

## CO1.15

### DRAPAGE PRE-IMPREGNES COMPOSITES

#### Objectifs :

- **Réaliser** à partir d'un plan les opérations de découpe, de drapage, de collage, d'assemblage ou de réparation de matériaux
- **Utiliser** les moyens de traitement thermique
- **Appliquer** les procédures d'essais et de contrôle
- **Remplir** les documents de suivi, rédiger des rapports pour les services Qualité et Etudes

#### Compétences acquises :

- Connaissance des matériaux composites (environnement, mélanges, comptabilité des matières...) et des techniques de transformation.
- Maîtrise des techniques d'assemblage et de réparation des matériaux composites.
- Lecture et interprétation de plans et documentations techniques.
- Contrôles qualité.
- Rédaction de reportings.

#### Personnel concerné :

Opérateurs

Pré-requis : aucun

#### Durée :

30 jours soit 210 heures

#### Matériels pédagogiques :

- Vidéo-projection
- Application en atelier
- Document technique remis lors de la formation

#### Lieu :

A Bordeaux ou dans votre entreprise



## **PREAMBULE**

- **Test d'entrée QCM sur Composites**
- **Introduction sur les composites**
  - Dans la vie courante
  - Dans le domaine aéronautique
  - Les applications
  - Les atouts / Les inconvénients

## **LES MATERIAUX**

### **LES TISSUS PRÉ IMPRÉGNÉS**

- **Généralités**
- **Fabrication des tissus prés imprégnés**
  - Constituants d'un tissu pré imprégné
  - Processus généraux de fabrication
- **Les différents types de résines et leurs caractéristiques**
  - Focus sur résines phénoliques et époxy
  - Connaître les mesures H&S
  - Etre informé des niveaux de toxicité
- **Les différents types de renforts**
  - Les fibres utilisées et leurs caractéristiques (Verre, Kevlar, Carbone)
  - Leurs origines, propriétés mécaniques, applications, coûts
  - Savoir différencier les différents tissages (taffetas, UD, tissus hybrides...)
- **Caractéristiques des prés imprégnés**
  - Définitions : Tack, flow, taux de résine, épaisseur (calcul du nombre de plis pour une épaisseur donnée), % de matières volatiles (dégazage)
- **Principes de base de la mise en œuvre des pré imprégnés**
  - Environnements de drapage (salle blanche, T°, Hygrométrie, surpression, risques pollution matière)

- Influence des différents paramètres de mise en œuvre (Compactage, pression, température, taux d'imprégnation...)
- **Notions HSE**
  - Connaître les mesures H&S (protections collectives & individuelles)
  - Etre informé des niveaux de toxicité
  - Tri et déchets
- **Stockage et déstockage des pré imprégnés**
- **Durée de vie**
  - Connaître la durée de vie d'un pré imprégné (-18°C/ambiant)
  - Savoir lire et décoder une étiquette de désignation du produit
  - Suivi des durées de vie (fiches de vie matière, temps restant T° ambiante, Cumul temps T° ambiante, dates de péremption...)
- **Conservation**
  - Connaître les modes et les conditions de conservation d'un pré imprégné
- **Procédures de stockage et de déstockage**
  - Savoir stocker et déstocker un pré imprégné conformément à une procédure établie (rouleaux/kits)
  - Connaître les conséquences d'un mauvais stockage ou d'un mauvais déstockage
- **Découpe des prés imprégnés**
- **H&S**
  - Sensibiliser aux règles de sécurité (manutention des rouleaux, utilisation des outils de découpe, EPI...)
- **Optimisation des lés**
  - Identifier correctement un rouleau de tissu conformément aux fiches d'instruction
  - Découper un lé conformément à un plan de drapage
  - Traçabilité
- **Exercices pratiques**
  - Identification des matières
  - Découpes simples
  - ...

- **Découpes orientées**
  - Savoir respecter l'orientation des fibres pendant la découpe
  - Evaluer l'importance de l'orientation des fibres dans un renfort
  - Connaître les conséquences d'une mauvaise orientation des fibres
  - Exercices pratiques
  
- **Transformation des prés imprégnés**
  - « Mûrissement » d'un pré imprégné (perte de tack, séchage...)
  - Polymérisation d'un pré imprégné
  - Comprendre la réaction de polymérisation (définition du principe de polymérisation des pré imprégnés)
  - Connaître les conditions d'une bonne polymérisation
  - Connaître les conséquences d'une sous polymérisation
  
- **Les cycles de cuisson**
  - Les moyens de cuisson (principes de base de cuissons étuve/autoclave)
  - Comprendre un cycle de cuisson (points clés d'un cycle)
  - Influence des paramètres de cuisson (pression, température, montée en température, paliers de cuisson, refroidissement ....)

## **LES AMES**

- **Généralités**
  
- **Les différents types d'âme et leurs caractéristiques**
  - (Nomex, Alu, Mousses, ...)
  - Focus sur nids d'abeille
  - propriétés mécaniques, applications, coûts
  
- **Fabrication des nids d'abeille**
  - Constituants d'un nid d'abeille
  - Processus généraux de fabrication
  
- **Caractéristiques des nids d'abeille**
  - Sens, taille des alvéoles, épaisseurs...
  
- **Principes de base de la mise en œuvre des nids d'abeille**
  - Environnements de découpe (T°, Hygrométrie, risques pollution matière)

- Influence des différents paramètres de mise en œuvre (pression, choc, température, taux d'humidité...)
- **Notions HSE**
  - Connaître les mesures H&S (protections collectives & individuelles)
  - Etre informé des niveaux de toxicité
  - Tri et déchets
- **Stockage et déstockage des nids d'abeille**
- **Durée de vie des nids d'abeille**
  - Connaître la durée de vie d'un nid d'abeille (ambient, étuvé, sous poche étanche...)
  - Savoir lire et décoder une étiquette de désignation du produit
  - Suivi des durées de vie (fiches de vie matière, dates d'étuvage...)
- **Conservation des nid d'abeilles**
  - Connaître les modes et les conditions de conservation d'un nid d'abeille
- **Procédures de stockage et de déstockage**
  - Savoir stocker et déstocker un nid d'abeille conformément à une procédure établie (plaques/kits)
  - Connaître les conséquences d'un mauvais stockage ou d'un mauvais déstockage
- **Découpe des nids d'abeilles**
- **H&S**
  - Sensibiliser aux règles de sécurité (manutention des plaques, utilisation des outils de découpe, EPI...)
- **Les cycles de cuisson**
  - Les moyens de cuisson (principes de base de cuissons étuve/autoclave)
  - Différents types de cuisson : Stabilisation, formage
- **Découpes et usinage des nids d'abeilles**
  - Identifier correctement un nid d'abeille conformément aux fiches d'instructions
  - Découper un nid d'abeille conformément à un plan de drapage
  - Savoir respecter l'orientation des fibres pendant la découpe

- Connaître les conséquences d'une mauvaise orientation des nids d'abeille
- Principes et exigences sur pentes des nids d'abeille
- Traçabilité
- **Retouches des nids d'abeille en cours de process**
  - Précautions lors de la mise en œuvre
- **Exercices pratiques**
  - Identification des matières
  - Découpes simples
  - Retouches
  - ...
- **Densification des nids d'abeille**
  - Outils et méthodes et précautions à prendre pour le remplissage des alvéoles
- **Exercices pratiques**
  - Densifier plusieurs types de Nida (tailles alvéole, épaisseurs)
  - Savoir identifier une bonne densification
  - ...

## LES COLLES, FILMS INTUMESCENTS ET RÉSINES DE DENSIFICATION

- **Généralités**
- **Les différents types de matériaux**
  - Leurs origines, propriétés mécaniques, applications, coûts
- **Principes de base de la mise en œuvre des Colles, Films intumescents et résines de densification**
  - Environnements de drapage (salle blanche, T°, Hygrométrie, surpression, risques pollution matière)
  - Influence des différents paramètres de mise en œuvre (Compactage, pression, température,...)
- **Notions HSE**
  - Connaître les mesures H&S (protections collectives & individuelles)
  - Etre informé des niveaux de toxicité
  - Tri et déchets

- **Stockage et déstockage des Colles, Films intumescents et résines de densification**
  
- **Durée de vie**
  - Connaître la durée de vie (-18°C/ambient)
  - Savoir lire et décoder une étiquette de désignation du produit
  - Suivi des durées de vie (fiches de vie matière, dates de péremption...)
- **Conservation**
  - Connaître les modes et les conditions de conservation
- **Procédures de stockage et de déstockage**
  - Savoir stocker et déstocker conformément à une procédure établie (plaques/kits/pots)
  - Connaître les conséquences d'un mauvais stockage ou d'un mauvais déstockage
  
- **Mise en œuvre des Colles, Films intumescents et résines de densification**
  
- **H&S**
  - Sensibiliser aux règles de sécurité (manutention des rouleaux, utilisation des outils de découpe, EPI...)
- **Exercices pratiques**
  
- **Transformation des Colles, Films intumescents et résines de densification**
  - Comprendre la réaction de polymérisation
  - Connaître les conditions d'une bonne polymérisation
  - Connaître les conséquences d'une sous polymérisation

## ENVIRONNEMENTS DE CUISSON

- **Généralités**

- **Les différents types et leurs caractéristiques**
  - Propriétés, applications, fonctions, coûts (tissus d'arrachage, vacpac, tissus de drainage, joint butyle, bâche à vide, vessie élastomère...)
- **Principes de base de la mise en œuvre**
  - Environnement (T°, Hygrométrie, risques pollution matière)
  - Influence des différents paramètres de mise en œuvre (pollutions, défauts...)
- **Notions HSE**
  - Connaître les mesures H&S (protections collectives & individuelles)
  - Tri et déchets
- **Stockage et déstockage des environnements de cuisson**
- **Durée de vie et conservation**
  - Connaître la durée de vie des matériaux
  - Savoir lire et décoder une étiquette de désignation du produit
  - Connaître les modes et les conditions de conservation
- **Procédures de stockage et de déstockage**
  - Savoir stocker et déstocker un nid d'abeille conformément à une procédure établie (rouleaux/kits)
  - Connaître les conséquences d'un mauvais stockage ou d'un mauvais déstockage
- **Découpe des environnements de cuisson**
- **H&S**
  - Sensibiliser aux règles de sécurité (manutention des plaques, utilisation des outils de découpe, EPI...)
- **Découps et utilisation**
  - Identifier correctement les matières conformément aux fiches d'instructions
- **Exercices pratiques**
  - Identification des matières
  - Découps simples
  - ...



- **Les compactages**

- Utilité du compactage
- Caractéristiques d'un bon compactage
- Identifier et mettre en œuvre un empilement de mise sous vide
- Rôle de chacun de ces composants
- 2 niveaux de vide pour 2 applications
- Conséquences d'une mise sous vide défectueuse
- Contrôler une mise sous vide (test de fuite, détecteur ultrasonore...)
- Taux de fuite maximum autorisés

- **Exercices pratiques**

- Savoir réaliser une poche à vide
- Techniques de la poche à vide (plis, tensions, pinces...)
- Contrôles
- ...

## AUTRES MATÉRIAUX

- **Les matériaux de métallisation**

- **Les différents types et leurs caractéristiques**

- Propriétés, applications, fonctions, coûts (tissus secs, préimpregnés, clinquants, foils...)

- **Principes de base de la mise en œuvre**

- Environnement (T°, Hygrométrie, risques pollution matière)
- Influence des différents paramètres de mise en œuvre (pollutions, défauts...)

- **Notions HSE**

- Connaître les mesures H&S (protections collectives & individuelles)
- Tri et déchets

- **Durée de vie et conservation**

- Connaître la durée de vie des matériaux
- Savoir lire et décoder une étiquette de désignation du produit
- Connaître les modes et les conditions de conservation

- **Procédures de stockage et de déstockage**
  - Savoir stocker et déstocker les matériaux de métallisation
  - Connaître les conséquences d'un mauvais stockage ou d'un mauvais déstockage
  
- **Inserts**
  
- **Les différents types et leurs caractéristiques**
  - Propriétés, applications, fonctions, coûts (tissus secs, préimpregnés, clinquants, foils...)
  
- **Principes de base de la mise en œuvre**
  - Environnement (T°, Hygrométrie, risques pollution matière)
  - Influence des différents paramètres de mise en œuvre (pollutions, défauts...)
  
- **Notions HSE**
  - Connaître les mesures H&S (protections collectives & individuelles)
  - Tri et déchets
  
- **Durée de vie et conservation**
  - Connaître la durée de vie des matériaux
  - Savoir lire et décoder une étiquette de désignation du produit
  - Connaître les modes et les conditions de conservation
  
- **Procédures de stockage et de déstockage**
  - Savoir stocker et déstocker les matériaux de métallisation
  - Connaître les conséquences d'un mauvais stockage ou d'un mauvais déstockage
  
- **Autres matériaux...**

## LES MOYENS/OUTILS

- **Les outils du drapeur (outils de coupe/marquage/chauffe..., EPI)**
- **Les outils de coupe**
- **Les outils de marquage**
- **Les outils de traçage**
- **Les outils de chauffe**
- **Les EPI**
- **Les outils interdits**
  
- **Chaines Outillages**
  
- **Les constituants de la chaine outillage**
  - Les différents types d'outillage (Outillages de drapage, contre formes, vessies, gabarits, outillages de préforme...)
  - Poinçons, matrices
  - Outillages multi-parties (à tiroir, ½ coquilles, mires de positionnement laser, locatings de positionnement...)
  - Différents matériaux utilisés
  - Durée de vie des outillages
  - Coût des outillages
  - Manutention des outillages
  - 
  - Etanchéité des outillages (joints, réseau de vide intégré...)
  - Codification des outillages
  
- **Préparation des outillages de drapage**
  
- **Stockage et déstockage des outillages :**
  - Identifier un outillage conformément à la fiche d'instruction
  - Savoir stocker et déstocker correctement un outillage
  
- **Nettoyage d'un outillage :**
  - Connaître les procédures de nettoyage d'un outillage

- **Préparation au moulage d'un outillage :**
  - Connaître les différents types d'agents démoulant utilisés
  - Savoir appliquer correctement un agent de démoulage
  - Respecter les fréquences de cirage conformément aux instructions définies
  - Connaître les mesures d'hygiène et sécurité relatif à chaque démoulant ainsi que leur degré de toxicité
- **Exercices pratiques**
- **Démoulage des pièces**
- **Précautions vis-à-vis des pièces et des outillages**
- **Méthodes de démoulage**
  - Petit outillage approprié et proscrit
  - Retrait des environnements de cuisson
  - Perçage des références avant démoulage, pattes de positionnement
  - Retrait de la pièce composite
  - Autocontrôle, défauts visuels
  - Marquage de la pièce
- **Démontage / Nettoyage / Remontage d'un outillage**
  - Connaître les procédures
  - Outils de nettoyage
  - Zones outillages sensibles (arêtes, surfaces utiles...)
- **Préparation au moulage d'un outillage**
  - Idem paragraphe précédent
- **H&S**
  - Tri des déchets
  - EPI
  - Consignes de sécurité
- **Exercices pratiques**

## **LA DOCUMENTATION**

- **Connaître les documents applicables**
  - IGP, DSP, FI, RIC, fiches de vie, fiches suiveuses...
  - Savoir interpréter les documents

- **Savoir où trouver les informations**
  - PLM, points documentaires, panneaux d'affichage
- **Traçabilité**
  - Prendre conscience de l'importance du processus
  - Supports de traçabilité
- **RIC et Autocontrôle**
  - Supports de contrôle et d'autocontrôle
  - Responsabilités et engagements
  - Marque de contrôle

## **APPLICATIONS PRATIQUES**

**Objectif = répétitivité des applications et difficultés croissantes**

### **DRAPAGE SUR PLAQUE**

- **Préparation**
  - Préparation du support (outillage)
  - Préparation du poste et organisation
  - Vérification des données d'entrée (FI, traçabilité)
- **Structure monolithique**
  - Drapage d'une structure monolithique
  - Mise en cuisson
  - Démoulage d'une structure monolithique
  - Autocontrôle
- **Structure sandwich par ancrage et double cuisson**
  - Préparation d'une structure monolithique pour ancrage (1ère peau)
  - Drapage d'une structure sandwich (Ancrage âme/2ème peau)
  - Mise en cuisson
  - Démoulage d'une structure sandwich
  - Autocontrôle
- **Structure sandwich mono-cuisson**
  - Drapage d'une structure sandwich (1ère peau/Ame/2ème peau)
  - Mise en cuisson
  - Démoulage d'une structure sandwich
  - Autocontrôle

## DRAPAGE SUR OUTILLAGE DE GRANDE TAILLE ET DE FORME SIMPLE (TYPE BF)

- **Préparation**

- Préparation du support (outillage)
- Préparation du poste et organisation
- Vérification des données d'entrée (FI, traçabilité)

- **Structure monolithique**

- Drapage d'une structure monolithique à 2 opérateurs
- Mise en cuisson
- Démoulage d'une structure monolithique
- Autocontrôle

- **Structure sandwich par ancrage et double cuisson**

- Préparation d'une structure monolithique pour ancrage (1ère peau)
- Drapage d'une structure sandwich (Ancrage âme/2ème peau) à 2 opérateurs
- Mise en cuisson
- Démoulage d'une structure sandwich
- Autocontrôle

- **Structure sandwich mono-cuisson**

- Drapage d'une structure sandwich (1ère peau/Âme/2ème peau) à 2 opérateurs
- Mise en cuisson
- Démoulage d'une structure sandwich
- Autocontrôle

## DRAPAGE SUR OUTILLAGE DE TAILLE MOYENNE ET DE FORME COMPLEXE

- **Préparation**

- Préparation du support (outillage)
- Préparation du poste et organisation
- Vérification des données d'entrée (FI, traçabilité)

- **Structure monolithique**

- Drapage d'une structure monolithique
- Mise en cuisson
- Démoulage d'une structure monolithique
- Autocontrôle

- **Structure sandwich par ancrage et double cuisson**
  - Préparation d'une structure monolithique pour ancrage (1ère peau)
  - Drapage d'une structure sandwich (Ancrage âme/2ème peau)
  - Mise en cuisson
  - Démoulage d'une structure sandwich
  - Autocontrôle
- **Structure sandwich mono-cuisson**
  - Drapage d'une structure sandwich (1ère peau/Ame/2ème peau)
  - Mise en cuisson
  - Démoulage d'une structure sandwich
  - Autocontrôle

#### EXERCICES DE RÉPÉTITION (APPLICATIONS SIMPLES)

- **Travail des tissus prés imprégnés sur petits outillages de forme complexe**
- **Mise en oeuvre de poches à vide et tests**
- **Mises en œuvre de Nida (mise en place/forme, densif, jonction, recoupe manuelle)**

#### **TESTS DE SORTIE**

- **QCM de validation des acquis**
- **Test sur outillage de formation**
- **Test sur outillage type BF**





