

# EWF Guideline EUROPEAN ADHESIVE SPECIALISTS



## Minimum Requirements for the Education, Examination and Qualification



**EWF – 516-01**

# Partie I: Exigences minimales pour la formation des Spécialistes en Collage Européens

Révision : Juillet 1998

L'utilisation de ce guide est limitée aux organisations agréées par l'Organisme National Autorisé (ANB). La section II de ce guide couvre l'examen et la qualification des Spécialistes en Collage Européens (EAS).

## *Introduction*

Ce guide pour la formation théorique et pratique des spécialistes en collage a été préparé, évalué et écrit par le Comité pour la Formation Théorique et Pratique de l'EFW. Il est conçu pour fournir le cœur de la formation de base dans la technologie du collage exigée pour un nombre de personnes en collage ayant une activité dans une fonction telle que : inspection, supervision, fonction de contremaître, instruction, techniques de vente etc. Il est possible qu'une formation complémentaire et/ou une expérience soient nécessaire au personnel en collage après la formation de base pour obtenir la qualification applicable aux fonctions. Le travail complet a été subventionné dans le cadre du projet Leonardo Da Vinci.

Le spécialiste doit écrire et expliquer des instructions de travail théoriques et pratiques pour le colleur. Il doit instruire et superviser les praticiens. Il doit contrôler les paramètres du processus, avec une responsabilité dans l'inspection et l'identification des problèmes.

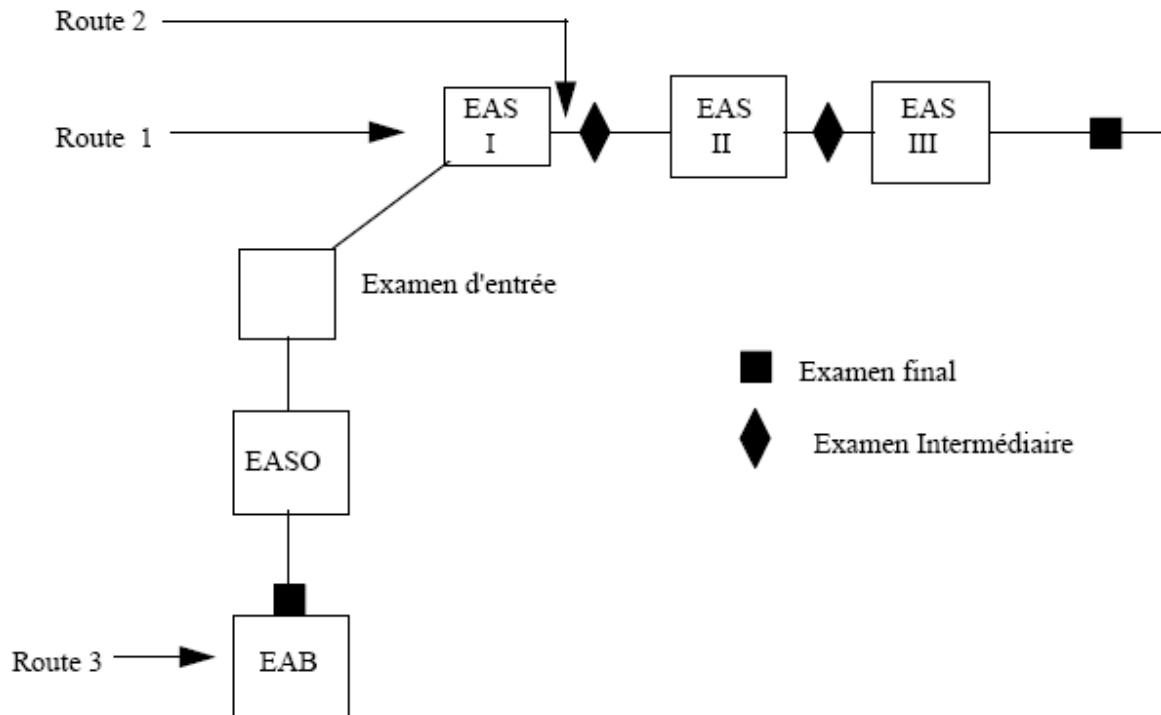
Le guide couvre les exigences minimales pour la formation théorique et pratique, acceptées par toutes les sociétés nationales de soudage et assemblage de l'EFW, en termes de thèmes, mots clés et temps qui leur sont alloués. Il sera révisé périodiquement par le Comité pour prendre en compte tous les changements pouvant affecter l'"état de l'art". Les étudiants qui auront terminé avec succès ce cours de formation seront considérés comme capables de mettre en œuvre la technologie du collage telle que couverte par ce guide. La Partie II qui suit dans ce document couvre l'examen et la qualification.

Les contenus sont donnés dans la structure suivante :

Formation théorique	Heures de formation
1. Adhésion Colles	14
2. Matériaux en tant qu'adhérents	14
3. Construction et conception	12
4. Durée de vie	8
5. Processus de collage	11
6. Essai et analyse	12
7. Santé et sécurité	4
8. Management de la qualité t	7
9. Etudes de cas de fabrication	8
10. Formation à l'habileté pratique	22
11. Examen	8
Total	<hr/> 120

Une heure de cours contient au moins 50 minutes de temps d'enseignement direct. Il n'est pas obligatoire de suivre exactement l'ordre des sujets donnés dans ce guide et le choix des arrangements du programme est permis.

Pour entrer dans le programme 3 routes sont possibles :



Route 1 and 2:

Pour entrer dans le module EAS partie I, les exigences minimales sont :

- Une qualification technique spécifique dont les définitions nationales sont données en Annexe 1 et un âge minimal de 20 ans comprenant 2 ans d'expérience en relation avec le travail.

Dans le cas où il existe des accords de coopération par exemple avec des collèges techniques, selon lesquels des parties fondamentales du cours EAS partie I sont enseignées sous un contrôle étroit de l'ANB, avant que les participants remplissent les conditions d'accès, l'accès peut être autorisé en route2 comme indiqué dans le graphique.

Route 3

Pour accéder au module EAS partie 0 les exigences minimales sont :

- Une qualification EAB
- ou
- qualification de travailleur professionnel (avec un certificat délivré suite à un examen) dans une profession travaillant avec les matériaux et un minimum d'expérience de 3 ans dans des activités liées au collage, et un âge minimal de 22 ans, les définitions nationales sont données en Annexe 0.

Les étudiants qui entrent par la voie collage ou travailleur professionnel (Route 3) doivent passer un test d'entrée. Ceux qui pensent que leur manque nécessite une éducation technique fondamentale peuvent prendre le cours préparatoire EAS Partie 0 avant de passer le test. Si un étudiant rate le test d'entrée il doit suivre le cours complet EAS avant un nouveau test.

Le nombre d'heures de cours qui sont recommandées pour faire partie du cours EAS est donné dans la définition suivante de la formation théorique. La définition du programme précis de la partie I relève de la responsabilité de l'ANB.

Les règles de la conduite de l'examen final par l'ANB sont prescrites sous le titre « Examen et Qualification » du présent guide. L'examen intermédiaire est obligatoire et il relève de la responsabilité du centre de formation de s'assurer que tous les participants ont acquis les connaissances requises. Un échec dans l'examen intermédiaire nécessitera que l'étudiant repasse l'examen.

Les candidats ne remplissant pas les conditions d'accès peuvent suivre les cours en tant que candidats libres mais le passage de l'examen EAS n'est pas autorisé.

De plus, les cours de la Partie I de l'EAS sont appropriés pour être enseignés dans des programmes de formation à longue distance.

### ***Theoretical Education EAS 0***

### ***24 heures + Exam***

1. Introduction	1 Heure
Examen du contenu de ce module	
Révision des connaissances fondamentales	
Informations sur l'EFW et son système de formation théorique et pratique	
La fonction d'EAS en relation avec les normes EN	
2. Unités	1 heure
Unités de longueur et de surfaces	
Unités de temps et dépendantes du temps	
3. Calcul technique	4 heures
Calcul de pourcentage	
Equations	
Réarrangement des équations	
Calcul de longueur, surface et volume	
Unités d'angles	
Fonctions trigonométriques	
4. Dessin technique	4 heures
Formats, lignes, caractères, échelles, aides au dessin	
Plans de pièces plates	
Plans	
Projections, coupes transversales	
Développement plan de profils	
Pièces avec des lignes cachées, hachures	
Symboles, dimension des lignes	
Dessins de diagrammes	

5. Bases de chimie Eléments chimiques Réactions simples	4 heures
6. Bases des Matériaux Propriétés des matériaux	3 heures
7. Ingénierie mécanique Bases de la statique Forces, axes principaux Moments, supports Conditions de stabilité Systèmes statiques Calcul des forces, contraintes, et moments dans les sections transversales	3 heures
8. Calcul de longueur Contraintes, allongements, déformations Comportement des profils des structures Stabilité des constructions	3 heures
9. Assemblage Vis, rivets, boulons, rétreint Collage, brasage tendre, brasage fort, soudage, raidisseurs mécaniques	1 heure

## Annexe 0

Définitions nationales des exigences minimales pour l'accès à la formation de spécialiste en collage et l'examen par la route 3 définie ci-avant :

### **Autriche**

Professional worker in a materials processing profession with a minimum of three years job related experience.

### **Belgique**

Titulaires d'une qualification B.S.O. (Beroeps Secundair Onderwijs) ou E.S.P (Enseignement Secondaire Professionnel) plus trois ans d'expérience pratique.

### **Danemark**

Craftsman (diploma of skill) in materials processing professions (Faglaert med svendebrev).

### **Finlande**

3 years at institute of vocational education or equivalent, materials processing and three years of practical adhesive work in industry.

### **France**

Colleurs professionnels, qualifiés ou certifiés selon les standards EWF, ou des spécifications, dans des centres de formation ou dans l'industrie et ayant des connaissances théoriques élémentaires.

### **Allemagne**

Certificate of a profession worker in materials processing professions got after successful examination by the chambers of industry or craft organisations.

### **Italie**

National certificate (diploma) of professional worker obtained at public or private professional school recognised by the district education authorities ("Regioni" or "Provincia Autonoma").

### **Luxembourg**

Certificat de travailleur professionnel dans le travail des matériaux (CATP = certificat d'aptitude technique et professionnel), obtenu après un examen réussi auprès des chambres de commerce.

### **Pays Bas**

Primary professional education "PBO" in the discipline of assembly/maintenance. Norway  
Craftsmen in materials processing (with letter of skill) (Fagarbeider med nasjonalt fagbrev).

### **Portugal**

Second cycle of basic education.

### **Espagne**

Professional worker in materials processing.

### **Suède**

Professional worker in material processing profession with a minimum of three years job related experience.

### **Suisse**

Certificat d'ouvrier professionnel dans le traitement des matériaux, obtenu après la réussite à un examen d'une organisation du travail (Eidg. Fahigkeitsausweis),

**Royaume Uni**

Approved craft certificates in materials subjects issued by, for example, City & Guilds of London Institute

or

Approved Level 2/3 National Vocational Qualifications or other nationally recognised vocational qualifications in materials subjects

# Formation théorique

## 1. Collage et colles

**14 Heures**

### 1.1 Introduction

Le but de cette section est d'agir comme metteur en scène pour le reste des sujets couverts par les qualifications proposées à la fois pour l'Ingénieur en Collage Européen et le Spécialiste. Cette section devrait être commune pour les deux niveaux. Elle situe le collage dans le contexte des autres technologies d'assemblage. Les liens entre les différents sujets contribuant aux qualifications sont soulignés de telle manière que les objectifs généraux des deux qualifications, comme Ingénieur et Technologue puissent être vus dans le contexte.

La place d'un Spécialiste en Collage qualifié dans l'industrie - son rôle dans une compagnie, ses relations avec d'autres équipes d'assembleurs professionnels etc.

La nécessité de former un individu harmonieux avec une large gamme de connaissances et non quelqu'un qui est focalisé sur son seul secteur d'activité.

Comment la technologie du collage peut s'insérer dans une fabrication industrielle. La nécessité de regarder l'utilisation des colles depuis le concept de la conception jusqu'à la production du composant final.

#### 1.1.1 Arrière plan historique

L'utilisation des colles (dans le sens le plus large) avant 1900.

Adoption industrielle du collage et l'augmentation de son utilisation dans l'industrie aéronautique.

Extension des opportunités pour les colles (et les enduits) de sorte que le marché en fabrication devient plus diffus.

#### 1.1.2 Bénéfices et limites du collage

Bénéfices et opportunités provenant de l'adoption du collage par les compagnies qui fabriquent par exemple réductions des coûts, amélioration de la qualité, plus grande liberté de conception.

Les inconvénients du collage.

- La nécessité d'apporter une plus grande attention à la santé et la sécurité.
- Les implications de coûts en termes de nouveaux matériels, formation des équipes etc.
- Le manqué de crédibilité dans l'industrie.

La nécessité de regarder le collage d'une manière générale, prenant tous les facteurs en compte : ceci comprend la conception, la production et les implications de coûts.

#### 1.1.3 Principes du collage

Une vue générale des théories du collage. Surfaces d'agrément et zones de conflit.

Importance de l'énergie de la surface et comment cela influence l'aptitude à produire une bonne qualité de colle.

Comment les prétraitements affectent l'énergie de surface et donc le degré d'adhésion

Effets de l'environnement sur la performance de la colle.

#### 1.1.4 Glossaire des termes

Les principales terminologies utilisées dans le champ de la technologie du collage seront introduites. Ceci se produira d'une manière ad-hoc tout au long de la phase d'introduction.

Toutefois, un examen systématique des termes utilisés et leurs significations (par exemple tel que défini dans le pr EU 923) sera compris.

Des erreurs d'interprétations de termes spécifiques seront aussi mises en évidence, de telle manière que les gens soient conscients des différences potentielles d'opinion concernant l'utilisation de quelques phrases etc.

Le but est d'assurer une consistance de l'approche à travers l'Europe dans un premier temps et, à travers le monde par la suite.

## 1.2 Colles et enduits

10 Heures

### 1.2.1 Classification

Par famille chimique (époxy, silicone...)

Par mode de mise en œuvre (séchage chimique, évaporation de solvant, mélange/refroidissement...)

Par origine (naturelle, synthétique, minérale, organique...)

Par utilisation finale (colles à bois...)

Par types de fonctions (structure, mélange à chaud, sensible à la pression...)

Par forme physique (composant unique ou multiple, films, bandes, pâtes, liquides...).

### 1.2.2 Constitution des colles et enduits

Différents types de polymères et leurs propriétés fondamentales

Modificateurs de colles :

Remplisseurs:

- Allongeurs et stabilisateurs dimensionnels
- Renforcement
- Contrôle de résistance
- Amélioration de la conductivité thermique
- Amélioration de la propriété électrique
- Retardateur de flamme et supresseur de fumées
- Pigmentation

Promoteurs d'adhésion :

Eléments d'addition

Durcisseurs

Solvants

### 1.2.3 Types de colles

Pour chacune des familles chimiques suivantes :

Résine chimique

Sécheur chimique

Types fonctionnels – formes commerciales

Marchés et applications – fournisseurs principaux

Propriétés:

- Manutention et stockage
- Physiques (avant séchage)
- Processus (mesurage, mélange, préparation, application)
- Mécaniques, chimiques, thermiques, électriques (après séchage)

- Santé et sécurité

Familles chimiques :

- Epoxys
- Phénoliques
- Uréthanes
- Anaérobiques
- Acryliques
- Cyanoacrylates
- Silicones
- Polysulphides
- Colles élastomères
- Polyamides-polyphénylquinoxalines-polybenzimidazoles
- Colles inorganiques

#### 1.2.4 Types d'enduits

Pour chacune des familles chimiques suivantes:

- Polysulphides
- Butyles
- Uréthanes
- Solvants acryliques
- Acryliques à base d'eau et acétates polyvinyliques
- Silicones
- Fluorocarbones

The same description as the adhesive families (see 1.2.3 above)

#### 1.2.5 Exigences de sélection des assemblages collés

Utilisation

Application

Matériaux à joindre (surfaces)

Type de joint

Limites du processus

Exigences mécaniques

Conditions de service

Exigences de coût

#### 1.2.6 Critères de sélection

Compatibilité avec les substrats

Processus (nombre de composants, forme physique, conservation en pot, séchage, viscosité/résistance, remplissage de jeu)

Propriétés mécaniques et thermiques

Durée de vie

#### 1.2.7 Applications

Exemples de travail avec sélection des colles et enduits :

- Inventaire des exigences des assemblages collés.

- Détermination des critères de sélection des colles et enduits
- Sélection des colles

Ce travail doit être réalisé avec ou sans l'aide de systèmes utilisant des ordinateurs.

## **2. Matériaux en tant qu'adhérents**

**14 Heures**

### 2.1 Propriétés importantes de l'adhérant

Les différents types de substrats (plastiques, métaux, bois, étoffes, fibres, verre, composites, céramiques) montrent une grande variété de propriétés, conditionnant le type de traitement de surface et le choix de la colle. Ces propriétés sont :

Propriétés mécaniques (modules, résistance, rupture)

Rigidité

Porosité/perméabilité

Rugosité

Corrosion

Absorption d'eau

### 2.2 But du traitement de surface (Caractéristiques clés de la surface)

Il existe deux types d'adhérents, dépendant de leur énergie de surface :

Substrats avec surface à basse énergie

Les surfaces des plastiques, caoutchoucs et fibres composites ont des surfaces à très faible énergies (typiquement inférieures à environ 50 mJ/m<sup>2</sup>). Le faible niveau d'énergie de surface est principalement critique pour les substrats comme les polyoléfines et les caoutchoucs au butyle séchés.

Substrats avec surface à haute énergie

Les autres figures clés de surface sont :

Rugosité, stabilité, contamination, solidité, uniformité, compatibilité.

Le but de n'importe quel prétraitement de surface particulier peut être varié mais les principaux sont habituellement un ou plusieurs parmi les suivants :

1. Enlever ou prévenir la formation consécutive de toute couche de surface fragile sur le substrat.
2. Augmenter le degré de contact moléculaire qui se forme entre la colle et le substrat pendant l'opération de collage.
3. Assurer que le niveau des forces adhésives intrinsèque qui sont établies à travers l'interface est suffisant pour obtenir à la fois le résistance de joint initiale et la vie en service consécutive qui est exigée.
4. Générer une topographie de surface spécifique sur le substrat.
5. Aider le durcissement/séchage de la colle (par exemple cyanoacrylate).
6. Protéger la surface du substrat avant l'opération de collage (fréquent pour les substrats à haute énergie tels que les métaux).

### 2.3 Types de prétraitements de surface

Le prétraitement de surface dépend du type d'adhérent.

Pour les substrats à haute énergie

#### 1. Nettoyage au solvant

Les surfaces du substrat sont fréquemment contaminées par des huiles, des graisses etc, et un prétraitement commun est le dégraissage soit à la vapeur, ou par essuyage de la surface avec

des chiffons propres trempés dans du, ou plus efficacement dans un bain dégraissant de liquide ou de vapeur.

## 2. Abrasion mécanique

Les méthodes possibles comprennent les brosses métalliques, les papiers de verre ou émeri, les tampons abrasives et le sablage ou grenailage.

## 3. Primaires

Les primaires ont deux buts différents :

Améliorer la performance du composant collé en altérant chimiquement la surface (par exemple des agents couplant au silane, des revêtements de conversion au chrome).

Augmenter la flexibilité de production de l'opération de collage. Après le prétraitement d'un substrat à haute énergie, la surface active absorbera aisément la contamination atmosphérique, et après un certain "temps d'exposition de surface " cela peut conduire à une performance de joint inférieure particulièrement en ce qui concerne la durée de vie.

## 4. Traitements chimiques

Avec Presque tous les substrats à haute énergie la durée de vie maximale dans des environnements aqueux est réalisée quand un prétraitement chimique et/ou primaire est utilisé.

### Cas des aciers

Les aciers sont souvent collés sans, ou avec un minimum de, employer de prétraitement et de bonnes et reproductibles résistances initiales de joint sont souvent obtenues en utilisant une combinaison de techniques de dégraissage/abrasion mécanique, comme montré ci-dessus.

Toutefois, pour obtenir une durée de vie plus importante, des traitements de surface sont recommandés, come des traitements chimiques ou des primaires.

### Cas du titane et de ses alliages

### Cas de l'aluminium et de ses alliages

### Pour des substrats à basse énergie

#### 1. Abrasion

Une abrasion simple est souvent un très pauvre traitement de surface pour les substrats en plastique.

#### 2. Traitements d'attaque à l'acide

De nombreux traitements chimiques ont été mentionnés pour les plastiques mais les plus courants sont les attaques acides pour les polyoléfines, un métal alkali dans de l'ammoniaque liquide pour le polytétrafluoroéthylène, traitement iodé pour les surfaces de nylon etc.

#### 3. Traitements physico-chimiques

Tous ces traitements ont le même effet sur les surfaces des substrats dans le but d'augmenter l'aptitude au collage des matériaux.

Toutes ces techniques sont la seule solution pour augmenter la tension de surface (ou la mouillabilité des matériaux).

#### Décharge Corona

#### Plasma

#### Traitement à la flamme

Autres (radiation UV, prétraitement laser)

#### 4. Primaires

Les primaires sont associés avec les colles pour substrats thermoplastiques.

Les structures de ces primaires sont similaires aux agents couplant tels que le silane, titanate, zirconate et aluminate.

Pour les autres matériaux

Bois, cuir, verre.....

2.4 Sélection du prétraitement de surface et moyens de prétraitements de surface

Le prétraitement est choisi par l'utilisateur en ayant à l'esprit :

- Les spécifications de l'assemblage en termes de performance et durée de vie
- Coût
- Productivité exigée (durée des opérations, temps de stockage)
- De l'équipement déjà disponible
- De considérations de santé et sécurité.

2.5 Moyens de prétraitements de surface

Equipement nécessaire

Produits chimiques et consommables

Equipement périphérique (pour des problèmes de santé et sécurité, par exemple)

### **3. Construction & Conception**

**12 Heures**

3.1 Bases de la résistance des matériaux

Comprenant les métaux, les composites, les plastiques, les caoutchoucs, le bois.....

Rapport force contrainte

Théories de l'élasticité

Critères de résistance

Différents comportements (élastique, élasto-plastiques, plastique, viscoélastique, viscoplastique, élastomère...)

Comportements des matériaux sous différentes conditions de température et de charge

Types de cassure

3.2 Principes de conception des structures collées

Considérations uniques aux colles et enduits (par comparaison avec les structures soudées, soudées par points, rivées, vissées...)

Principes de conception (règles et normes)

Exemple de conception de structures collées dans des secteurs d'application variés.

Conception pour des fabrications mécanisées et automatisées – en relation avec différents types de colles et enduits

Accès et tolérances

3.3 Bases de la conception par collage

Principes de conception (calcul des contraintes)

Conditions d'équilibre

Raidissage

Moments d'inertie

Types de contraintes (tension, cisailage, pelage...contraintes multiaxiales et contraintes combinées)

Contraintes induites par des forces différentielles (joints hétérogènes)

Mesure des contraintes dans les joints collés

### 3.4 Conception du joint

Différents types de joints collés

Classifications (joints à recouvrement, joints cylindriques et tubulaires...)

Exigences de tolérance

Facteurs influents (constatés expérimentalement)

- Longueur de recouvrement
- Renforcement des adhérents (épaisseur et modules)
- Epaisseur de la couche de colle
- Forme du "fillet" adhésif
- Comportement de l'adhésif (modulus, résistance)
- Coefficient de dilatation thermique des adhérents et adhésifs

Essai de résistance de la conception.

### 3.5 Calcul des contraintes dans les joints collés

#### 3.5.1 Méthodes analytiques

Hypothèses - limites

Chargement mécanique

- Analyse élastique
- Analyse élasto plastique
- Analyse visco élastique

Chargement thermo mécanique	]
joint à recouvrement simple	]
joint à recouvrement double	]
joint par enture	] – distribution des contraintes dans le joint
joint à recouvrement en escalier	] – influence des facteurs (propriétés
joint à recouvrement avec géométrie tubulaire	] géométriques des matériaux
joint en épingle et en collier	] – comparaison avec les résultats expérimentaux
Autres types de joints	]

Travail sur exemples avec un logiciel -

- sur joint à simple recouvrement
- sur joints tubulaires à recouvrement
- sur joints cylindriques (épingle & collier)

#### 3.5.2 Analyse numérique

Méthode aux éléments finis

Analyse bidimensionnelle

Analyse tridimensionnelle

Analyse mécanique et thermomécanique avec différents comportement mécaniques pour les adhérents et les colles (élastiques, élastoplastiques, viscoélectriques...)

Travail sur exemples sur structures complexes

- Distribution des contraintes dans le joint

- Influence des caractéristiques de la colle
- Influence de la forme du "fillet" adhésif
- Comparaison avec les résultats expérimentaux

### 3.6 Joints hybrides

Collage associé au :

- Rivetage
- Soudage par point
- Vissage
- Clinchage
- Assemblage, accrochage
- Rétreint

Avantages et limites de ces méthodes d'assemblage.

Règles de conception de tels joints

Comparaison des performances de ces joints comparés aux joints collés et aux joints maintenus mécaniquement

Influence des facteurs

Exemples pratiques dans l'industrie

### 3.7 Considérations de conception sur la durée de vie des joints (Performance à long terme)

Fluage

Fatigue

Effets thermiques

Effets de l'environnement (humidité, eau, produits chimiques)

Effets combinés

Fractures mécaniques

Ces différents comportements seront discutés en profondeur dans les sections 1, 2, 3, et 7.

Dans cette section, seules les recommandations de conception seront données pour réduire ou supprimer ces effets en vue de convenir aux spécifications de l'assemblage.

Travail sur exemples et des applications seront données.

### 3.8 Considérations de fabrication

Facilité d'assemblage

Analyse de la valeur

Automatisation

Considération de coût et économiques

## **4. Durée de vie**

**8 Heures**

### 4.1 Introduction

### 4.2 Effets thermiques sur les joints collés

Dilatation thermique différentielle

Transition thermiques dans les colles

Dégradation thermique des colles

Conductivité thermique des colles

Limites de température des colles

#### 4.3 Effets de l'humidité sur les joints collés

Migration de l'eau dans les joints collés

- Diffusion de l'eau dans les colles
- Concentration d'eau critique

Dégradation de la résistance et mode de ruine

Mécanisme de perte de résistance

- Déplacement de la colle par l'eau
- Hydratation des couches d'oxyde

Amélioration de la durée de vie du joint

- Augmentation de la barrière à la diffusion d'eau
- Hydratation inhibition ou retardement
- Application du primaire

#### 4.4 Effets électrochimiques et Corrosion sur les joints collés

Exposition dans des conditions électro chimiques inertes

Effet des hauts potentiels cathodiques

Effet du courant induit

Effet du contact entre matériaux dissemblables

Effet d'une force mécanique

Effet de la corrosion et de la ruine du joint collé

Modèles théoriques et mécanismes de ruine

Augmentation de la résistance à la ruine d'adhésion cathodique dans les applications aux joints collés.

#### 4.5 Effets chimiques sur les joints collés

Agents chimiques souvent rencontrés.

Résistance chimique des colles par famille chimique

Résistance chimiques des adhérents courants

Méthodes de protection du joint collé

- Peintures et revêtements
- Matériaux déplaçant l'eau
- Enduits élastomères

Méthodes d'essai de la résistance chimique.

#### 4.6 Effets de la radiation et du vide sur les colles dans les joints

Colles pour applications spatiales

Méthodes d'évaluation (environnement spatial simulé)

Résultats de l'évaluation des colles.

#### 4.7 Effets des contraintes mécaniques sur la durée de vie du joint collé

Fluage (chargement permanent) - définition.

Fatigue (chargement cyclique ou dynamique) - définition.

Spécimens pour faire des essais de fluage et fatigue sur joints collés.

Contraintes admissibles (ou forces) sur les colles pour fluage et fatigue.

Géométrie optimisée du joint pour résistance au fluage et à la fatigue.

Modèles théoriques et mécanismes de ruine pour fluage et fatigue.

Modèle de prédiction de durée de vie.

4.8 Effets combinés température - humidité – contrainte mécanique sur les joints collés

Evaluation des paramètres

Essais accélérés de durée de vie

4.9 Effets du climat et du vieillissement sur les joints collés

Définition d'un environnement

Essai à court terme

Essai à long terme

Comparaison des essais à long et court terme

4.10 Estimation et prédiction de la durée de vie pour les joints collés

Techniques d'essai de la durée de vie

Durée de vie dominée par la diffusion : spécimens avec charge de ressort

Durée de vie dominée par l'adhésion : essai avec un coin, essai de pelage humide

Durée de vie dominée par la corrosion: essai avec pulvérisations salées.

## **5. Le processus de collage**

**11 Heures**

5.1 Introduction au processus de collage

5.2 Origine et classement des colles

5.3 Préparation de la colle

(en mettant l'accent sur chaque type de colle)

5.4 Application de la colle

5.4.1 Méthodes d'application de la colle

Brossage

Coulage

Pulvérisation

Revêtement au rouleau, revêtement au couteau

Diffusion à la soie

Mélange

Autre

5.4.2 Mesurage

Procédure et équipement

5.4.3 Mélange

Procédure et équipement

5.4.4 Préparation

Procédure et équipement

5.4.5 Contrôle

Procédure et équipement

5.5 Assemblage

5.5.1 Ordre d'assemblage

## 5.5.2 Méthodes de collage

Collage humide

Collage par réactivation

Collage sensible à la pression

Séchage

Autres méthodes de collage

## 5.5.3 Aspects environnementaux

Effets Thermiques

Effets dus à l'humidité

## 5.5.4 Outillage

## 5.5.5 Collage inadéquate

## 5.6 Collage par pression

### 5.6.1 Equipement de collage par pression

Presses hydrauliques

Tampons hydrauliques

Chargement par poids

Clamps

Application du sac à vide

Appareils autoclaves

## 5.7 Séchage de la colle

Température de la pièce

Séchage par chauffage direct

Séchage par radiation

- séchage UV

- séchage par lumière visible

- séchage infrarouge

Séchage microondes

Séchage de l'humidité

Radiateurs électriques

Chauffage à hautes fréquences diélectriques

Chauffage par induction

Chauffage électrique basse tension

Activation par ultrasons

## 5.8 Réparations

Concepts des réparations

Préparation de la surface pour réparation par collage, considérations sur la contamination de la surface

Exemples de plusieurs applications

- Réparation sur des applications automobiles

- Réparation sur des applications aérospatiales (structures en aluminium, structure en composite avancé etc)

- Réparation sur des applications industrielles

## 5.9 Automatisation et robotisation

Préparation de l'équipement pour des applications robotisées

Progrès dans la technologie de préparation

Autres niveaux d'automatisation

Applications

Développement d'un système robotisé

5.10 Dispositions d'une usine (comprenant les aspects économiques)

5.11 Coordination en collage (équivalent à l'EN ISO 14731)

## **6. Essais et analyses**

**12 Heures**

### 6.1 Normes des méthodes d'essai et autres

Américaine (ASTM)

Anglaise (BS)

Française (AFNOR)

Internationale (ISO)

Allemandes (DIN)

Européennes (EN)

Autres

Spécifications de l'industrie:

- Industrie militaire
- Aérospatiale
- Automobile
- Electronique
- Autre

### 6.2 Détermination des propriétés de colles, adhérents ou joints

Pour déduire la nature et l'amplitude des contraintes dans un joint collé il est nécessaire de connaître les propriétés mécaniques de la colle et du substrat et d'avoir une analyse mathématique de la géométrie du joint.

#### 6.2.1 Colle

L'analyse des contraintes dans les joints collés exige une connaissance des propriétés basique de l'ingénierie de la colle. Typiquement, les propriétés principales exigées sont la traction, ou le module de Young, le module de cisaillement et les contraintes d'élasticité et de rupture ainsi que les forces de traction uni axiales et de cisaillement pur. La plupart des normes d'essai habituelles de joint ne permettent pas de déduire ces propriétés à cause de l'état complexe des contraintes induites dans la couche d'adhésif par la géométrie du spécimen.

Deux différentes approches ont été adoptées dans un effort de surmonter ces problèmes:

- L'une est de mesurer ces propriétés en préparant des spécimens importants de colle (essai statique, essai dynamique, caractérisation rhéologique)
- La seconde est de mesurer ces propriétés en utilisant des géométries de joints spécialement conçues pour mesurer la force de rupture et analyser les comportements de la fracture et de la rupture.

#### 6.2.2 Adhérent ou substrat

Energie de surface

Rugosité

Propriétés mécaniques

Propriétés chimiques (résistance à la corrosion, compatibilité avec les produits chimiques)

Propriétés thermiques

Autres propriétés (électriques, optiques...)

### 6.2.3 Joint

Etude de la géométrie du joint.

Il y a plusieurs aspects généraux importants à conserver à l'esprit pour la conception des joints collés.

Le concepteur ne doit pas seulement veiller à conserver les concentrations de contraintes au minimum mais aussi veiller à distribuer les charges imposées dans les couches adhésives comme une combinaison de contraintes de compression et de cisaillement; en évitant les contraintes de traction, de décollement et de pelage autant que possible.

### 6.3 Caractérisation du matériau de base

Viscosité

Temps de réaction pour un collage adéquate (époxy, acrylique, polyuréthane etc)

DSC (Dynamic Scanning Calorimetry)

Spectrométrie infrarouge

Détermination chimique de la composition de la colle (solvant, remplisseur, équivalent époxy etc)

### 6.4 Caractérisation de la colle séchée

Caractérisation mécanique comme les autres matériaux

DMA (Dynamic Mechanical Analysis)

Propriétés chimiques

Propriétés thermiques

Propriétés électriques et optiques

### 6.5 Propriétés mécaniques de l'assemblage

Essais destructifs de l'assemblage :

- Mesure de la force de rupture
- Essai de rupture et analyse de la cassure
- Essai de fatigue
- Propriétés thermiques et effets de la température
- Propriétés électriques

### 6.6 Performance en service

Essai de durée de vie de l'assemblage :

- Contraintes thermiques
- Humidité
- Environnement chimique
- Contraintes mécaniques (comportement dynamique)
- UV
- Effets combinés

### 6.7 Essais non-destructifs

Le but fondamental de tout essai non destructif d'un joint collé doit être en corrélation directe de quelques paramètres mesurables par l'essai avec la propriété à mesurer ou prédire la rupture, sans diminuer l'efficacité de la partie collée pour son application prévue.

Quelques techniques industrielles d'essai :

- Contrôle visuel : épaisseur du joint, coulage etc
- Techniques de vibrations soniques
- Radiographie X-ray
- Méthodes d'inspection thermique
- Holographie
- Pénétrant liquide
- Transmission et pulsations ultrasoniques

#### 6.8 Examen des surfaces des cassures de joints et couches de colle

Dans le collage, l'analyse des ruptures est un aspect important de manière critique à la fois pour la fabrication et l'investigation scientifique. L'identification de l'emplacement de la rupture d'un produit manufacture ou un essai de structure est nécessaire pour établir la cause de la rupture et aussi pour recommander un remède au problème ou pour comprendre les mécanismes d'initiation et de propagation de fissure et identifier les liens les plus faibles de la structure.

Des techniques varies ont été développées ces dernières années pour étudier les surfaces et les interfaces.

Chacune de ces techniques fournit différentes informations concernant la composition, la structure ou les propriétés électroniques du matériau.

Spécialement, elles peuvent fournir des analyses qualitatives et quantitatives et indiquer le collage chimique, ou elles peuvent mesurer la distribution des matériaux, des éléments, ou, dans quelques cas, des atomes individuels répartis en profondeur ou le long de la surface.

La surface et la rupture peuvent être analysées par :

SEM: Scanning electron microscopy

AES: Auger electron microscopy

IETS: Inelastic scattering spectroscopy

ISS: Ion scattering spectroscopy

SIMS: Secondary ion mass spectroscopy

SRIRS: Surface reflectance infra-red spectroscopy

STEM: Scanning transmission electron microscopy

XPS: X-ray photoelectron spectroscopy

## **7. Santé et sécurité**

**4 Heures**

Les colles et l'environnement de travail

Introduction

Le collage structural de parties supportant des charges a largement augmenté ces récentes années. Le collage a remplacé d'autres méthodes d'assemblage des parties, et est régulièrement utilise avec succès dans des applications avec des exigences très élevées de respect de l'intégrité de la structure, telles que des parties d'avions. Un avantage du collage de structure est leur excellente performance technique, mais un désavantage peut être leurs effets sur l'environnement de travail et sur l'environnement plus éloigné.

L'objectif de la formation dans ce module est de présenter les procédures de travail comme suit:



Sélection de la colle, Check liste, Nouvelle forme de colle (même type de colle), Nouveau type de colle, Automatisation, application des équipements de protection

Quand on considère l'usage des colles pour structures, telles que les colles époxy et polyuréthane, il est important aussi de considérer la méthode avec laquelle les colles seront appliquées. Il est peut-être possible, par exemple, d'appliquer une colle qui présente un risque pour la santé d'une manière à réduire globalement le risque. Le contraire s'applique pour une colle relativement sans risqué : une application manuelle peut la rendre plus dangereuse. Ce que nous voulons montrer ici est que le choix de la colle ne peut être fait que sur un seul critère : il est nécessaire aussi de considérer comment elle sera appliquée.

Les contenus du matériel de formation

Ce matériel comprend les éléments suivants :

7.1 - Sélection de la colle/ Tables de sélection et spécifications de performance pour le choix de la colle appropriée.

7.2 - Une check liste avec commentaires, indiquant les risques associés avec un choix particulier de colle.

7.3 – Les contremesures qui peuvent être appliqués pour adapter le poste de travail à un type particulier de colle, de telle manière que le collage puisse être aussi sûr que possible.

7.4 - Une section de données,

Comprenant des informations telles que la conception des joints collés, le prétraitement, la préparation et l'application des colles, des résumés des risques sur la santé associés avec les constituants des colles.

7.5 – Règles et réglementations nationales.

7.1 Tables de sélection et spécifications de performance

Spécifications de performance technique.

Schéma croisé colle/adhérent (ajusté en considérant le type de risqué sur la santé de la colle).

Indépendamment de la manière dont une colle est bonne d'un point de vue environnement de travail ou externe, il n'y a aucune raison de l'utiliser si elle ne peut fournir la performance technique nécessaire pour le collage particulier concerné.

La spécification de performance peut révéler que de grandes demandes non nécessaires sont faites sur une colle en concevant un joint de telle sorte qu'il est soumis à des charges très élevées. Dans de tels cas, la première ligne d'attaque peut être de reconcevoir le joint : un joint bien conçu peut réduire les exigences de performance de la colle elle-même.

Quand la conception du joint a été réglée, et la performance nécessaire de la colle a été décidée, il sera probablement montré que plusieurs colles remplissent les exigences. Une colle peut être sélectionnée qui représente les plus petits risques possibles. Les risques associés avec l'utilisation d'une colle sont dus à des facteurs tels que les constituants de la colle et l'importance de leurs risques. Un guide très simple pour le choix d'une colle appropriée peut être donné dans un tableau des colles.

## 7.2 Check liste avec commentaires

La check liste comprend toutes les différentes étapes dans le processus du collage avec des considérations sur les effets sur la santé. Chaque question de la check liste est accompagnée de commentaires.

- Généralités
- Conception
- Traitement de surface
- Préparation de la colle/application
- Séchage/solidification
- Contrôle/inspection
- Réparation. Il pourrait être dit que le choix d'une colle non dangereuse a résolu tous les problèmes. Malheureusement, ce n'est pas toujours le cas. Quelques colles 'non-dangereuses' peuvent obliger la réalisation d'un prétraitement du joint pour assurer un collage sain : un post-traitement peut aussi être nécessaire. Ces aspects du processus entier du début à la fin doit aussi être considéré si les problèmes de l'environnement de travail doivent aussi être prévus et prévenus. Cela peut être fait avec l'aide d'une check liste, qui peut aider en identifiant des environnements de travail variés et en déterminant les aspects techniques du choix de la colle. Chaque question de la check liste est accompagnée de commentaires qui décrivent les problèmes variés plus en détail et indiquent des méthodes alternatives.

## 7.3 Contremesures

Exemples de contremesures de différents "postes de travail" communs par exemple::

- Collage avec époxy
  - état fluide
  - état solide
- Collage avec polyuréthane
  - Polyuréthane – un des deux composants
  - Polyuréthane/mélange chaud
- Collage avec acrylate
  - Cyanoacrylate
  - Anaérobique
  - SGA
  - Séchage UV
- Primaire, accélérateur
- Traitement de finition

La liste des contremesures décrit les risques associés à l'utilisation des types et des formes variés de colles, et comment ils peuvent être réduits. Les avantages et désavantages des mesures variées sont aussi discutés. Cette section est une aide quand on envisage de nouvelles positions pour un travail de collage, et peut aussi être utilisé pour vérifier la norme des postes de travaux existants.

## 7.4 Section de données

- Danger pour la santé de différents types de colles
- Liste de noms synonymes de produits chimiques
- Danger pour la santé de différentes formes de colles
- Aspects de conception
- Aspects de traitement de surface
  - Méthodes de traitement de surface pour différents adhérents et applications
  - Méthodes alternatives de traitement de surface /nettoyage
- Aides pour la préparation, le mesurage et le mélange des colles

- Equipement pour la préparation/l'application de différentes formes de colles
- Equipement pour des niveaux d'automatisation variés d'application des :
  - Colles à l'état solide
  - Colles à l'état liquide
- Dangers pour la santé de différents moyens de séchage/solidification
- Dangers pour la santé des équipements utilisés pour le séchage/solidification

Cette section contient des informations sur différentes étapes du processus de collage. Beaucoup de ces informations concernent les risques inhérents associés avec des colles particulières et comment ces colles peuvent être appliquées.

Aucune colle ne représente un danger pour la santé avant que les utilisateurs ou les autres ne soient en contact avec elles d'une manière ou d'une autre. Les facteurs qui ont un rapport avec un tel contact, tel que la forme sous laquelle la colle est rencontrée ou appliquée, ou la méthode de manipulation, affectent donc aussi le danger pour la santé.

Les colles peuvent être livrées sous des formes variées, tels que des liquides épais, visqueux des pâtes, des poudres, des films, des bandes, des granulats ou des blocs qui doivent être mélangés avant leur application. Quelques colles sont des types à simple composant, alors que d'autres sous la forme à deux composants.

La forme la plus communément rencontrée aujourd'hui est la forme liquide. Les colles à deux composants ont habituellement à être préparées avant application. Cela implique des mesures et un mélange, avec des risques résultant de contact à la peau et d'inhalation de fumées. L'utilisation de colles à simple composant implique moins de préparation et donc doit être préféré, à moins que les colles à simple composant utilisables pour l'application particulière soient très dangereuses pour la santé.

Les colles sous forme solide sont habituellement du type à simple composant, ce qui signifie qu'elles n'ont pas à être mesurées ou mélangées. Les colles sous forme de film, qui ont une épaisseur définie, sont faciles à appliquer en quantité correcte, et il n'y a pas besoin d'ajouter un peu plus de colle dans le but d'éviter de se tromper du point de vue sécurité, qui doit être enlevé ensuite. Les colles sous forme solide sont chauffées pendant le processus de collage à un point tel qu'il permet de les mélanger : des fumées peuvent se produire pendant cette étape.

La forme sous laquelle la colle est rencontrée peut aussi affecter le choix des équipements à utiliser avec elle. Un choix approprié d'équipement de mesure, mélange et application, avec leur propre ventilation, peut réduire les risques sur l'environnement de travail associés à l'utilisation des colles.

La manière de faire et l'équipement de séchage / solidification sont aussi importants.

L'équipement de séchage chauffant, la lampe UV etc sont-ils sûrs?

Simplifiée, l'application de colle peut être divisée en différents éléments indépendants : la colle elle-même, l'équipement de mesure/mixage, l'équipement d'application et l'étape de séchage / solidification.

### 7.5 Règles et réglementations nationales

Cette section devrait comprendre les règles générales pour les gens et les aspects tels que :

- Importateurs/fabricants
- Employeurs
- Marquage pour utilisation sur les emballages
- Symboles de danger tels qu'utilisés sur les emballages
- Fiches de données
- Détails des substances dangereuses
- Applications
- Exceptions

- Listes des types
- Informations écrites sur les dangers et la protection
- Marquage
- Inspection du produit sur le lieu d'utilisation
- Equipement de mesurage pour différentes substances
- Equipements de protection (vêtements, gants etc).

Dans le but d'être capable de manutentionner de manière sûre une substance dangereuse, il est d'abord nécessaire de connaître les risques associés à la substance et les caractéristiques de la substance en général qui peuvent avoir une influence sur la figure du risque. Par exemple qui sera exposé et pour combien de temps ? Il est aussi nécessaire de connaître quelles mesures protectrices sont nécessaires dans le but d'assurer que le matériel est manutentionné correctement, et les règles qui s'appliquent peuvent varier d'un pays à l'autre.

## **8. Gestion de la qualité**

**7 Heures**

### 8.1 Introduction – Le processus de collage

Le collage est considéré dans l'ISO 9000 comme un processus spécial, car les résultats de l'opération ne peuvent pas être complètement vérifiés à la fin par des inspections et des essais. Le problème d'assurer la qualité et la fiabilité des joints collés en l'absence de méthodes d'examen non destructif appropriées, dans tous les cas mais seulement dans un petit nombre. En conséquence, l'inspection des collages n'est pas une manière réalisable d'assurer la qualité et en mode de philosophie moderne de fabrication, il existe après l'événement une activité non nécessaire d'un processus de bon contrôle. La seule manière de fournir l'assurance est de gérer et contrôler systématiquement l'opération depuis la conception du joint jusqu'à son assemblage final. De cette manière, la possibilité de produire des joints de qualité médiocre est réduite au minimum à cause des procédures prouvées qui sont suivies à tous les instants.

### 8.2 Contrôle des matériaux de base

Certification du fournisseur - Statuts de tous les fournisseurs de n'importe quel matériau dans le processus de collage (adhérents, consommables, colle, équipement fixe).

Qualifications des systèmes de fabrication.

Spécifications d'approvisionnement – Définies par le client final ou le fabricant.

Essai – Les essais qui sont exigés sur tout matériau approvisionné, pour prouver la conformité aux spécifications d'achat. Essais appropriés au processus, par exemple. viscosité, force de cisaillement au recouvrement. Ou la confiance dans une spécification et au système qualité du fournisseur.

Stockage correct de tous les matériaux du processus de collage, par exemple contrôle de la température, de l'humidité, de la poussière de l'air, plaquette de vie.

### 8.3 Processus de contrôle

Procédure pour spécifications - documentation de toutes les étapes du processus (stockage de la colle et son application, traitement de surface, assemblage, séchage). Coordination du collage, l'équivalent de l'EN ISO 14731 (Coordination en Soudage), devrait être considéré ici et aussi dans la Section 6 (Le Processus de collage).

Formation du personnel - Documentation de l'habileté, expérience du personnel, et formation quand exigé pour réaliser la fiabilité du produit et être en conformité avec le système qualité de la compagnie.

Méthodes de suivi statistique - Mesures réalisées pendant le processus (débit, détection optique des bains de colle, épaisseur de la couche), ensuite les analyses des données et la présentation

des résultats (par exemple courbes SPC), dans le but d'un processus d'amélioration continue. Méthodes de retour d'expérience et résolution des problèmes.

#### 8.4 Contrôle du produit fini

Visuel – manière simple de vérifier que le processus est correct, par exemple apparence du joint, alignement, excès visible de colle.

Physique - mesure d'un article utilisé, pour détecter les produits correctement réalisés, par exemple gorge du fillet de colle séché, essai de flexibilité de la couche, test de chargement du produit fini.

END – essais non-destructifs qui sont disponibles pour détecter les défauts ou les produits endommagés, par exemple ultrasons C-scan, mesures électriques, essai de fuite de gaz.

Essais destructifs - pièces d'essai en parallèle (échantillons témoins) essayés jusqu'à destruction. Arrachement d'un produit complet, à une fréquence convenue ou dans l'éventualité d'une contestation.

Echantillonnage et statistiques - Procédures d'échantillonnage, par exemple BS 6001 niveau S3. Fréquence et coût de l'échantillonnage pour assurer la capacité du processus. Techniques statistiques.

Limites du contrôle final du produit – après que le joint ai été réalisé.

#### 8.5 Outils et techniques de qualité disponibles

Vue d'ensemble des principaux outils et techniques de qualité, ce qu'ils peuvent faire et quand ils devraient être utilisés. Les sept outils fondamentaux, ensuite les outils avancés par exemple QFD, Taguchi, FMEA, diagrammes Ishikawa, Poka-yoke.

## **9. Etudes de cas de fabrication**

**8 heures**

Le but de ce sujet est de donner aux étudiants une opportunité de voir un grand nombre d'applications collées dans leur intégralité. Cela donne une chance de voir comment tous les différents sujets sont interactifs.

### 9.1 Etudes de cas industriels

Les applications d'une gamme de secteurs industriels, par exemple automobile, construction, marine, emballage, etc., seront examinées pour démontrer les méthodes utilisées en prenant un produit de la conception jusqu'à la production finale.

L'accent sera mis sur l'importance des facteurs tels que conception, préparation de surface, choix de la méthode d'application, gestion de la qualité, prix de revient, considérations de santé et sécurité etc.

Quand c'est possible, ces applications seront présentées par des experts de l'industrie qui ont une expérience récente des études des cas qu'ils décrivent.

### 9.2 Exercices de groupe

Les groupes d'étudiants travailleront ensemble comme une équipe pour fournir une solution de fabrication pour un produit collé. Leur évaluation du problème sera discuté avec des experts de l'industrie et d'autres qui fourniront le retour sur les solutions récentes employées en pratique et les raisons pour lesquelles certaines approches ont été adoptées.

Certains exercices incorporeront une analyse de composants cassés avec parmi eux des exemples de détails insuffisants au stade de la conception, d'un travail défectueux, d'une assurance qualité inappropriée etc. seront mis en lumière. La considération de ces facteurs conduira à développer des schémas de fabrication révisés, comprenant des contrôles qualité supplémentaires etc.

Le but de ces exercices est de démontrer que l'assemblage doit être considéré à tous les niveaux du cycle de la conception à la fabrication.

## **10. Exercices pratiques d'habileté**

**22 heures**

Les objectifs de cette section sont de donner une expérience et une appréciation à l'Ingénieur, des procédés qu'il ou qu'elle aura à prescrire, et au Technologue, des tâches qu'il ou qu'elle aura à demander à réaliser aux autres.

### 10.1 Préparation de surface des adhérents

Expérience pratique de chaque principal type de prétraitement de surface, [tels que définis dans la section 3.3, les matériaux en tant qu'adhérents, types de traitements de surface, c'est-à-dire nettoyage et dégraissage, rendre la surface rugueuse, traitements chimiques comprenant l'anodisation, traitements physiques comprenant au moins un avec plasma, corona, flamme ou UV/ozone, primaires comprenant les agents couplant, les revêtements de conversion et les revêtements de protection. Mesures et évaluation de la surface traitée, en rapport avec les caractéristiques clés de la surface, par exemple la mouillabilité par angle de contact ou les ancres de tension de surface.

### 10.2 Utilisation des différentes colles

Distribution manuelle des colles liquides, en pâte et en film, dans le but d'apprécier la viscosité, la vitesse de séchage, une manipulation plus sûre et efficace

### 10.3 Utilisation des équipements d'application des colles

Equipements de distribution simples et complexes. Distribution automatique, utilisation d'un équipement de démonstration.

### 10.4 Types de joint

Joints à recouvrement, joints coaxiaux, couches des multicouches et base de peau (mousse, nid d'abeille)

### 10.5 Fabrication des joints collés avec différents matériaux

Métaux – acier doux, aluminium; plastiques - thermoplastiques (par exemple polypropylène), composite therm durcissable (par exemple GRP); autres - caoutchouc, béton, étoffe.

### 10.6 Examen et essai des joints collés

Essais mécaniques des joints collés en mode cisailage, pelage et traction. Examen des surfaces de rupture.

### 10.7 Techniques d'inspection pratique

Évaluation visuelle et mesures physiques des caractéristiques du joint f, par exemple les gorges des filets de colle séchés, pour détecter les assemblages corrects. Méthodes d'END comprenant les ultrasons, l'émission acoustique (par exemple essai de coin) ou les essais électriques.

## **11. Examen 8 heures**

Les procédures d'examen décrites ci-dessous sont conçues pour simuler les différentes situations d'un spécialiste en collage en activité dans l'industrie. Il doit y avoir des examens dans chacun des sujets suivants :

- Collages et colles
- Les matériaux en tant qu'adhérents
- Construction et conception
- Durée de vie
- Processus de collage

- Essais et analyses
- Santé et sécurité
- Gestion de la qualité

#### Examen écrit

A la discrétion du Jury d'Examen, l'examen doit consister en :

- a) une série de questions rédactionnelles couvrant le champ complet du sujet
- ou b) une série de questions à choix multiple couvrant le champs complet du sujet
- ou c) une combinaison de a) et b) avec des notes égales attribuées à chaque type.

Le temps dévolu à l'examen écrit doit être au minimum d'une heure par sujet, c'est à dire 8 heures au total.

#### Examen oral

L'examen oral est optionnel à la discrétion du Jury d'examen sauf pour les cas limites pour lesquels il est obligatoire.

## **Annexe 1**

Définitions nationales des exigences minimales pour l'accès à la formation et à l'examen de Spécialiste en Collage par la route 1 définie avant :

### ***Autriche***

High craft or industry qualification in materials processing (Meister im Gewerbe oder in der Industrie).

### ***Belgique***

Titulaires d'un B.S.O. (Beroeps Secundair Onderwijs) ou d'un E.S.P. (Enseignement Secondaire Professionnel) plus le certificat d'une " septième année " en formation professionnelle plus deux ans d'expérience pratique.

### ***Danemark***

Master craftsman in materials processing eg. exam og autoriseret gas, vand og sanitestmester.

### ***Finlande***

%

### ***France***

Diplôme d'ingénieur reconnu par le ministère de l'éducation universitaire ou une école d'ingénieurs. Diplôme en ingénierie de l'université DEA ou DESS

### ***Allemagne***

High craft or industry qualification in materials processing (Maser degree or foreman position).

### ***Italie***

Diploma of technical professional school (at least 3 years after middle school), recognised by the Minister of Education.

### ***Luxembourg***

Master craftsman in materials processing (Inhaber einer Meisterprüfung im metallverarbeitenden Handwerk).

### ***Pays Bas***

Extended secondary professional education "VBO" in the disciplines of assembling/maintenance.

### ***Norvège***

%

### ***Portugal***

Third cycle of basic education or the second cycle of basic education plus three years in a Professional Training Centre in the materials processing area (Professional Qualificado).

## ***Espagne***

High Technician (Tecnico superior) in materials processing or other nationally recognised studies equivalent to the above.

## ***Suède***

Access if possible via three routes:

a) 2 years at Gymnasieskolans verkstadstekniska linke (practical, upper secondary school). Prior to 1993.

or

b) 3 years at Gymnasieskolan Industrieprogrammet (practical, upper secondary school). After 1993.

or

c) Older equivalent educations with at least two years of technical education after the compulsory school leading to at least the same competence as alternatives a) and b) above.

## ***Suisse***

High craft qualification in material processing professions (dipl. Meister oder Betriebsfachmann mit eidg. Fachausweis).

## ***Royaume Uni***

BTec/Scotvec, National Certificate in Engineering,

or

Approved City and Guilds of London Institute Part 3 Certificate in Engineering subjects,

or

Approved Level 3 National Vocational Qualifications in engineering subjects.

## **Partie II: Examen et qualification**

### **1. Introduction**

Ce guide vise à réaliser une harmonisation et des standards communs d'examen et de certification des Spécialistes en Collage professionnels en Europe. Les organismes nationaux de soudage et assemblage, membres de l'EFW, reconnaissent mutuellement la Certification attribuée dans tout autre pays membre aux Spécialistes en Collage Européens, suite à un examen conduit conformément au présent Guide.

La formation doit avoir suivi ce guide EWF " Spécialistes en Collage Européen" partie I, et l'examen doit avoir été conduit par l'Organisme National autorisé par l'EFW à cet effet.

L' "Organisme National Autorisé" sera normalement l'Organisation Nationale de Soudage et Assemblage, mais peut être une autre organisation moyennant l'agrément du membre EWF.

### **2. Agrément du cours de formation**

Tout cours de formation conduisant à un examen EWF doit être agréé par l'Organisme National Autorisé (ANB). Le nombre d'enseignants requis pour donner le cours doit être suffisant pour assurer que la connaissance des experts et l'expérience industrielle pour couvrir le programme est représentée de manière adéquate dans l'équipe d'enseignants et de conférenciers extérieurs.

### **3. Jury d'examen**

Le président et les membres du Jury d'Examen doivent être nommés par l'ANB. Le jury d'examen doit comprendre:

- a) le président qui doit être un représentant de l'ANB, et doit être indépendant du centre de formation.
- b) les principaux enseignants du sujet.
- c) des experts de l'industrie ou d'autres organisations.

Les responsabilités du jury d'examen sont données dans le document EWF 416.

### **4. Admission à l'examen**

L'admission à l'examen conduisant à l'attribution du diplôme du Spécialiste en Collage Européen doit être limitée à ceux :

- a) qui remplissent les conditions d'accès définies dans le présent guide
- et
- b) qui ont suivi le cours, conforme au présent guide et agréé par l'ANB, au moins à 90%.

Des exceptions peuvent être faites à la discrétion de l'ANB.

Examen 8 heures

Les procédures d'examen décrites ci-dessous sont conçues pour simuler les différentes situations d'un spécialiste en collage en activité dans l'industrie. Il doit y avoir des examens dans chacun des sujets suivants :

- Collages et colles
- Les matériaux en tant qu'adhérents
- Construction et conception
- Durée de vie

- Processus de collage
- Essais et analyses
- Santé et sécurité
- Gestion de la qualité

#### Examen écrit

A la discrétion du Jury d'Examen, l'examen doit consister en :

- a) une série de questions rédactionnelles couvrant le champs complet du sujet
- ou b) une série de questions à choix multiple couvrant le champs complet du sujet
- ou c) une combinaison de a) et b) avec des notes égales attribuées à chaque type.

Le temps dévolu à l'examen écrit doit être au minimum d'une heure par sujet, c'est à dire 8 heures au total.

#### Examen oral

L'examen oral est optionnel à la discrétion du Jury d'examen sauf pour les cas limites pour lesquels il est obligatoire.

### **6. Evaluation des performances**

Pour réussir l'examen les candidates doivent obtenir au moins 60% de la note maximale possible dans chaque sujet.

Les parties individuelles d'examen réussies restent valides pour une période de trois ans. L'examen dans toutes les parties du cours doit être réalisé dans une période de trois ans à compter du démarrage du cours.

### **7. Réexamen et procédure d'appel sont couverts par le DOC EWF 416**

### **8. Certificat de Spécialiste en Collage Européen**

Après un succès à l'examen, un diplôme est attribué au candidat par l'Organisme National Autorisé (ANB).

Les personnes qualifiées "European Adhesive Specialist" peuvent être appelées Spécialistes en Collage Européen dans la langue nationale et utiliser la désignation "EAS" (invariable dans tous les pays membres).

### **9. Arrangements transitoires**

Terminés depuis 2000.