrat de la flamme et de la chaleur.

2) Revêtements non-intumescents - Les types les plus communs sont formulés à partir de matériaux qui, par chauffage chimiquement interfèrent avec le processus de combustion.

3) Protection en surface par l'application de peinture





MERCI DE VOTRE ATTENTION

Contact: **CREPIM SAS**

Ludovic GAQUERE - Ingénieur R&D
Pôle Développement

Parc de la Porte Nord
Rue Christophe Colomb
62 700 BRUAY-LA-BUISSIÈRE
FRANCE

Tél Fixe: 03 21 61 64 05

E-mail: ludovic.gaquere@crepim.fr

www.crepim.fr