

**GUIDE IIW  
PERSONNEL INTERNATIONAL D'INSPECTION  
EN SOUDAGE**



**Exigences Minimales pour  
La formation, l'examen et la qualification**

Prepared and issued by the  
IAB - International Authorisation Board  
Under the Authority of the  
IIW - International Institute of Welding



Traduction réalisée par l'AFS le 18-9-2005 seule la version anglaise fait foi

**Doc . IAB-041-2001/EWF-450 R1**

**Approuvé Juillet-2003  
Edité : Avril-2004**

## Sommaire

<b>SECTION 1: EXIGENCES MINIMALES POUR L'EDUCATION DES AGENTS D'INSPECTION EN SOUDAGE INTERNATIONAUX (IWIP).....</b>	<b>4</b>
1. INTRODUCTION.....	4
2. NIVEAUX DU PERSONNEL D'INSPECTION.....	4
3. ROUTES POUR LA QUALIFICATION.....	5
4. ROUTES DE QUALIFICATION (ROUTE ALTERNATIVE A LA QUALIFICATION).....	6
5. RECONNAISSANCE DES CERTIFICATIONS EN END.....	7
6. DEFINITIONS.....	7
7. ROLE DE L'INSPECTEUR.....	8
8. PROGRAMME.....	9
<b>SECTION 2: EXIGENCES MINIMALES POUR L'EXPERIENCE, L'EXAMEN ET LA QUALIFICATION ..</b>	<b>77</b>
1. INTRODUCTION.....	77
2. ROUTE CONDUISANT DE IWI-B A IWI-S ET DE IWI-S A IWI-C.....	77
3. VERIFICATION DE L'ACUITE VISUELLE.....	77
4. APPROBATION DU COURS DE FORMATION.....	77
5. CONDUITE DES EVALUATIONS ET DES EXAMENS.....	77
6. PROCEDURES D'EXAMEN.....	78
7. NOUVEL EXAMEN.....	79
8. DIPLOME DE L'IIW.....	79
9. PROCEDURE D'APPEL.....	79
10. PERIODE TRANSITOIRE.....	79
<b>ANNEXE 1 CONDITIONS D'ACCES.....</b>	<b>81</b>
<b>ANNEXE 2 EQUIPEMENT DES ATB.....</b>	<b>82</b>
<b>ANNEXE 3 ROUTE ALTERNATIVE - EVALUATION DETAILLEE DE L'ANB.....</b>	<b>83</b>

## **Préface**

Ce document est basé sur le guide « Agent d'Inspection Européen en Soudage » tel que développé par la Fédération Européenne du Soudage, Assemblage et Coupage (EWF), à travers un agrément signé pour la première fois le 19 Juillet 1997, au cours de l'Assemblée Annuelle de l'Institut International de la Soudure à San Francisco, USA, et qui a été renouvelé et développé plus profondément depuis.

Les Organismes Nationaux Autorisés (ANB) qui sont autorisés à émettre les diplômes EWIP peuvent émettre le diplôme d'Agent d'Inspection Européen en Soudage pendant 5 ans à partir de la date de première approbation de ce document.

Des copies de ce document sont disponibles au secrétariat de l'IAB de l'IIW/IIS ou de leur distributeurs agréés.

## **Section 1: Exigences minimales pour l'Education des Agents d'Inspection en Soudage Internationaux (IWIP).**

Edition 6.11.02

### **1. Introduction**

Ce guide de la formation internationale des agents d'inspection en soudage qui seront employés comme inspecteurs a été conçu par les membres du Groupe de travail A3b de l'International Autorisation Board, IAB, de l'Institut International de Soudure, IIW. Il est destiné à fournir une éducation de base en technologie du soudage et d'inspection requise pour le personnel responsable de tâches d'inspection à différents niveaux. Il est possible qu'une formation supplémentaire et/ou qu'une expérience soit requise en plus de l'éducation de base pour remplir les exigences d'applications spécifiques ou de certaines fonctions.

La section 1 de ce guide définit les exigences minimales relatives à la formation théorique et pratique, acceptées par tous les organismes de soudage nationaux de l'Institut International de Soudure, présentées sous forme de thèmes, mots clés et durées fixées. Il sera révisé périodiquement par le Groupe de travail A3b, pour tenir compte des évolutions intervenues dans "l'état de l'art". Les étudiants ayant suivi cette formation avec succès doivent en principe être capables de mettre en application la technologie du soudage et de l'inspection couverte par ce guide. La section 2 de ce document couvre les examens et la qualification.

### **2. Niveaux du personnel d'inspection**

Ce guide prévoit la formation de trois niveaux de personnes, comme suit :

**COMPLET (IWI C) :** un candidat suivant le niveau « complet » de la formation de ce programme doit posséder une connaissance approfondie de l'application et de la théorie du soudage et de l'inspection. Cette base de connaissance rendra le candidat apte à comprendre efficacement et à appliquer ses connaissances dans les domaines suivants :

- les techniques de contrôles non destructifs, les essais mécaniques et l'inspection visuelle
- les procédures d'inspection et les critères d'acceptation,
- les spécifications de matériaux et la métallurgie,
- les spécifications des consommables,
- les plans d'ingénierie, l'assemblage des joints et les tolérances de fabrication,
- la préparation et la mise en œuvre des DMOS et des QMOS,
- la préparation et l'application des procédures de contrôle et les critères d'acceptation,
- les programmes de contrôle qualité,
- le fonctionnement des équipements de soudage et leur application avec les limites,
- les programmes nationaux et internationaux de qualification de soudeurs,
- l'identification des défauts de soudure avant, pendant et après soudage,
- les exigences d'inspection basées sur les spécifications nationales ou les codes

**STANDARD (IWI S) :** un candidat suivant le niveau « standard » de la formation de ce programme doit posséder une connaissance poussée de l'application et de la théorie du soudage

et de l'inspection. Cette base de connaissance rendra le candidat apte à comprendre efficacement et à appliquer ses connaissances dans les domaines suivants :

- les techniques de contrôles non destructifs, les essais mécaniques et l'inspection visuelle
- les procédures d'inspection et les critères d'acceptation,
- les spécifications de matériaux et la métallurgie,
- les spécifications des consommables,
- les plans d'ingénierie, l'assemblage des joints et les tolérances de fabrication,
- les DMOS et les QMOS,
- les programmes de contrôle qualité,
- le fonctionnement des équipements de soudage et leur application avec les limites,
- les programmes nationaux et internationaux de qualification de soudeurs,
- l'identification des défauts de soudure avant, pendant et après soudage,
- les exigences d'inspection basées sur les spécifications nationales ou les codes

**BASIQUE (IWI B) :** un candidat suivant le niveau « basique » de la formation de ce programme doit posséder une connaissance générale de l'application et de la théorie du soudage et de l'inspection. Cette base de connaissance rendra le candidat apte à comprendre efficacement et à appliquer ses connaissances dans les domaines suivants :

- les techniques de contrôles non destructifs, les essais mécaniques et l'inspection visuelle
- les spécifications de matériaux et la métallurgie,
- les spécifications des consommables,
- les plans d'ingénierie, l'assemblage des joints et les tolérances de fabrication,
- les DMOS et les QMOS,
- procédures de contrôle et critères d'acceptation,
- l'identification des défauts de soudure avant, pendant et après soudage,

### **3. Routes pour la qualification**

Ce guide prévoit deux routes principales pour la qualification comme suit :

#### **3.1 La Route 1**

Concerne pour les personnes qui remplissent les conditions d'accès définies dans l'annexe 1 pour le niveau voulu. Les candidats peuvent décider, par une auto évaluation sur la base d'une formation antérieure et / ou d'une expérience, de procéder directement à l'examen intermédiaire ou de suivre d'abord le module de technologie du soudage. Un succès à l'examen intermédiaire est requis avant l'entrée dans le module d'inspection en soudage.

#### **3.2 La Route 2**

Convient à ceux qui possèdent déjà une qualification IIW et qui peuvent accéder directement au module d'inspection en soudage au niveau correspondant.

Pour le niveau IWI S seulement, le guide reconnaît la situation courante dans plusieurs pays en prévoyant, dans la **Route 3**, la possibilité d'entrée aux inspecteurs ne remplissant pas complètement les conditions d'accès spécifiées dans l'annexe 1 mais possédant au moins 5 ans d'expérience authentique dans l'inspection générale en ingénierie. De tels inspecteurs peuvent décider, par une auto évaluation, soit de se présenter directement à l'examen intermédiaire qui suit le module 0, soit de suivre d'abord les 40 heures du module 0 de technologie de base. Le module de technologie du soudage WT II est obligatoire pour la route 3.

Le guide prévoit aussi pour les IWI B avec de l'expérience de progresser jusqu'à IWI S par la **Route 4** de la Fig 1. Le (la) candidat(e) peut décider s'il prend ou non les modules spécifiques de celle-ci sur la base d'une auto évaluation. Sa connaissance sera contrôlée au moyen de

l'examen intermédiaire et un échec obligera le (la candidat(e) à suivre l'un ou l'autre des modules 0 et WT II ou les deux.

Pour toutes les routes, si le (la) candidat(e) rate un examen intermédiaire en ayant choisi une option d'accès direct à cet examen, il (elle) devra suivre la formation du module omis avant de repasser l'examen.

Les routes conduisant à la qualification sont résumées Fig. 1 « Route standard » et Fig. 2 « Autres routes 2, 3 et 4 », les nombres entre parenthèses étant le nombre minimum d'heures de formation recommandées pour chaque cours. Une heure de formation contiendra au moins 50 mn d'enseignement effectif. En appendice 1, sont données les définitions des conditions d'accès pour chaque pays.

Les règles pour la conduite des examens finaux par l'ANB sont données dans la section 2 de ce guide. Les examens intermédiaires sont obligatoires et il est de la responsabilité des centres de formation de s'assurer que ceux qui entrent dans le module suivant ont acquis le niveau de connaissance requis

#### **4. Routes de qualification (route alternative à la qualification)**

Un candidat doit soumettre à l'ANB, en même temps que son formulaire de candidature :

##### **IWI-C :**

- un diplôme I/EWT ou la preuve qu'il satisfait les conditions d'accès for l'I/EWT.
- un curriculum vitae (CV) /résumé contenant les informations professionnelles
  - la preuve d'au moins trois ans de fonction en inspection en soudage et inspection au niveau de technologue (dans une période de quatre ans avant la candidature)
  - la preuve de l'expérience du candidat, de sa formation théorique et pratique pour devenir IWI-C (peut intégrer d'autres résultats de tests)

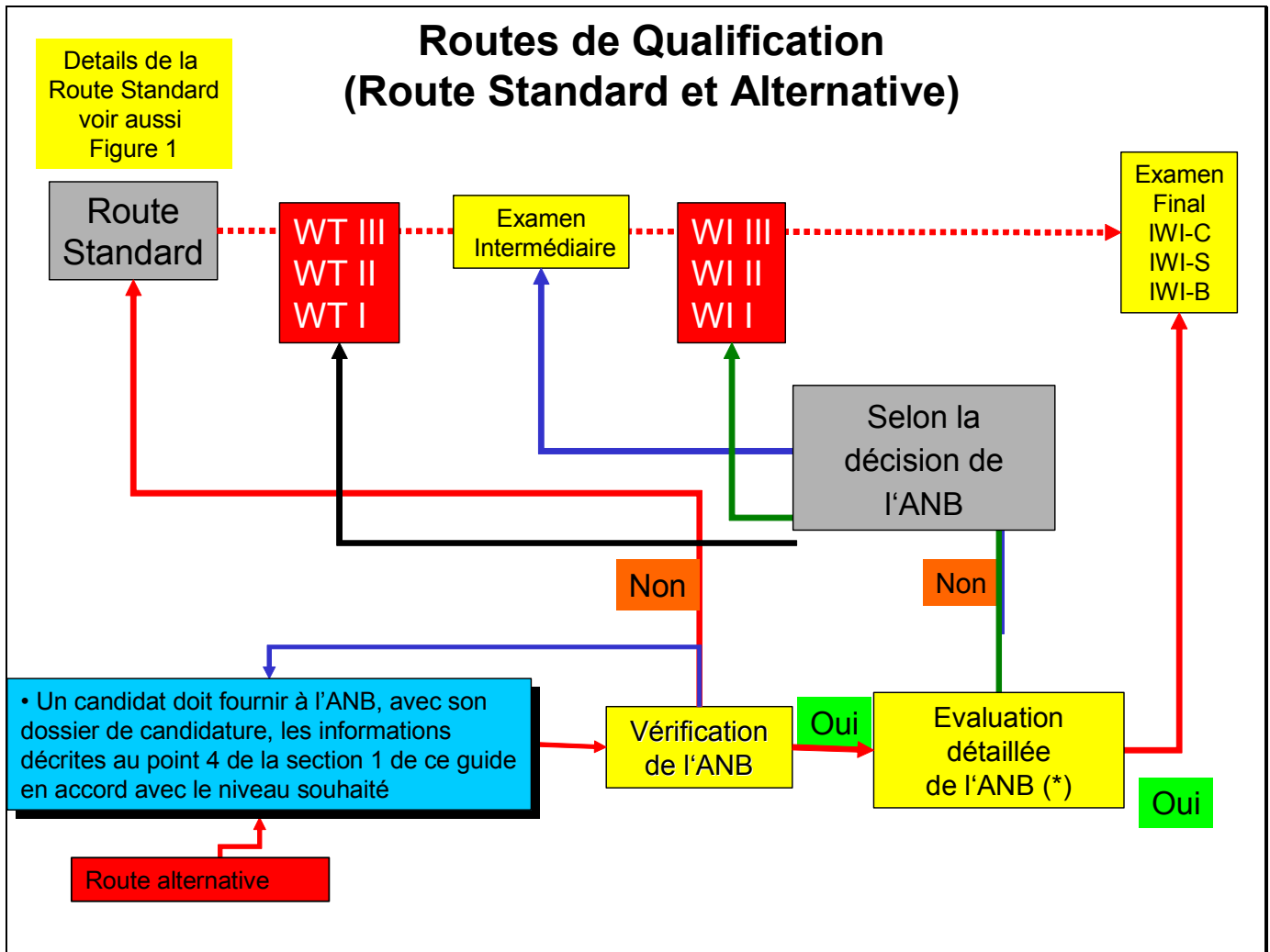
##### **IWI-S**

- un diplôme I/EWS ou la preuve qu'il satisfait les conditions d'accès for l'I/EWS.
- un curriculum vitae (CV) /résumé contenant les informations professionnelles
  - la preuve d'au moins deux ans de fonction en inspection en soudage et inspection au niveau de spécialiste (dans une période de trois ans avant la candidature)
  - la preuve de l'expérience du candidat, de sa formation théorique et pratique pour devenir IWI-S (peut intégrer d'autres résultats de tests)

##### **IWI-B**

- un diplôme I/EWP ou la preuve qu'il satisfait les conditions d'accès for l'I/EWP.
- un curriculum vitae (CV) /résumé contenant les informations professionnelles
  - la preuve d'au moins deux ans de fonction en inspection en soudage et inspection au niveau de praticien (dans une période de deux ans avant la candidature)
  - la preuve de l'expérience du candidat, de sa formation théorique et pratique pour devenir IWI-B (peut intégrer d'autres résultats de tests)

L'ANB doit déterminer, par vérification documentaire, si la candidature est valable pour une évaluation plus détaillée



(\*) voir annexe 3

## 5. Reconnaissance des certifications en END

Ceux qui sont certifiés en END conformément à l'ISO 9712, à l'EN 473 ou d'une manière équivalente reconnue par l'ANB peuvent être dispensés de la partie END des modules d'Inspection en Soudage et ce procédé par procédé, mais pas de l'examen final. L'agrément de tels arrangements est à la discrétion de l'ANB.

La certification NDT niveau 3 s'applique aux modules WI III, la certification NDT niveau 2 s'applique au module WI II et la certification NDT niveau 1 s'applique au module WI I.

## 6. Définitions

### 6.1 Formation théorique et pratique

système d'instruction dans la théorie et la pratique concernée qui prend la forme de cours conformes à un programme approuvé et des périodes de travaux pratiques sous une supervision qualifiée (mais ne doit pas inclure l'utilisation d'échantillons utilisés lors de l'examen pratique). Tous les cours de formation conduisant à l'obtention d'une qualification couverte par ce Guide doit être approuvé par l'ANB.

## 6.2 Qualification

Démonstration, conduite par l'ANB., impliquant un examen des connaissances et de l'expérience en accord avec les critères spécifiés. Le succès dans cet examen conduit à la délivrance, par l'ANB., d'un diplôme approprié.

## 6.3 Expérience

Période durant laquelle le candidat réalise de l'inspection en soudage comme activité principale sous une supervision qualifiée comprenant une implication personnelle à l'inspection des matériaux, parties de structures mais ne comprenant pas les essais réalisés pendant les cours.

## 6.4 Certification

La procédure conduisant à une démonstration écrite d'une compétence individuelle démontrée par l'examen et une démonstration de l'expérience et de la surveillance correspondante pour confirmer que la compétence est acquise. Cela ne fait pas partie de ce guide et est normalement le sujet d'un schéma de certification indépendant.

## 7. Rôle de l'inspecteur

Le rôle de l'inspecteur commence bien avant que la soudure démarre, continue pendant les opérations de soudage, implique des actions après que la soudure soit terminée et n'est terminée que quand les résultats ont été correctement enregistrés. Comme part du système qualité, les activités d'inspection sont définies dans un programme d'inspection et d'essais qui décrit clairement ce qui est requis. L'inspecteur est souvent responsable de la réalisation des documents qui assurent la traçabilité des composants et des actions correspondantes en fabrication.

Avant le soudage, l'inspecteur doit s'assurer que les matériaux sont corrects et que l'atelier a approuvé procédures de soudage et qualifié les soudeurs de manière adéquate. Des procédures écrites et des opérateurs compétents sont importants pour la réalisation d'un produit soudé de qualité, mais la réalisation véritable de la soudure est aussi un point critique pour l'inspecteur. Une fois que l'inspecteur se soit assuré que tout est en ordre pour procéder au soudage, la tâche devient de la surveillance et du suivi. Il existe trois intérêts essentiels à ce point : s'assurer que les procédures écrites sont bien suivies; et, bien sûr, guetter tous signes physiques de non-conformité du produit final.

Les responsabilités de l'inspecteur sont de vérifier les matériaux de base et les consommables de soudage, examiner le montage et la préparation pour le soudage, et surveiller les opérations de soudage elles-mêmes. Une fois la soudure terminée, une nouvelle série de tâches d'inspection commence, qui débute par l'exécution du programme d'inspection selon la procédure approuvée, conservant la trace du statut du contrôle et des essais et sélectionnant des soudures particulières pour les futurs END ou essais mécaniques.

Un traitement thermique (tel que le préchauffage, post chauffage et traitement thermique après soudage peut être un paramètre critique dans une opération de soudage et l'inspecteur est souvent requis pour assurer qu'il a été effectué correctement. Un traitement thermique doit être réalisé selon une procédure écrite approuvée. L'inspecteur doit en savoir suffisamment sur la technique, l'équipement et les rapports pour avoir confiance dans les résultats.

## 7.1 Rapports

Quand la préparation, la réalisation et l'inspection sont terminés, l'inspecteur doit collecter les observations, la liste de contrôle, et les résultats dans un rapport qui est structuré pour répondre aux exigences du client, de la réglementation, ou d'un code. Ce rapport est le document de référence qui devrait permettre la reconstitution des paramètres de fabrication qui prouvent après des années de service ce qui a contribué à une cassure. Il permet de retracer la responsabilité d'un fournisseur spécifique ou du donneur d'ordre.

Un ou plusieurs rapports intermédiaires peuvent être nécessaires pour montrer la progression pendant un projet de construction long et compliqué. Les rapports doivent détailler les étapes de l'inspection, les paramètres, et les résultats, y compris les actions correctives si requis. Il est important d'identifier les problèmes liés à la qualité aussi tôt que possible dans un contrat. Des rapports intermédiaires et des observations sont extrêmement valables car ils apportent à l'ingénierie et au personnel de production des informations qu'ils n'auraient pas autrement. Les observations de l'inspecteur peuvent mettre en évidence des problèmes de qualité auxquels on peut peut-être remédier par des changements de conception ou de mode de fabrication s'ils sont détectés assez tôt. L'inspecteur devrait se souvenir de quantifier ses observations quand c'est possible.

Les tâches typiques d'un inspecteur en soudage sont les suivantes :

1. interprétation des plans et des spécifications;
2. vérifications des qualifications de la procédure de soudage, des soudeurs et des opérateurs soudeurs;
3. vérifier la mise en œuvre des procédures de soudage approuvées;
4. sélection des coupons témoins de production;
5. interprétation des résultats des essais;
6. préparation des rapports et conservation des enregistrements;
7. préparation des procédures;
8. contrôler la bonne application des méthodes END.

Le pouvoir d'arrêter le travail ou de faire mettre en œuvre une action corrective immédiate pour résoudre un problème de qualité est particulièrement important dans la définition de la responsabilité de l'inspecteur.

## 7.2 Système de certification

Ce guide est destiné à fournir seulement un programme pour la formation des inspecteurs en soudage, et n'implique pas que les personnes soient compétentes pour remplir les fonctions d'inspecteurs en soudage. Des programmes correspondants de certification pour la certification d'inspecteurs en soudage doivent être utilisés pour vérifier la compétence et les détails des fonctions.

## 8. Programme

Il n'est pas obligatoire de suivre exactement l'ordre du sommaire donné dans ce guide, et un choix dans l'ordonnancement du programme est permis.

Toutefois des précautions doivent être prises par l'ANB pour assurer que tout changement dans l'ordre de présentation des modules de technologie en soudage et dans les modules d'inspection en soudage n'altère pas les points d'entrée mentionnés dans la Figure 1.

**Figure 1. “ROUTE STANDARD ”**

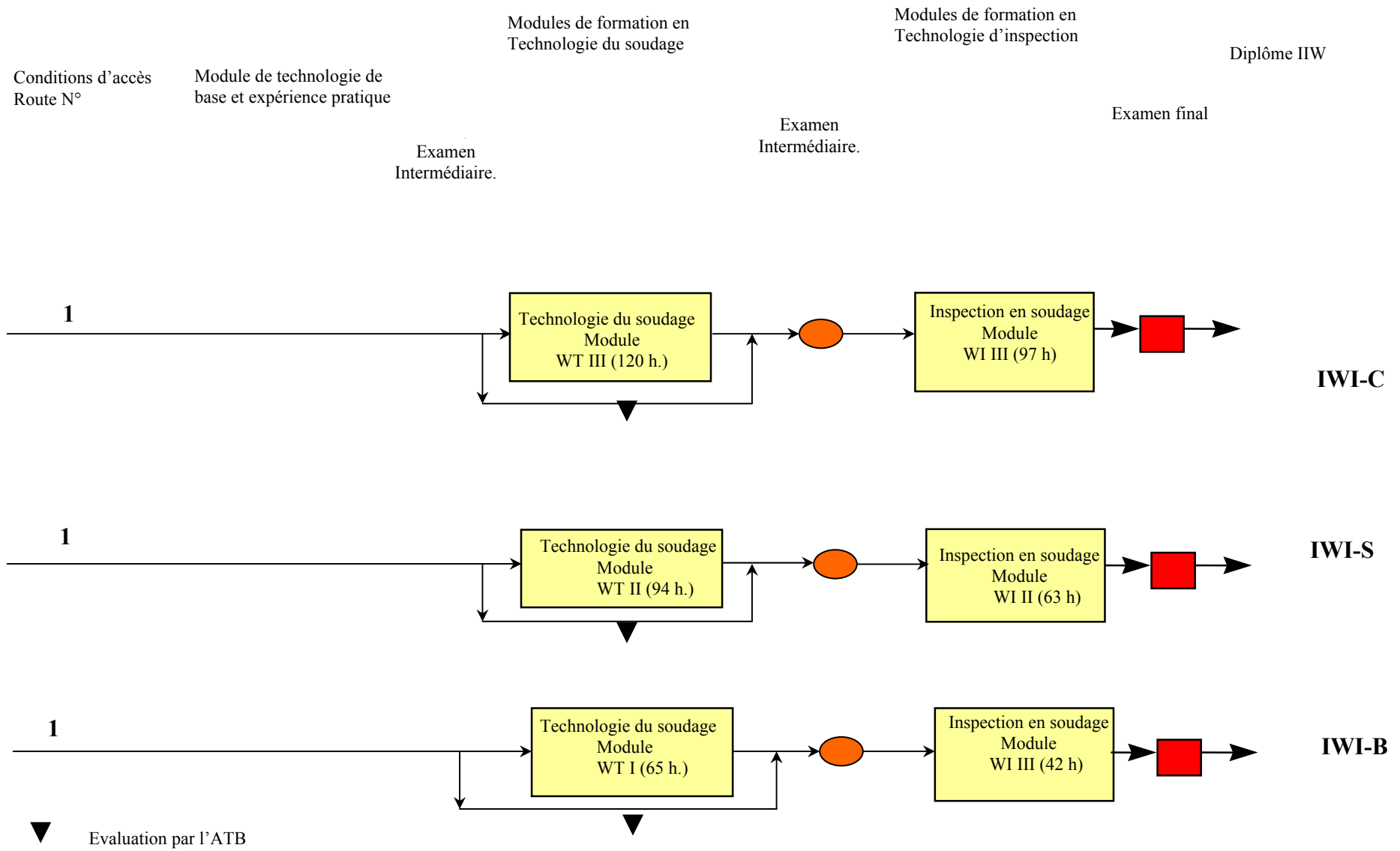
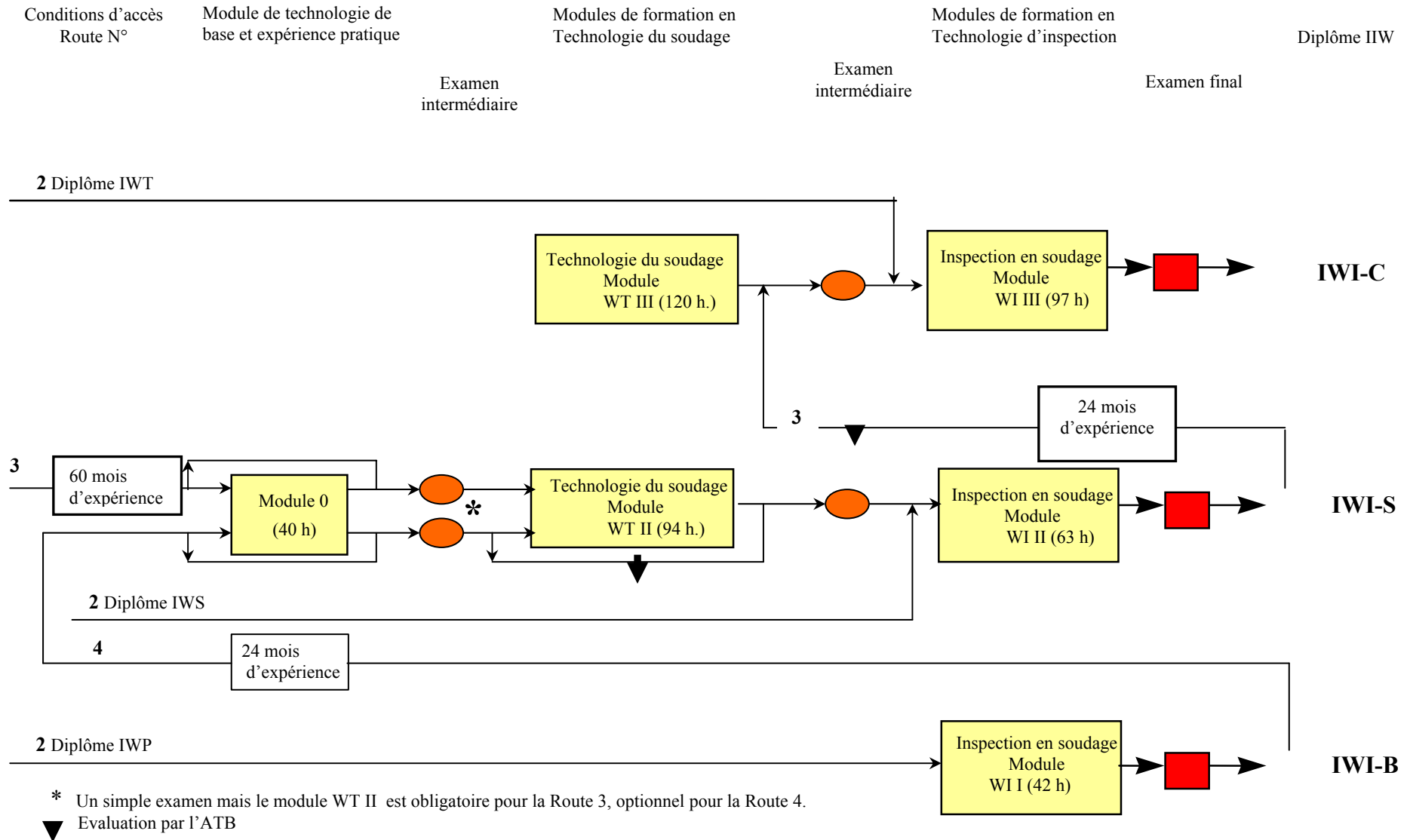


Figure 2. “ AUTRES ROUTE 2, 3 et 4 ”



**Formation théorique : Modules de Technologie en Soudage**

WT III	WT II	WT I
23□	13□	11□

**1. PROCÉDES ET MATÉRIELS DE SOUDAGE□****1.1. Introduction générale au soudage**

<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
----------	----------	----------

**Objectifs**

Comprendre les développements en procédés de soudage, y compris la terminologie reconnue, les normes et les abréviations  
Reconnaître les différences entre chaque type majeur de procédé de soudage, par exemple fusion, résistance, flamme, forge, etc. et reconnaître un procédé par son abréviation commune.  
Vue d'ensemble des types majeurs de procédés de soudage et la liste des abréviations communes.

<b>x</b>		
	<b>X</b>	
		<b>x</b>

**Etendue**

Historique,  
Définitions,  
Terminologie,  
Présentation schématique des procédés de soudage,  
Description succincte des procédés de soudage les plus courants,  
Abréviations utilisées pour les procédés de soudage,  
Conseils pour le choix systématique des procédés,  
Classification des procédés de soudage (document de la Commission VI de l'IIS, normes ISO et CEN, normes nationales).

<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>

**Résultats attendus**

Comprendre les termes et les abréviations des différents procédés de soudage  
Comprendre les différences entre les types majeurs des procédés de soudage et où on les applique  
Etre capable d'identifier les procédés de soudage majeurs par sur représentations

<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>
<b>x</b>	<b>x</b>	<b>x</b>

**1.2. Soudage oxygaz et procédés connexes**

<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
----------	----------	----------

**Objectifs**

Comprendre les éléments de base de la combustion oxygaz, les caractéristiques des différents gaz combustibles, les équipements, les techniques de soudage, la sécurité et les applications typiques, les défauts inhérents au procédé.  
Comprendre les applications typiques des procédés spéciaux oxygaz, les équipements, la sécurité et les défauts inhérents au procédé.

<b>x</b>		
<b>x</b>		

Reconnaître les principes de la combustion oxygaz, les caractéristiques des différents gaz combustibles, les équipements, la sécurité et les applications typiques, les défauts inhérents au procédé.		X	
Reconnaître les applications typiques des procédés spéciaux oxygaz, les équipements, la sécurité et les défauts inhérents au procédé.		X	
Acquérir la connaissance de base de la combustion oxygaz, les caractéristiques générales des différents gaz combustibles, les équipements, la sécurité et les applications typiques, les défauts inhérents au procédé.			X
Vue d'ensemble des applications typiques des procédés spéciaux oxygaz et des défauts les plus communs inhérents au procédé			X

**Etendue**

Principes du procédé	X	X	X
Caractéristiques des gaz combustibles (acétylène, propane, etc.)	X	X	X
Réactions de combustion. Types de flamme	X	X	X
Effets de la distribution de température	X	X	X
Equipements	X	X	X
Production de gaz combustible. Manipulation et stockage des gaz	X	X	X
Conception type de joints pour le soudage	X	X	X
Techniques de soudage, à droite, à gauche	X	X	X
Normes pour métaux d'apport	X	X	X
Applications de soudage et problèmes typiques	X	X	
Techniques spéciales et leurs méthodes d'emploi (préchauffage, redressage, nettoyage, etc.)	X	X	X
Santé et sécurité spécifiques au procédé	X	X	X

**Résultats attendus**

Etre capable d'expliquer les principes de base agissant dans les procédés	X	X	X
Identifier les propriétés des gaz combustibles communs	X	X	X
Etre familiarisé avec les normes et codes des consommables	X	X	X
Etre familiarisé avec les applications courantes des procédés	X	X	X
Comprendre les applications de préchauffage pour des procédés spéciaux	X	X	X
Etre capable d'identifier les défauts et d'expliquer leur cause	X	X	X
Comprendre les risques pour la santé et la sécurité associés au procédé	X	X	X

**1.3. Electrotechnique : révision** **0** **0** **1**

**Objectifs**

Acquérir les connaissances de base en électricité (ce qu'est le courant, l'intensité, la résistance, le courant continu et sa polarité, le courant alternatif)			X
--	--	--	---

**Etendue**

Base le l'électricité et de l'électronique			X
Courant, intensité et résistance			X
Loi d'Ohm			X
Circuits en parallèle et en série			
Courant continu (CC), polarité			X
Courant alternatif (CA)			X
Magnétisme			
Bobine, induction			
Capacité, condensateur			
Transformateur, redresseur			
Transistor, thyristor			

**Résultats attendus**

Etre capable de décrire la différence entre courants CC et CA			X
Comprendre la loi d'Ohm			X
Comprendre les différences entre courant, intensité et résistance et les problèmes de stabilité d'arc les plus courants			X

**1.4. L'arc**

	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
--	----------	----------	----------

**Objectifs**

Comprendre l'essentiel d'un arc électrique, ses caractéristiques, les limites et les applications en soudage, y compris les problèmes de stabilité d'arc	X		
Comprendre un arc électrique, ses caractéristiques, les applications en soudage et les problèmes de stabilité d'arc les plus courants		X	
Acquérir les connaissances de base d'un arc électrique, ses caractéristiques, les applications en soudage et les problèmes de stabilité d'arc les plus courants			X

**Etendue**

Physique de l'arc	X	X	X
Distribution de l'intensité dans l'arc	X	X	X
Production de chaleur à l'anode et à la cathode			
Caractéristiques de l'arc (CC, CA) et contrôle	X	X	X
Distribution de température dans l'arc et ses effets	X	X	X
Influence des champs magnétiques	X	X	X
Limites de l'application			

**Résultats attendus**

Etre familiarisé avec les principes de la physique de l'arc	X	X	
Etre capable de décrire la production de chaleur à l'anode et la cathode	X	X	X
Comprendre la distribution de chaleur dans l'arc	X	X	X
Etre familiarisé avec les champs magnétiques et la manière dont ils influencent le soudage à l'arc	X	X	

	WT III	WT II	WT I
Fournir une action corrective des champs magnétiques lors du soudage à l'arc	x	x	
Comprendre comment un champ magnétique peut influencer le soudage			x
Identifier les caractéristiques d'arc CC et CA	x	x	x
<b>1.5. Sources de courant pour le soudage à l'arc</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Objectifs</b>			
Comprendre les caractéristiques et les principaux composants des sources de courant	x		
Acquérir les connaissances de base sur les caractéristiques et les principaux composants des sources de courant		x	
Avoir une vue d'ensemble des connaissances de travail des caractéristiques et les principaux composants des sources de courant les plus communes			x
<b>Etendue</b>			
Introduction générale aux sources de courant,	x	x	x
Caractéristiques des sources de courant statiques et dynamiques,	x	x	x
Point de fonctionnement,	x		
Génératrices, transformateurs, redresseurs, convertisseurs,	x	x	x
Divers procédés,	x	x	x
Réglage des caractéristiques électriques (potentiel constant et courant constant),			
Stabilité du processus en CA et CC,	x		
Arc pulsé, conception des sources d'énergie,	x	x	x
Cycle de travail des sources d'énergie, facteur de puissance des transformateurs,	x		
Pertes de tension,	x		
Sources CA, sources CC,			
Dispositifs d'amorçage,	x		
Accroissement et réduction de l'intensité.	x	x	x
<b>Résultats attendus</b>			
Décrire les trois sources de courant de base et leurs contrôles électroniques	x	x	x
Comprendre la différence entre CC et CA	x	x	x
Expliquer les caractéristiques opératoires des sources de courant CC et CA	x		
Etre familiarisé avec les caractéristiques opératoires montantes et descendantes	x	x	x
Décrire comment la technologie pulsée est appliquée à la sortie des machines de soudage	x		
<b>1.6. Introduction au soudage à l'arc sous protection gazeuse</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Objectifs</b>			
Comprendre les principes et les phénomènes physiques des procédés avec protection gazeuse (TIG, MIG/MAG).	x		

Acquérir les connaissances de base des principes des procédés avec protection gazeuse (TIG, MIG/MAG).  
Avoir une vue d'ensemble des connaissances de travail sur les procédés avec protection gazeuse.

x

**Etendue**

Principes du soudage TIG et MIG/MAG,

x

x

x

Matériel de soudage,

x

x

x

Gaz de protection ; effets sur les caractéristiques de l'arc,

x

x

x

Manipulation et stockage des gaz,

x

Métaux d'apport,

x

Normes relatives aux gaz de protection et aux matériaux d'apport.

x

**Résultats attendus**

Décrire les trois types de procédés avec protection gazeuse

x

x

x

Identifier les sources de courant pour les différents procédés

x

x

x

Expliquer les caractéristiques opératoires des sources de courant

x

Etre familiarisé avec les codes et normes des consommables

x

Etre familiarisé avec le maniement et le stockage des gaz de protection

x

Comprendre les risques de santé et sécurité liés à ces procédés

x

x

x

**1.7. Soudage Tungstène-Inerte-Gaz****2****1****1****Objectifs**

Comprendre les principes du soudage TIG et des équipements associés, les applications, les procédures et les problèmes courants (défauts liés au procédé) ; interprétation des normes (ISO, EN, nationales) pour les gaz de protection, les métaux d'apport et les électrodes ; évaluer les risques potentiels et les méthodes de travail en sécurité.

x

Acquérir les connaissances de base du soudage TIG et des équipements associés, les applications, les procédures et les problèmes courants (défauts liés au procédé) ; comparer les gaz de protection, les métaux d'apport et les électrodes normes; analyser les risques potentiels et les méthodes de travail en sécurité.

x

Avoir une vue d'ensemble du soudage TIG et des équipements associés, les applications, les procédures et les problèmes courants (défauts liés au procédé) ; lire les normes données pour les consommables et avoir une vue d'ensembles des risques potentiels avant le soudage.

X

**Etendue**

Caractéristiques des sources de courant,

x

x

x

Techniques d'amorçage de l'arc et matériel nécessaire,

x

x

x

Torches, lentilles à gaz,

x

Armoire de commande,	X		
Arc pulsé,	X	X	X
Polarité,	X	X	X
Types de courant,	X		
Gaz inertes,	X	X	X
Types d'électrodes,	X		
Produits consommables,	X		
Conception des joints,	X	X	X
Spécifications,	X		
Techniques spéciales (fil chaud, fil froid, soudage de tubes, soudages de tubes sur plaques tubulaires, soudage orbital),	X	X	X
Applications et problèmes typiques,	X	X	X
Défauts liés au procédé	X	X	X
Hygiène et sécurité.	X	X	X

### Résultats attendus

Décrire les sources utilisées pour le TIG	X	X	X
Etre familiarisé avec les gaz de protection utilisés	X	X	X
Décrire comment un soudeur peut amorcer un arc en soudage TIG	X	X	X
Décrire la torche et le tableau de réglage d'un équipement TIG	X		
Comprendre les réglages et l'ajustement des variables opératoires d'un équipement TIG	X		
Décrire les différentes formes de joint utilisées pour le TIG			
Décrire les applications du TIG pour le fil chaud et le fil froid	X	X	X
Décrire les défauts courants associés au TIG et leurs causes	X	X	X
Etre familiarisé avec les normes et codes concernant les consommables et les électrodes pour le TIG	X	X	X
Comprendre les risques associés au procédé concernant la santé et la sécurité	X	X	X

### 1.8. MIG/MAG et soudage avec fil fourré 2 2 1

#### Objectifs

Comprendre les principes du soudage MIG/MAG et avec fil fourré et des équipements associés, les applications, les procédures et les problèmes courants (défauts liés au procédé) ; interprétation des normes (ISO, EN, nationales) pour les gaz de protection, les métaux d'apport et les électrodes ; évaluer les risques potentiels et les méthodes de travail en sécurité.	X		
Acquérir les connaissances de base du soudage MIG/MAG et avec fil fourré et des équipements associés, les applications, les procédures et les problèmes courants (défauts liés au procédé) ; comparer les gaz de protection, les métaux d'apport et les électrodes normes; analyser les risques potentiels et les méthodes de travail en sécurité.		X	

Avoir une vue d'ensemble du soudage MIG/MAG et avec fil fourré et des équipements associés, les applications, les procédures et les problèmes courants (défauts liés au procédé) ; lire les normes données pour les consommables et avoir une vue d'ensembles des risques potentiels avant le soudage. X

### Etendue

Les modes de transfert de métal dans l'arc (par court-circuit, par pulvérisation, globulaire, pulsé) et leurs applications,	x	x	x
Caractéristiques des sources de courant,	x	x	x
Matériel (torches, gaines, dévidoirs),	x	x	x
Réglage des paramètres de soudage,	x	x	x
Gaz de protection,	x	x	x
Combinaisons gaz/fil,	x		
Manipulation et stockage des gaz,	x		
Conception des joints,	x	x	x
Applications et problèmes typiques,	x	x	x
Fils pleins et fils fourrés,	x		
Classification,	x		
Techniques spéciales (soudage automatique, soudage orbital, MIG-plasma, électoral),	x	x	x
Défauts liés au procédé,	x	x	x
Hygiène et sécurité.	x	x	x

### Résultats attendus

Décrire les sources de courant utilisées pour le MIG/MAG	x	x	x
Etre familiarisé avec les gaz de protection utilisés	x	x	x
Décrire comment un soudeur peut amorcer un arc en soudage MIG/MAG	x	x	x
Décrire la torche et le tableau de réglage d'un équipement MIG/MAG	x		
Comprendre les réglages et l'ajustement des variables opératoires d'un équipement MIG/MAG	x		
Décrire les différentes formes de joint utilisées	x	x	x
Etre familiarisé avec les normes et codes concernant les consommables	x	x	x
Décrire les défauts courants associés au MIG/MAG et leurs causes	x	x	x
Décrire les différences entre le fil solide et le fil fourré et où ils sont utilisés	x		
Comprendre les risques associés au procédé concernant la santé et la sécurité	x	x	x

**1.9. Soudage à l'arc manuel avec électrodes enrobées**

2 2 1

**Objectifs**

Comprendre les principes du soudage à l'arc manuel avec électrodes enrobées et des équipements associés, les applications, les problèmes de santé et sécurité spécifiques, les procédures et les problèmes courants (défauts liés au procédé) ; interprétation des normes (ISO, EN, nationales) pour la classification des électrodes ; vérifier que la manipulation et le stockage sont corrects.

x

Acquérir les connaissances de base du soudage à l'arc manuel avec électrodes enrobées et des équipements associés, les applications, les problèmes de santé et sécurité spécifiques, les problèmes courants (défauts liés au procédé) ; vérifier la classification correcte des électrodes en accord avec les normes (ISO, EN et nationales) ; vérifier que la manipulation et le stockage sont corrects.

x

Avoir une vue d'ensemble des principes opératoires du soudage à l'arc manuel avec électrodes enrobées avec le classement des consommables et un aperçu des applications courantes (défauts liés au procédé) ; reconnaître les fonctions des équipements et des accessoires. Etre capable de lire les normes données pour les consommables et les spécifications de soudage.

x

**Etendue**

Principe du procédé,

x x x

Caractéristiques de l'arc,

x x x

La répartition des températures et ses effets,

x

Matériel de soudage,

x x x

Sources de courant,

x x x

Caractéristiques électriques (tension à vide, caractéristiques statiques et dynamiques, types de courant),

x

Domaines d'application,

x

Types d'électrodes (types d'enrobages, rôles de l'enrobage réactions laitier-métal et gaz-métal),

x x

Fabrication des électrodes,

x x x

manipulation et stockage des électrodes,

Etuvage et séchage des électrodes,

x

Conception des joints,

x x x

Positions de soudage,

x x x

Classification des électrodes (normes),

x x x

Applications et problèmes typiques,

x

Techniques spéciales (soudage par gravité, soudage vertical en descendant, soudage sur chantier),

x x x

Défauts liés au procédé,

x x x

Hygiène et sécurité.

x x x

**Résultats attendus**

Décrire les sources de courant utilisées

x x x

Etre familiarisé avec les caractéristiques d'arc du procédé	x	x	x
Décrire les caractéristiques électriques de l'équipement	x		
Etre familiarisé avec la manipulation et le stockage des consommables	x	x	x
Comprendre le séchage des électrodes et ses limites	x		
Décrire les différentes formes de joint utilisées et les positions de soudage où on les applique	x	x	x
Décrire les défauts courants associés au procédé et leurs causes	x	x	x
Etre familiarisé avec les normes et codes concernant les consommables	x	x	x
Comprendre les risques associés au procédé concernant la santé et la sécurité	x	x	x

### 1.10. Soudage à l'arc submergé sous flux

2 0 0

#### Objectifs

Comprendre les principes du soudage à l'arc submergé et des équipements associés, les applications, les procédures et les problèmes courants (défauts liés au procédé) ; interprétation des spécifications de soudage et vérifier la classification des consommables (fil et flux) et leur manipulation et stockage corrects.

#### Etendue

Principe du procédé,	x
Matériel (caractéristiques de la source de courant, type de courant),	
Conception des joints,	x
Domaine d'application,	x
Métaux d'apport et flux,	x
Combinaisons fil-flux,	
Réactions laitier-métal et gaz-métal ; gains et pertes en éléments, types de fils, classification,	x
Types de flux,	x
Influence de la granulométrie des flux,	
Classification des combinaisons fil-flux et du métal déposé,	x
Flux spéciaux,	
Manipulation et stockage des flux,	x
Soudage avec un ou plusieurs fils d'apport,	x
Techniques spéciales (soudage avec électrode en bande, addition de poudre de fer, soudage avec fil chaud),	x
Défauts liés au procédé,	x
Hygiène et sécurité.	x

#### Résultats attendus

Décrire les sources de courant et équipements utilisées	x
Etre familiarisé avec les applications du procédé	x
Décrire les applications spéciales du procédé	x

Comprendre les réglages et l'ajustement pour l'utilisation des équipements	x		
Décrire les différentes formes de joint utilisées	x		
Décrire les différences entre les techniques mono et multi fils et où elles sont utilisées			
Décrire les défauts courants associés au procédé et leurs causes	x		
Etre familiarisé avec les normes et codes concernant les consommables et les flux	x		
Comprendre les risques associés au procédé concernant la santé et la sécurité	x		

### 1.11. Soudage par résistance

1 0 0

#### Objectifs

Comprendre les principes du soudage par résistance et des équipements associés, les applications, les procédures et les problèmes courants (défauts liés au procédé) ; interprétation des spécifications de soudage et vérifier les paramètres du procédé	x		
---	---	--	--

#### Etendue

Principe du soudage par résistance et revue des procédés, (soudage par points, par bossages, en bout ou par étincelage, soudage à la molette),	x		
Matériels et domaines d'application,	x		
Machines de soudage,	x		
Sources de courant,			
Types d'électrodes (formes et matériaux),	x		
Conception des joints,	x		
Paramètres du procédé (intensité, pression, temps, courant alternatif, courant continu, courant continu pulsé),	x		
Modifications de la résistance durant le soudage (effets physiques, distribution de la chaleur, dynamique du soudage), systèmes de surveillance, commande des processus, mesures, essais spécifiques, Soudage par points, soudage par points multiples, soudage à la molette, soudage par bossages, soudage par étincelage, applications et problèmes typiques (tôle forte sur tôle mince, soudage de métaux dissemblables, effets de masse, shunt, effet Peltier, brasage par résistance),	x		
Défauts liés au procédé,	x		
Hygiène et sécurité.	x		

#### Résultats attendus

Décrire les sources de courant utilisées	x		
Etre familiarisé avec les applications des différents types de soudage par résistance	x		
Etre familiarisé avec les paramètres du procédé	x		
Décrire les différents types d'électrodes utilisées	x		

### 1.12. Autres procédés de soudage

1 0 0

**Objectifs**

Comprendre les principes du soudage plasma, laser, vertical sous laitier et par friction et des équipements associés, leurs applications et les problèmes courants (défauts liés au procédé). x

**Etendue**

Soudage au plasma (MIG-plasma, micro plasma), x  
 Soudage vertical sous laitier,  
 Soudage par faisceau d'électrons, x  
 Soudage par faisceau laser, x  
 Production de la chaleur,  
 Caractéristiques des sources d'énergie et du matériel de soudage,  
 Soudage par friction, x  
 Soudage à l'arc tournant (bout à bout et par fusion),  
 Soudage par ultrasons,  
 Soudage par explosion,  
 Soudage par diffusion,  
 Soudage par aluminothermie,  
 Soudage par haute fréquence,  
 Soudage par pression à froid,  
 Soudage à l'hydrogène atomique,  
 Applications et problèmes typiques,  
 Avantages et inconvénients,  
 Défauts liés aux procédés, x  
 Hygiène et sécurité. x

**Résultats attendus**

Comprendre la base du fonctionnement du soudage plasma x  
 Comprendre la base du fonctionnement du soudage x  
 Comprendre la base du fonctionnement du soudage x  
 Comprendre la base du fonctionnement du soudage x  
 Etre capable d'identifier les défauts associés x  
 Comprendre les risques santé et sécurité associés aux procédés x

**1.13. Coupage et procédés de préparation des bords**

2 2 1

**Objectifs**

Comprendre les principes des procédés les plus courants de coupage et préparation des bords y compris le coupage flamme, le coupage arc, le coupage plasma et des équipements associés, les applications, les problèmes de santé et sécurité spécifiques, les procédures et les problèmes courants (défauts liés au procédé) ; les émissions et les risques. Comprendre le grugeage arc et flamme et vérifier leur application correcte. x

Acquérir les connaissances de base du coupage flamme et plasma et des équipements associés, les applications en préparation des bords et les problèmes courants (défauts liés au procédé) les émissions et les risques. Acquérir l'essentiel pour travailler avec grugeage flamme et arc avec les risques potentiels et les méthodes de manipuler et travailler en sécurité.		X	
Avoir une vue d'ensemble des principes de coupage à la flamme et ses applications dans la préparation des bords, y compris les équipements, les défauts liés au procédé et les risques potentiels.			X

**Etendue**

Principes fondamentaux,	X	X	X
Procédés de préparation des bords,	X	X	X
Coupage à la flamme,	X	X	X
Matériaux susceptibles d'être découpés à la flamme,	X	X	X
Matériels et accessoires,	X	X	
Vitesse de coupe, qualité des arêtes de coupe, degrés de pureté de l'oxygène,	X	X	
Coupage à la poudre,			
Coupage à l'arc (coupage air-arc, coupage à l'arc avec électrode de carbone ou métallique, coupage à l'arc avec jet d'oxygène),	X		
Coupage au jet de plasma,	X	X	
Types de gaz,	X	X	
Coupage par faisceau d'électrons ou laser,			
Coupage au jet d'eau,			
Gougeage (à l'arc et à la flamme),	X		
Emissions,			
Défauts liés au procédé,	X	X	X
Hygiène et sécurité.	X	X	X

**Résultats attendus**

Comprendre la base du fonctionnement de l'équipement de coupage flamme	X	X	X
Identifier les matériaux coupables à la flamme	X	X	X
Décrire les paramètres affectant la qualité de coupe des bords	X	X	
Identifier les caractéristiques opératoires des différents gaz utilisés pour le coupage à la flamme	X	X	
Etre familiarisé avec les méthodes de coupage à l'arc	X		
Etre familiarisé avec les méthodes de coupage plasma	X	X	
Etre familiarisé avec les procédés de grugeage	X		
Etre capable d'identifier les défauts associés	X	X	X
Comprendre les risques santé et sécurité associés aux procédés	X	X	X

**1.14. Rechargement** **1** **0** **0**

**Objectifs**

Comprendre les principes de fonctionnement des techniques de placage et projection les plus courantes, y compris les équipements, les applications et les risques potentiels.	X		
---	---	--	--

**Etendue**

Placage (par co-laminage, par explosion, avec feuillard, MIG-plasma, sous laitier, au laser, etc.),	x		
Projection à chaud,	x		
Projection à la flamme ou à l'arc (métal d'apport sous forme de poudre ou de fil), projection de poudre au plasma,	x		
Préparation de la surface du métal de base,	x		
Produits d'apport,	x		
Structure de la couche déposée, structure du substrat,			
Fusion,			
Matériel,			
Applications et problèmes spéciaux,			
Hygiène et sécurité.	x		

**Résultats attendus**

Décrire les procédés de placage utilisés	x		
Décrire les procédés de projection à la flamme et projection thermique et comment on les applique en surfaçage de matériaux	x		
Décrire la préparation de surface avant de faire le surfaçage des matériaux et les précautions à prendre	x		
Etre familiarisé avec les différents types de surfaçage de matériaux par projection	x		

**1.15. Soudage automatique et robotisé**

1	0	0
---	---	---

**Objectifs**

Comprendre les principes généraux de mécanisation du soudage et l'utilisation de robots en soudage y compris les chanfreins à bords étroits (narrow-gap) et le soudage orbital

**Etendue**

Adaptation des procédés de soudage à une productivité accrue, Robotique (programmation en-ligne et hors-ligne, simulation, ateliers flexibles),	x		
CFAO,			
Suivi de joint,	x		
Capteurs du rayonnement de l'arc,	x		
Induction magnétique,			
Systèmes de vision artificielle,			
Soudage avec faible écartement des bords,	x		
Soudage orbital,	x		
Hygiène et sécurité.	x		

**Résultats attendus**

Décrire comment la mécanisation aide la productivité	x		
Etre familiarisé avec les applications robotiques typiques	x		
Comprendre comment le suivi de joint est appliqué au soudage et coupage	x		

Comprendre comment l'équipement de détection d'arc est utilisé en applications de soudage et coupage	x		
Décrire les applications de soudage Narrow gap et orbital	x		
<b>1.16. Brasage fort, brasage tendre</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Objectifs</b>			
Comprendre les principes généraux du brasage tendre et du brasage fort, les types de techniques, les applications et les problèmes courants	x		
Acquérir les connaissances de base des techniques de brasage tendre et de brasage fort, y compris les équipements, les applications et les problèmes courants.		x	
Avoir une connaissance d'ensemble des techniques de brasage tendre et de brasage fort.			x
<b>Etendue</b>			
Principes fondamentaux (mécanismes de la liaison, tension superficielle, mouillage, capillarité),	x	x	x
Procédés et matériels,	x	x	x
Produits consommables,	x	x	x
Matériaux pouvant être assemblés par brasage fort,	x		
Accessoires pour le brasage,			
Brasage fort sous vide,			
Brasage en atmosphère contrôlée,			
Soudobrosage,	x	x	x
Produits consommables et flux,			
Techniques de brasage tendre (au trempé, à la vague, avec refusion, en phase vapeur),	x		
Applications et problèmes typiques, techniques spéciales,			
Avantages et inconvénients,	x		
Défauts liés au procédé,	x	x	x
Hygiène et sécurité.	x	x	x
<b>Résultats attendus</b>			
Décrire l'équipement utilisé à mettre en œuvre	x	x	x
Etre familiarisé avec les principes de base gouvernant le brasage tendre et le brasage fort	x	x	x
Etre familiarisé avec les normes et codes définissant les consommables et les flux	x	x	x
Etre familiarisé avec les techniques de base utilisées en brasage	x		
Etre familiarisé avec les applications spéciales des procédés	x		
Comprendre les applications de chacun des procédés	x		
Etre capable de décrire les avantages et désavantages des deux procédés	x		
Comprendre les défauts courants et leurs causes	x	x	x
Comprendre les risques santé et sécurité associés aux procédés	x	x	x
<b>1.17. Procédés d'assemblage des plastiques</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

**Objectifs**

Comprendre les principes généraux impliqués dans l'assemblage des plastiques (tôle et tube) Etre capable d'identifier les méthodes d'assemblage des

x

**Etendue**

Informations générales sur les matières plastiques et les procédés,

Soudage au miroir, x

Soudage bout à bout par fusion, x

Soudage au gaz chaud, x

Soudage par extrusion, x

Chauffage par induction, x

Chauffage par résistance, x

Insertion à chaud,

Soudage par haute fréquence, par friction, avec résistance chauffante noyée,

Soudage par ultrasons, soudage par friction vibratoire, x

Adhésifs, x

Applications (réglage des paramètres de soudage, types de matériels, conception des joints).

**Résultats attendus**

Décrire les procédés utilisés dans l'assemblage des plastiques x

Comprendre l'application des colles pour l'assemblage des plastiques x

Etre familiarisé avec l'application et savoir quand on doit utiliser le collage ou l'assemblage x

**1.18. Procédés d'assemblage pour matériaux avancés**

1

0

0

**Objectifs**

Comprendre les principes généraux pour assembler les céramiques et les composites, Etre capable d'identifier les méthodes d'assemblage des

x

**Etendue**

Céramiques x

Composites x

**Résultats attendus**

Etre capable d'identifier les méthodes d'assemblage des céramiques x

Etre capable d'identifier les méthodes d'assemblage des composites x

WT III WT II WT I

Procédés de soudage et équipements : total des heures : 23 13 11



Interprétation des résultats.	X	X	-
-------------------------------	---	---	---

**Résultats attendus**

Comprendre les principes de l'essai de traction	X	X	X
---	---	---	---

Etre capable de vérifier les résultats et le certificat d'un essai de traction		X	X
--	--	---	---

Etre capable d'interpréter les résultats	X	X	
--	---	---	--

Expliquer les objectifs et les limites des données générés	X		
--	---	--	--

## 2.2.2. Essais de compacité

## 2.2.2.1. Essais de textures de soudures d'angle

Préparation des éprouvettes,	X	X	X
------------------------------	---	---	---

Résultats des essais : gorge, pied de soudures, aspect de la cassure, défauts, pénétration,	X	X	X
---	---	---	---

Interprétation des résultats.	X	X	-
-------------------------------	---	---	---

## 2.2.2.2. Essais de texture pour soudures bout à bout

Préparation des éprouvettes,	X	X	X
------------------------------	---	---	---

Résultats des essais : aspect de la cassure, imperfections, pénétration,	X	X	X
--	---	---	---

Interprétation des résultats.	X	X	-
-------------------------------	---	---	---

## 2.2.2.3. Essais de pliage pour soudures bout à bout

Essais de pliage travers, longitudinaux et de côté	X	X	X
--	---	---	---

Machines d'essai, procédures,	X	X	X
-------------------------------	---	---	---

Préparation des éprouvettes,	X	X	X
------------------------------	---	---	---

Résultats des essais : ductilité, angle de pliage/diamètre, aspect de la surface,	X	X	X
---	---	---	---

Interprétation des résultats.	X	X	-
-------------------------------	---	---	---

**Résultats attendus**

Comprendre les principes des essais	X	X	X
-------------------------------------	---	---	---

Etre capable de vérifier les résultats et le certificat des essais		X	X
--	--	---	---

Etre capable d'interpréter les résultats	X	X	
--	---	---	--

Expliquer les objectifs et les limites des méthodes d'essai et des résultats	X		
--	---	--	--

## 2.2.3. Essais de dureté

Types d'essais de dureté : Vickers, Rockwell, Brinell,	X	X	-
--	---	---	---

Résultats des essais,	X	X	-
-----------------------	---	---	---

Interprétation des résultats.	X	X	-
-------------------------------	---	---	---

**Résultats attendus**

Comprendre les principes des essais	X	X	X
-------------------------------------	---	---	---

Etre capable de vérifier les résultats et le certificat des essais		X	X
--	--	---	---

Etre capable d'interpréter les résultats	X	X	
--	---	---	--

Expliquer les objectifs et les limites des méthodes d'essai	X		
---	---	--	--

Comprendre l'utilisation et l'application des chartes d'équivalence	X		
---	---	--	--

Etre familiarisé avec l'usage et l'applicabilité des équipements portables sur site

x

#### 2.2.4. Essais de résilience

Types d'essais : Charpy, CTOD, Wide Plate,

x

x

-

Théorie de l'évaluation de la résilience ; comparaison des valeurs obtenues dans les différents essais,

x

-

-

Machines d'essai et procédures ; instrumentation,

x

x

-

Résultats des essais,

x

x

-

Exigences des normes,

x

x

-

Interprétation des résultats.

x

-

-

#### Résultats attendus

Comprendre les principes de l'essai Charpy

x

x

x

Etre capable de vérifier les résultats et le certificat des essais Charpy

x

x

x

Comprendre les principes du CTOD et des essais « Wide Plate »

x

x

Etre capable de vérifier les résultats et les certificats d'essais spéciaux

x

#### 2.2.5. Essais de fatigue

Essais à échelle réduite et essais en vraie grandeur,

x

-

-

Paramètres d'essai,

x

-

-

Résultats des essais,

x

-

-

Interprétation des résultats.

x

-

-

#### Résultats attendus

Comprendre les principes des essais de fatigue

x

Etre capable de vérifier les résultats et le certificat des essais

x

#### 2.2.6. Essais métallographiques et analyse chimique

##### 2.2.6.1. Analyse chimique des matériaux

Analyse par voie humide, systèmes spectrographiques,

x

x

-

Résultats des essais, présence d'éléments, composition,

x

-

-

##### 2.2.6.2. Détermination de l'hydrogène

x

-

-

#### Résultats attendus

Comprendre les analyses chimiques de laboratoire et les méthodes d'examen métallographique

x

x

x

Comprendre l'applicabilité des limites des analyses chimiques de laboratoire et les méthodes d'examen métallographique

x

### 2.3. Structure et propriétés des métaux purs

2

1

1

#### Objectifs

Comprendre les principes de solidification, déformation et recristallisation et les caractéristiques des structures métalliques typiques

x

x

x

**Etendue**

Structure cristalline,	X	X	-
Principales structures cristallines,	X	X	X
Microstructure des métaux,	X	X	X
Transformations à l'état solide,	X	X	X
Déformation élastoplastique,	X	X	X
Recristallisation,	X	X	X
Déformation à chaud et à froid,	X	X	X
Ecroissance,			
Propriétés mécaniques (effet de la température, etc.).	X	-	-

**Résultats attendus**

Comprendre les structures cristallines de base	X	X	X
Comprendre en détail les relations entre propriétés mécaniques et température, la grosseur de grain et la structure	X		
Comprendre les structures cristallines de base et les principes des dislocations et des écoulements de dislocations	X	X	
Comprendre les déformations élasto-plastiques et leur rôle dans la déformation à froid ou à chaud	X	X	
Décrire la recristallisation en donnant des exemples	X	X	

**2.4. Alliages et diagrammes de phase****4 2 1****Objectifs**

Comprendre les principes des alliages, les structures des alliages et leur représentation en diagramme de phase	X	X	X
---	---	---	---

**Etendue**

Métaux et alliages,	X	X	X
Eléments d'alliage,	X	-	-
Solidification,	X	-	-
Cristaux en solution solide,	X	-	-
Structures des alliages,	X	-	-
Types de structures,	X	-	-
Mécanismes de durcissement (écrouissage, solution, solide, durcissement par dispersion, grosseur des grains, transformations à l'état solide),	X	X	X
Phases intermétalliques,	X	-	-
Vieillessement,	X	X	X
Principaux types de diagrammes (constituants non miscibles, totalement ou partiellement miscibles),	X	-	-
Diagramme Fe-C,	X	-	-
Influence des éléments sur le diagramme Fe-C,	X	-	-
Alliages ferreux avec domaine gamma fermé, avec domaine gamma étendu, structure de coulée,	X	X	X
Ségrégation mineure,	X	-	-
Propriétés mécaniques,	X	X	-
Diagrammes ternaires.	-	-	-

**Résultats attendus**

Expliquer la distorsion des éléments d'alliage sur la un treillis et les changements de structure qui en découlent	x		
Expliquer la structure de solidification et les ségrations avec les exemples appropriés	x	x	
Expliquer les mécanismes de précipitation, les types de précipités et leur emplacement dans la microstructure	x		
Expliquer les principes de transformation et les conditions sous lesquelles elles se produisent	x	x	
Comprendre les principes de transformation et les conditions sous lesquelles elles se produisent			x
Expliquer les principes des mécanismes de durcissement et les conditions sous lesquelles elles se produisent	x	x	
Comprendre les principes des mécanismes de durcissement			x
Interpréter la relation entre microstructure et propriétés mécaniques	x	x	x
Expliquer les principes des diagrammes de phase, leur construction et leur utilisation	x		
Comprendre la distorsion des éléments d'alliage sur la un treillis et les changements de structure qui en découlent			x
Comprendre les mécanismes de précipitation, les types de précipités et leur emplacement dans la structure		x	x
Comprendre les principes des diagrammes de phase, leur construction et leur utilisation		x	x

**2.5. Alliages fer carbone****2 2 1****Objectifs**

Comprendre les principes de l'alliage du fer et du carbone, les structures cristallines développées en conditions d'équilibre et de non-équilibre et leur représentation en diagrammes de phase et de transformation	x	x	x
--	---	---	---

**Etendue**

Transformations en état d'équilibre et hors équilibre,	x	x	x
Courbes temps-température-transformations (TTT),	x	-	-
Différents types de courbes TTT (isothermes, en refroidissement continu, courbes TTT pour le soudage,			
Influence des éléments d'alliage,	x	x	x
Eléments carburigènes,	x	-	-
Maîtrise de la ténacité,	x	x	x
La notion de refroidissement $t_{8/5}$	x	x	x

**Résultats attendus**

Comprendre les raisons des formations des différentes structures en conditions d'équilibre et de non-équilibre	x	x	x
Comprendre l'utilisation des diagrammes TTT pour montrer le développement des microstructures particulières des aciers	x		

	WT III	WT II	WT I
Prévoir les changements de structures causés par les éléments d'alliages avec référence au diagramme TTT	x		
Expliquer les mécanismes de durcissement avec référence à la microstructure développée	x	x	
Comprendre les mécanismes de durcissement avec référence à la microstructure développée			x
Interpréter la relation entre microstructure et ductilité	x	x	x
<b>2.6. Traitements thermiques du matériau de base et des joints soudés</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Objectifs</b>			
Comprendre les principes métallurgiques des propriétés des matériaux traités thermiquement	x	x	x
<b>Etendue</b>			
Normalisation,	x	x	x
Trempe,	x	x	x
Trempe et revenu,	x	x	-
Hypertrempe,	x	-	-
Homogénéisation,	x	x	-
Relaxation des contraintes,	x	x	x
Recuit de cristallisation,	x	x	x
Durcissement par précipitation,	x	x	x
La pratique des traitements thermiques,	x	-	-
Les équipements de traitement,	x	-	-
Réglémentations,	x	-	-
Diagrammes de traitement,	x	-	-
Mesure et enregistrement des températures.	x	-	-
<b>Résultats attendus</b>			
Comprendre les mécanismes du changement de structure qui se passe quand un matériau est traité thermiquement	x	x	x
Interpréter les effets de la température et du temps sur les transformations, y compris les effets du changement de gamme de température	x	x	x
Comprendre les exigences des codes pour le traitement thermique et quand ils sont exigés	x	x	x
Interpréter les mesures de températures appropriés et les enregistrements pour les applications spéciales	x	x	x
Prévoir les manques de précisions potentielles des différents systèmes de mesure de température	x	x	
<b>2.7. Structure du joint soudé</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Objectifs</b>			
Comprendre la formation des différentes structures métallurgiques dans un assemblage soudé	x	x	x

**Etendue**

Champs thermiques,	X	X	X
Equations pour la répartition thermique,	-	-	-
Apport de chaleur,	X	X	X
Températures maximales,	X	X	-
Vitesses de refroidissement,	X	X	X
Dilution,	X	X	X
Métal fondu,	X	X	X
Solidification du bain de fusion,	X	X	X
Structure de la soudure,	X	X	X
Zone de liaison,	X	X	X
Zone affectée thermiquement (ZAT),	X	X	X
Microstructure de la ZAT,	X	-	-
Grossissement du grain,	-	-	-
Relations entre grosseur du grain et ténacité (équation de régression),	X	-	-
Température de transition,	X	-	-
Soudabilité (définitions),	X	X	X
Soudage monopasse ou multipasse.	X	X	X

**Résultats attendus**

Comprendre la distribution de température dans les arcs et les soudures et la formation de microstructure qui en résulte	X	X	X
Interpréter les effets de l'apport de chaleur, de la vitesse de refroidissement et des opérations multipasses sur la solidification de la soudure et les microstructures formées	X	X	X
Décrire les zones de la ZAT, les raisons des changements de la taille des grains et des microstructures et leurs effets sur les propriétés	X	X	
Comprendre les zones de la ZAT, les raisons des changements de la taille des grains et des microstructures et leurs effets sur les propriétés			X
Comprendre les différents aspects de la soudabilité	X	X	X
Comprendre les modifications de microstructure et de soudabilité induites par la dilution	X	X	X

**2.8. Aciers au carbone et au carbone manganèse****2 2 2****Objectifs**

Comprendre les effets métallurgiques induits par le soudage des aciers C et C-mn	X	X	X
--	---	---	---

**Etendue**

Applications des courbes TTT, effets durcissants, carbone équivalent,	X	X	X
Soudabilité,	X	X	X
Effets du soudage multipasse,	X	X	X
Structure de la soudure et de la ZAT,	X	X	-
Facteurs influant sur la fissuration,	X	X	X

	WT III	WT II	WT I
Relations entre dureté et C% max.	x	x	-
Relations entre carbone équivalent et trempabilité,	x	x	-
Détermination de la température de préchauffage (diagrammes), Simulation des cycles thermiques de soudage, Détermination de l'apport de chaleur optimum, Influence du bridage, normes.	x	x	-
<b>Résultats attendus</b>			
Comprendre le concept et l'utilisation du Carbone Equivalent	x	x	x
Comprendre le principe et l'utilisation des diagrammes TTT	x		
Prévoir la structure des soudures et des ZAT pour des cycles thermiques et une composition donnés	x	x	
Comprendre les facteurs qui affectent la fissuration à froid	x	x	x
Comprendre les préchauffages appropriés pour des matériaux donnés, des conditions et des applications en utilisant les Codes ou normes requis	x	x	x
<b>2.9. Aciers à grains fins</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Objectifs</b>			
Comprendre les effets des éléments de micro-alliage sur la structure, les propriétés mécaniques et la soudabilité en se référant aux aciers à grains fins	x	x	x
<b>Etendue</b>			
Notion d'affinement du grain (éléments de micro alliage, formation et dilution de particules),	x	x	x
Effets sur les caractéristiques mécaniques,	x	x	-
Aciers normalisés,	x	-	-
Aciers trempés et revenus,	x	-	-
Notion de refroidissement t8/5 et soudabilité,	-	-	-
Normes.	x	x	x
<b>Résultats attendus</b>			
Expliquer les effets des éléments de micro-alliage	x	x	
Comprendre les effets des éléments de micro-alliage			x
Décrire les applications appropriées	x	x	
Comprendre les applications appropriées			x
Interpréter la relation entre la nuance et la soudabilité	x	x	x
Décrire les procédés de soudage appropriés et les problèmes potentiels	x	x	
Comprendre les procédés de soudage appropriés et les problèmes potentiels			x
<b>2.10. Aciers à traitement thermomécanique</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Objectifs</b>			
Comprendre les principes des traitements thermomécaniques et leur influence sur les propriétés mécanique et la soudabilité	x		

Comprendre la soudabilité des aciers à traitement thermomécanique		X	X
---	--	---	---

**Etendue**

Principes du traitement,	X	X	X
Composition chimique,	-	-	-
Caractéristiques mécaniques,	X	-	-
Conséquences sur la soudabilité,	X	X	X
Normes.	X	X	X

**Résultats attendus**

Comprendre les effets des gammes de temps et températures des traitements	X	X	X
Comprendre les modifications de structure du matériau et les méthodes de contrôle	X	X	
Décrire les procédés de soudage applicables et les problèmes potentiels	X	X	
Comprendre les procédés de soudage applicables et les problèmes potentiels			X
Comprendre les effets du traitement thermique après soudage	X	X	X

**2.11. Phénomènes de fissuration dans les aciers** **2** **2** **1****Objectifs**

Comprendre l'essentiel des mécanismes de fissuration dans les joints soudés et la manière dont chaque variable affecte la possibilité de fissuration	X	X	X
--	---	---	---

**Etendue*****Fissuration à froid due à l'hydrogène :***

Conditions nécessaires à la fissuration à froid,	X	X	X
Sources d'hydrogène,	X	X	X
Mesure et maîtrise de l'hydrogène dans le métal déposé,			
Mécanisme de la fissuration du métal fondu et de la ZAT,	X	-	
Effet du préchauffage,	X	X	X
Utilisation de métal fondu en acier inoxydable,	X	-	-
Influence de la composition chimique,	X	X	-
Traitement de diffusion de l'hydrogène,	X	X	X
Essais de détermination de sensibilité de fissuration à froid.	X	X	X

***Arrachement lamellaire***

Causes,	X	X	X
Propriétés dans le travers court,			
Inclusions (types et quantités),			
Mécanismes de la rupture,	X	-	-
Conception des joints,	X	X	X
Séquence d'exécution des cordons,	X	X	X
Techniques de beurrage,	X	X	X
Prévention de l'arrachement lamellaire.	X	-	-

**Fissuration à chaud**

Fissuration à la solidification, fissuration à la liquation, Mécanisme de la fissuration,	x	x	x
Causes possibles (rapport Mn/S, teneur en Cu, teneur en oxygène, rapport profondeur/largeur de la soudure),	x	x	x
Sensibilité à la fissuration.	x	x	x

**Fissuration au réchauffage**

Mécanisme,	x	-	-
Types d'aciers sensibles à la fissuration au réchauffage,	x	x	x
Fissuration au réchauffage lors du traitement thermique,	x	x	x
Fissuration au réchauffage lors du soudage multipasse.	x	x	x

**Résultats attendus**

Comprendre les mécanismes métallurgiques et les effet des variables chimiques et physiques pour chacun des types principaux de fissuration	x	x	x
Prévoir la susceptibilité à la fissuration par référence aux paramètres clés et proposer les précautions appropriées pour éviter la fissuration	x	x	
Déduire le type de fissuration et la raison de se produire à partir e l'étude d'un matériau fissuré et de son historique	x	x	

**2.12. Application des aciers de construction et des aciers à haute limité d'élasticité**

	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
--	----------	----------	----------

**Etendue**

Ponts,  
Grues,  
Appareils à pression,  
Equipements automoteurs,  
Applications à basse température.

**2.13. Aciers faiblement alliés pour application à basse température (y compris les aciers à 9% de Ni)**

	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
--	----------	----------	----------

**Objectifs**

Comprendre la relation entre la ductilité et la température, le développement de la structure métallurgique et la soudabilité des aciers cryogéniques	x	x	x
---	---	---	---

**Etendue**

Aciers pour applications cryogéniques,	x	x	x
Procédés de soudage utilisables,	x	x	x
Produits d'apport,	x	x	x
Problèmes de soudage et précautions particulières, Maîtrise de la qualité du joint soudé,			

Normes relatives aux aciers et produits d'apport pour applications à basses températures.

### Résultats attendus

Expliquer les essais de ductilité et les paramètres affectant la ductilité	x		
Comprendre les essais de ductilité et les paramètres affectant la ductilité		x	x
Interpréter la relation entre la microstructure et la ductilité	x	x	x
Comprendre les effets du pourcentage de Nickel sur la soudabilité	x	x	x
Décrire les procédés de soudage et les matériaux d'apport utilisés pour les aciers cryogéniques	x		
Comprendre les procédés de soudage et les matériaux d'apport utilisés pour les aciers cryogéniques		x	x
Décrire les domaines d'application des différents types d'aciers cryogéniques	x		
Comprendre les domaines d'application des différents types d'aciers cryogéniques		x	x

### 2.14. Aciers faiblement alliés résistants au fluage 0 0 0

#### Etendue

Mécanisme de la résistance au fluage,  
Essais de fluage,  
Prédiction de la vie résiduelle,  
Résistance à l'oxydation,  
Types d'aciers résistant au fluage et réfractaires,  
Procédés de soudage utilisables,  
Métaux d'apport,  
Problèmes de soudage et précautions particulières,  
Maîtrise de la qualité du joint soudé,  
Fragilité à 475° C,  
Normes.

### 2.15. Introduction à la corrosion 2 2 2

#### Objectifs

Comprendre l'essentiel des différents types de corrosion	x	x	x
--	---	---	---

#### Etendue

Principes d'électrochimie,	x	x	x
Potentiel Redox,	-	-	-
Aération différentielle,	-	-	-
Passivation,	-	-	-
Corrosion générale,	x	x	-
Protection cathodique, anodique,	x	x	x

Types de corrosion (intergranulaire, transgranulaire, en lame de couteau, par piqûres, caverneuse, corrosion sous tension),	x	x	-
Décapage et passivation,	x	x	-
Essais de corrosion.	x	x	x
Démonstrations			

**Résultats attendus**

Comprendre les phénomènes chimiques et mécaniques intervenant dans la corrosion	x	x	x
Comprendre les mécanismes des différents types de corrosion	x	x	x
Parler des différentes méthodes de protection	x	x	
Comprendre des différentes méthodes de protection			x

**2.16. Aciers fortement alliés (inox)****2 2 1****Objectifs**

Comprendre l'essentiel des différents types d'aciers inoxydables et leur soudabilité y compris les principes des assemblages de matériaux différents	x	x	x
--	---	---	---

**Etendue**

Influence des éléments d'alliage,	x	x	x
Systèmes Fe-Cr, Fe-Ni, Fe-Cr-Ni,	-	-	-
Eléments alphas et gammagènes,	x	x	x
Influence de l'azote,	x	x	x
Equivalents Cr et Ni,	x	x	x
Diagrammes de Schaeffler, diagrammes de DeLong,	x	-	-
Détermination de la teneur en ferrite,	-	-	-
Types d'aciers inoxydables (entièrement austénitiques, austénoferritiques, ferritiques, martensitiques, à structure duplex ; aciers résistant aux produits chimiques, au fluage, aciers réfractaires),	x	x	x
Procédés de soudage utilisables,	x	x	x
Types de métaux d'apport,	x	-	-
Gaz de protection à l'endroit et à l'envers,	x	-	-
Soudage des aciers inoxydables,	x	x	x
Détails constructifs,	x	-	-
Traitement thermiques,	x	-	-
Traitements thermiques après soudage,	x	-	-
Normes.	x	x	x

**Résultats attendus**

Comprendre les structures des différents aciers inoxydables : métal de base, ZAT et zone fondue	x	x	x
Interpréter le diagramme de phase Fe-C et ses modifications en fonction du contenu en carbone	x	x	x
Expliquer le phénomène de fragilisation	x		
Comprendre le phénomène de fragilisation		x	x
Expliquer le phénomène de corrosion	x		
Comprendre le phénomène de corrosion		x	x

	WT III	WT II	WT I
Comprendre la sélection des procédés de soudage et des traitements thermiques	x	x	x
Expliquer l'utilisation du diagramme Schaeffer-De Long	x		
Comprendre l'utilisation du diagramme Schaeffer-De Long		x	x
<b>2.17. Introduction aux phénomènes d'usure</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Objectifs</b>			
Comprendre l'essentiel de l'usure et de son contrôle			
<b>Etendue</b>			
Différents types d'usure (par frottement hydrodynamique, couche de réaction, usure adhésive, abrasive, par fatigue, par contact, érosion, cavitation, impact, usure thermique, dynamique),	x		
Beurrage,	x		
Essais d'usure.	-		
<b>Résultats attendus</b>			
Comprendre le mode d'usure qui intervient le plus volontiers dans une application	x		
Comprendre l'utilisation du rechargement pour contrecarrer l'usure	x		
<b>2.18. Revêtements de protection</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>Objectifs</b>			
Comprendre l'essentiel des revêtements de protection et méthodes et matériaux utilisés	x	x	
<b>Etendue</b>			
<b>Placage :</b>			
Justifications du placage,	x	-	-
Procédés de placage (dilution),	x	-	-
Assemblage des aciers plaqués,	x	-	-
Conception des joints et modes opératoires de soudage compte tenu de l'accessibilité du joint,			
Normes.	x	-	-
<b>Chemisages :</b>			
Soudage des chemisages,	x	-	-
Conception des joints et modes opératoires de soudage	x	-	-
<b>Rechargement :</b>			
Dépôts résistant à la corrosion,	x	-	-
Dépôts résistant à l'usure.	x	-	-
<b>Revêtements :</b>			
Aciers revêtus,	x	-	-
Aciers galvanisés (teneur en Si),	x	-	-

Peinture,	x	-	-
Problèmes d'assemblage.	x	-	-

**Résultats attendus**

Comprendre les différentes techniques d'application des revêtements protecteurs	x	x	
Décrire les matériaux utilisés et les raisons de ce choix	x		
Comprendre les matériaux utilisés et les raisons de ce choix		x	
Définir les problèmes associés aux différents types de revêtements de protection, les moyens de les empêcher	x		
Comprendre les problèmes associés aux différents types de revêtements de protection, les moyens de les empêcher		x	

**2.19. Aciers résistant au fluage aciers résistant à chaud 2 2 0****Objectifs**

Comprendre les aspects fondamentaux du phénomène de fluage et la relation entre la microstructure et la résistance au fluage.	x	x	
Comprendre les différents types d'acier résistant au fluage et à la chaleur	x	x	

**Etendue**

Résistance au fluage des aciers fortement alliés,	-	-	-
Mécanisme de la résistance à chaud,	-	-	-
Influence des éléments d'alliage,	-	-	-
Types d'aciers résistant au fluage,	-	-	-
Types d'aciers réfractaires (austénitiques, ferritiques),	x	x	-
Soudabilité,	x	x	-
Applications et problèmes spéciaux,	x	x	-
Normes.	x	x	-

**Résultats attendus**

Expliquer les effets des éléments d'alliage sur la résistance à la chaleur et au fluage	x	x	
Expliquer les phénomènes de microstructure se produisant à haute température dans les matériaux	x	x	
Décrire les types d'acier résistants à la chaleur et au fluage	x	x	
Décrire la sélection et l'utilisation des métaux d'apport et des procédés de soudage	x	x	
Expliquer la soudabilité des aciers résistant à la chaleur et au fluage	x	x	

**2.20. Fontes et aciers moulés 1 1 0****Objectifs**

Comprendre la métallurgie des différents types de fonte et aciers, leurs domaines d'application et leur soudabilité	x	x	
---	---	---	--

**Etendue**

Introduction,	X	X	-
Vue d'ensemble sur les aciers moulés,	X	X	-
Vue d'ensemble sur les fontes,	X	X	-
Procédés et modes opératoires de soudage utilisables,	X	X	-
Soudabilité,	X	X	-
Produits d'apport,	-	-	-
Applications et problèmes de soudage spécifiques,	-	-	-
Normes.	-	-	-

**Résultats attendus**

Interpréter avec compétence le diagramme de phase Fe-C avec une attention toute particulière aux contenus de C supérieur à 2%	X	X	
Décrire les différents types de fontes et aciers, leur composition chimique et leur structure cristalline	X		
Comprendre les différents types de fontes et aciers, leur composition chimique et leur structure cristalline		X	
Expliquer les problèmes de soudabilité et les procédés de soudage applicables	X		
Comprendre les problèmes de soudabilité et les procédés de soudage applicables		X	
<b>2.21. Cuivre et alliages de cuivre</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

**Etendue**

Types de cuivre et d'alliages cuivreux,  
 Désoxydation et soudabilité,  
 Caractéristiques physiques et mécaniques,  
 Procédés utilisables (soudage, brasage),  
 Produits d'apport,  
 Gaz de protection à l'endroit et à l'envers,  
 Applications et problèmes spécifiques,  
 Normes.

**2.22. Nickel et alliages de Nickel****Objectifs**

Comprendre la métallurgie, les domaines d'application et la soudabilité du Nickel et de ses alliages	X	X	
--	---	---	--

**Etendue**

Types de nickel et d'alliages de nickel,	X	X	-
Procédés de soudage utilisables,	-	-	-
Produit d'apport,	-	-	-
Gaz de protection à l'endroit et à l'envers,	-	-	-
Problèmes de soudage (fissuration à chaud) et mesures préventives,	X	-	-
Contrôle de la qualité du joint soudé.	-	-	-

**Résultats attendus**

Comprendre la métallurgie du Nickel et de ses alliages	x	x	
Comprendre la soudabilité du Nickel et de ses alliages	x	x	
Décrire les procédés de soudage applicable au Nickel et à ses alliages	x		
Donner des exemples des domaines d'application du Nickel et de ses alliages	x	x	

**2.23. Aluminium et alliages d'aluminium** **3 3 2****Objectifs**

Comprendre en détail la métallurgie, les domaines d'application et la soudabilité de l'aluminium et de ses alliages	x		
Comprendre la métallurgie, les domaines d'application et la soudabilité de l'aluminium et de ses alliages		x	x

**Etendue**

Types d'aluminium et d'alliages d'aluminium (pur, sans durcissement structural, à durcissement structural),	x	x	x
Soudabilité,	x	x	x
Préparation des joints,	x	x	x
Procédés de soudage utilisables,	x	x	-
Produits d'apport (choix, stockage, manipulation),	x	-	-
Gaz de protection à l'endroit et à l'envers,	x	-	-
Problèmes de soudage (porosité et fissuration à chaud, courbes de fissuration) et mesures préventives,	x	x	x
Détails constructifs,	-	-	-
Applications et problèmes spécifiques (structures légères, applications cryogéniques).	-	-	-

**Résultats attendus**

Expliquer la métallurgie de l'aluminium et ses alliages	x	x	
Comprendre la métallurgie de l'aluminium et ses alliages			x
Parler de la soudabilité de l'aluminium et ses alliages	x		
Comprendre la soudabilité de l'aluminium et ses alliages			x
Expliquer la soudabilité de l'aluminium et ses alliages		x	
Décrire les procédés de soudage applicables à l'aluminium et ses alliages	x	x	
Comprendre les procédés de soudage applicables à l'aluminium et ses alliages			x
Décrire les domaines d'application de l'aluminium et ses alliages	x	x	
Comprendre les domaines d'application de l'aluminium et ses alliages			x

**2.24. Autres métaux et alliages** **0 0 0****Etendue**

Titane,  
Magnésium,

Tantale,  
Zirconium,  
Problèmes spéciaux

**2.25. Assemblage de matériaux différents** **2** **2** **1**

**Objectifs**

Comprendre les principes de l'assemblage de matériaux différents et les problèmes induits **x** **x** **x**

**Etendue**

Principes fondamentaux, **x** **x** **x**

Utilisation du diagramme de Schaeffler, **x** **x** **x**

Choix des procédés, **x** **x** **x**

Effets de la dilution, **x** **x** **x**

Produits consommables, **x** **x** **-**

Problèmes de soudage et mesures préventives. **x** **x** **-**

**Applications typiques :** **x** **x** **x**

Assemblage acier inoxydable + acier doux,

Assemblage d'alliages CuNi + acier doux ou acier inoxydable,

Assemblage d'alliages de nickel + acier doux,

Assemblage d'acier inoxydable + alliage cuivreux.

**Résultats attendus**

Expliquer les problèmes de soudabilité induits par l'assemblage de matériaux différents **x** **x**

Comprendre les problèmes de soudabilité induits par l'assemblage de matériaux différents **x**

Interpréter et utiliser le diagramme de Schaeffer **x** **x** **x**

Déduire les méthodes de soudage qui diminuent les problèmes métallurgiques **x** **x**

Comprendre les méthodes de soudage qui diminuent les problèmes métallurgiques **x**

Comprendre le choix correct du métal d'apport **x** **x** **x**

**2.26. Examens métallographiques** **2** **2** **1**

**Objectifs**

Comprendre les structures cristallographiques et l'application de l'examen métallographique **x** **x** **x**

**Etendue**

Préparation de l'échantillon **x** **x** **x**

Examen macrographique et micrographique **x** **x** **x**

**Résultats attendus**

Comprendre et être capable d'utiliser les méthodes de préparation des éprouvette **x** **x** **x**

Décrire les aspects des examens macro et micro **x** **x** **x**

	WT III	WT II	WT I
Interpréter la structure cristallographique et les imperfections métallurgiques	x	x	
Décrire les méthodes non destructives d'examen des composants travaillant au fluage	x	x	
Comprendre les méthodes non destructives d'examen des composants travaillant au fluage			x
<b>Matériaux et leur comportement durant le soudage : heures</b>	<b>52</b>	<b>41</b>	<b>25</b>

WT III	WT II	WT I
21□	17□	12□

### 3. CONSTRUCTION ET CONCEPTION □

---

#### 3.1. Notions fondamentales de la résistance des matériaux 2 2 1

##### Objectifs

Comprendre en détail les principes de contrôle des propriétés des structures métalliques sous charge x x x

##### Etendue

Relations contrainte-déformation, - - -  
 Théories de l'élasticité, X - -  
 Facteur de concentration de contraintes, - - -  
 Déformation élastique et plastique, x x x  
 Comportement des matériaux dans différentes conditions de température et de sollicitation, - - -  
 Types de rupture. x x x

##### Résultats attendus

Expliquer les déformations plastiques x x x  
 Expliquer les différents types de ruine x x x  
 Expliquer les théories de la limite d'élasticité x x

#### 3.2. Bases de la conception des soudures 1 1 1

##### Objectifs

Expliquer la relation entre les charges externes aux structures, les forces internes et les contraintes induites avec un regard spécial sur les soudures x x x

##### Etendue

Principes fondamentaux de la conception (calcul des contraintes), x x x  
 Conditions d'équilibre, x x x  
 Contraintes de traction, de cisaillement, de membrane, et contraintes maximales, x x x  
 Contraintes multiaxiales, contraintes combinées, bridage, Mesure des contraintes,  
 Moments d'inertie, x x x  
 Rigidité,  
 Point de vue de la mécanique de la rupture,  
 Moment d'inertie et modules de sections de soudures,  
 Détermination des contraintes nominales dans les joints soudés d'un seul côté,  
 Exemple concrets de calculs.

**Résultats attendus**

Vérification du calcul de systèmes simples (forces internes)	x	x	x
Vérification du calcul de valeurs sur des coupes incluant des soudures	x	x	x
Prévoir où sera le pic de contraintes	x	x	x

**3.3. Principes de conception des structures soudées 1 1 1****Objectifs**

Comprendre complètement le type et le détail de construction requis en fonction du chargement, de l'application de la méthode de fabrication et des coûts	x	x	x
---	---	---	---

**Etendue**

Facteurs exerçant une influence,	x	x	x
Eléments fondamentaux (structures à âme pleine, en treillis, en caisson, cellulaires, coques),	-	-	-
Principes de conception (règles et normes)	x	x	x
Principes de la conception de structures soudées dans divers domaines d'application,	x	x	x
Conception en vue du soudage mécanisé et automatique, accessibilité et tolérances.	x	x	x

**Résultats attendus**

Expliquer complètement l'utilisation des différents types de construction (avantages et désavantages)	x	x	x
Détailler l'utilisation des profilés existants	x	x	x
Montrer ses connaissances sur l'utilisation des normes appropriées utilisées dans des domaines particuliers d'application	x	x	x
Expliquer le choix des détails pour la mécanisation	x	x	x
Définir les tolérances en fonction des dimensions de la construction	x	x	x
Expliquer les principes de conception pour les joints soudés par résistance	x	x	x

**3.4. Conception des joints 2 2 2****Objectifs**

Concevoir et dessiner les détails de soudure en fonction des matériaux donnés, des épaisseurs, de l'accessibilité, du procédé de soudage, de la position de soudage, des END, de l'équipement disponible et des tolérances	x	x	x
--	---	---	---

**Etendue**

Introduction (importance de la conception du joint soudé et de la forme des chanfreins, influence sur les contraintes et déformations lors du soudage),	x	x	x
Types de joints soudés,	x	x	x

Classification des formes de joints (selon le type de matériau, l'épaisseur, le procédé de soudage, l'accessibilité),	X	X	X
Exigences relatives aux tolérances,	X	X	X
Symboles de soudage utilisés sur les dessins,	X	X	X
Symboles pour les formes de chanfreins,	X	X	X
Modes de désignation suivant ISO 2553.	X	X	X

**Résultats attendus**

Concevoir une soudure selon les conditions données	X	X	X
Détailler et utiliser les symboles de soudage appropriés	X	X	X
Avoir une vue d'ensemble de la manière dont la déformation et les contraintes résiduelles sont produits dans les assemblages soudés	X	X	X

**3.5. Introduction à la mécanique de la rupture 3 2 0****Objectifs**

Comprendre l'utilisation de la mécanique de la rupture et comprendre en détail les exigences pour concevoir les structures chargées en fatigue	X	X	
--	---	---	--

**Etendue**

Mécanique linéaire de la rupture,	X	X	-
Notions fondamentales de la mécanique de la rupture élastoplastique,	X	X	-
Taille critique des défauts, valeur K <sub>1C</sub> ,	X	-	-
Essais de mécanique de la rupture (CTOD, etc.),	X	X	-
Notions fondamentales sur la fatigue,	X	X	-
Types de fatigue,	-	-	-
Croissance de défaut subcritique,	-	-	-
Essais de fatigue,	-	-	-
Calcul des joints soudés soumis à des charges dynamiques,	-	-	-
Fatigue oligocyclique,	-	-	-
Fatigue avec corrosion,	-	-	-
Conception des joints soudés soumis à des charges dynamiques.	-	-	-

**Résultats attendus**

Lister les types de fatigue	X	X	
Concevoir les soudures travaillant en chargement de fatigue	X	X	
Expliquer les différentes influences sur les contraintes de fatigue	X	X	
Calculer une soudure sous chargement de fatigue	X	X	
Décrire les méthodes d'essai en mécanique de la rupture	X	X	

**3.6. Propriété des structures soudées sous différents types de chargement 3 2 1****Objectifs**

Comprendre en détail les différents types de chargement et l'influence des conditions environnementales sur la construction	X	X	X
---	---	---	---

**Etendue**

Résistance aux efforts statiques,	X	X	X
Résistance à chaud,	X	X	X
Résistance au fluage,	-	-	-
Influence des entailles et des défauts de soudure,	X	X	X
Résistance à basse température,	X	-	-
Tenue au choc,	-	-	-
Données typiques pour les aciers courants,	X	-	-
Normes.	X	-	-

**Résultats attendus**

Expliquer complètement les exigences selon les différentes conditions de température	X	X	X
Déterminer les matériaux qui répondent aux conditions de contrainte et température	X	X	X
Sélectionner les matériaux appropriés en fonction de l'application	X	X	

**3.7. Conception des structures soudées avec principalement des charges statiques**

	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
--	----------	----------	----------

**Objectifs**

Etre capable de vérifier la conception et le calcul des joints et tous les détails en relevant pour les structures métalliques par exemple :	X	X	X
- les renforts de bride, y compris les parties roulées			
- les sections de profilés longitudinaux			
- les tôles des bases de colonnes			
- les coins de châssis			
- les zones de supportage			

**Etendue**

Construction en acier et constructions légères,	X	X	X
Utilisation de joints bout à bout et en angle,	X	X	X
Utilisation de profilés (en H, I, U, T, cornières, etc.),	-	-	-
Assemblages soudés,	X	X	X
Assemblages d'angle,	X	X	X
Structures renforcées et raidies,	-	-	-
Entretroisements,	-	-	-
Structures en treillis,	-	-	-
Poteaux,	-	-	-
Supports,	-	-	-
Structures à portiques,	-	-	-
Choix des groupes d'acier,	-	-	-
Emplois des normes et spécifications nationales,	-	-	-
Cas concrets.	-	-	-

**Résultats attendus**

Etre capable d'apprécier la conception des différentes zones de raccordement	x	x	x
Etre capable d'apprécier les géométries de soudures appropriées	x	x	x
Etre capable d'apprécier les contraintes de soudures pertinentes	x	x	x
Estimer les contraintes dans les châssis	x	x	x
Lister les contraintes dans les soudures de châssis	x	x	x

**3.8. Propriétés des structures soudées sous chargement dynamique****3 2 1****Objectifs**

Comprendre complètement le développement des contraintes de fatigue, les calculs avec chargement cyclique, l'influence des entailles et la manière de les éviter	x	x	x
--	---	---	---

**Etendue**

Types de charges,	x	x	x
Analyse statistique des contraintes sur des structures réelles,	-	-	-
Effet du domaine de contrainte,	-	-	-
Contrainte moyenne,	-	-	-
Résistance à la fatigue,	X	-	-
Diagramme S-N,	-	-	-
Règle de Palmgren-Miner,	x	x	-
Classification des joints soudés,	x	x	x
Répartition des contraintes,	-	-	-
Influence des entailles,	x	-	-
Influence des défauts de soudure,	x	x	x
Amélioration de la résistance à la fatigue (martelage, parachèvement TIG, meulage, relaxation, etc.).	x	x	-

**Résultats attendus**

Détailler l'influence des entailles et des défauts de soudure	x		
Classer les différents joints	x	x	x
Décrire les modifications à apporter aux soudures pour améliorer leurs performances	x	x	
Décrire les méthodes de comptage des cycles de chargement	x	x	

**3.9. Conception des structures soudées chargées en dynamique****1 1 1****Objectifs**

Comprendre les différents détails de conception et des classes d'entailles dans les domaines d'application	x	x	x
--	---	---	---

**Etendue**

Ponts,	-	-	-
Grues,	-	-	-
Machines,	-	-	-

Véhicules, etc.,	-	-	-
Utilisation des normes et spécifications nationales,	x	X	X
Etude de cas concrets de conception et calcul.	x	-	-

**Résultats attendus**

Concevoir des détails donnés (pont orthotrope, etc.)	x		
Lister les normes appropriées	x	x	x
Décrire les chapitres principaux de normes données	x	x	x

**3.10. Conception des structures soudées sous charges thermodynamiques****1 1 1****Objectifs**

Comprendre en détail les exigences spéciales de conception des éléments de structure dans un domaine d'application avec un regard sur le calcul des soudures	x	x	x
--	---	---	---

**Etendue**

Construction de chaudières, récipients à pression, pipelines, etc.,	x	x	x
Applications à hautes et basses températures,	x	x	x
Détails constructifs (brides, tubulures, viroles, compensateurs de dilatation, etc.),	x	x	x
Utilisation des normes et spécifications,	x	x	x
Etude de cas concrets de conception de calcul.	x	x	x

**Résultats attendus**

Expliquer le calcul des soudures longitudinales et circulaires	x	x	x
Concevoir des détails de structures données	x	x	x
Expliquer les avantages de différents détails	x	x	x
Lister et comparer les normes pertinentes	x	x	x
Utiliser avec compétence les plans isométriques	x	x	x

**3.11. Conception des structures en aluminium et alliages d'aluminium****1 1 1****Objectifs**

Comprendre complètement les propriétés des structures en aluminium soudées en fonction des forces, des contraintes et la conception par comparaison avec l'acier	x	x	x
--	---	---	---

**Etendue**

Constructions légères,	x	x	x
Véhicules,	x	x	x
Navires,	x	x	x
Applications aérospatiales,			
Nocivité des défauts,	x	x	x
Utilisation de normes et spécifications,	x	x	x
Etude de cas concrets de conception et calcul.			

**Résultats attendus**

Détailler les calculs de contrainte dans la ZAT	x	x	x
Concevoir des profilés en aluminium pour un usage donné	x	x	x
Décrire les forces et contraintes dans un assemblage soudé en aluminium	x	x	x
Faire la distinction entre les différents alliages	x	x	x
Choisir les alliages pour des applications données	x	x	x

**3.12. Joints soudés sur fer à béton****2 1 1****Objectifs**

Comprendre les principes du choix des joints et leur conception	x	x	x
---	---	---	---

**Etendue**

Types de joints utilisés (à recouvrement, cruciformes),	x	x	x
Soudabilité et résistance du joint soudé,	x	x	x
Sollicitations directes et indirectes,	-	-	-
Préchauffage en fonction du diamètre des barres,	-	-	-
Procédés de soudage utilisés.	x	x	x

**Résultats attendus**

Concevoir l'essentiel des différents joints	x	x	x
Différencier les joints qui travaillent et ceux qui ne travaillent pas	x	x	x
Détailler les procédés applicables	x	x	x
Déterminer la longueur de soudure en fonction du diamètre	x	x	x

**Construction et conception :****heures totales****21****17****12**

WT III	WT II	WT I
22□	21□	15□

#### 4. FABRICATION, APPLICATIONS D'INGENIERIE □

---

##### 4.1. Introduction à l'assurance qualité dans les constructions soudées

6	5	3
---	---	---

##### Objectifs

Comprendre à fond l'essentiel de l'Assurance Qualité(AQ) et du Contrôle Qualité (CQ) et leurs applications pendant les activités de fabrication

x	x	x
---	---	---

##### Etendue

Concept d'assurance de la qualité et de contrôle de la qualité,  
Soudabilité,  
Manuel d'Assurance Qualité,  
Plan qualité,  
Audit de l'entreprise,  
Personnel et matériels,  
Maintenance,  
Inspection,  
Activités de l'ingénieur soudeur dans les différentes fonctions industrielles,  
Normes (Guide Gestion de la Qualité, ISO 9000, ISO 3834, ISO 14731 ; implications en inspection en soudage, sélection du personnel pour les tâches de coordination relatives au soudage).

x	x	x
x	x	x
x	-	-
-	-	-
-	-	-
x	-	-
-	-	-
x	x	x
x	-	-
x	x	x

##### Résultats attendus

Etalonnage et vérification technique des instruments de mesure et des équipements  
Application et interprétation des normes et codes AQ et CQ  
Gestion de la documentation technique pendant la fabrication  
Aptitude au relationnel avec les autres acteurs impliqués dans la fabrication et le contrôle des produits soudés

x	x	
x	x	x
x	x	x
x	x	x

##### 4.2. Contrôle qualité en fabrication

6	6	4
---	---	---

##### Objectifs

Comprendre les principes de base du CQ pendant la fabrication

x	x	x
---	---	---

##### Etendue

Descriptif de mode opératoire de soudage,  
Séquence de soudage,  
Qualification des modes opératoires (ISO 9956, normes nationales),  
Qualification des soudeurs (ISO 9606, parties 1 et 2, normes nationales),  
Traçabilité (identification des matériaux, modes opératoires, certificats),

x	x	x
x	x	x
x	x	x
x	x	x
x	x	x

	WT III	WT II	WT I
Méthode de surveillance et d'archivage des données relatives à la fabrication, Etalonnage des appareils de mesure.	x	x	x
Travaux pratiques en soudage :			
- qualification des modes opératoires de soudage.	x	x	x
- essais de qualification des soudeurs.	x	x	x
<b>Résultats attendus</b>			
Expliquer complètement le but principal de l'opérateur soudeur/du soudeur/ de la qualification du QMOS et les avantages principaux de la qualité des fabrications soudées	x	x	x
Expliquer en détail le but principal d'un DMOS	x	x	x
Revue et interprétation détaillée, pour un composant soudé, d'un DMOS selon les normes internationales/nationales	x	x	x
Interpréter les normes EN pour la qualification d'un DMOS, comprendre les variables principales pour la qualification d'un DMOS donné et son domaine de validité	x	x	
Interpréter les normes EN pour la qualification de soudeur, comprendre les variables essentielles pour une qualification de soudeur donnée et son domaine de validité	x	x	
Interpréter les normes EN pour la qualification d'un opérateur soudeur, comprendre les variables essentielles pour une qualification d'opérateur soudeur donnée et son domaine de validité	x	x	
Gérer la traçabilité des procédures des matériaux et des certificats	x	x	x
Gérer les méthodes disponibles pour le suivi et l'archivage des données de fabrication	x	x	
Gérer les exigences d'étalonnage des équipements de mesure (si requis)	x		
<b>4.3. Contraintes et déformations en soudage</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Objectifs</b>			
Comprendre en détail les facteurs affectant les contraintes des soudures et les déformations en fabrications soudées et comment ces effets peuvent être mesurés et minimisés	x	x	x
<b>Etendue</b>			
Facteurs exerçant une influence,	x	x	x
Données thermiques concernant les matériaux,	x	x	x
Origine des contraintes résiduelles et des déformations,	-	-	-
Etendue des contraintes de retrait longitudinal et transversal,	x	x	x
Relations entre apport d'énergie, retrait et déformations, séquences de soudage,	x	x	x
Effets des contraintes résiduelles sur le comportement en service des structures soudées,	-	-	-
Moyens de réduire les contraintes résiduelles et les déformations,	x	x	x
Exemple de moyens utilisés pour maîtriser les déformations.	x	x	x

**Résultats attendus**

Comprendre l'effet des contraintes résiduelles sur les propriétés d'une structure soudée en service	x	x	
Connaître les méthodes les plus utilisées pour minimiser les déformations et contraintes	x	x	x
Prévoir qualitativement le retrait et la déformation des joints soudés	x	x	
Comprendre l'origine, les facteurs d'influence et l'importance de la contrainte résiduelle et de la déformation des fabrications soudées	x	x	x

**4.4. Moyens de production, gabarits et montages****1 1 1****Objectifs**

Comprendre l'ensemble des équipements auxiliaires, des montages et installations d'un point de vue qualité, économique et environnemental	x	x	
---	---	---	--

**Etendue**

Implantation de la chaîne de production,	-	-	-
Gabarits,	-	-	-
Câbles,	-	-	-
Raccordements,	-	-	-
Environnement du travail,	-	-	-
Matériels accessoires,	-	-	-
Aspiration des fumées,	-	-	-
Ajustage des joints,	x	x	x
Pointage des bords,	x	x	x
Stockage et manipulation des produits d'apport,	-	-	-
Stockage et distribution des gaz,	-	-	-
Débitmètres,	-	-	-
Appareils de préchauffage et de réglage des températures.	-	-	-

**Résultats attendus**

Comprendre les exigences relatives à l'accostage du joint et au pointage	x	x	x
Vérifier l'application des exigences sur la manipulation et le stockage des consommables	x	x	x
Vérifier l'application possible d'un équipement auxiliaire utilisé dans une construction soudée particulière, y compris l'extraction des fumées, les câbles, le traitement thermique et l'équipement de contrôle de température	x	x	
Vérifier les installations, montages et positionneurs	x	x	x

**4.5. Santé et Sécurité****2 2 2****Objectifs**

Expliquer les risques associés au soudage provenant de l'électricité, des gaz, des fumées, du feu, du rayonnement et du bruit et interpréter les réglementations de Santé et Sécurité en respect aux risques précédant	x		
Comprendre les risque Santé et Sécurité associés aux procédés de soudage		x	

Vue d'ensembles des principaux risques Santé et Sécurité associés aux procédés de soudage

x

**Etendue**

Introduction

x

x

x

Revue des aspects de sécurité

x

x

x

Revue des aspects environnement

x

x

x

Risques électriques, connexion de l'équipement

x

x

x

Problèmes des gaz de protection

x

x

x

Radiation et protection de l'œil

x

x

x

Emission de fumées de soudage

x

Valeurs maximales et limites admissibles

x

Ventilation et extraction de fumées

x

Ergonomie

x

Détermination des émissions acceptables, essais de mesure des émissions, niveau de bruit et protection de l'ouïe

x

x

x

Normes et réglementations

x

x

x

**Résultats attendus**

Etre capable d'identifier les risques Santé et Sécurité associés aux principaux procédés de soudage

x

x

x

Comprendre les risques associés aux équipements de soudage électriques

x

x

x

Etre familiarisé avec les réglementations et normes santé et Sécurité associées au soudage, coupage et procédés connexes

x

x

x

Comprendre la génération des fumées, les limites et méthodes de mesurer cette génération

x

**4.6. Mesures, contrôle et enregistrement en soudage****2****2****1****Objectifs**

Comprendre en détail les exigences concernant les mesures, le contrôle et l'enregistrement pendant le soudage et les techniques connexes

x

x

x

**Etendue**

Méthodes de mesure,

x

x

x

Instruments,

x

x

x

Températures,

x

x

x

Temps de refroidissement, par exemple t<sub>8/5</sub>,

x

-

-

Paramètres de soudage (tension, intensité, vitesse, débits de gaz, etc.),

x

x

x

Régulation du traitement thermique (vitesses de chauffage et de refroidissement),

x

-

-

Etalonnage des appareils,

x

x

x

Travaux de laboratoire

x

x

x

**Résultats attendus**

Connaître les méthodes de mesure utilisées dans le contrôle du soudage et des techniques connexes

x

x

x

	WT III	WT II	WT I
Gérer les procédures de travail pour la mesure des paramètres de soudage	x	x	x
Gérer les procédures de travail pour la mesure et le contrôle des opérations de traitement thermique	x	x	x
Gérer les procédures d'étalonnage, la validation et le suivi des opérations de soudage	x	x	x
<b>4.7. Contrôle non destructif (introduction au module WI)</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Objectifs</b>			
Faire une approche du rôle des END dans les fabrications soudées	x	x	x
<b>Etendue</b>			
Types de défauts de soudures (EN-ISO 6520),	-	-	-
Critères d'acceptation (par exemple ISO/DIS 5817.3 et 10042),	-	-	-
Principes de base des méthodes de contrôle non destructif (visuel, par ressuage, magnétoscopique, par courants de Foucault, par émission acoustique, radiographique, par ultrasons, etc.),	x	x	x
Domaines d'application et limites,	-	-	-
Conception tenant compte des END,	-	-	-
Etalonnage,	-	-	-
Interprétation (radiographies de références de l'IIS),	-	-	-
Enregistrement des résultats,	-	-	-
Qualification du personnel END,	-	-	-
Modes opératoires END,	-	-	-
Utilisation des normes et spécifications,	-	-	-
Hygiène et sécurité,	-	-	-
Travaux pratiques (environ 50% du temps).	-	-	-
<b>Résultats attendus</b>			
Comprendre complètement les caractéristiques des principales méthodes END, leurs avantages et désavantages dans leur application aux fabrications soudées	x	x	x
Interpréter et gérer la qualification du personnel END	x	x	x
Comprendre les principes de l'interprétation des résultats	x	x	x
Interpréter les normes de tolérance des imperfections de soudure	x	x	
<b>4.8. Aspects économiques</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>Etendue</b>			
Introduction,	-	-	-
Analyse des coûts du soudage,	-	-	-
Vitesses de dépôt,	-	-	-
Coût de la main-d'oeuvre,	-	-	-
Coût de produits consommables,	-	-	-
Coût du matériel,	-	-	-
Rentabilité,	-	-	-
Coût de l'énergie,	-	-	-

	WT III	WT II	WT I
Facteurs de marche,	-	-	-
Calcul des coûts su soudage,	-	-	-
Utilisation de l'informatique, programmes de calcul,	-	-	-
Mesures pour réduire les coûts du soudage,	-	-	-
Mécanisation,	-	-	-
Automatisation,	-	-	-
Robotique.	-	-	-
<b>4.9. Réparations en soudage</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>
<b>Objectifs</b>			
Comprendre en détail les problèmes de réparations de soudures à la fois en condition de fabrication et de service	x	x	x
<b>Etendue</b>			
Spécification du mode opératoire de réparation par soudage,	x	x	x
Plan de réparation par soudage,	x	x	x
Qualification du mode opératoire de réparation par soudage,	x	x	x
Contrôle non destructif des réparations,	-	-	-
Précautions spéciales.	-	-	-
<b>Résultats attendus</b>			
Gérer en profondeur les problèmes de réaliser des réparations de soudure et des activités annexes	x	x	x
Vérifier les qualifications des procédures et des opérateurs applicables aux réparations de soudures	x	x	x
Interpréter et vérifier l'application de procédures complètes applicables aux réparations de soudures	x	x	x
<b>4.9. Aptitude à l'emploi</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Objectifs</b>			
Acquérir une compréhension de la nécessité d'avoir et utiliser les techniques d'évaluation critique et de leur application	x	x	x
<b>Etendue</b>			
Introduction systématique (doc. IIS-SST 1093-8, 5 parties),	x	x	x
Nocivité des défauts,	x	x	x
Evaluation critique industrielle (ECI).	-	-	-
<b>Résultats attendus</b>			
Acquérir une information de base sur les principes de l'aptitude à l'emploi	x	x	x
Comprendre l'essentiel des méthodes typiques de conduite d'une évaluation critique en ingénierie d'une structure soudée	x		
Evaluer les effets de la dimension, morphologie et position d'une imperfection sur l'intégrité d'une structure	x	x	

WT III WT II WT I

**4.10. Etude de cas****0 0 0****Etendue**

Le but de cette dernière partie du programme est de vérifier les connaissances acquises dans le domaine de la fabrication de structures soudées spécifiques. La meilleure solution consiste à faire appel à des spécialistes venant de l'industrie pour qu'ils présentent des cas concrets et des projets d'études aux étudiants répartis en plusieurs groupes, la présentation étant suivie d'une discussion générale et de commentaires par les spécialistes. Tous les sujets suivants doivent être traités de façon plus ou moins approfondie, selon les besoins nationaux.

*Sujets :*

Construction métallique et structures légères, chaudières et récipients à pression, matériel du génie chimique et pipeline, construction navale et structure offshore, moyens de transport automobiles, chemins de fer), constructions de l'industrie aérospatiale.

- - -

*Aspects communs à tous les sujets :*

Normes et spécifications,

- - -

Conception,

- - -

Choix des matériaux,

- - -

Procédés de soudage,

- - -

Soudage sur le chantier (transport, assemblage),

- - -

Produits consommables,

- - -

Modes opératoires de soudage,

- - -

Tolérances sur les préparations des joints et l'accostage,

- - -

Traitement thermique après soudage,

- - -

END et contrôle qualité.

- - -

**Fabrication, application en ingénierie :****heures totales****22****21****15****TOTAL****121****95****66**

Note : le programme ci-dessus suit le contenu de ceux adoptés pour les Guides des Ingénieurs Internationaux en Soudage, les Technologues et les Spécialistes. Les thèmes qui ne s'appliquent pas au personnel d'inspection en soudage se voient attribuer un nombre d'heures égal à 0.

**Formation théorique : Modules d'Inspection en Soudage**

	WI III	WI II	WI I
<b>1. Introduction générale à l'inspection en soudage</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
<b>1.1. Etendue de l'activité</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
<b>Objectifs</b>			
Comprendre le rôle et les responsabilités de l'inspecteur en soudage et la relation de l'inspecteur avec les autres personnels de soudage et contrôle	x	x	x
Comprendre le but des essais destructifs et non destructifs	x	x	x
<b>Etendue</b>			
Objectifs de l'inspection dans les constructions soudées, Construction et normes de qualité,	x	x	x
Rôle du personnel en inspection dans l'assurance en qualité du produit; concept de l'aptitude à l'usage,	x	x	x
Inspection avant, pendant et après le soudage,	x	x	x
Niveaux du personnel et sa qualification,	x	x	x
Responsabilités de l'inspecteur; relation des actions,	x	x	x
Liaisons entre la coordination en soudage et les autres tâches en soudage,	x	x	x
Concepts de contrôle destructif et non destructif.	x	x	x
<b>Résultats attendus</b>			
Comprendre le rôle et les responsabilités de l'inspecteur en soudage dans les codes de construction et les normes qualité	x	x	x
Comprendre les niveaux d'autorité des inspecteurs en soudage selon le contrat et les exigences réglementaires	x	x	x
Comprendre les niveaux de qualification du personnel avec les fonctions associées et la responsabilité en coordination du soudage (ISO 3834) en inspection et essais	x	x	x
Comprendre le rôle de l'inspecteur en soudage et la relation avec le soudeur, le coordonnateur en soudage et l'équipe d'essais non destructifs	x	x	x
Comprendre les avantages et désavantages des essais destructifs et non destructifs	x	x	x
Expliquer le rôle de l'inspection dans l'assurance de qualité du produit	x	x	
<b>1.2. Termes et définitions</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Objectifs</b>			
Comprendre la terminologie de l'inspection et du contrôle	x	x	x
<b>Etendue</b>			
Inspection courantes et termes d'END	x	x	x
Normes de référence pour la terminologie	x	x	x
Recueil de termes de l'IIS	x	x	x

	WI III	WI II	WI I
<b>Résultats attendus</b>			
Aptitude à comprendre et utiliser les termes d'inspection et END figurant dans les normes nationales et internationales et la collection de termes de l'IIS	x	x	x
<b>2. Essais</b>	<b>1</b> □	<b>1</b> □	<b>1</b> □
<b>2.1. Essais mécaniques sur les joints soudés</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Objectifs</b>			
Comprendre le but et la valeur de l'essai de la procédure et du soudeur	x	x	x
Comprendre les exigences pour le matériel utilisé pour l'essai de procédure et de performance	x	x	x
<b>Etendue</b>			
Objectifs en relation avec les qualifications de soudeurs et de modes opératoires, et les performances en service,	x	x	x
Soudures d'essai; origine des pièces d'essais.	x	x	x
Certificats matières: caractéristiques et données essentielles	x	x	x
<b>Résultats attendus</b>			
Comprendre les objectifs de l'essai de la procédure et de la performance du soudeur	x	x	x
Comprendre le contenu du certificat matière et les données	x	x	x
Etre capable de sélectionner les matériaux appropriés en vue des essais	x	x	x
Expliquer le but et la valeur des essais en relation avec la performance en service	x	x	
<b>3. Imperfections des soudures</b>	<b>7</b> □	<b>5</b> □	<b>3</b> □
<b>3.1. Types d'imperfections</b>	<b>5</b>	<b>4</b>	<b>3</b>
<b>Objectifs</b>			
Clarifier les caractéristiques des principaux types d'imperfections de soudure	x	x	x
Expliquer leur position possible dans le joint soudé	x	x	x
Vérifier leur possibilité de détection avec les techniques END courantes	x	x	x
<b>Etendue</b>			
Revue des défauts des soudures, leur cause et caractéristiques, en particulier :	x	x	x
Soufflures et cavités,	x	x	x
Défauts de forme et profil,	x	x	x
Amorçage d'arc,	x	x	x
Fissures,	x	x	x

	WI III	WI II	WI I
Inclusions,	X	X	X
Manque de fusion,	X	X	X
Manque de pénétration,	X	X	X
Arrachement lamellaire,	X	X	X
Recouvrement,	X	X	X
Mauvais états de surface,	X	X	X
Défauts de laminage,	X	X	X
Projections,	X	X	X
Caniveaux,	X	X	X
Classification (EN ISO 6520)	X	X	-
Autres.	X	X	-
<b>Résultats attendus</b>			
Acquérir l'aptitude à gérer les différents types d'imperfections	X	X	X
Identifier les causes des imperfections des soudures et fonction des différents procédés de soudage et matériaux	X		
Prévoir la possibilité de détection pour chaque type d'imperfection avec les techniques END courantes	X	X	
<b>3.2. Evaluation des imperfections</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>Objectifs</b>			
Comprendre complètement la morphologie des imperfections	X	X	
Prévoir l'influence possible de chaque type d'imperfection	X	X	
Gérer l'application des normes internationales/nationales et des codes pour l'acceptation et le rejet des imperfections de soudage	X		
<b>Etendue</b>			
Caractéristiques des défauts de soudures :			
Forme volumétrique,	X	-	-
Nature de la surface,	X	-	-
Dimension,	-	-	-
Position,	X	-	-
Orientation,	X	-	-
Importance du défaut en fonction des conditions de service,	X	-	-
Conformité aux normes,	X	X	-
Critères d'acceptation/de rejet.	X	-	-
<b>Résultats attendus</b>			
Acquérir la connaissance des codes et normes les plus courants concernant les imperfections des soudures	X	X	
Gérer l'application des critères d'acceptation/rejet des imperfections de soudure	X	X	
Avoir une approche de l'inspection des joints soudés en fonction de leurs conditions de services	X		

	WI III	WI II	WI I
<b>4. Méthodes d'essai</b>	<b>31</b>	<b>25</b>	<b>20</b>
<b>4.1. Revue des méthodes d'essai</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Objectifs</b>			
Comprendre les différentes méthodes END et leur domaine d'application	x	x	
<b>Etendue</b>			
Rôle du contrôle visuel et des méthodes de contrôle non destructif,	x	x	x
Gamme d'action des méthodes disponibles.	x	x	x
<b>Résultats attendus</b>			
Détailler les objectifs des méthodes d'essai	x	x	x
Détailler la relation avec les autres personnels en soudage	x	x	x
Détailler les responsabilités des inspecteurs en soudage selon leur niveau de qualification	x	x	x
Détailler les différents types d'essai (destructifs ou non)	x	x	x
<b>4.2. Inspection visuelle</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Objectifs</b>			
Comprendre en détail l'essentiel de l'inspection visuelle, les applications et les spécifications, y compris l'interprétation des imperfections spécifiques aux éléments soudés	x	x	x
<b>Etendue</b>			
<b>4.2.1 Outils d'inspection</b>			
Instruments spéciaux pour les mesures des soudures,	x	x	x
Systèmes de vision interne (par les trous),	x	x	x
Moyens d'amplification optique.	x	x	x
<b>4.2.2 Inspection avant le soudage</b>			
Nuance du matériau et des consommables,	x	x	x
Préparation des bords,	x	x	x
Stockage et conditionnement des consommables,	x	x	x
Conditionnement des équipements de soudage,	x	x	x
Mise en oeuvre de l'équipement et réglage,	x	x	x
Alignements des composants,	x	x	x
Utilisation de positionneurs et montages,	x	x	x
Procédures de soudage et statut,	x	x	x
Surveillance des essais d'agrément,	x	x	x
Evaluation des résultats des essais,	x	x	x
Application des procédures de soudage.	x	x	x
<b>4.2.3 Inspection pendant le soudage</b>			
Le préchauffage et son contrôle,	x	x	x
Nettoyage entre passes et contrôle de la température,	x	x	x

	WI III	WI II	WI I
Gougeage envers,	X	X	X
Aspect de la soudure et profil,	X	X	X
Déformations,	X	X	X
Pénétration de la soudure,	X	X	X
Enregistrement des paramètres de soudage,	X	X	X
<b>4.2.4 Inspection après le soudage</b>			
Dimensions de la soudure,	X	X	X
Pénétration,	X	X	X
Profil,	X	X	X
Aspect de la surface,	X	X	X
Déformations,	X	X	X
Projections, coups d'arc,	X	X	X
Mise en évidence des défauts débouchants en surface - porosités, fissures.	X	X	X
<b>4.2.5 Rapport des résultats: le rapport d'inspection visuelle</b>	X	X	X
<b>Résultats attendus</b>			
Détailler les différents types d'instruments utilisés en inspection visuelle	X	X	X
Expliquer l'intérêt de l'inspection avant, pendant et après soudage	X	X	X
Détailler les différents points de l'inspection avant soudage	X	X	X
Détailler les différents points de l'inspection pendant soudage	X	X	X
Détailler les différents points de l'inspection après soudage	X	X	X
Détailler les normes de référence pour l'évaluation des résultats d'essai	X	X	X
Détailler les différentes méthodes de suivi des paramètres de soudage	X	X	X
Détailler la présentation des rapports d'essai visuel	X	X	X
<b>4.3. Contrôle par ressuage</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Objectifs</b>			
Comprendre en détail l'essentiel de l'essai de ressuage, les applications et les spécifications, y compris l'interprétation des imperfections spécifiques aux éléments soudés	X	X	X
<b>Etendue</b>			
<b>4.3.1 Principes</b>			
Pénétration d'un liquide dans les défauts débouchant en surface; capillarité,	X	X	X
Liquides pénétrants; pigments et UV; nature et caractéristiques,	X	X	X
Procédure d'essai,	X	X	X
Apparition de l'image,	X	X	X
Sensibilité,	X	X	X
Sommaire des types de défauts et des matériaux,	X	X	X
Limites de la méthode.	X	X	X

	WI III	WI II	WI I
<b>4.3.2 Technique</b>			
Choix du pénétrant,	X	X	X
Procédure de contrôle; nettoyage préalable, application du pénétrant, temps de pénétration, nettoyage, révélation, Sécurité du travail.	X	X	X
<b>4.3.3 Interprétation</b>			
Conditions d'examen,	X	X	X
Emplacement des imperfections, indications parasites, Identification du type d'imperfections et les dimensions.	X	X	X
<b>4.3.4 Application</b>			
Types d'équipements,	X	X	X
Composants spécifiques.	X	X	X
<b>4.3.5 Normes</b>	X	X	X
<b>4.3.6 Compétence du personnel</b>	X	X	X
<b>Résultats attendus</b>			
Expliquer les principes de l'essai de ressuage	X	X	X
Expliquer le domaine de validité de la méthode pour l'essai en fabrication et en service	X	X	X
Détailler les imperfections que l'on peut trouver avec ce procédé	X	X	X
Détailler les normes de référence pour l'évaluation des résultats d'essai	X	X	X
Détailler la présentation des rapports de contrôle par ressuage	X	X	X
Expliquer le système de certification des opérateurs	X	X	X
<b>4.4. Contrôle par magnétoscopie</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>Objectifs</b>			
Comprendre en détail l'essentiel de l'essai par magnétoscopie, les applications et les spécifications, y compris l'interprétation des imperfections spécifiques aux éléments soudés	X	X	X
<b>Etendue</b>			
<b>4.4.1 Principes</b>			
Aimants et champs magnétiques (flux magnétiques),	X	X	X
Contraintes de champs (densité de flux),	X	X	X
Champs induits dans les composants métalliques,	X	X	X
Champs uniformes,	X	X	X
Effets des discontinuités dans la distorsion du champ,	X	X	X
Distorsion de champ due à la géométrie du composant, la finition de surface ou les défauts,	X	X	X
Utilisation des particules magnétiques pour localiser les distorsions de champ,	X	X	X
Limites de la méthode.	X	X	X

	WI III	WI II	WI I
<b>4.4.2 Technique</b>			
Méthodes de magnétisation,	X	X	X
Application à différentes géométries de composants,	X	X	X
Exigences sur la contrainte du champ; calculs,	X	-	-
Procédure de contrôle; préparation des composants; préparation de la surface des soudures; particules à employer; méthodes sèches et humides; préparation pour l'interprétation.	X	X	X
<b>4.4.3 Interprétation</b>			
Facteurs affectant la reconnaissance des défauts,	X	X	X
Position des défauts; perturbations magnétiques non significatives,	X	X	X
Identification du type de défaut et dimensionnement.	X	X	X
<b>4.4.4 Application</b>			
Types d'équipements,	X	X	X
Composants spécifiques.	X	X	X
<b>4.4.5 Normes</b>	X	X	X
<b>4.4.6 Compétence du personnel</b>	X	X	X
<b>Résultats attendus</b>			
Expliquer les principes de l'essai par magnétoscopie	X	X	X
Expliquer le domaine de validité de la méthode pour l'essai en fabrication et en service	X	X	X
Détailler les imperfections que l'on peut trouver avec ce procédé	X	X	X
Détailler les normes de référence pour l'évaluation des résultats d'essai	X	X	X
Détailler la présentation des rapports de contrôle par magnétoscopie	X	X	X
Expliquer le système de certification des opérateurs	X	X	X
<b>4.5. Contrôle par radiographie</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>Objectifs</b>			
Comprendre en détail l'essentiel de l'essai par radiographie, les applications et les spécifications, y compris l'interprétation des imperfections spécifiques aux éléments soudés	X	X	X
<b>Etendue</b>			
<b>4.5.1 Principes</b>			
Concepts simples sur les radiations électromagnétiques et les émissions radioactives des isotopes	X	X	X
Caractéristiques et propriétés de rayons x des rayons $\gamma$ ,	X	X	X
Génération des rayons x; les tubes à rayons X,	X	X	X
Pénétration et absorption; effet du type de courant et du voltage du tube,	X	X	X
Désintégration des isotopes et production de rayons $\gamma$ ;	-	-	-

	WI III	WI II	WI I
Concept de la demi-période,	X	X	X
Pénétration et absorption; effet du type de l'isotope,	X	X	X
Films radiographiques et génération des images; qualité d'image en fonction des caractéristiques des radiations,	-	-	-
Procédures de contrôle radiographique et type de film; densité de film; notion de flou géométrique, sensibilité,	X	X	X
Influence de l'orientation des défauts et de leur dimension sur la détection,	X	X	-
Influence des matériaux, de l'épaisseur et de la forme géométrique,	X	X	-
Limites de la méthode; matériaux, épaisseur, géométrie,	X	X	X
Dangers pour la santé et leur prévention.	X	X	X
<b>4.5.2 Technique</b>			
Revue du composant, sélection de la source de radiation et du film,	X	X	-
Manipulation des films et stockage,	X	X	-
Etablissement des procédures d'exposition et conditions; simple et double film,	X	X	-
Qualité d'image; sélection et utilisation des IQI,	X	X	-
Traitement des films; effets des paramètres sur la qualité d'image,	X	X	-
Sécurité dans le travail; suivi du personnel.	X	X	X
<b>4.5.3 Interprétation</b>			
Revue des composants, procédures de soudage et techniques radiographiques; position prévisibles des défauts,	X	X	-
Conditions d'exposition,	X	X	-
Evaluation de la qualité d'image,	X	X	-
Reconnaissance des types de défauts et leurs positions; utilisation des films de référence.	X	X	-
<b>4.5.4 Moyens de radiographie spécialisés</b>			
Radiographies à haute tension, fluoroscopie.	X	X	X
<b>4.5.5 Réglementation et normes</b>			
	X	X	X
<b>4.5.6 Compétence du personnel</b>			
	X	X	X
<b>Résultats attendus</b>			
Expliquer les principes de l'essai par radiographie, les méthodes de traitement des films	X	X	X
Expliquer les différentes méthodes de contrôle radiographique, sélection des radiations	X	X	X
Détailler les imperfections que l'on peut trouver avec ce procédé et leur emplacement	X	X	X
Détailler les normes de référence pour l'évaluation des résultats d'essai	X	X	X
Détailler la présentation des rapports de contrôle par radiographie	X	X	X

	WI III	WI II	WI I
Détailler les conditions de manipulation et stockage des films	x	x	x
Détailler les règles législatives de manipulation des sources radiographiques	x	x	x
Expliquer le système de certification des opérateurs	x	x	x
<b>4.6. Contrôle par ultrasons</b>	<b>7</b>	<b>5</b>	<b>2</b>
<b>Objectifs</b>			
Comprendre en détail l'essentiel de l'essai par ultrasons, les applications et les spécifications, y compris l'interprétation des imperfections spécifiques aux éléments soudés	x	x	x
<b>Etendue</b>			
<b>4.6.1 Principes</b>			
Propagation du son,	x	x	x
Ondes de cisaillement, de compression et de surface,	x	x	x
Propriétés des ultrasons; fréquence et longueur d'onde; faisceau ultrasonore; dispersion du faisceau; réfraction, réflexion, diffraction; les défauts comme réflecteurs; transmission et réception; traducteurs, angle du traducteur; couplage à la pièce,	x	x	x
Système d'écho pulsé; profil et fréquence de la pulsation,	x	x	x
Génération des pulsions; réception des signaux d'écho,	x	x	x
amplification et visualisation; modes de visualisation : A B et C,			
Gamme de défauts; temps de propagation et base de temps,	x	x	x
Caractéristiques des réflexions des défauts,	x	x	x
Palpage pour trouver les défauts; zones de palpage,	x	x	x
Limites; matériaux, épaisseur, géométrie.	x	x	-
<b>4.6.2 Equipement</b>			
L'équipement US, construction des palpeurs, contrôles.	x	x	x
<b>4.6.3 Mesures d'épaisseur</b>			
Utilisation des ondes longitudinales pour les mesures d'épaisseur et les évaluations de corrosion.	x	x	x
<b>4.6.4 Préparation pour le contrôle manuel</b>			
Actions avant le soudage; marques de références pour les préparations clés,	x	x	-
Revue des composants; identification des zones de palpage; procédure de soudage; défauts probables,	x	x	-
Procédures de palpage pour la localisation des défauts; type de traducteur et angle; simples ou doubles traducteurs,	x	x	-
Etalonnages; blocs d'étalonnage; gamme, angle du traducteur, sensibilité.	x	x	-
<b>4.6.5 Localisation des imperfections</b>			
Préparation du composant; état de finition de la surface,	x	x	-
Couplage,	x	x	-
Méthode de palpage; marquage des limites sur le composant,	x	x	-

	WI III	WI II	WI I
Enregistrement du signal d'écho et position du réflecteur,	x	x	-
Précision de la position du réflecteur; problèmes à la racine,	x	x	-
Utilisation de vue spéciales pour la localisation.	x	x	-
<b>4.6.6 Nature et dimension des réflecteurs</b>			
Examen détaillé de la position des réflecteurs,	x	x	-
Techniques pour évaluer la nature du réflecteur,	x	x	-
Techniques pour estimer la dimension; réflecteurs de référence; DAC système; utilisation des bonds; calibration; tolérances; effet du composant sur la sensibilité.	x	-	-
<b>4.6.7 Le rapport de contrôle US</b>			
<b>4.6.8 interprétation</b>			
Revue de l'ensemble, et évaluation de l'étalonnage et de la méthode de contrôle,	x	x	-
Evaluation de ce qui a été trouvé dans le rapport de contrôle; corrélation avec les préparations avant soudage,	x	x	-
Conclusions.	x	x	-
<b>4.6.9 Les systèmes mécanisés</b>			
Le palpé multi-traducteurs avec entrée des paramètres; contrôle de réservoirs; système de contrôle en ligne pour les produits de série.	x	-	-
<b>4.6.10 Le système P Scan</b>			
	x		
<b>4.6.11 Normes</b>			
	x	x	-
<b>4.6.12 Compétence du personnel</b>			
	x	x	-
<b>Résultats attendus</b>			
Expliquer les principes de l'essai par ultrasons	x	x	x
Expliquer les différentes méthodes de contrôle par ultrasons	x	x	x
Détailler les imperfections que l'on peut trouver avec ce procédé et leur emplacement	x	x	x
Détailler les normes de référence pour l'évaluation des résultats d'essai	x	x	x
Détailler la présentation des rapports de contrôle par ultrasons	x	x	x
Expliquer le système de certification des opérateurs	x	x	x
<b>4.7. Autres méthodes END</b>			
	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>0</b>
<b>4.7.1 Contrôle par courant de Foucault</b>			
<b>Objectifs</b>			
Comprendre les principes de l'essai par courants de Foucault, les applications et les spécifications, y compris l'interprétation des imperfections spécifiques aux éléments soudés	x		

**Etendue**

Principes; création dans le composant de courants de Foucault par un champ magnétique alternatif ; équipement; bobine de contrôle; présentation des résultats du contrôle,	x	-	-
Influence des matériaux, épaisseur, géométrie des composants,	x	-	x
Interprétation des résultats,	x	-	-
Compétence du personnel.	x	-	-

**Résultats attendus**

Expliquer les principes de l'essai par courants de Foucault	x		
Domaine d'utilisation de l'essai par courants de Foucault	x		
Expliquer l'interprétation des résultats	x		
Expliquer le système de certification des opérateurs	x		

## 4.7.2 Contrôle d'étanchéité

**Objectifs**

Comprendre les principes de l'essai de fuite, applications et spécifications	x	x	
--	---	---	--

**Etendue**

Principes et méthodes ; boîte à vide ; gaz traceurs ; instrumentation ; détection de la source de la fuite.	x	x	-
---	---	---	---

**Résultats attendus**

Détailler les différentes méthodes de détection de fuite	x	x	
Expliquer les avantages et inconvénients des différentes méthodes	x	x	
Expliquer l'interprétation des résultats	x	x	
Expliquer le système de certification des opérateurs	x	x	

## 4.7.3 Jauges de mesure de contraintes

**Objectifs**

Comprendre les principes de mesure par jauges de contrainte, application et interprétation des résultats	x	x	
--	---	---	--

**Etendue**

Types de jauges; application; instrumentation,	x	x	-
Interprétation des résultats	x	x	-

**Résultats attendus**

Expliquer l'utilisation des jauges de contrainte	x	x	
Détailler les différents types de jauges	x	x	
Expliquer les résultats attendus des mesures	x	x	

	WI III	WI II	WI I
<b>4.8. Examen critique du choix des méthodes d'END</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>
<b>Objectifs</b>			
Comprendre en détail l'aspect économique des opérations d'essai appliqué aux fabrications soudées, le choix des méthodes d'essai en fonction du type de métal de base et des imperfections prévues, sensibilité de détection	x	x	
<b>Etendue</b>			
4.8.1 Les inconvénients des méthodes de contrôle			
Prix, compétence de l'opérateur,	x	x	-
Détection en surface ou sous la surface,	x	x	-
Type de défaut à détecter,	x	x	-
Réaliser le dimensionnement du défaut,	x	x	-
Fiabilité de la détection,	x	x	-
Limites des matériels, dimension et géométrie des composants,	x	x	-
Précision, sensibilité des informations et des paramètres obtenus.	x	x	-
4.8.2 Cheminement logique pour la sélection	x	x	-
4.8.3 Exercices sur le choix de la méthode optimale pour des cas spécifiques	x	x	-
<b>Résultats attendus</b>			
Expliquer les coûts des END en fonction de la méthode et de la compétence des opérateurs	x	x	
Expliquer le choix en fonction de la position prévue de l'imperfection (en surface ou à cœur)	x	x	
Expliquer le choix en fonction de la sensibilité prévue	x	x	
Expliquer la précision de détection en fonction du procédé END, du type de matériau, de la taille de la construction	x	x	
<b>4.9. Autres méthodes d'essai</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
4.9.1 Essai de mise sous pression			
<b>Objectifs</b>			
Comprendre les principes de l'essai de mise en pression, applications et spécifications	x		
<b>Etendue</b>			
Composants à mettre sous pression; équipement et instrumentation; épreuve	x	-	-
<b>Résultats attendus</b>			
Expliquer l'essentiel des essais	x		
Calculer la pression d'épreuve en fonction de la norme ou spécifications appropriée	x		
Détailler les précautions à prendre pour la réalisation de l'essai	x		

Détailler la vérification des instruments de mesure de l'essai

x

#### 4.9.2 Contrôle dimensionnel

##### **Objectifs**

Comprendre l'essentiel de l'essai dimensionnel, applications et spécifications

x

x

x

##### **Etendue**

Dimension, tolérances, instruments et moyens de mesure.

x

x

x

##### **Résultats attendus**

Expliquer l'essentiel des essais dimensionnels

x

x

x

Détailler la vérification des instruments de mesure de l'essai

x

x

x

Expliquer la méthode pour mettre les résultats de l'essai sur un rapport

x

x

x

#### **4.10. Rapport**

**1****1****1**

##### **Objectifs**

Comprendre ce qui doit être mis dans un rapport d'essai et leurs règles de maintenance

x

x

x

##### **Etendue**

4.10.1 Préparation des rapports d'inspection et d'essai

Informations et données essentielles, formes normalisées.

x

x

x

4.10.2 Procédure d'évaluation du rapport

x

x

-

4.10.3 Les enregistrements essentiels et leur maintenance

Logiciel informatique.

x

x

-

##### **Résultats attendus**

Expliquer les différentes informations et données dont vous avez eu besoin avant de réaliser l'inspection

x

x

x

Détailler les normes nécessaires avant l'inspection

x

x

x

Expliquer les différentes procédures pour établir les modèles de rapports d'essai

x

Expliquer les obligations requises pour la maintenance des rapports d'essai

x

#### **5. Assurance qualité**

**3**□**3**□**1**□

#### **Principes et niveaux**

##### **Objectifs**

Acquérir la connaissance de base des principes de l'AQ

x

x

x

Comprendre les risques liés à un effondrement ou une rupture des joints pour les personnes, les objets et l'environnement

x

x



**7. Travaux pratiques**

49□

23□

15□

**Objectifs**

Acquérir les principes opératoires de base à la fois pour les essais mécaniques et les méthodes d'essais non destructifs

x

x

Avoir une compréhension générale de la base des méthodes d'essais non destructifs et d'essais mécaniques

x

**Etendue**

Interprétation de radiographies,

18

7

-

Essais mécaniques,

3

2

2

Contrôle visuel,

6

6

6

Métallographie,

4

1

-

Contrôle par ressuage et magnétoscopie,

4

2

7

Ultrasons

14

5

-

**Résultats attendus**

Comprendre la base des principes de fonctionnement de la radiographie

x

x

Comprendre les défauts détectables en radiographie et leurs limites

x

x

Etre familiarisé avec les équipements d'essais mécaniques

x

x

x

Comprendre et être capable de mettre en œuvre les techniques d'inspection visuelle aux soudures et fabrications

x

x

x

Etre capable de préparer et examiner un échantillon métallographique

x

Etre capable d'examiner un échantillon métallographique

x

Comprendre l'application du contrôle par ressuage et par magnétoscopie

x

x

x

Etre capable d'interpréter les résultats du ressuage et de la magnétoscopie

x

x

x

Comprendre les principes du contrôle par ultrasons

x

x

Comprendre les défauts détectables par ultrasons

x

x

Etre familiarisé avec l'étalonnage des équipements et la

x

maintenance des équipements utilisés en contrôle par ultrasons

**Total des Modules d'Inspection en Soudage****97****63****42**

**Formation théorique : Module de Technologie de base « Module 0 »**

<b><u>1. Introduction</u></b>	<b>2</b>
Examen du contenu de ce module, Révision des connaissances de base, Informations sur l'EFW et son système de formation théorique et pratique, La définition des fonctions de l'Inspecteur en Soudage.	
<b><u>2.. Les unités</u></b>	<b>2</b>
Les unités de longueur et de surface, Le temps et les unités en rapport avec le temps.	
<b><u>3. Le calcul technique</u></b>	<b>7</b>
Addition, soustraction, multiplication, division Le calcul des pourcentages, règle de trois Utilisation des calculatrices de poche Equations Résolution des équations Calcul des longueurs, surfaces, volumes Unités d'angles Fonctions trigonométriques	
<b><u>4. Dessin technique</u></b>	<b>12</b>
Formats, lignes, caractères, échelles, aides au dessin Schémas de pièces planes Dessins Projections, coupes Développement plan des profils Pièces avec des lignes cachées, hachures Symboles, dimensions des lignes Dessins de diagrammes	
<b><u>5. Bases de l'électrotechnique</u></b>	<b>2</b>
Courant continu Courant alternatif Circuits simples	
<b><u>6. Bases de la chimie</u></b>	<b>2</b>
Eléments chimiques, Réactions simples.	

<b><u>7. Base des matériaux</u></b>	<b>5</b>
Types et propriétés des matériaux, Bases sur les métaux et spécialement l'acier, Effet des impuretés, Bases sur les matériaux non ferreux.	
<b><u>8. Produits métalliques</u></b>	<b>2</b>
Tôles, profils, barres Moulés, forgés, extrudés	
<b><u>9. Usinage des matériaux</u></b>	<b>2</b>
Sciage, coupage, estampage, perçage, formage Grignotage, coupage thermique	
<b><u>10. Techniques de la mécanique</u></b>	<b>2</b>
Bases sur les charges statiques, les forces et les contraintes Calcul des forces et des contraintes Concepts sur la fatigue et la mécanique de la rupture	
<b><u>11. Calcul des forces</u></b>	<b>2</b>
Contraintes de travail, déviation Propriétés des profils des structures Stabilité des ouvrages	
<b>total des heures :</b>	<b>40</b>

Note : ce cours de 40 heures suit le programme du module EWS-0, mais seulement dans les parties où les connaissances d'ingénierie nécessaires pour le niveau de l'Inspecteur en Soudage sont concernées.

## **Section 2: Exigences minimales pour l'Expérience, l'Examen et la Qualification**

### **1. Introduction**

Ce guide cherche à accomplir l'harmonisation et un standard commun dans l'examen et la qualification du personnel engagé dans l'inspection en soudage. Les organisations nationales membres de l'IIW, reconnaissent mutuellement le diplôme délivré dans n'importe quel pays membre au Personnel International d'Inspection en Soudage, faisant suite à la formation, l'expérience et un examen conduit en accord avec ce guide.

Avant l'examen, la formation doit avoir été conforme aux prescriptions de ce Guide, et l'examen final doit avoir été conduit par l'ANB.

### **2. Route conduisant de IWI-B à IWI-S et de IWI-S à IWI-C**

Dans le cas du passage réalisant le pont de IWI-B à IWI-S, route 4, et de IWI-S à IWI-C, route 3, les candidats doivent avoir acquis une expérience minimale de 24 mois avant l'évaluation de l'ANB (voir Fig. 2).

### **3. Vérification de l'acuité visuelle**

Tous les candidats doivent avoir satisfait à un test de vision.

Note : Une certification pourrait demander un essai de vision complémentaire.

### **4. Approbation du cours de formation**

Tout cours de formation conduisant à l'examen IIW doit être approuvé par l'ANB.

### **5. Conduite des évaluations et des examens**

L'ANB doit établir un mécanisme pour mettre en place, conduire et noter les examens finaux qui peuvent impliquer soit la désignation d'examineurs professionnels responsables vis à vis du Chef Exécutif de l'ANB, ou la création d'un Jury d'Examen. Dans les deux cas, l'ANB prend la responsabilité pour :

- a) la revue de l'expérience du candidat et sa qualification pour évaluer son éligibilité à participer à l'examen.
- b) l'organisation de l'examen
- c) l'établissement des questions d'examen (écrites et orales).
- d) conduire et noter les épreuves écrites et orales
- e) modérer les résultats limites

Les examens intermédiaires ou de fin de module sont de la responsabilité de l'établissement de formation agréé, et ses procédures doivent être sujettes à l'évaluation de l'ANB.

## **6. Procédures d'examen**

Les procédures d'examen décrites ci-dessous sont conçues pour simuler les différentes situations de travail d'un Inspecteur en Soudage dans l'industrie.

L'examen doit comprendre trois parties dont la première sera un entretien professionnel pour juger l'aptitude du candidat à comprendre les normes, les codes et la documentation relative à la qualité. En second, il y aura un examen écrit couvrant l'ensemble du cours et enfin, il y aura un examen pratique pour juger de l'aptitude du candidat à mettre en œuvre la technologie de l'inspection. Le tableau qui suit donne les exigences minimales pour les examens :

	IWI-C	IWI-S	IWI-B
	temps (heures)	temps (heures)	temps (heures)
<b>Partie 1 :</b> <b>Entretien professionnel</b>	0,5	0,5	0
<b>Partie 2 :</b> <b>Examen théorique</b>	3	2,5	1,5
<b>Partie 3 :</b> <b>Examen pratique</b>	2	2	2

Pour réussir à l'examen, les candidats doivent obtenir au moins 60% de la note possible dans chaque partie.

### **6.1 Entretien professionnel**

Le but de cette partie est de juger la compréhension du candidat et son aptitude à interpréter les normes internationales de qualité et de l'aspect qualité des normes d'application en soudage, et des documents relatifs à la qualité tels que les manuels de contrôle. Le candidat peut choisir des normes et des codes spécifiques parmi ceux présentés par l'ANB. L'examen est conduit individuellement comme un entretien professionnel.

### **6.2 Examen théorique**

Cette partie permettra de juger des connaissances du candidat à la fois en technique soudage et en inspection.

Au choix de l'ANB, l'examen doit consister en :

a/ une série de questions rédactionnelles couvrant l'ensemble du sujet

ou

b/ une série de questions à choix multiple couvrant l'ensemble du sujet

ou

c/ une combinaison de a/ et b/ avec des points égaux attribués à chaque type

### **6.3. Examen pratique**

Le but de cet examen est d'évaluer la compétence du candidat à mettre en œuvre une gamme de tâches d'inspection et il inclura à la fois un examen oral pour évaluer la compréhension par le candidat des tâches qui lui sont dévolues et un compte rendu écrit des résultats.

### **7. Nouvel examen**

Un échec dans l'examen final exige un nouvel examen seulement dans la partie refusée. L'examen final doit être refait dans un délai de 1 à 15 mois suivant le premier examen et, dans le cas d'un second échec, une autre tentative est permise dans un délai de 1 à 15 mois après le second examen. Un échec à cette troisième tentative fera que le candidat sera traité comme un nouveau candidat et devra suivre à nouveau tout le cours.

Dans le cas d'un examen intermédiaire ou d'un examen de fin de module conduit par l'établissement de formation agréé, un nouvel examen est permis dans un délai de 3 mois. Un second échec obligera le candidat à suivre (ou à suivre à nouveau) le module précédent de technologie du soudage ou d'inspection.

### **8. Diplôme de l'IIW**

Après le passage avec succès de l'examen un Certificat est délivré au candidat par l'ANB.

### **9. Procédure d'appel**

Les candidats qui trouvent qu'ils ont été traités injustement pendant l'examen ont le droit de faire appel à l'ANB.

### **10. Période transitoire**

Les arrangements transitoires de chaque pays sont approuvés par le groupe B de l'IAB de l'IIW et peuvent être obtenus de chaque ANB.

Une ANB peut proposer des arrangements transitoires pendant une période de trois ans suivant l'application du guide par l'ANB.

les personnels qui pratiquent l'inspection en soudage et qui ont une qualification en qualité/inspection en soudage en accord avec le schéma national du pays membre sont éligibles pour la délivrance d'un Diplôme de Personnel d'Inspection en Soudage s'ils peuvent démontrer à l'ANB que l'ensemble de leur formation théorique et pratique et de leur expérience leur a permis d'acquérir un niveau de connaissance équivalent à l'une des catégories décrites dans ce Guide. Si dans le jugement de l'ANB, le candidat n'a pas reçu un niveau approprié d'entraînement formel dans le domaine du soudage et de l'inspection, il doit être convoqué pour un entretien professionnel conduit par un Jury désigné par l'ANB.

Deux règles supplémentaires doivent être suivies pour l'application de la période transitoire :

- a. Les candidats doivent posséder la qualification de base en ingénierie/technique comme indiqué pour le pays concerné dans ce guide.
- b. Les diplômes peuvent être délivrés sous les conditions de l'arrangement transitoire dans les cas suivants :
  - (i) par l'ANB du pays dans lequel le postulant a reçu sa qualification en soudage
  - ou
  - (ii) par l'ANB du pays dans lequel le postulant pratique couramment en contact avec l'ANB du pays qui a émis la qualification d'origine.

## **Annexe 1 Conditions d'accès**

### **Les exigences minimales pour l'accès à l'éducation et l'examen ont été définies par tous les pays comme suit :**

#### **Education complète (IWI C)**

Route 1 : ceux qui répondent aux conditions d'accès déjà définies pour l'IWT ou EWT.

Route 2 : les titulaires du diplôme IWT ou EWT.

Route 3 : les titulaires d'un diplôme IWI S ou EWI S.

#### **Education standard (IWI S)**

Route 1 : ceux qui répondent aux conditions d'accès déjà définies pour l'IWS ou EWS.

Route 2 : les titulaires du diplôme IWS ou EWS.

Route 3 : les inspecteurs ayant au moins 5 ans d'expérience en inspection générale d'ingénierie.

Route 4 : les titulaires d'un diplôme IWI B ou EWI B.

#### **Education basique (IWI B)**

Route 1 : les ouvriers professionnels ou les personnes ayant une expérience appropriée dans le travail des métaux

Route 2 : les titulaires du diplôme IWP ou EWP.

## **Annexe 2 Equipement des ATB**

### 1 Matériel

Le matériel suivant doit être en bon état de marche et apte à l'emploi :

#### 1.1 Equipement de soudage

Les procédés couverts par le programme doivent être montrés par le moyen de démonstrations ou de présentations vidéo.

#### 1.2 Equipement END

L'équipement pour les méthodes suivantes doit être disponible pour des démonstrations et/ou des travaux pratiques. Le nombre d'équipements est montré entre parenthèses.

Appareils US (un appareil pour deux stagiaires)

Equipement X (un équipement minimum pour démonstration)

Equipement Y (un équipement minimum pour démonstration)

Négatoscope (un appareil pour deux stagiaires)

Pince de contrôle par magnétoscopie (une pince au moins)

Appareillage de contrôle par ressuage (un appareillage au moins)

#### 1.3 Instruments de mesure

Des jauges de mesure des soudures, des loupes, des règles, des mesureurs d'angle et d'autres équipements appropriés doivent être disponibles pour des exercices de contrôle visuel.

### 2. Echantillons

Une gamme d'échantillons de soudure contenant les défauts appropriés pour les exercices doivent refléter la gamme des joints trouvés en pratique, tels que les joints bout à bout sur tôles, les joints en angle, les tubes et les piquages. Les défauts doivent être complètement enregistrés sur des corrigés.

Une gamme d'échantillons soudés pour le contrôle visuel doit aussi être disponible contenant des défauts de surface et des défauts débouchant.

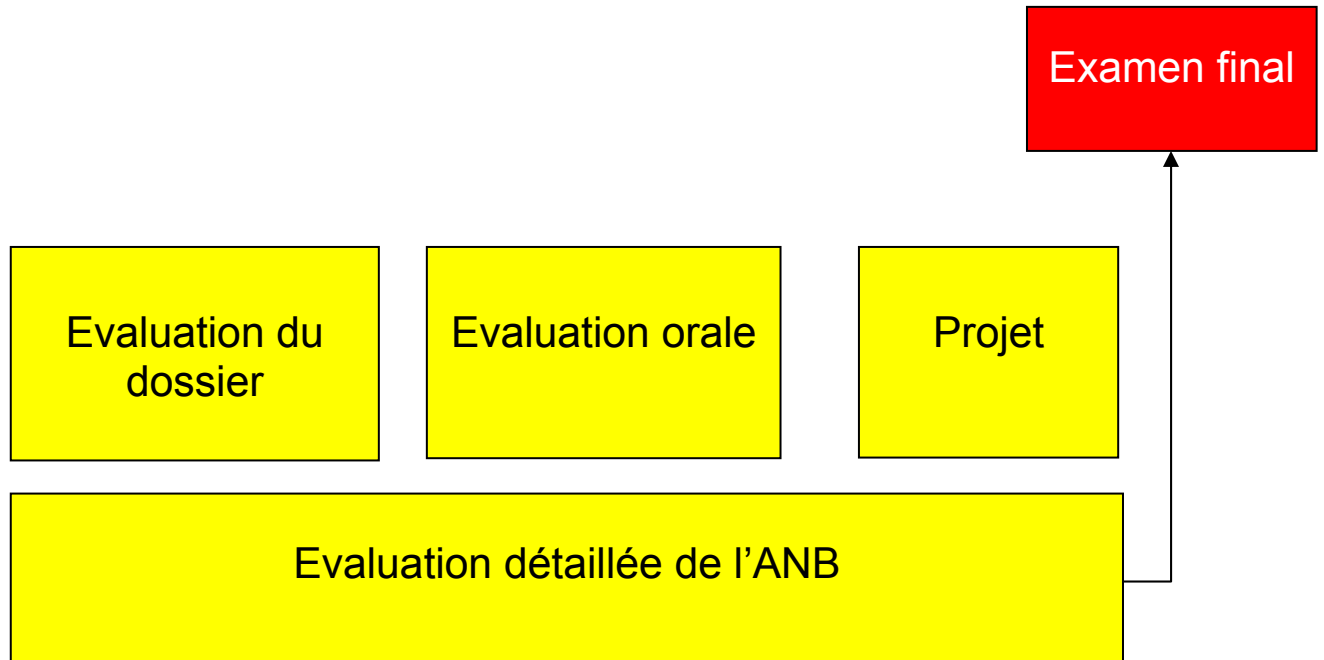
Des sections de soudures contenant des défauts, polis et attaqués, devraient être disponibles pour montrer les types de défauts trouvés dans les soudures réalisées par les procédés indiqués en 1.1 ci-dessus.

### 3. Radiographie

une collection de radiogrammes couvrant une gamme d'applications doit être disponible pour des travaux pratiques d'interprétation radio.

**ANNEXE 3 Route alternative - Evaluation détaillée de l'ANB**

Une fois que le candidat a rempli toutes les exigences de la vérification de dossier, il sera admis à l'examen détaillé de l'ANB.



L'évaluation complète détaillée de l'ANB commence par

- une évaluation détaillée des pièces du dossier (check list avec points)
- une évaluation orale d'au moins deux heures destinée à tester la compréhension et l'aptitude à raisonner et, quand les exigences sont remplies la réalisation d'
- un projet avec une étendue vaste destiné à tester l'application logique des connaissances qui doit être réalisé en deux semaines

Les séquences de cette évaluation doivent être déterminées par l'ANB. A sa discrétion, l'ANB peut terminer l'évaluation et refuser le candidat ou le renvoyer vers la route standard.

a) L'évaluation détaillée des pièces du dossier doit être réalisé en appliquant le système de points suivant :

**Pour les modules de technologie en soudage**

- **Cadre des exigences:**

	max. No. de Points		
	IWI-C	IWI-S	IWI-B
Module 1: Procédés de soudage	10	8	8
Module 2: Matériaux et leur....	13	12	10
Module 3: Construction et conception	10	9	8
Module 4: Fabrication, applications d'ingénierie	8	8	8
<b>Total</b>	<b>41</b>	<b>37</b>	<b>34</b>

Le détail des points est attribué comme suit :

**Module 1 : Procédés de soudage**

111 - MMA	2	2	2
141 - TIG et 15 - Plasma	2	2	2
131 – MIG 135 - MAG	2	2	2
114, 136 et 137 - procédés à fil fourré	1	1	1
91, 93 et 97 procédés de brasage	1	0,5	0
81, 82 et 83 - Coupage thermique	0,5	0,5	1
12 - SAW	1	0	0
Autres procédés	0,5	0	0
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>8</b>

**Module 2 : Matériaux (selon CR ISO/TR 15608) et leur comportement pendant le soudage**

Aciers - groupes 1 – 3 et 11	3	3	3
Aciers au Cr-Mo- et au vanadium groupes 4 - 6	2	2	2
Aciers ferritiques et martensitiques groupe 7	3	2	2
Aciers austénitiques et aust. /fer. groupes 8 and 10	1	1	1
Aciers alliés au Ni max 10% Ni groupe 9	1	1	1
Aluminium et alliages groupes 21 - 26	1	1	1
Nickel et alliages groupes 41 - 48	1	1	0
Fontes groupes 71 - 76	1	1	0

**Module 3: Construction et conception**

<b>Module 3: Construction et conception</b>	<b>13</b>	<b>12</b>	<b>10</b>
Efforts et contraintes	3	3	2
Conception des structures soudées – chargement statique	1	1	2
Conception des structures soudées – chargement dynamique	1	1	1
Conception du joint & principes de conception des structures soudées	3	2	2
Conception des structures en aluminium ou alliages d'aluminium	2	2	1
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>9</b>	<b>8</b>

**Module 4: Fabrication, applications en ingénierie**

Assurance qualité en fabrication soudée	1	1	1
Contrôle qualité pendant la fabrication	2	2	2
Contraintes et déformation en soudage	1	1	1
Installations d'atelier, gabarits et installations de soudage	1	1	1
NDT	1	1	1
Réparations par soudage	1	1	1
Santé et sécurité	1	1	1
Total	8	8	8

Au minimum le candidat doit obtenir pour IWI-C, IWI-S et IWI-B au moins 70% dans chaque module pour être admis à l'évaluation orale.

**Pour les modules d'inspection**

Le détail des points est attribué comme suit :

	max. No. de Points		
	IWI-C	IWI-S	IWI-B
1. Introduction générale à l'inspection en soudage	1	1	1
2. Essais	2	2	2
3. Imperfections des soudures	3	2	2
4. Méthodes d'essai	10		8
5. Assurance Qualité	2	8	1
6. Gestion des fonctions d'inspection	2	2	0
7. Travaux pratiques	8	2	6
Total	28	23	20

Au minimum le candidat doit obtenir pour IWI-C, IWI-S et IWI-B au moins 70% dans chaque module 1 à 7 pour être admis à l'évaluation orale.

**b) Evaluation orale**

L'Évaluation Orale qui dure au moins deux heures est destinée à tester la compréhension et l'aptitude à raisonner dans le champ défini par le programme du cours standard.

**Si l'ANB décide que le candidat doit quitter l'Évaluation détaillée après l'Évaluation Orale mais avant le projet il doit suivre au minimum le module 4 (applications en ingénierie) de la route standard.**

**c) Projet**

Le projet consiste en un travail en forme d'étude de cas (conçu pour être réalisé en 60 heures pour IWI-C, 40 pour IWI-S et 20 pour IWI-B) qui doit être réalisé seul dans un délai maximum de quatre, trois ou deux semaines. Dans ce projet qui couvre une large étendue d'applications, le candidat doit être testé sur l'application logique de ses connaissances.

L'ANB doit avoir un choix de constructions conformes à des codes et/ou à des normes produit.

Une des constructions suivantes doit être retenue :

- Appareil à pression
- Construction – chargement statique
- Construction – chargement dynamique
- Autre construction

Conformément à un modèle de projet, le travail est détaillé. L'ANB doit décider dans chaque cas les points à couvrir par le candidat.

	IWI-C	IWI-S	IWI-B
<b>PLANS</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Etablir que le fabricant / réparateur est en train de faire approuver les plans	x	x	x
Vérifier que la conception de toutes les parties de la fabrication, réparation et modifications sont en accord avec les exigences du code applicable approuvé	x		
<b>PLAN QUALITE</b>	<b>6</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Vérifier que le plan qualité est approuvé par le fabricant ou réparateur, le client et l'autorité d'inspection	x	x	x
Signer et compléter les exigences des étapes d'inspection exigées par l'autorité d'inspection	x	x	x
Vérifier qu'un plan qualité agréé sera mis en œuvre.	x		
Incorporation des exigences d'inspection concernant les points de témoignage, de surveillance et d'arrêt.			
<b>MARERIAUX</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>5</b>
Corrélation des certificats matière avec les matériaux de construction et vérification de la conformité de la spécification matière.	x	x	x
Identification des matériaux et témoignage du transfert d'identification.	x	x	x
Examen visuel du matériau, de la coupe des bords et des zones affectées thermiquement.	x	x	x
<b>PROCEDURES DE SOUDAGE</b>	<b>6</b>	<b>4</b>	<b>2</b>
Approbation des procédures de soudage.	x		
Vérifier que les procédures de soudage applicables et approuvées sont utilisées et suivies.	x	x	x
Témoigner de l'existence des coupons témoins de production, de la réalisation des essais mécaniques préparés dans ces coupons, de l'évaluation des résultats et de la validité des rapports applicables.	x	x	x
<b>QUALIFICATION DES SOUDEURS</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>4</b>
Qualification des soudeurs et des opérateurs.	x	x	x
Examiner la préparation des joints pour le soudage.	x	x	x
Vérifier les résultats des contrôles dimensionnels. Examiner les préparations de soudage et les pointages.	x	x	x
Inspecter le deuxième coté des préparations de soudure après que le premier ait été rempli et la racine nettoyée.	x	x	x

