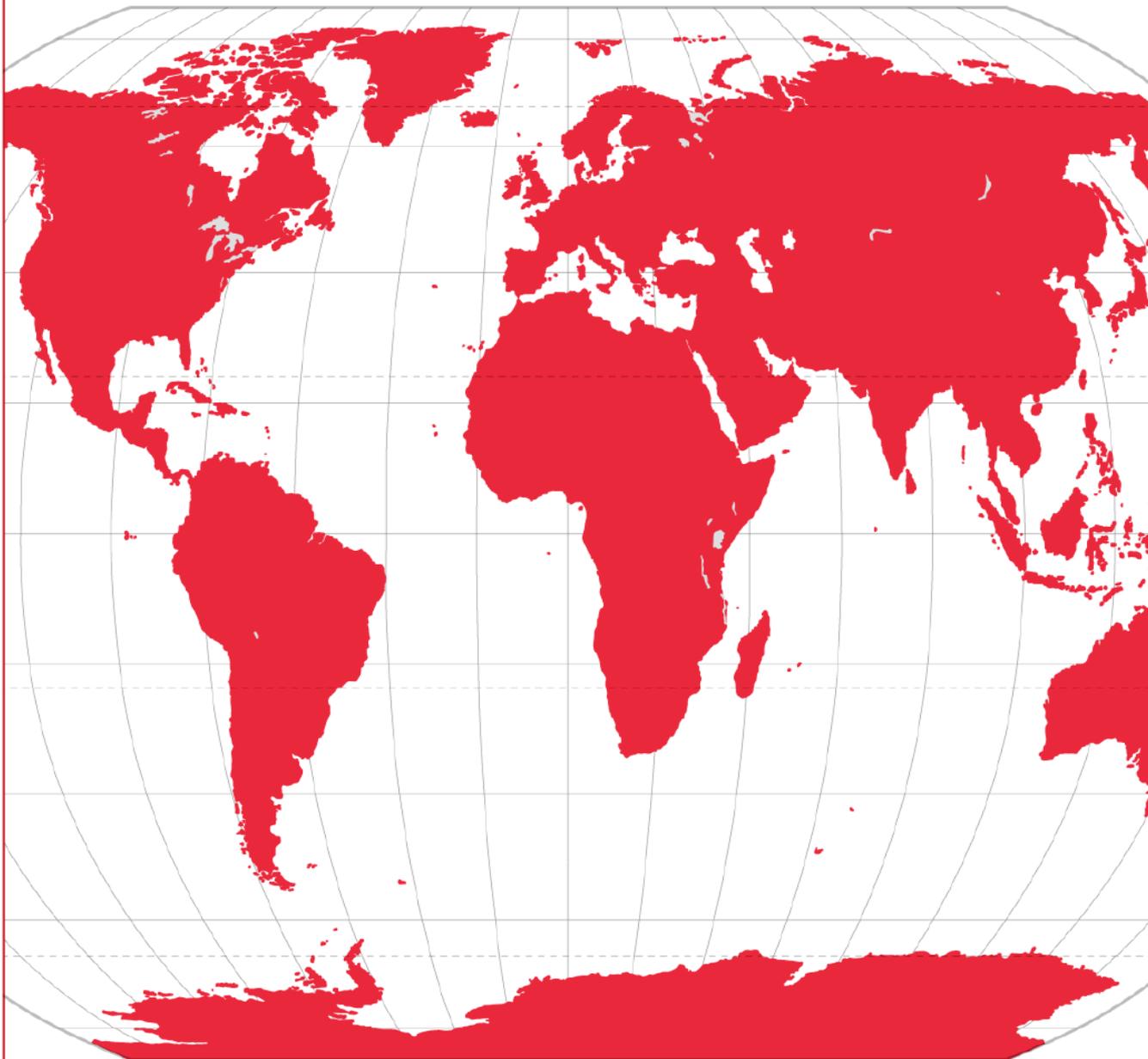


GUIDE IIW

**PERSONNEL AYANT DES RESPONSABILITES
EN COORDINATION EN SOUDAGE**



**EXIGENCES MINIMALES POUR LA FORMATION,
L'EXAMEN ET LA QUALIFICATION**



IAB-252-07

©copyright International Institute of Welding(IIW/IIS)



*Exigences minimales pour la formation, l'Examen, et la
Qualification*

Personnel ayant des responsabilités dans la
Coordination en Soudage
(telles que décrites dans l'ISO 14731 et d'autres normes nationale ou internationales)

Ingénieur International en Soudage (IWE)

auparavant : Doc. IAB-002-2000/EFW-409 Rev. 2

Technologue International en Soudage (IWT)

auparavant : Doc. IAB-003-2000/EFW-410 Rev. 2

Spécialiste International en Soudage (IWS)

auparavant r : Doc. IAB-004-2000/EFW-411 Rev. 1

Praticien International en Soudage (IWP)

auparavant : Doc. IAB-005-2002/EFW-451 Rev. 1

Préparé et édité par l'IAB-International Authorisation Board
Sous le couvert de l'IIW-International Institute of Welding

Publié par: **EFW-IAB/IIW Secretariat**

Av. Prof. Dr. Cavaco Silva, 33

Taguspark – Apartado 012

P-2741-901 Porto Salvo

Portugal

Tel: +351.21 4211351

Fax: +351.21 4228122

E-mail: ewf-iab@isq.pt

www.iw-iis.org

Traduction réalisée par l'AFS le 19 mars 2007 seule la version anglaise fait foi



SOMMAIRE

PREFACE

1	INTRODUCTION	5
2	ROUTES DE QUALIFICATION	6
2.1	LA ROUTE STANDARD	6
2.2	LA ROUTE ALTERNATIVE	6
2.3	PROGRAMME D'ENSEIGNEMENT A DISTANCE	6
2.4	HEURES DE COURS	6
3	CONDITIONS GENERALES D'ADMISSION	6
3.1	INGENIEUR INTERNATIONAL EN SOUDAGE (IWE)	7
3.2	TECHNOLOGUE INTERNATIONAL EN SOUDAGE	8
3.3	SPECIALISTE INTERNATIONAL EN SOUDAGE	8
3.4	PRATICIEN INTERNATIONAL EN SOUDAGE	9
4	EXIGENCES SPECIALES	10
4.1	ROUTE STANDARD	10
4.2	ROUTE ALTERNATIVE	10
4.2.1	INGENIEUR INTERNATIONAL EN SOUDAGE	10
4.2.2	TECHNOLOGUE INTERNATIONAL EN SOUDAGE	11
4.2.3	SPECIALISTE INTERNATIONAL EN SOUDAGE	12
4.2.4	PRATICIEN INTERNATIONAL EN SOUDAGE	14
	SECTION I : FORMATION THEORIQUE ET PRATIQUE	15
	MODULE 1. PROCEDES ET MATERIELS DE SOUDAGE	15
	MODULE 2. LES MATERIAUX ET LEUR COMPORTEMENT LORS DU SOUDAGE	37
	MODULE 3. CONCEPTION ET CALCUL	60
	MODULE 4. FABRICATION, APPLICATIONS D'INGENIERIE	68
	SECTION II : EXAMEN ET QUALIFICATION	89
	ANNEXE I EXIGENCES CONCERNANT L'EQUIPEMENT ET LES ECHANTILLONS NECESSAIRES POUR LES COURS IWE/IWT, IWS ET IWP CONDUISANT A L'ATTRIBUTION D'UN DIPLOME IIW	92
	ANNEXE II ABREVIATIONS POUR LES PROCEDES	93
	ANNEXE III ROUTE ALTERNATIVE - EVALUATION DETAILLEE DE L'ANB	94
	ANNEXE IV LISTE DES NORMES DE REFERENCE	101



PREFACE

Ce document est basé sur les guides concernant l'Ingénieur/le Technologue/le Spécialiste/le Praticien 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. Il est établi dans cet agrément que le diplôme d'Ingénieur/Technologue/Spécialiste/Praticien International en Soudage est équivalent au diplôme d'Ingénieur/Technologue/Spécialiste/Praticien Européen en Soudage.

Les ANB de l'EWF peuvent émettre le diplôme d'Ingénieur/Technologue/Spécialiste/Praticien Européen en Soudage pendant 5 ans et/ou aussi longtemps qu'il est référencé dans la norme EN 719 .

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



Exigences minimales pour la formation, l'Examen, et la Qualification du personnel

1 Introduction

Ce guide concernant la formation et l'examen international du personnel en soudage a été conçu, évalué et rédigé par le Groupe A du Conseil International Autorisé (IAB) de l'Institut International de Soudure (IIW/IIS).

Ce guide définit les exigences minimales relatives à la formation, l'examen et la qualification acceptées par tous les Organismes Nationaux Autorisés (ANB) de l'IIW/IIS présentées sous forme d'objectifs, de portée, de résultats attendus et de recommandation de temps à consacrer pour les atteindre. Il sera révisé périodiquement par le Groupe A de l'IAB pour tenir compte de tous les changements qui peuvent affecter "les règles de l'art". Les étudiants ayant suivi cette formation avec succès doivent en principe être capables de mettre en application la technologie requise en ingénierie du soudage telle que couverte par ce guide.

La deuxième partie du guide couvre l'examen et la qualification.

Le contenu de la formation est réparti comme suit :

Modules de formation théorique et de formation pratique de base	Heures de cours*							
	IWE		IWT		IWS		IWP	
	MT	P1	MT	P1	MT	P1	MT	P1
1. Procédés et matériels de soudage	93	35	76	35	45	14	22	14
2. Les matériaux et leur comportement lors du soudage	111	39	82	39	47	18	22	12
3. Conception et calcul	64	14	40	14	22	4	8	0
4. Fabrication et applications d'ingénierie	110	0	802	0	53	0	28	0
Sous total :	378	88	278	88	167	36	80	26
<u>Formation pratique de base (Partie 2)</u>	60		60		60		60	
Total :	438		338		227		140	

* les heures de cours sont données comme un minimum pour la route standard : voir 2.4

MT = Module Total (Partie 1 + Partie 3);

P1 = Partie 1;

Les heures de la colonne P1 sont données pour la Route Standard (voir 4.1).

Il est à noter que la structure générale du programme pour tous les niveaux (IWE, IWT, IWS, et IWP) est similaire. Mais certains sujets ne sont pas pris en compte dans tous les niveaux de qualification. Ces sujets sont marqués par 0 heures dans ce guide. Le détail de traitement du sujet est donné par le nombre d'heures qui lui est dévolu dans ce guide. Cela sera pris en compte dans l'étendue et le détail de l'examen.



2 ROUTES DE QUALIFICATION

Trois possibilités distinctes d'obtention de la qualification décrites dans ce document ont été agréées.

1. La Route Standard
2. La Route Alternative
3. Des programmes d'enseignement à distance.

2.1 La Route Standard

La Route Standard nécessite l'assistance aux cours accrédités par l'IIW conçus pour répondre à toutes les exigences du présent guide. C'est la Route (Route 1 dans les figures 1, 2, 3 et 4) recommandée par le Comité comme offrant la manière la plus rapide et la plus complète pour pouvoir couvrir tout le programme.

La Route Standard permet aussi de prendre en compte un montant limité d'heures de cours préalables (Partie 1 de chaque cours : voir Section I)

, par exemples données pendant des cours universitaires ou par enseignement à distance (Route 2 des figures 1, 2, 3 et 4). Cet enseignement préalable doit avoir été approuvé par l'ANB.

2.2 La Route Alternative

La Route Alternative autorise ceux qui ont acquis les connaissances du programme dans tous les détails définis dans ce guide et qui peuvent faire la démonstration leur aptitude à tout respecter, à se présenter à l'examen sans présence obligatoire à un cours de formation approuvé par l'ANB.

2.3 Programme d'enseignement à distance

Les parties 1 des modules théoriques peuvent être enseignés dans des Programmes d'enseignement à distance sous le contrôle de l'ANB.

Quand les parties 1 et 3 des modules théoriques sont combinées ou que la partie 3 des modules théoriques est enseignée séparément, les exigences du guide d'enseignement à distance IAB 195-2004 doivent être appliquées.

2.4 Heures de cours

La signification des heures de cours est la suivante :

Standard Route: nombre minimal d'heures dévolues au sujet

Alternative Route: nombre recommandé d'heures dévolues au sujet

Enseignement à distance : nombre minimal d'heures dévolues au sujet

Partie 1: nombre maximal d'heures dévolues au sujet dans la Partie 1

Une "heure de cours" doit comprendre au moins 50 minutes de temps d'enseignement direct.

3 CONDITIONS GENERALES D'ADMISSION

Dans un document séparé (Répertoire des Conditions d'Accès, Doc. IAB-020-2000) les conditions d'accès définies



approuvées par le Group B “Mise en oeuvre et Autorisation” de l’International Authorisation Board (IAB) de

l’Institut International de Soudure IIW sont détaillées pour tous les pays participants au système IAB. Les candidats qui ne remplissent pas les conditions d’accès peuvent suivre les cours en tant qu’hôtes, mais l’accès à l’examen IIW n’est pas autorisé.

Les conditions générales suivantes doivent être observées pour réussir les cours IWE, IWT, IWS et IWP :

1. Les candidates qui ont passé avec succès l’examen intermédiaire de la Partie 1 du cours sont autorisés à suivre les Parties 2 et 3 du cours;
2. la mise en oeuvre des conditions d’accès relève de la responsabilité de l’ANB.

3.1 Ingénieur International en Soudage (IWE)

Il est bien entendu que l'accès à un tel programme doit être réservé une personne déjà diplômée. Les participants doivent avoir un premier diplôme en ingénierie ou son équivalent reconnu par le gouvernement national et évalué par l'ANB. Par conséquent il est souhaité que les participants aient au moins un niveau de licence.

En cas d'accords de partenariat, par exemple avec des universités, selon lesquels la Partie 1 du programme IWE (voir section 1) peut être dispensé sous le contrôle suivi de l'ANB, le participant est autorisé à accéder au cours IWE par la route 2 (voir 2.1 et la figure 1).

Les conditions additionnelles suivantes doivent être remplies pour les différentes routes du cours IWE:

1. Les étudiants qui ont la preuve évidente qu'ils ont passé les examens de toutes les matières de leur études en ingénierie, à l'exception de la soutenance de la thèse, sont autorisés à suivre la partie 3 du cours IWE et le partie écrite correspondante de l'examen final ;
2. Les étudiants doivent présenter leur diplôme au jury d'examen avant d'être autorisés à passer l'oral de l'examen final de l'IWE.

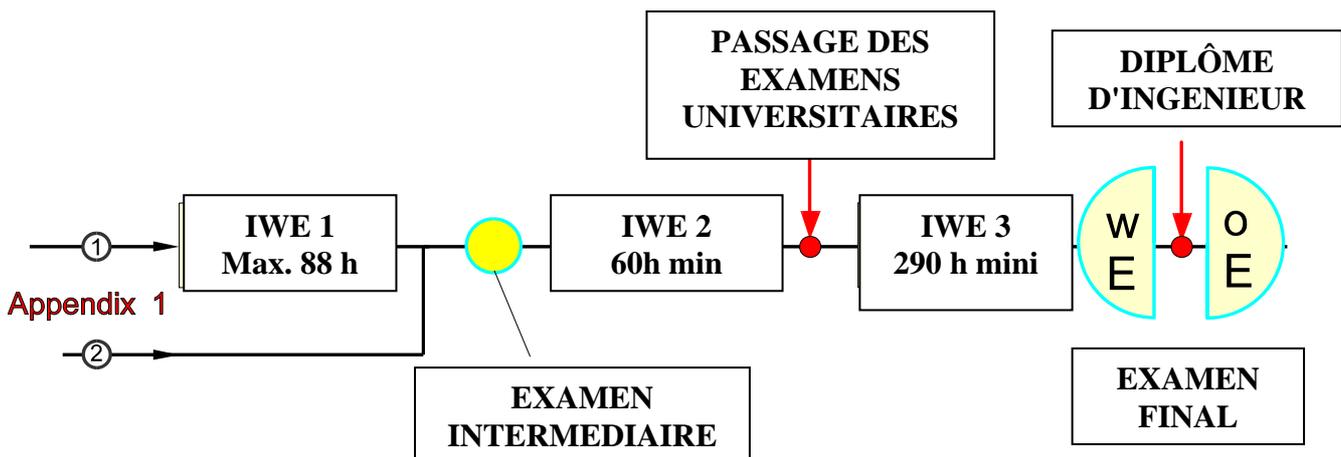


Figure 1

3.2 Technologue International en Soudage

Il est bien entendu que l'accès à un tel programme doit être évalué sur la base d'une solide formation technique, juste inférieure à celle requise pour l'Ingénieur International en Soudage. Les candidats doivent posséder un premier degré dans une discipline en ingénierie ou son équivalent reconnu par le gouvernement et évalué par l'ANB.

En cas d'accords de partenariat, par exemple avec des collèges techniques, en fonction desquels la Partie IWT I de la structure du programme peut être dispensées sous le contrôle suivi de l'ANB, le candidat est autorisé à accéder au cours IWT par la Route 2 (voir 2.1 et la figure 2).

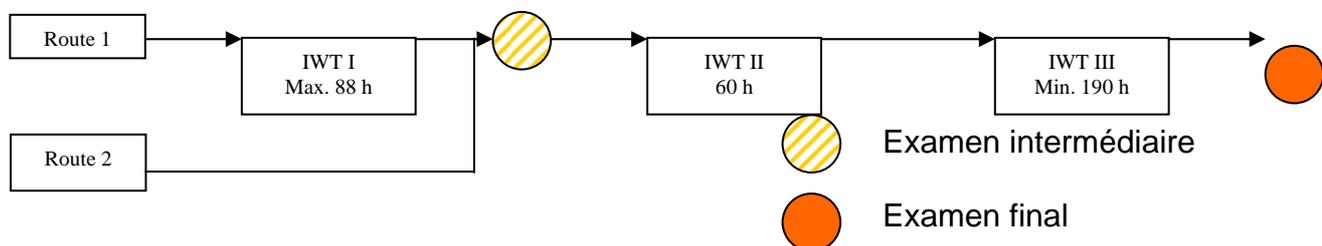


Figure 2

3.3 Spécialiste International en Soudage

Il est bien entendu que l'accès à un tel programme doit être évalué sur la base d'une solide formation technique, juste inférieure à celle requise pour le technologue International en Soudage.

En cas d'accords de partenariat, par exemple avec des collèges techniques, en fonction desquels la Partie IWS I de la structure du programme peut être dispensées sous le contrôle suivi de l'ANB, le candidat est autorisé à accéder au cours IWS par la Route 2 (voir 2.1 et la figure 2).

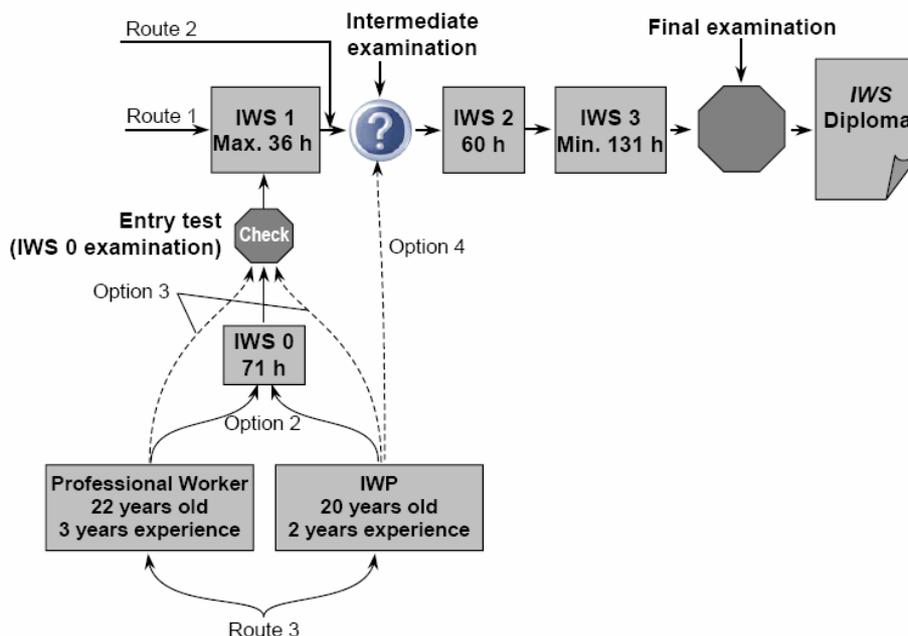


Figure 3



Les conditions additionnelles suivantes doivent être observées pour les différentes routes d'accès au cours IWS :

1. Route 1 et 2: un âge minimal de 20 ans comprenant 2 ans d'expérience de travail dans un domaine en relation est exigé;

2. Route 3: pour un accès au module IWS Partie 0 les exigences minimales sont :

- être Praticien International en Soudage (IWP) ou (voir l'option 2 sur la figure 3)
- avoir une qualification d'ouvrier professionnel (avec un diplôme faisant suite à un examen) dans les professions du travail des métaux

et une expérience minimale de 3 ans dans des activités liées au soudage,

et un âge minimal de 22 ans.

Les définitions nationales sont données dans le Répertoire des Conditions d'Accès (voir l'option 2 figure 3).

3. Un ouvrier professionnel qualifié (tel que défini ci-dessus) ou un détenteur de diplôme IWP ne remplissant pas les exigences nationales d'accès IWS devrait être autorisé à accéder directement à l'examen IWS Partie 0 s'il peut prouver qu'ils ont acquis les connaissances prescrites par l'IWS Partie 0 (voir l'option 3 figure 3).

4. si le détenteur du diplôme IWP remplit les conditions nationales d'accès IWS, il peut être dispensé de l'examen d'entrée (examen IWS Partie 0) et du cours IWS Partie 1 et réaliser seulement l'examen intermédiaire IWS Partie 1 (voir l'option 4 de la figure 3).

3.4 Praticien International en Soudage

Pour entrer au cours de Praticien International en Soudage, il est exigé des participants d'être habile en soudage pratique et d'avoir une expérience de soudeur dans l'industrie. Aussi bien qu'il assure la formation théorique, le cours de Praticien International en Soudage est utile aux participants pour accéder à un niveau d'habileté en soudage pratique

En cas d'accords de partenariat, par exemple avec des collèges techniques, en fonction desquels la Partie IWP I de la structure du programme (voir section 1) est présentée sous le contrôle suivi de l'ANB, le candidat est autorisé à accéder au cours IWS par la Route 2 (voir 2.1 et la figure 4).

Les conditions d'accès standard suivantes sont applicables au cours IWP. Les candidats doivent :

1. être titulaire d'un certificate de qualification de soudeur ISO 9606 H-L045 ss nb valide dans l'un des procédés de soudage listé au 5.1 de l'ISO 9606, ou équivalent, par exemple EN 287 H-L045 ss nb, ou ASME IX 6G.

Ou être titulaire d'une qualification de soudeur valide en tant que soudeur sur tôle pour les conditions: PE ss nb ou PC et PF ss nb, selon l'ISO 9606 dans au moins un procédé, et/ou un autre certificat national équivalent dans le pays membre IIW.

2. avoir un âge minimal de 20 ans comprenant 2 ans d'expérience en tant que soudeur.

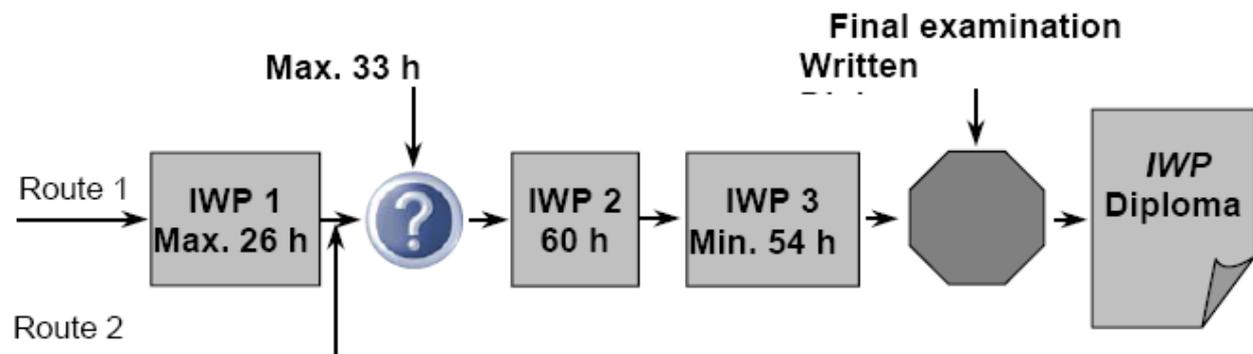


Figure 4



4 EXIGENCES SPECIALES

4.1 Route Standard

Un candidat (sauf les hôtes) doit satisfaire les conditions d'accès de l'ANB. Si l'ANB décide que les conditions d'accès sont correctement remplies, le candidat doit alors assister au cours conduit par un Organisme de Formation Autorisé (ATB) donnant au minimum les heures de formation détaillées dans ce guide comme heures de cours. A la fin du cours de formation, le stagiaire peut passer l'examen pour l'attribution du diplôme de l'IIW.

Le montant maximum d'heures de cours, qui peuvent être inclus dans la partie 1 est donné après P1= dans la définition suivante de la formation théorique (voir section 1). La définition précise du programme de la partie 1 dépend de l'ANB.

Il n'est pas obligatoire de suivre exactement l'ordre des sujets donnés dans ce guide et un choix dans l'arrangement du programme est possible. Le degré d'enseignement dans chaque sujet est donné par le nombre d'unités de cours qui lui sont allouées dans ce guide. Cela sera repris dans l'étendue et la difficulté de l'examen.

Les règles pour la conduite de l'examen final par l'ANB sont décrites dans la Section II: "Examen et Qualification" de ce guide. L'examen intermédiaire est obligatoire pour un accès par la route 2 et il est de la responsabilité du centre de formation de s'assurer que ceux qui accèdent par la route 2 ont acquis les connaissances requises de la Partie 1 pour entrer dans les parties 2 et 3 du cours. Un échec dans l'examen intermédiaire rend obligatoire l'entrée à la Partie 1 du cours.

4.2 Route Alternative

Un candidat doit soumettre à l'ANB, avec le dossier d'inscription, les documents indiqués dans les clauses 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3 et 4.2.4 pour une évaluation documentaire.

L'ANB doit juger par l'examen documentaire si la demande est appropriée pour une future évaluation détaillée (annexe III).

Les conditions d'accès suivantes pour la route alternative doivent être contrôlées par une évaluation documentaire (voir le Répertoire des Conditions d'accès, doc IAB 020-2000). Cette évaluation porte sur l'appréciation de la fonction occupée en relation avec le soudage.

4.2.1 Ingénieur International en Soudage

- Une copie du diplôme montrant son niveau dans un domaine d'ingénierie répondant aux conditions d'accès,
- Un curriculum vitae (CV) reprenant les informations professionnelles,
 - La preuve d'au moins quatre ans de fonction dans le domaine du soudage à un niveau d'ingénieur (dans une période de six ans avant la demande de candidature)
 - La justification de l'expérience du candidat, de sa formation théorique et pratique pour devenir IWE (peut comprendre aussi des résultats d'examens).

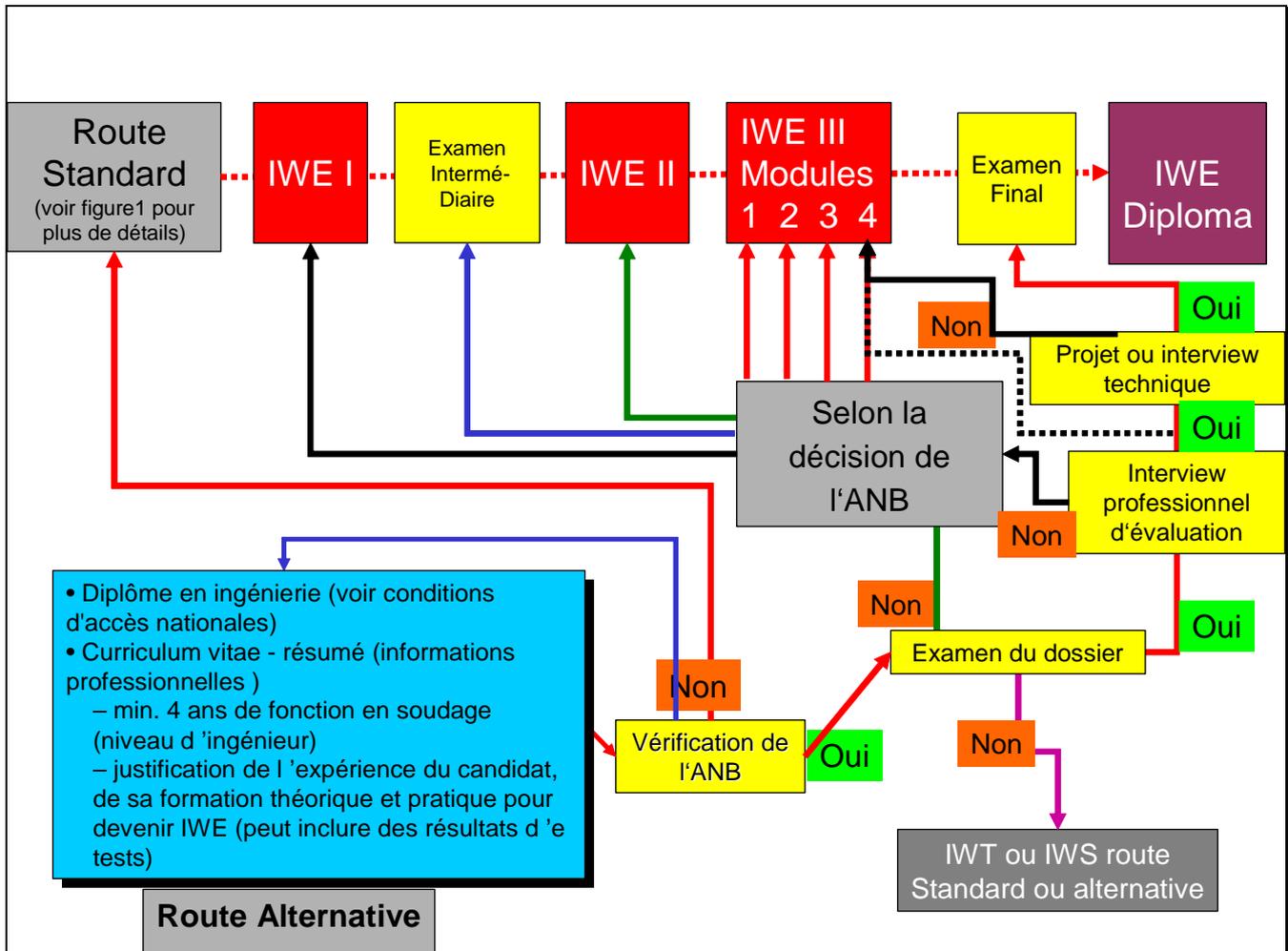


Figure 5 : Routes standard et alternative pour la qualification IWE
(voir aussi Annexe III)

4.2.2 Technologie International en Soudage

- Une copie du diplôme montrant son niveau dans un domaine d'ingénierie répondant aux conditions d'accès,
- Un curriculum vitae (CV) reprenant les informations professionnelles,
 - La preuve d'au moins quatre ans de fonction dans le domaine du soudage à un niveau de technologie (dans une période de six ans avant la demande de candidature)
 - La justification de l'expérience du candidat, de sa formation théorique et pratique pour devenir IWT (peut comprendre aussi des résultats d'exams).

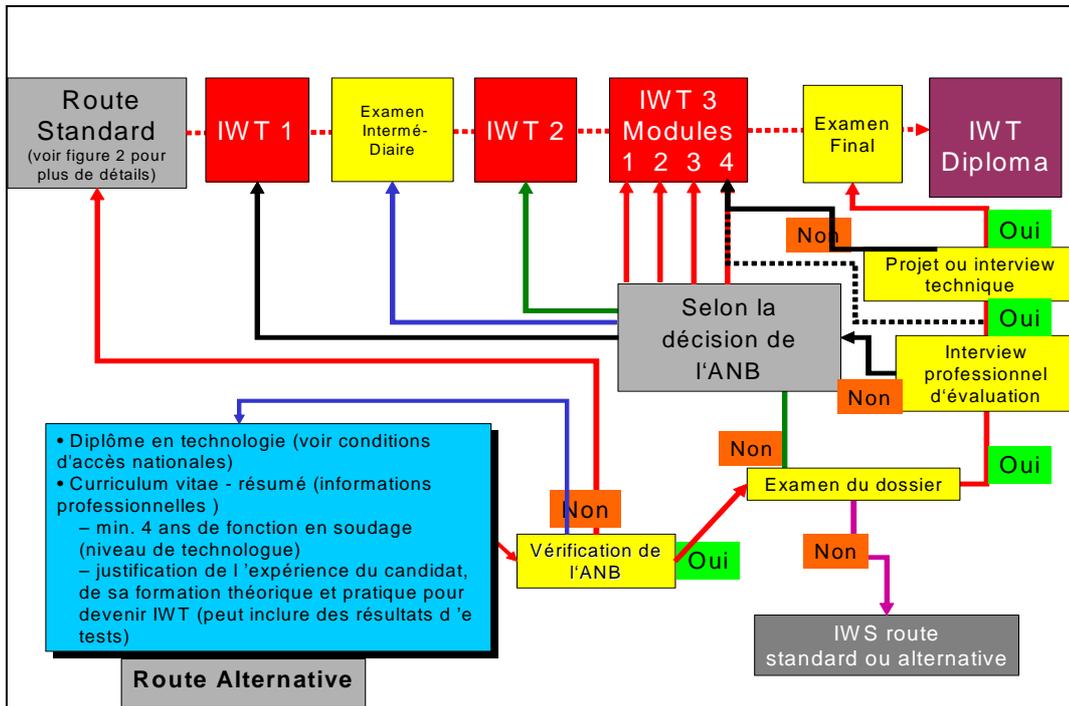


Figure 6 : Routes standard et alternative pour la qualification IWT
(voir aussi Annexe III)

4.2.3 Spécialiste International en Soudage

- Une copie des preuves documentaires montrant la conformité aux conditions d'accès IWS,
- Un curriculum vitae (CV) reprenant les informations professionnelles,
 - La preuve d'au moins trois ans de fonction dans le domaine du soudage à un niveau de spécialiste (dans une période de six ans avant la demande de candidature)
 - La justification de l'expérience du candidat, de sa formation théorique et pratique pour devenir IWS (peut comprendre aussi des résultats d'examens).

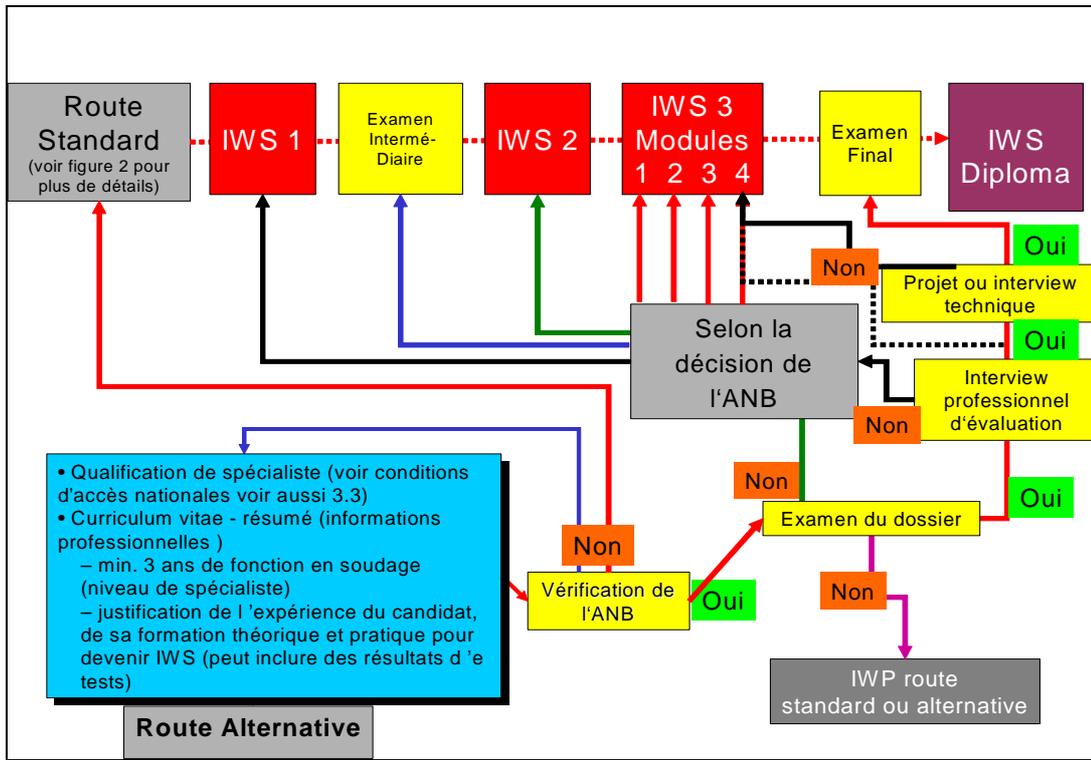


Figure 7 : Routes standard et alternative pour la qualification IWS (voir aussi Annexe III)



4.2.4 Praticien International en Soudage

- Une copie d'un certificat de qualification de soudeur en cours de validité selon le paragraphe 3.4 de la route standard,
- Un curriculum vitae (CV) reprenant les informations professionnelles,
 - La preuve d'au trois ans de fonction comme soudeur qualifié sur tôle ou tube dans une période de cinq ans avant la demande de candidature,
 - Minimum d'un an de fonction en soudage au niveau de praticien dans une période de trois ans avant la candidature,
 - La justification de l'expérience du candidat, de sa formation théorique et pratique pour devenir IWP (peut comprendre aussi des résultats d'examens).

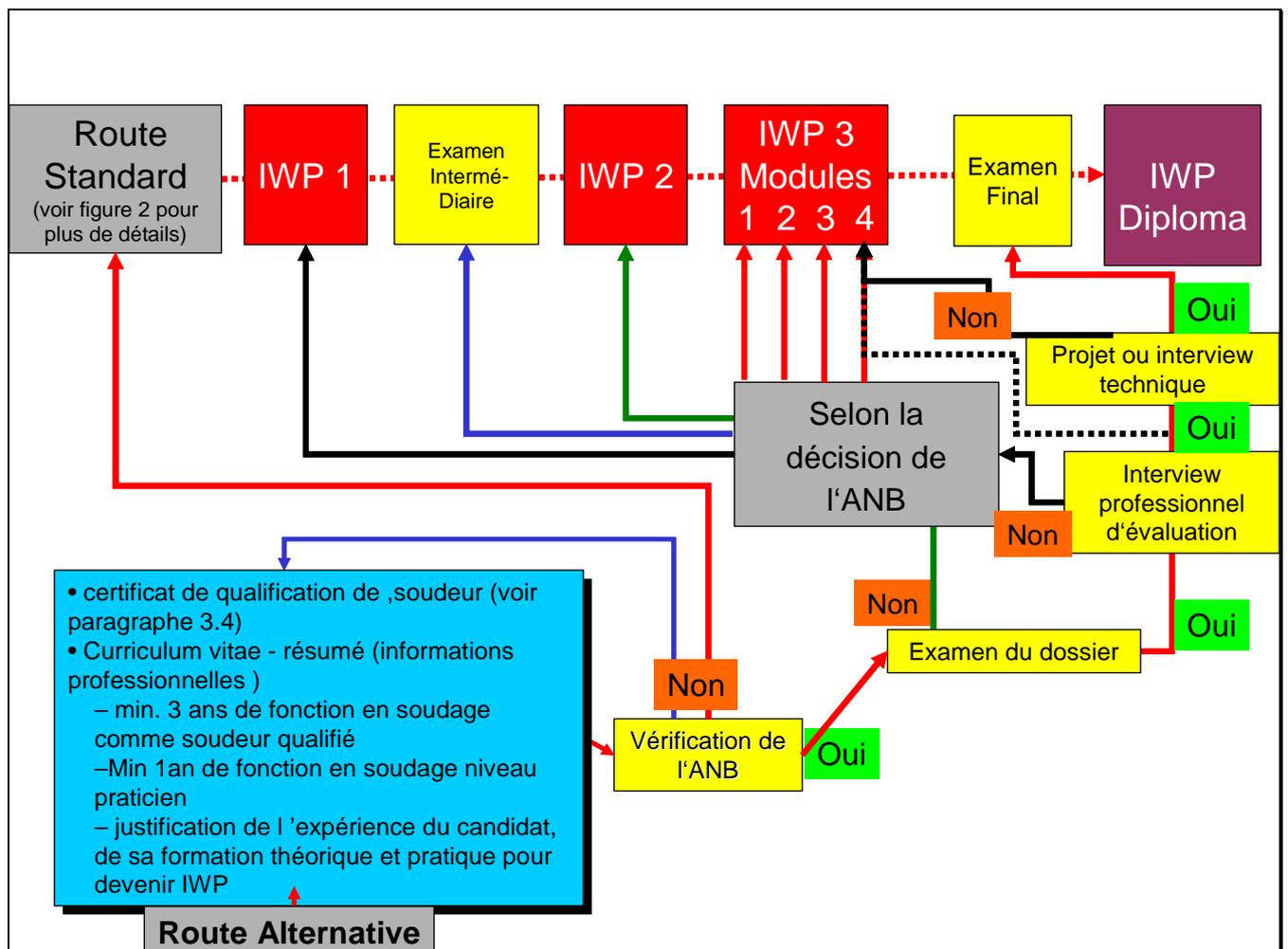


Figure 5 : Routes standard et alternative pour la qualification IWP
(voir aussi Annexe III)



SECTION I : FORMATION THEORIQUE ET PRATIQUE PROGRAMME ET OBJECTIFS DE PERFORMANCES

(Les chiffres sont les nombres d'heures de cours. Ceux qui figurent après « P1 » sont les nombres d'heures de cours maximaux qui peuvent être compris dans la Partie 1)

1.1 Formation théorique partie 1 et partie 3

MODULE 1. PROCEDES ET MATERIELS DE SOUDAGE

1.1. Introduction générale au à la technologie du soudage					
Objectifs pour IWE, IWT et IWS : Comprendre les développements dans les divers précédés de soudage y compris la terminologie, les normes et les abréviations. Objectifs pour IWP : expliquer les différents procédés de soudage y compris la terminologie, les normes et les abréviations					
<u>Etendue</u>	<u>Qualification</u>	IWE	IWT	IWS	IWP
	<u>Heures Recommandées</u>	3	3	1	1
		P1=3	P1=3	P1=1	P1=1
- historique		x	x		
- définitions		X	X	X	x
- présentation schématique des procédés de soudage		X	X	X	X
- terminologie		X	X	X	X
- applications générales du soudage		X	X	X	X
- applicabilité des procédés de soudage les plus courants		X	X	X	X
- applications générales du soudage		X	X	X	X
- abréviations utilisées pour les procédés de soudage,		X	X	X	X
- classification des procédés de soudage (IIS, ISO, CEN et normes nationales)		x	X	x	X
Résultats attendus pour l'IWE :					
1. Détailler les différences entre chaque type principal de procédé de soudage, par exemple soudage à l'arc, par résistance, à la flamme, à la forge, etc.					
2. Différences entre les procédés par références aux normes.					
3. Reconnaître un procédé de soudage par ses abréviations courantes.					
4. Expliquer l'évolution du soudage dans l'histoire.					
Résultats attendus pour l'IWT :					
1. Lister les différences entre chaque type principal de procédé de soudage, par exemple soudage à l'arc, par résistance, à la flamme, à la forge, etc.					
2. Différences entre les procédés par références aux normes.					
3. Reconnaître un procédé de soudage par ses abréviations courantes.					
4. Expliquer l'évolution du soudage dans l'histoire.					
Résultats attendus pour l'IWS :					
1. Donner les grandes lignes des différences entre chaque type principal de procédé de soudage, par exemple soudage à l'arc, par résistance, à la flamme, à la forge, etc					
2. Différencier les procédés par références aux normes.					
3. Reconnaître un procédé de soudage par ses abréviations courantes.					
Résultats attendus pour l'IWP :					
1. Identifier les différences entre chaque type principal de procédé de soudage					
2. Désigner un procédé de soudage par ses abréviations courantes..					



1.2. Soudage au chalumeau et procédés associés

Objetif: Comprendre les principes fondamentaux de la combustion oxy -gaz combustion, les caractéristiques des différents gaz combustibles, les équipements, la sécurité et les applications typiques.

<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	<u>IWE</u>	<u>IWT</u>	<u>IWS</u>	<u>IWP</u>
	<u>Heures Recommandées</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>2</u>
		<u>P1=2</u>	<u>P1=2</u>	<u>P1=2</u>	<u>P1=2</u>
- principe du procédé		X	X	X	X
- domaine d'application		X	X	X	X
- types de flamme		X	X	X	X
- caractéristiques des gaz combustibles (acétylène, propane, etc),		X	X	X	
- réactions de combustion		X	X	X	X
- effets de la distribution des températures		X	X	X	
- matériel		X	X	X	X
- parties composant les bouteilles d'acétylène		X	X	X	X
- fabrication des gaz combustibles		X	X		
- manipulation et stockage des gaz		X	X	X	X
- conception typique des joints		X	X	X	X
- technique de soudage : à droite, à gauche,		X	X	X	X
- normes relatives aux métaux d'apport		X	X	X	X
- applications et problèmes typiques		X	X	X	
- techniques spéciales et leurs méthodes de mise en œuvre (préchauffage, redressage, nettoyage, etc),		X	X	X	X
- hygiène et sécurité propres au procédé		X	X	X	X
Résultats attendus pour l'IWE :					
1. Expliquer de manière très complète les caractéristiques des trois types de flammes et les raisons de l'application de chacune d'elle.					
2. Détailler les caractéristiques des flammes des différents gaz combustibles.					
3. Définir les dangers possibles et les méthodes de manipuler ou travailler en sécurité.					
4. Expliquer le but et le principe de travail de chaque partie de l'équipement					
5. Interpréter les normes appropriées.					
6. Définir le domaine d'application et les problèmes pouvant éventuellement se produire.					
Résultats attendus pour l'IWT :					
1. Expliquer les caractéristiques des trois types de flammes et les raisons de l'application de chacune d'elle.					
2. Détailler les caractéristiques des flammes des différents gaz combustibles.					
3. Définir les dangers possibles et les méthodes de manipuler ou travailler en sécurité.					
4. Expliquer le but et le principe de travail de chaque partie de l'équipement					
5. Interpréter les normes appropriées.					
6. Définir le domaine d'application et les problèmes pouvant éventuellement se produire.					
Résultats attendus pour l'IWS :					
1. Donner les grandes lignes des caractéristiques des trois types de flammes et les raisons de l'application de chacune d'elle.					
2. Comparer les caractéristiques des flammes des différents gaz combustibles.					
3. Reconnaître et définir en général les dangers possibles et les méthodes de manipuler ou travailler en sécurité.					
4. Donner les grandes lignes du but et du principe de travail de chaque partie de l'équipement					
5. Connaissances fondamentales sur la manière d'utiliser les normes appropriées.					
6. Identifier les limites et le domaine d'application d'un procédé et reconnaître comment résoudre les problèmes pouvant éventuellement se produire.					
Résultats attendus pour l'IWP :					
1. Interpréter les caractéristiques des trois types de flammes et les raisons de l'application de chacune d'elle.					
2. Illustrer les dangers possibles et les méthodes de manipuler ou travailler en sécurité.					
3. Citer le principe de travail de chaque partie de l'équipement					
4. Traduire les normes appropriées.					



1.3. Rappels d'électronique

Objectifs pour les IWE, IWT et IWS

Comprendre les bases des composants électriques et électroniques utilisés dans les source de courant électrique de soudage..

Objectifs pour les IWS

Avoir des notions pour le travail en électricité et les caractéristiques des composants électriques les plus importants utilisés dans les sources de courant de soudage électrique

<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	IWE	IWT	IWS	IWP
	<u>Heures Recommandées</u>	2	2	2	2
		P1=2	P1=2	P1=2	P1=2
- notions fondamentales en électricité et électronique (intensité, tension et résistance),		X	x	X	x
- loi d'Ohm,		X	X	X	X
- montages en parallèle et en série		X	X	X	X
- courant continu (CC), polarité, courant alternatif (CA),		X	X	X	X
- magnétisme en soudage		X	X	X	X
- capacité, condensateurs		X	X	X	X
- transformateurs, redresseurs (demi onde et onde complète),		X	X	X	X
- transistors, thyristors bobines, induction		X	X	X	X
- risques		X	X	X	X
- santé et sécurité		x	X	x	X
Résultats attendus pour l'IWE :					
1. Définir et expliquer la tension, l'intensité et la résistance électrique.					
2. Détailler les fonctions des composants les plus importants des sources des courants de soudage.					
3. Discuter d'une manière compétente des différences entre les courants CC et CA.					
4. Interpréter et utiliser les connaissances d'électricité et d'électronique aux applications en soudage.					
Résultats attendus pour l'IWT :					
1. Définir et expliquer la tension, l'intensité et la résistance électrique.					
2. Détailler les fonctions des composants les plus importants des sources des courants de soudage.					
3. Discuter d'une manière compétente des différences entre les courants CC et CA.					
4. Interpréter et utiliser les connaissances d'électricité et d'électronique aux applications en soudage					
Résultats attendus pour l'IWS :					
1. Donner les grandes lignes des liens entre la tension, l'intensité et la résistance électrique et définir également chaque paramètre électrique.					
2. Donner les grandes lignes des fonctions des composants les plus importants des sources des courants de soudage.					
3. Décrire les grandes différences entre les courants CC et CA et donner des exemples de leur application individuelle à différents procédés de soudage.					
4. Démontrer et utiliser les connaissances d'électricité et d'électronique aux applications en soudage					
Résultats attendus pour l'IWP :					
1. Donner les grandes lignes de la tension, l'intensité et la résistance électrique.					
2. Reconnaître et donner des exemples des fonctions des composants les plus importants des sources des courants de soudage.					
3. Donner des exemples des différences principales entre les courants CC et CA.					
4. Montrer une application pratique des connaissances d'électricité au soudage					



1.4. L'arc					
Objectif pour IWE, IWT, IWS: Comprendre en détail les bases d'un arc électrique (acquérir les connaissances pour comprendre en général), ses caractéristiques, les limitations et son application en soudage, y compris les problèmes de stabilité d'arc.					
Objectif pour IWP : Décrire ce qu'est un arc électrique, ses caractéristiques, les limites et les applications en soudage					
Domaine	Qualification	IWE	IWT	IWS	IWP
	Heures Recommandées	4	4	1	1
		P1=4	P1=4	P1=1	P1=1
- physique de l'arc (production d'un arc électrique, les zones principales de l'arc, stabilité de l'arc),		X	X	X	X
- répartition de la tension dans l'arc		X	X	X	X
- production de chaleur à la cathode et l'anode		X	X	X	X
- polarité et caractéristiques de l'arc en CA et CC et leur régulation pour les procédés de soudage clés		X	X	X	X
- influence sur le procédé de soudage		X	X		
- la répartition thermique dans l'arc et ses effets		X	X	X	X
- influence des champs magnétiques sur l'arc (pourquoi, comment les résoudre),		X	X	X	X
- limites d'application		X	X	X	X
Résultats attendus pour l'IWE :					
1. Expliquer en détail les bases physiques d'un arc électrique, y compris les paramètres principaux influençant la stabilité de l'arc.					
2. Détailler la formation de l'arc et la distribution de tension.					
3. Expliquer l'influence des champs magnétiques sur l'arc électrique.					
4. Prévoir la manière de résoudre les problèmes de déviation magnétique de l'arc.					
5. Expliquer les caractéristiques de l'arc en CC et CA y compris leur maîtrise et leurs limitations					
Résultats attendus pour l'IWT :					
1. Expliquer en détail les bases physiques d'un arc électrique, y compris les paramètres principaux influençant la stabilité de l'arc.					
2. Détailler la formation de l'arc et la distribution de tension.					
3. Donner les grandes lignes de l'influence des champs magnétiques sur l'arc électrique.					
4. Prévoir la manière de résoudre les problèmes de déviation magnétique de l'arc.					
5. Expliquer les caractéristiques de l'arc en CC et CA y compris leur maîtrise et leurs limitations					
Résultats attendus pour l'IWS :					
1. Décrire un arc électrique, ses et la stabilité de l'arc.					
2. Donner les grandes lignes de la formation de l'arc et la distribution de tension.					
3. Donner des exemples de l'influence des champs magnétiques sur l'arc électrique.					
4. Donner les grandes lignes de la manière de résoudre les problèmes de déviation magnétique de l'arc.					
5. Décrire les caractéristiques de l'arc en CC et CA.					
Résultats attendus pour l'IWP :					
1. Donner des exemples des principales zones de l'arc et leur importance pour le soudage.					
2. Lister les zones chaudes de l'arc et donner leur influence sur le bain de soudage.					
3. Expliquer les caractéristiques de l'arc en CC et CA.					
4. Donner les grandes lignes de l'influence des champs magnétiques sur l'arc électrique.					
5. Donner des exemples de de résolution de problèmes de déviation magnétique de l'arc.					



1.5. Sources de courant pour le soudage à l'arc

Objectif pour IWE, IWT et IWS :

Comprendre en détail (acquérir les connaissances pour comprendre en, général/avoir une connaissance pour le travail) les caractéristiques et les principaux composants des sources de courant de soudage.

Objectif pour IWP

Comprendre (acquérir les connaissances pour comprendre en, général/avoir une connaissance pour le travail) les composants des sources de courant de soudage.

<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	IWE	IWT	IWS	IWP
	<u>Heures Recommandées</u>	4	4	3	2
		P1=4	P1=4	P1=1	P1=1
- classification des sources de courant, types et caractéristiques (statiques et générateurs et chaque sous-groupe)		X	X	X	X
- caractéristiques des sources (courbes statiques et dynamiques),		X	X	X	X
- relation entre les courbes statiques et le procédé de soudage		X	X	X	X
- maîtrise de la courbe électrique statique (plate ou plongeante),		X	X		
- stabilité de l'arc pour les principaux procédés (MMA, TIG, MIG/MAG, SAW, PAW),		X	X	x	X
- point de fonctionnement		X	X	X	X
- technologie de l'onduleur		X	X	X	
- sources de courant contrôlées par CPU		X	X	X	
- stabilité des procédés en CA et CC		X	X	X	
- sources de courant CA (sinusoïdale et carré) et CC		X	X	X	X
- tension à vide, courant de court-circuit, facteurs de puissance des transformateurs		X	X	X	
- facteur de marche des sources d'énergie et valeurs typiques pour les procédés de soudage à l'arc les plus communs,		X	X	X	X
- pertes de potentiel, relation entre intensité et section des câbles		X	X	X	X
- techniques de soudage pulsé		X	X	X	X
- types et dispositifs d'amorçage, pente montante et descendante, flux avant et après		X	X		
- réglage de l'intensité et du voltage (dispositifs électromagnétiques et électroniques).		X	X	X	X
Résultats attendus IWE :					
1. Expliquer chaque type de source de courant de soudage à l'arc à la fois en CC et en CA y compris les systèmes les plus couramment utilisés.					
2. Détailler pour chaque type de source de courant de soudage à l'arc les caractéristiques électriques statiques et dynamiques, le point de fonctionnement et la maîtrise de la stabilité d'arc.					
3. Expliquer la signification de la tension à vide, le courant de court circuit, le facteur de marche d'une source de courant, les pertes de potentiel et la relation entre l'intensité et la section des câbles.					
4. Expliquer les différences des caractéristiques ci-dessus pour chaque type de source de courant et le procédé de soudage.					
5. Reconnaître les différentes fonctions et boutons des différentes sources de courant et leurs effets.					
Résultats attendus IWT :					
1. Expliquer chaque type de source de courant de soudage à l'arc à la fois en CC et en CA y compris les systèmes les plus couramment utilisés.					
2. Détailler pour chaque type de source de courant de soudage à l'arc les caractéristiques électriques statiques et dynamiques, le point de fonctionnement et la maîtrise de la stabilité d'arc.					
3. Expliquer la signification de la tension à vide, le courant de court circuit, le facteur de marche d'une source de courant, les pertes de potentiel et la relation entre l'intensité et la section des câbles.					
4. Expliquer les différences des caractéristiques ci-dessus pour chaque type de source de courant et le procédé de soudage et chaque type d'application.					
5. Reconnaître les différentes fonctions et boutons des différentes sources de courant et leurs effets.					

**Résultats attendus IWS :**

1. Donner les grandes lignes de chaque type de source de courant de soudage à l'arc à la fois en CC et en CA y compris les systèmes les plus couramment utilisés.
2. Décrire pour chaque type de source de courant de soudage à l'arc les caractéristiques électriques statiques et dynamiques, le point de fonctionnement et le maîtrise de la stabilité d'arc.
3. Donner les grandes lignes de la signification de la tension à vide, le courant de court circuit, le facteur de marche d'une source de courant, les pertes de potentiel et la relation entre l'intensité et la section des câbles.
4. Etre capable de sélectionner les sources de courant appropriées pour un procédé de soudage donné.
5. Reconnaître les différentes fonctions et boutons des différentes sources de courant et leurs effets.

Résultats attendus IWP :

1. Donner les grandes lignes du mode de fonctionnement de chaque type de source de courant de soudage à l'arc (CC et CA) y compris les systèmes les plus couramment utilisés.
2. Décrire pour chaque type de source de courant de soudage à l'arc les caractéristiques électriques statiques et dynamiques, le point de fonctionnement et le maîtrise de la stabilité d'arc.
3. Donner les grandes lignes de la signification de la tension à vide, le courant de court circuit, le facteur de marche d'une source de courant, les pertes de potentiel et la relation entre l'intensité et la section des câbles.
4. Etre capable de sélectionner les sources de courant appropriées pour un procédé de soudage donné..
5. Reconnaître les différentes fonctions et boutons des différentes sources de courant et leurs effets.



1.6. Introduction au soudage à l'arc sous protection gazeuse

Objectif pour IWE, IWT et IWS:

Comprendre (acquérir les connaissances pour comprendre en, général/avoir une connaissance pour le travail) les principes et le phénomène physique des procédés de soudage sous protection gazeuse.

Objectif pour IWP

Comprendre (acquérir les connaissances pour comprendre en, général/avoir une connaissance pour le travail) les principes des procédés de soudage sous protection gazeuse

<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	<u>IWE</u>	<u>IWT</u>	<u>IWS</u>	<u>IWP</u>
	<u>Heures Recommandées</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>2</u>
		<u>P1=2</u>	<u>P1=2</u>	<u>P1=2</u>	<u>P1=2</u>
- phénomène physique		X	X	X	X
- principes du soudage TIG et MIG/MAG et fil fourré		X	X	X	X
- gaz de protection (inertes, actifs) et leurs effets sur les caractéristiques de l'arc		X	X	X	X
- manipulation et stockage des gaz		X	X	X	X
- métaux d'apport		X	X	X	X
- normes (nationales et internationales) relatives aux gaz de protection et aux matériaux d'apport		X	X	X	X
Résultats attendus IWE :					
1. Expliquer les caractéristiques et les principes du soudage TIG et MIG/MAG et fil fourré.					
2. Interpréter les caractéristiques de l'arc associées à chaque type de gaz de protection utilisé pour chaque procédé.					
3. Détailler les méthodes de manipulation et de stockage en sécurité des gaz de protection.					
4. Interpréter et utiliser les normes des gaz de protection et des métaux d'apport					
Résultats attendus IWT :					
1. Expliquer les caractéristiques et les principes du soudage TIG et MIG/MAG et fil fourré.					
2. Interpréter les caractéristiques de l'arc associées à chaque type de gaz de protection utilisé pour chaque procédé.					
3. Détailler les méthodes de manipulation et de stockage en sécurité des gaz de protection.					
4. Interpréter et utiliser les normes des gaz de protection et des métaux d'apport					
Résultats attendus IWS :					
1. Décrire et comparer les caractéristiques et les principes du soudage TIG et MIG/MAG et fil fourré.					
2. Comparer et donner les grandes lignes des caractéristiques de l'arc associées à chaque type de gaz de protection utilisé pour chaque procédé.					
3. Donner les grandes lignes des méthodes de manipulation et de stockage en sécurité des gaz de protection.					
4. Démontrer l'utilisation des normes des gaz de protection et des métaux d'apport					
Résultats attendus IWP :					
1. Donner la différence entre les caractéristiques et les principes du soudage TIG et MIG/MAG et fil fourré.					
2. Donner les grandes lignes des caractéristiques de l'arc associées à chaque type de gaz de protection utilisé pour chaque procédé.					
3. Démontrer une connaissance générale des méthodes de manipulation et de stockage en sécurité des gaz de protection.					



1.7. Soudage TIG					
Objectif IWE, IWT, IWS :					
Comprendre en détail/acquérir les connaissances pour comprendre en général, les bases du soudage TIG, y compris les équipements, les applications, les procédures et les problèmes courants.					
Objectif IWP :					
Comprendre en détail (acquérir les connaissances pour comprendre en général/expliciter) les bases du soudage TIG, y compris les équipements, et les applications					
<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	<u>IWE</u>	<u>IWT</u>	<u>IWS</u>	<u>IWP</u>
	<u>Heures Recommandées</u>	6	6	4	2
		P1=4	P1=4	P1=2	P1=2
- caractéristiques des sources de courant		X	X	X	X
- techniques d'amorçage de l'arc et matériel nécessaire		X	X	X	X
- équipement et accessoires : torches, diffuseur de gaz, armoire de commande, pentes de montée et de descente, techniques de pulsation		X	X	X	X
- effets du courant et polarité : CC (+), CC(-) et CA,		X	X	X	X
- usage approprié pour différents matériaux, par exemple Al		X	X	X	X
- consommables : gaz de protection, métaux d'apport, électrodes		X	X	X	X
- paramètres de soudage : intensité, voltage, vitesse de soudage, flux gazeux		X	X	X	X
- préparation des joints : conception typique des joints pour le soudage, montage, nettoyage		X	X	X	X
- procédures de soudages		X	X	X	X
- techniques spéciales (soudage par point, fil chaud, soudage orbital, soudage de tubes sur tubes, soudages de tubes sur plaques tubulaires),		X	X	X	X
- normes pour métaux d'apport, électrodes et gaz		X	X	X	X
- applications et problèmes typiques		X	X	X	X
- hygiène et sécurité spécifiques au procédé		X	X	X	X
Résultats attendus IWE :					
1. Expliquer en détail les principes du soudage TIG y compris les techniques d'amorçage d'arc et leurs applications.					
2. Expliquer le choix du type de courant approprié, de la polarité, du gaz de protection et de l'électrode selon l'application.					
3. Détailler le domaine d'application, les préparations appropriées des joints et les problèmes potentiels qui peuvent survenir.					
4. Détailler les paramètres appropriés de soudage pour des applications particulières.					
5. Expliquer le but et les fonctions de chaque composant de l'équipement et des accessoires.					
6. Interpréter les normes appropriées.					
7. Définir les risques potentiels et les méthodes de manipulation et de travail en sécurité					
8. Reconnaître les différents réglages et boutons sur différentes sources de soudage et leurs effets					
Résultats attendus IWT :					
1. Expliquer et comparer en détail les principes du soudage TIG y compris les techniques d'amorçage d'arc et leurs applications.					
2. Expliquer le choix du type de courant approprié, de la polarité, du gaz de protection et du type de l'électrode selon l'application.					
3. Identifier le domaine d'application, les préparations appropriées des joints et les problèmes potentiels qui peuvent survenir.					
4. Identifier les paramètres appropriés de soudage pour des applications particulières.					
5. Expliquer le but et les fonctions de chaque composant de l'équipement et des accessoires.					
6. Interpréter les normes appropriées.					
7. Définir les risques potentiels et les méthodes de manipulation et de travail en sécurité					
8. Reconnaître les différents réglages et boutons sur différentes sources de soudage et leurs effets					
Résultats attendus IWS :					
1. Décrire et comparer en détail les principes du soudage TIG y compris les techniques d'amorçage d'arc et leurs applications.					
2. Expliquer le choix du type de courant approprié, de la polarité, du gaz de protection et du type de l'électrode selon l'application.					
3. Identifier le domaine d'application, les préparations appropriées des joints et les problèmes potentiels qui peuvent survenir.					
4. Identifier les paramètres appropriés de soudage pour des applications particulières.					
5. Expliquer le but et les fonctions de chaque composant de l'équipement et des accessoires.					
6. Interpréter l'utilisation de normes appropriées.					
7. Définir les risques potentiels et les méthodes de manipulation et de travail en sécurité					
Résultats attendus IWP :					
1. Donner les grandes lignes des principes du soudage TIG y compris les techniques d'amorçage d'arc et leurs applications.					
2. Donner des exemples des applications les plus courantes pour chaque type de courant, polarité et électrode.					
3. Donner des exemples des applications les plus courantes et sélectionner les valeurs appropriées pour les paramètres de soudage.					
4. Savoir comment utiliser et prendre soin des équipements et de leurs accessoires.					
5. Lire des normes appropriées.					
6. Donner des exemples d'applications TIG de préparation de joint et de problèmes potentiels à résoudre					
7. Donner les grandes lignes des risques potentiels et les méthodes de manipulation et de travail en sécurité					



1.8. Soudage MIG/MAG et soudage avec fil fourré					
Objectif IWE, IWT, IWS, IWP: Comprendre en détail/acquérir la connaissance pour comprendre en général/expliciter les bases du soudage MIG/MAG et le soudage avec fil fourré, y compris l'équipement, les applications, les procédures et les problèmes communs.					
Domaine	Qualification	IWE	IWT	IWS	IWP
	Heures Recommandées	6	6	4	2
		P1=4	P1=4	P1=2	P1=2
- les caractéristiques des sources de courant pour les procédés conventionnels et les contrôles des sources par CPU		X	X	X	X
- effet du type de courant et de la polarité		X	X	X	
- matériel et accessoires : torches, gaines, dévidoirs panneau de commande		X	X	X	X
- les modes de transfert de métal dans l'arc (par court-circuit par pulvérisation, globulaire, pulsé) et leurs combinaisons		X	X	X	X
- paramètres de soudage et leur réglage : intensité, tension, vitesse de soudage, flux gazeux, etc		X	X	X	X
- consommables : gaz de protection, métal d'apport (fils pleins et fils fourrés) et leur combinaison		X	X	X	X
- préparation des joints : conception typique des joints pour le soudage, montage, nettoyage		X	X	X	X
- procédures de soudage		X	X	X	X
- techniques spéciales : soudage électrode, procédés à haut rendement		X	X	X	
- normes pour les métaux d'apport et les gaz,		X	X	X	X
- applications et problèmes typiques et leur solution		X	X	X	X
- hygiène et sécurité spécifiques au procédé		X	X	X	X
Résultats attendus IWE: 1. Expliquer en détail les principes du MIG/MAG et du soudage avec fil fourré y compris les modes de transfert du métal et leurs applications. 2. Expliquer le choix du type approprié de courant, de la polarité et de l'électrode selon l'application. 3. Détailler le domaine d'application, les préparations appropriées du joint et les problèmes potentiels pouvant se produire. 4. Détailler les paramètres appropriés de soudage pour des applications particulières. 5. Définir les risques potentiels et les méthodes de manipulation et de travail en sécurité. 6. Expliquer l'objet et les fonctions de chaque composant de l'équipement et des accessoires. 7. Interpréter les normes appropriées. 8. Expliquer le choix des consommables					
Résultats attendus IWT : 1. Expliquer et comparer en détail les principes du soudage MIG/MAG et du soudage avec fil fourré y compris les techniques d'amorçage d'arc et leurs applications. 2. Expliquer le choix du type de courant approprié, de la polarité, du gaz de protection et du type de l'électrode selon l'application. 3. Identifier le domaine d'application, les préparations appropriées des joints et les problèmes potentiels qui peuvent survenir. 4. Identifier les paramètres appropriés de soudage pour des applications particulières. 5. Expliquer le but et les fonctions de chaque composant de l'équipement et des accessoires. 6. Interpréter les normes appropriées. 7. Définir les risques potentiels et les méthodes de manipulation et de travail en sécurité 8. Reconnaître les différents réglages et boutons sur différentes sources de soudage et leurs effets					
Résultats attendus IWS : 1. Décrire et comparer en détail les principes du soudage MIG/MAG et du soudage avec fil fourré y compris les techniques d'amorçage d'arc et leurs applications. 2. Expliquer le choix du type de courant approprié, de la polarité, du gaz de protection et du type de l'électrode selon l'application. 3. Identifier le domaine d'application, les préparations appropriées des joints et les problèmes potentiels qui peuvent survenir. 4. Identifier les paramètres appropriés de soudage pour des applications particulières. 5. Expliquer le but et les fonctions de chaque composant de l'équipement et des accessoires. 6. Interpréter l'utilisation de normes appropriées. 7. Définir les risques potentiels et les méthodes de manipulation et de travail en sécurité					
Résultats attendus IWP : 1. Donner les grandes lignes des principes du soudage MIG/MAG et du soudage avec fil fourré y compris les techniques d'amorçage d'arc et leurs applications. 2. Donner des exemples des applications les plus courantes pour chaque type de courant, polarité et électrode. 3. Donner des exemples des applications les plus courantes et sélectionner les valeurs appropriées pour les paramètres de soudage. 4. Savoir comment utiliser et prendre soin des équipements et de leurs accessoires. 5. Lire des normes appropriées. 6. Donner des exemples d'applications MIG/MAG et du soudage avec fil fourré de préparation de joint et de problèmes potentiels à résoudre 7. Donner les grandes lignes les risques potentiels et les méthodes de manipulation et de travail en sécurité					



1. 9. Soudage manuel avec électrodes enrobées

Objectif pour IWE, IWT, IWS et IWP:

Comprendre en détail/avoir la connaissance pour comprendre les bases du soudage manuel à l'arc avec électrodes enrobées, y compris l'équipement, les applications et les problèmes les plus communs.

Domaine	Qualification			
	Heures Recommandées			
	IWE 8 P1=4	IWT 6 P1=4	IWS 4 P1=2	IWP 2 P1=2
- principe du procédé, caractéristiques de l'arc	X	X	X	X
- effet du type de courant et de la polarité	X	X	X	X
- sources de courant, caractéristiques applicables au procédé (tension à vide, caractéristiques statiques et dynamiques, types de courant, méthodes d'amorçage),	X	X	X	X
- équipement de soudage et accessoires	X	X	X	
- domaines d'application du procédé et problèmes typiques,	X	X	X	X
- consommables (fonctions de l'enrobage et du fil, types d'électrodes, interaction laitier-métal et gaz-métal),	X	X	X	X
- fabrication des électrodes (comment, défauts typiques),	X	X		
- manipulation et stockage des électrodes (environnement du stockage, re-séchage)	X	X	X	X
- classification des électrodes (normes internationales et nationales),	X	X	X	X
- sélection des électrodes enrobées pour les applications	X	X	X	
- paramètres de soudage : intensité, tension, longueur d'arc, etc,	X	X	X	X
- préparation des joints : conception typique des joints pour le soudage, montage, nettoyage, position de soudage,	X	X	X	X
relation entre le diamètre de l'électrode et l'intensité, le matériau de l'âme, la longueur de l'électrode et la position de soudage,	X	X	X	X
- procédures de soudage	X	X	X	X
- techniques spéciales (soudage par gravité, soudage vertical en descendant, soudage sur chantier	X	X		
- hygiène et sécurité spécifiques au procédé	X	X	X	X
Résultats attendus pour IWE :				
1. Expliquer en détail les principes du soudage à l'arc manuel avec électrodes enrobées y compris les techniques spéciales, les techniques d'amorçage d'arc et ses applications.				
2. Expliquer le choix du type approprié de courant, la polarité et l'électrode selon l'application.				
3. Détailler le domaine d'application, les préparations appropriées des joints et les problèmes potentiels pouvant survenir.				
4. Détailler les paramètres de soudage appropriés pour des applications particulières.				
5. Définir les risques potentiels et les méthodes de manipulation et de travail en sécurité.				
6. Expliquer l'objet et les fonctions de chaque composant de l'équipement et des accessoires.				
7. Explication détaillée de la manipulation et du stockage des différents types d'électrodes.				
8. Interpréter les normes appropriées.				
9. Identifier l'influence de l'enrobage de l'électrode sur le transfert des gouttelettes et du métal de soudage..				
10. Reconnaître les différentes fonctions et boutons sur différentes sources de courant de soudage à l'arc avec électrodes et leurs effets.				
Résultats attendus pour IWT :				
1. Expliquer en détail les principes du soudage à l'arc manuel avec électrodes enrobées y compris les techniques spéciales, les techniques d'amorçage d'arc et ses applications.				
2. Expliquer le choix du type approprié de courant, la polarité et l'électrode selon l'application.				
3. Identifier le domaine d'application, les préparations appropriées des joints et les problèmes potentiels pouvant survenir.				
4. Identifier les paramètres de soudage appropriés pour des applications particulières.				
5. Définir les risques potentiels et les méthodes de manipulation et de travail en sécurité.				
6. Expliquer l'objet et les fonctions de chaque composant de l'équipement et des accessoires.				
7. Explication détaillée de la manipulation et du stockage des différents types d'électrodes.				
8. Interpréter les normes appropriées.				
9. Identifier l'influence de l'enrobage de l'électrode sur le transfert des gouttelettes et du métal de soudage.				

**Résultats attendus pour IWS :**

1. Décrire les principes du soudage à l'arc manuel avec électrodes enrobées.
2. Décrire le choix du type approprié de courant, la polarité et l'électrode selon l'application.
3. Identifier le domaine d'application, les préparations appropriées des joints et les problèmes potentiels pouvant survenir.
4. Identifier les paramètres de soudage appropriés pour des applications particulières.
5. Décrire les risques potentiels et les méthodes de manipulation et de travail en sécurité.
6. Donner les grandes lignes de l'objet et des fonctions de chaque composant de l'équipement et des accessoires.
7. Décrire les méthodes appropriées de manipulation et de stockage des différents types d'électrodes.
8. Démontrer l'utilisation des normes d'électrodes.
9. Décrire l'influence de l'enrobage de l'électrode sur le transfert des gouttelettes et du métal de soudage.

Résultats attendus pour IWP :

1. Donner les grandes lignes du principe du soudage à l'arc manuel avec électrodes enrobées, des méthodes d'amorçage et leurs applications.
2. Donner les grandes lignes de la manipulation et de stockage de chaque type d'électrode.
3. Donner des exemples des applications les plus importantes et sélectionner les paramètres de soudage appropriés.
4. Savoir comment utiliser et prendre soin de l'équipement et de ses accessoires.
5. Lire des normes données d'électrodes.
6. Donner des exemples de gamme d'application du soudage avec électrodes, de préparation de joint et des problèmes potentiels pouvant se produire.
7. Donner les grandes lignes des risques potentiels et des méthodes de manipulation et de travail en sécurité.



1.10. Soudage sous flux en poudre					
Objectif pour IWE, IWT, IWS et IWP: Comprendre en détail/avoir une connaissance détaillée/expliciter les bases du soudage manuel à l'arc sous flux en poudre, y compris l'équipement, les applications et les problèmes les plus communs.					
Domaine	Qualification	IWE	IWT	IWS	IWP
	Heures Recommandées	6	4	2	2
		P1=4	P1=4	P1=0	P1=0
- principe du procédé, caractéristiques de l'arc,		X	X	X	X
- effet du type de courant et de la polarité		X	X	X	X
- sources de courant, caractéristiques applicables au procédé (tension à vide, caractéristiques statiques et dynamiques, types de courant, méthodes d'amorçage),		X	X	X	X
- équipement de soudage et accessoires		X	X	X	X
- domaines d'application du procédé et problèmes typiques, comment les résoudre		X	X	X	X
- consommables (fonctions du flux et du fil plein ou fourré, types de flux et fils, combinaison fil-flux, interaction laitier-métal et gaz-métal),		X	X	X	X
- fabrication des consommables (comment, défauts typiques),		X	X	X	X
- manipulation et stockage des consommables (environnement du stockage, re-séchage)		X	X		
- classification des consommables (normes internationales et nationales),		X	X	X	X
- paramètres de soudage : intensité, tension, vitesse de soudage, type de flux et granulation, longueur de sortie de fil, etc,		X	X	X	
- préparation des joints : conception typique des joints pour le - soudage, montage, nettoyage, position de soudage		X	X	X	X
- relation entre la composition fil flux et les caractéristiques du métal déposé		X	X	X	X
- procédures de soudage		X	X	X	X
- techniques de soudage simple fil et multi-fils		X	X	X	X
- techniques spéciales (rechargement par bande, addition de poudre de fer, addition de fil froid ou chaud),		X	X		
- hygiène et sécurité spécifiques au procédé		X	X	X	X
Résultats attendus pour IWE :					
1. Expliquer en détail les principes du soudage à l'arc sous flux en poudre y compris les techniques spéciales, les techniques d'amorçage d'arc et ses applications.					
2. Expliquer le choix du type approprié de courant, la polarité et le consommable selon l'application.					
3. Identifier le domaine d'application, les préparations appropriées des joints et les problèmes potentiels pouvant survenir.					
4. Identifier les paramètres de soudage appropriés pour des applications particulières.					
5. Expliquer l'objet et les fonctions de chaque composant de l'équipement et des accessoires.					
6. Expliquer les réactions laitier-métal/gaz-métal et leurs influences sur les propriétés du métal soudé					
7. Interpréter les normes appropriées.					
8. Définir les risques potentiels et les méthodes de manipulation et de travail en sécurité					
Résultats attendus pour IWT :					
1. Expliquer en détail les principes du soudage à l'arc sous flux en poudre y compris les techniques spéciales, les techniques d'amorçage d'arc et ses applications.					
2. Expliquer le choix du type approprié de courant, la polarité et le consommable selon l'application.					
3. Identifier le domaine d'application, les préparations appropriées des joints et les problèmes potentiels pouvant survenir.					
4. Identifier les paramètres de soudage appropriés pour des applications particulières.					
5. Expliquer l'objet et les fonctions de chaque composant de l'équipement et des accessoires.					
6. Expliquer les réactions laitier-métal/gaz-métal et leurs influences sur les propriétés du métal soudé					
7. Interpréter les normes appropriées.					
8. Définir les risques potentiels et les méthodes de manipulation et de travail en sécurité					

**Résultats attendus pour IWS :**

1. Expliquer les principes du soudage à l'arc sous flux en poudre y compris les techniques spéciales, les techniques d'amorçage d'arc et ses applications.
2. Expliquer les critères d'évaluation des paramètres de soudage applicables.
3. Identifier le domaine d'application, les préparations appropriées des joints et les problèmes potentiels pouvant survenir.
4. Clarifier les procédures de mise en œuvre des sources de courant de soudage.
5. Expliquer les critères de sélection des couples fil-flux.
6. Interpréter les normes appropriées et des procédures de soudage.
7. Définir les instructions de soudage pour les soudeurs et les opérateurs.
8. Définir les risques potentiels et les méthodes de manipulation et de travail en sécurité

Résultats attendus pour IWP :

1. Expliquer les principes du soudage à l'arc sous flux en poudre y compris les méthodes d'amorçage, les techniques spéciales et leurs applications.
2. Donner les grandes lignes concernant la manipulation et le stockage de chaque type de consommable.
3. Identifier le domaine d'application, les préparations appropriées des joints et les problèmes potentiels pouvant survenir.
4. Savoir comment utiliser et prendre soin des équipements et des accessoires.
5. Lire les normes appropriées des consommables.
6. Donner des exemples de gammes d'application en arc submergé, de préparation de joint et des problèmes potentiels à résoudre.
7. Définir les risques potentiels et les méthodes de manipulation et de travail en sécurité



1.12.1. Autres procédés de soudage – Laser ; Faisceau d'électrons ; plasma

Objectif IWE, IWT et IWS:

Comprendre en détail/acquérir une connaissance complète/expliciter le principe et le domaine d'application du soudage par plasma, faisceau d'électrons, laser. Les bases y compris l'équipement, les applications et les problèmes courants.

Objectif IWP :

Acquérir une grande ligne des connaissances du plasma, faisceau d'électrons, laser ; de leurs applications et des problèmes les plus courants.

<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>			
	<u>IWE</u>	<u>IWT</u>	<u>IWS</u>	<u>IWP</u>
	<u>5</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>1</u>
	<u>PI=0</u>	<u>PI=0</u>	<u>PI=0</u>	<u>PI=0</u>
- principes de chacun des procédés listés dans l'objectif	X	X	X	X
- production de chaleur pour chaque type de procédé	X	X		
- équipement et accessoires pour chaque type de procédé,	X	X	X	X
- applications typiques des procédés et leurs problèmes	X	X	X	X
- consommables	X	X	X	
- paramètres de soudage pour chaque type de procédé,	X	X	X	
- préparations des joints : conceptions de joints typiques pour le soudage, assemblage nettoyage,	X	X		
- relations entre les paramètres de soudage et les configurations des joints,	X	X		
- comparaison des procédés à haute énergie	X	X	X	
- normes nationales et internationales appropriées à chaque procédé	X	X	X	X
- hygiène et sécurité spécifiques aux procédés	X	X	X	X

Résultats attendus IWE :

1. Expliquer les principes des procédés listés dans l'objectif et leurs applications.
2. Déterminer les applications appropriées de chaque type de procédé, et les précautions nécessaires pour obtenir une bonne soudure.
3. Décrire les paramètres de soudage, les préparations de joints appropriées et les problèmes potentiels pouvant survenir pour une application donnée.
4. Expliquer l'objet et les fonctions de chaque composant principal de l'équipement et des accessoires.
5. Interpréter les normes appropriées.
6. Définir les risques potentiels et les méthodes de manipulation et de travail en sécurité.

Résultats attendus IWT :

1. Expliquer les principes des procédés listés dans l'objectif et leurs applications.
2. Déterminer les applications appropriées de chaque type de procédé, et les précautions nécessaires pour obtenir une bonne soudure.
3. Décrire les paramètres de soudage, les préparations de joints appropriées et les problèmes potentiels pouvant survenir pour une application donnée.
4. Expliquer l'objet et les fonctions de chaque composant principal de l'équipement et des accessoires.
5. Interpréter les normes appropriées.
6. Définir les risques potentiels et les méthodes de manipulation et de travail en sécurité.

Résultats attendus IWS :

1. Expliquer les principes des procédés listés dans l'objectif et leurs applications.
2. Expliquer les applications courantes de chaque type de procédé dans les différents domaines d'industrie.
3. Définir et décrire, pour chaque procédé, les paramètres de soudage appropriés.
4. Définir les risques potentiels et les méthodes de manipulation et de travail en sécurité.

Résultats attendus IWP :

1. Donner dans les grandes lignes les principes des procédés listés dans l'objectif et leurs applications.
2. Donner des exemples des applications courantes de chaque type de procédé.
3. Savoir comment utiliser et prendre soin des équipements et accessoires des différents procédés.
4. Donner les grandes lignes des risques potentiels et les méthodes de manipulation et de travail en sécurité



1.12.2. Autres procédés de soudage – Procédés autres que ceux du 1.12.1

Objectif IWE, IWT et IWS:

Comprendre en détail/acquérir une connaissance complète/expliciter le principe et le domaine d'application du soudage vertical sous laitier, par friction, friction thyxotropique, à l'arc tournant par magnétisme (MIAB), soudage par impulsions magnétiques, ultrasons, explosion, diffusion, aluminothermie, haute fréquence, de goujon, pression à froid, procédés hybrides, etc.y compris l'équipement, les applications, les procédures et les problèmes courants.

Objectif IWP :

Acquérir une grande ligne des connaissance du vertical sous laitier, friction, soudage par explosion, diffusion, aluminothermie, haute fréquence, pression à froid, de leurs applications et des problèmes les plus courants.

<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>			
	<u>IWE</u>	<u>IWT</u>	<u>IWS</u>	<u>IWP</u>
	<u>5</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>1</u>
	<u>P1=0</u>	<u>P1=0</u>	<u>P1=0</u>	<u>P1=0</u>
- principes de chacun des procédés listés dans l'objectif	X	X	X	X
- production de chaleur pour chaque type de procédé	X	X		
- équipement et accessoires pour chaque type de procédé,	X	X	X	X
- applications typiques des procédés et leurs problèmes	X	X	X	X
- consommables	X	X	X	
- paramètres de soudage pour chaque type de procédé,	X	X	X	
- préparations des joints : conceptions de joints typiques pour le soudage, assemblage nettoyage,	X	X		
- relations entre les paramètres de soudage et les configurations des joints,	X	X		
- comparaison des procédés à haute énergie	X	X	X	
- normes nationales et internationales appropriées à chaque procédé	X	X	X	X
- hygiène et sécurité spécifiques aux procédés	X	X	X	X

Résultats attendus IWE :

1. Expliquer les principes des procédés listés dans l'objectif et leurs applications.
2. Déterminer les applications appropriées de chaque type de procédé, et les précautions nécessaires pour obtenir une bonne soudure.
3. Décrire les paramètres de soudage, les préparations de joints appropriées et les problèmes potentiels pouvant survenir pour une application donnée.
4. Expliquer l'objet et les fonctions de chaque composant principal de l'équipement et des accessoires.
5. Interpréter les normes appropriées.
6. Définir les risques potentiels et les méthodes de manipulation et de travail en sécurité.

Résultats attendus IWT :

1. Expliquer les principes des procédés listés dans l'objectif et leurs applications.
2. Déterminer les applications appropriées de chaque type de procédé, et les précautions nécessaires pour obtenir une bonne soudure.
3. Décrire les paramètres de soudage, les préparations de joints appropriées et les problèmes potentiels pouvant survenir pour une application donnée.
4. Expliquer l'objet et les fonctions de chaque composant principal de l'équipement et des accessoires.
5. Interpréter les normes appropriées.
6. Définir les risques potentiels et les méthodes de manipulation et de travail en sécurité.

Résultats attendus IWS :

1. Expliquer les principes des procédés listés dans l'objectif et leurs applications.
2. Expliquer les applications courantes de chaque type de procédé dans les différents domaines d'industrie.
3. Définir et décrire, pour chaque procédé, les paramètres de soudage appropriés.
4. Définir les risques potentiels et les méthodes de manipulation et de travail en sécurité.

Résultats attendus IWP :

1. Donner dans les grandes lignes les principes des procédés listés dans l'objectif et leurs applications.
2. Donner des exemples des applications courantes de chaque type de procédé.
3. Savoir comment utiliser et prendre soin des équipements et accessoires des différents procédés.
4. Donner les grandes lignes des risques potentiels et les méthodes de manipulation et de travail en sécurité



1.13. Coupage et autres procédés de préparation des bords					
Objectif IWE, IWT, IWS et IWP :					
Comprendre en détail/acquérir une connaissance complète/expliquer/interpréter les principes de base et le domaine d'application des procédés de coupage et de préparation des bords les plus courantes utilisées dans les constructions soudées et leurs principes d'action, y compris les équipements, les procédures et les problèmes courants.					
Domaine	Qualification	IWE	IWT	IWS	IWP
	Heures Recommandées	4	4	2	2
		P1=2	P1=2	P1=0	P1=0
- revue détaillée des procédés de préparation des bords,		X	X	X	X
- coupage mécanique,		X	X	X	
- principes du coupage à la flamme, du coupage à la flamme avec poudre, équipements, applications et accessoires		X	X	X	X
- matériaux pouvant être découpés à la flamme,		X	X	X	X
- principes fondamentaux du coupage à l'arc (arc-air, arc au carbone ou au métal, coupage oxy-arc, gougeage à l'électrode de carbone équipements et accessoires,		X	X	X	X
- matériaux pouvant être coupés à l'arc, applications, paramètres de coupage pour chaque procédé		X	X	X	X
- principes fondamentaux du coupage plasma, équipements et accessoires		X	X	X	X
- matériaux pouvant être coupés au plasma, applications, paramètres de coupage, gaz de coupage		X	X	X	X
- applications spéciales de coupage plasma (coupage sous eau, coupage avec vortex d'eau),		X	X		
- gougeage plasma,		X	X	X	X
- principes fondamentaux du perçage par faisceau d'électrons ou du coupage laser, équipements, paramètres, applications,		X	X		
- principes d'action du coupage au jet d'eau, équipements, paramètres et applications		X	X	X	X
- principes d'action du gougeage à l'arc et à la flamme, paramètres et applications,		X	X	X	X
- normes nationales et internationales appropriées à chaque procédé		X	X	X	X
- hygiène et sécurité.		X	X	X	X
Résultats attendus IWE :					
1. Expliquer en détail les principes d'action des coupages : mécanique, flamme, arc, plasma, faisceau d'électron, laser et jet d'eau.					
2. Expliquer l'influence de chaque paramètre sur la surface des bords pour les coupages pour chacun des procédés ci-dessus.					
3. Détailler le domaine d'applications pour le coupage à : la flamme, l'arc, le plasma, le faisceau d'électrons, le laser et à l'eau.					
4. Définir les risques potentiels et les méthode de manipulation et de travail en sécurité.					
Résultats attendus IWT :					
1. Expliquer en détail les principes d'action des coupages : mécanique, flamme, arc, plasma, faisceau d'électron, laser et jet d'eau.					
2. Expliquer l'influence de chaque paramètre sur la surface des bords pour les coupages pour chacun des procédés ci-dessus.					
3. Identifier le domaine d'applications pour le coupage à : la flamme, l'arc, le plasma, le faisceau d'électrons, le laser et à l'eau.					
4. Identifier les risques potentiels et les méthode de manipulation et de travail en sécurité.					
Résultats attendus IWS :					
1. Expliquer les principes d'action des coupages : mécanique, flamme, arc, plasma, faisceau d'électron, laser et jet d'eau.					
2. Identifier les paramètres caractéristiques pour chacun des procédés ci-dessus.					
3. Faire une comparaison sur les différents procédés de préparation des bords, en considérant les aspects techniques et économiques.					
4. Evaluer les risques potentiels et les méthode de manipulation et de travail en sécurité.					
Résultats attendus IWP :					
1. Expliquer les principes d'action des coupages : mécanique, flamme, arc, plasma, faisceau d'électron, laser et jet d'eau.					
2. Identifier l'influence des paramètres caractéristiques sur la qualité de surface des bords.					
3. Faire le point sur les gammes d'application pour le coupage flamme, arc, plasma et laser					
4. Donner les grandes lignes des risques potentiels et les méthode de manipulation et de travail en sécurité.					



1.14. Rechargement et projection					
Objectif pour IWE, IWT et IWS: Comprendre en détail/acquérir une connaissance complète/expliquer les principes et les domaines d'application des techniques de revêtement les plus courantes et leurs principes d'action, y compris les équipements, les procédures et les problèmes courants.					
Domaine	Qualification	IWE	IWT	IWS	IWP
	Heures Recommandées	2	2	1	0
		P1=0	P1=0	P1=0	P1=0
- principes d'action et applications pour les techniques de revêtement (laminage, explosion, bande, soudage plasma, vertical sous laitier, laser, etc),, - revue détaillée des techniques de projection à chaud (à la flamme avec poudre, à la flamme avec fil, à l'arc avec poudre, à l'arc avec fil, plasma avec poudre, projection HVOF), - équipements, paramètres pour chaque technique - préparation de la surface du matériau de base - matériaux à projeter - structure de la couche projetée, structure du substrat - "technique froide" et "technique par fusion", - applications et problèmes spéciaux, - hygiène et sécurité		X	X	X	
		X	X	X	
		X	X	X	
		X	X		
		X	X		
		X	X		
		X	X	X	
Résultats attendus IWE : 1. Expliquer les principes d'action et les caractéristiques pour les techniques de revêtement les plus communes. 2. Expliquer les principes d'action et les caractéristiques pour les techniques de projection thermique les plus communes. 3. Evaluer la qualité d'un revêtement de surface selon la préparation du matériau de base. 4. Expliquer les raisons des différentes applications entre les techniques de projection "froide" et "par fusion". 5. Décrire les différentes applications pour chaque technique de projection. 6. Définir les risques potentiels et les méthodes de manipulation et de travail en sécurité.					
Résultats attendus IWT : 1. Expliquer les principes d'action et les caractéristiques pour les techniques de revêtement les plus communes. 2. Expliquer les principes d'action et les caractéristiques pour les techniques de projection thermique les plus communes. 3. Evaluer la qualité d'un revêtement de surface selon la préparation du matériau de base. 4. Expliquer les raisons des différentes applications entre les techniques de projection "froide" et "par fusion". 5. Décrire les différentes applications pour chaque technique de projection. 6. Définir les risques potentiels et les méthodes de manipulation et de travail en sécurité.					
Résultats attendus IWS : 1. Expliquer les caractéristiques pour les techniques de revêtement les plus communes. 2. Clarifier l'influence de la préparation de surface pour les techniques de projection thermique. 3. Décrire les techniques de projection les plus courantes et leurs différentes applications industrielles. 4. Identifier les risques potentiels et les méthodes de manipulation et de travail en sécurité.					
Résultats attendus IWP : Non applicable					



1.15. Soudage automatique et robotisé					
Objectif pour IWE, IWT et IWS : Comprendre en détail/acquérir une connaissance complète/expliciter les principes et les applications industrielles de la mécanisation du soudage et l'utilisation de robots en soudage, y compris les applications et les systèmes.					
Domaine	Qualification	IWE	IWT	IWS	IWP
	Heures Recommandées	6	4	2	0
		P1=0	P1=0	P1=0	P1=0
- revue détaillée des procédés de soudage qui peuvent être adaptés à une productivité plus élevée		X	X	X	
- différence entre robotisation, mécanisation et automation, avantages, inconvénients et applications,		X	X	X	
- robotisation (programmation en ligne et hors-ligne, simulation, ateliers flexibles),		X	X	X	
- CFAO,		X	X	X	
- usine virtuelle (simulation de fabrication),		X	X	X	
- suivi de joint, types et applications typiques,		X	X	X	
- capteurs de présence de gaz, de rayonnement de l'arc, induction magnétique, systèmes de vision artificielle		X	X	X	
- soudage en chanfrein étroit (sous flux en poudre, MIG/MAG, TIG),		X	X	X	
- soudage orbital (MIG/MAG, TIG),		X	X	X	
- applications et problèmes spéciaux et comment les résoudre,		X	X	X	
- gaz et métaux d'apports (optimisation pour le soudage mécanisé),		X	X	X	
- hygiène et sécurité.		X	X	X	
Résultats attendus IWE : 1. Prévoir les solutions pour une plus forte productivité en soudage en utilisant les robots, l'automation ou la mécanisation. 2. Expliquer en détail les différences entre la programmation en ligne ou hors ligne. 3. Détailler les principes d'action les avantages et les applications de chaque type of suivi de joint. 4. Expliquer les principes d'action et les applications du soudage en chanfrein étroit et soudage orbital. 5. Décrire les différentes applications de chaque procédé de soudage quand on applique le soudage en chanfrein étroit ou le soudage orbital. 6. Définir les risques potentiels et les méthodes de manipulation et de travail en sécurité.					
Résultats attendus IWT : 1. Prévoir la meilleure solution pour une plus forte productivité en soudage en utilisant les robots, l'automation ou la mécanisation. 2. Expliquer en détail les différences entre la programmation en ligne ou hors ligne. 3. Expliquer les principes d'action les avantages et les applications de chaque type of suivi de joint. 4. Expliquer les principes d'action et les applications du soudage en chanfrein étroit et soudage orbital. 5. Décrire les différentes applications de chaque procédé de soudage quand on applique le soudage en chanfrein étroit ou le soudage orbital. 6. Définir les risques potentiels et les méthodes de manipulation et de travail en sécurité.					
Résultats attendus IWS : 1. décrire les avantages et les inconvénients les robots, l'automation ou la mécanisation des procédés de soudage. 2. Expliquer les techniques utilisées pour le suivi de joints et leurs différences. 3. Expliquer les caractéristiques des applications industrielles les plus communes (par exemple chanfrein étroit et soudage orbital). 4. Identifier les risques potentiels et les méthodes de manipulation et de travail en sécurité en rapport avec les procédés de soudage mécanisés ou robotisés.					
Résultats attendus IWP : Non applicable					



1.16. Brasage fort et brasage tendre					
Objectif pour IWE, IWT et IWS : Comprendre en détail/acquérir une connaissance complète/expliquer les principes et le domaine d'application du brasage tendre et du brasage fort, les procédures, les équipements, les applications, les procédures et les problèmes courants.					
<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	IWE	IWT	IWS	IWP
	<u>Heures Recommandées</u>	4	4	2	0
		P1=0	P1=0	P1=0	P1=0
- bases du brasage fort et tendre (mécanismes de la liaison, tension superficielle, mouillage, capillarité),		X	X	X	
- revue des techniques de brasage tendre et fort, équipements et domaines d'application		X	X	X	
- produits consommables et flux pour brasage fort et tendre, types, applications et fonctions principales des flux,		X	X	X	
- matériaux pouvant être assemblés par brasage fort, accessoires pour le brasage,		X	X	X	
- brasage fort sous vide, brasage en atmosphère contrôlée		X	X	X	
- soudobrosage (arc et laser)		X	X	X	
- revue détaillée des techniques de brasage tendre (au trempé, à la vague, avec refusion, en phase vapeur),		X	X	X	
- avantages et inconvénients des brasages fort et tendre		X	X	X	
- applications et problèmes typiques		X	X	X	
- revue des normes		X	X	X	
- hygiène et sécurité		X	X	X	
Résultats attendus IWE : 1. Expliquer en détail chaque type de technique de brasage fort ou tendre. 2. Comparer en détail chacun des types de brasage fort ou tendre avec le soudage par fusion. 3. Expliquer les précautions pour obtenir une liaison bonne et saine par les techniques de brasage fort ou tendre. 4. Décrire les différentes applications pour chaque technique de brasage fort ou tendre. 5. Décrire les types et les caractéristiques des consommables et flux à utiliser dans certaines applications. 6. Définir les risques potentiels et les méthode de manipulation et de travail en sécurité.					
Résultats attendus IWT : 1. Expliquer en détail chaque type de technique de brasage fort ou tendre. 2. Comparer en détail chacun des types de brasage fort ou tendre avec le soudage par fusion. 3. Expliquer les précautions pour obtenir une liaison bonne et saine par les techniques de brasage fort ou tendre. 4. Décrire les différentes applications pour chaque technique de brasage fort ou tendre. 5. Décrire les types et les caractéristiques des consommables et flux à utiliser dans certaines applications. 6. Définir les risques potentiels et les méthode de manipulation et de travail en sécurité.					
Résultats attendus IWS : 1. Décrire les différentes techniques de brasage fort ou tendre. 2. Comparer en détail chacun des types de brasage fort ou tendre avec le soudage par fusion. 3. Illustrer les modes opératoires les plus courantes pour chaque technique de brasage fort ou tendre. 4. Décrire les applications les plus courantes pour chaque technique de brasage fort ou tendre. 5. Décrire l'influence de la préparation des surfaces pour chaque technique de brasage fort ou tendre 6. Décrire les types et les caractéristiques des consommables et flux utilisés. 7. Définir les risques potentiels et les méthode de manipulation et de travail en sécurité.					
Résultats attendus pour IWP : Non applicable					



1.17. Procédés d'assemblages des plastiques					
Objectif pour IWE, IWT et IWS : Comprendre en détail/acquérir une connaissance complète/expliciter les principes de base impliqués dans les assemblages de plastiques, y compris les techniques communes, les applications, les procédures et les problèmes communs.					
<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	IWE	IWT	IWS	IWP
	<u>Heures Recommandées</u>	4	2	1	0
		P1=0	P1=0	P1=0	P1=0
- information générale sur les matériaux et les techniques d'assemblage		X	X	X	
- étude des principes d'action pour chaque type de procédé		X	X	X	
- soudage au miroir, soudage bout à bout par fusion, soudage au gaz chaud, soudage par extrusion, soudage par induction, soudage par résistance, insertion à chaud, soudage par haute fréquence, par friction, par électrofusion soudage par ultrasons, soudage par vibration, collage,		X	X	X	
- maîtrise des paramètres de soudage, types d'équipements, conception des joints		X	X	X	
- avantages et désavantages		X	X	X	
- applications et problèmes spéciaux et leur résolution		X	X	X	
-santé et sécurité		X	X	X	
Résultats attendus IWE: 1. Expliquer les principes de chaque procédé d'assemblage. 2. Expliquer les précautions pour obtenir un assemblage bon et sain, pour chaque procédé. 3. Décrire les différentes applications pour chaque procédé d'assemblage. 4. Définir les risques potentiels et les méthodes de manipulation et de travail en sécurité.					
Résultats attendus IWT : 1. Expliquer les principes de chaque procédé d'assemblage. 2. Expliquer les précautions pour obtenir un assemblage bon et sain, pour chaque procédé. 3. Décrire les différentes applications pour chaque procédé d'assemblage. 4. Définir les risques potentiels et les méthodes de manipulation et de travail en sécurité.					
Résultats attendus IWS : 1. Expliquer les caractéristiques de base et la gamme d'application de chaque procédé d'assemblage. 2. Faire une comparaison qu, qua,d cela est possible, entre les procédés d'assemblage du plastique et les procédés de soudage par fusion dans le même domaine industriel (par exemple polyéthylène/ tuyaux en acier). 3. Décrire les principes d'action des procédés d'assemblage les plus courants. 4. Décrire l'état de l'art des applications industrielles pour chaque procédé d'assemblage. 5. Définir les risques potentiels relatifs à l'assemblage des plastiques.					
Résultats attendus IWP : Non applicable.					

1.18. Procédés d'assemblage des céramiques et composites					
Objectif pour IWE et IWT : Comprendre les principes généraux d'assemblage des céramiques et des composites, y compris les techniques courantes, les applications, les procédures et les problèmes courants.					
<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	IWE	IWT	IWS	IWP
	<u>Heures Recommandées</u>	2	1	0	0
		P1=0	P1=0	P1=0	P1=0
- informations générales sur les céramiques et composites et les procédés typique d'assemblage.,		X	X		
- étude générale des principes d'action de chaque type de procédé		X	X		
- avantages et désavantages		X	X		
- applications et problèmes spécifiques		X	X		
Résultats attendus IWE : 1. Expliquer les bases pour assembler les céramiques et les composites.. 2. Expliquer les précautions pour obtenir un assemblage sain. 3. Définir les risques potentiels et les méthodes de manipulation et de travail en sécurité.					
Résultats attendus IWS : 1. Expliquer les bases pour assembler les céramiques et les composites.. 2. Identifier les précautions pour obtenir un assemblage sain. 3. Définir les risques potentiels et les méthodes de manipulation et de travail en sécurité.					
Résultats attendus IWS et IWP : Non applicable					



1.19. Travaux pratiques					
Objectif pour IWE, IWT et IWS: Comprendre en détail/acquérir une connaissance complète/expliciter les effets des paramètres sur les profils des bains de soudure et la qualité des surfaces de coupe					
Domaine	Qualification	IWE	IWT	IWS	IWP
	Heures Recommandées	10	8	6	0
		P1=0	P1=0	P1=0	P1=0
- travaux pratiques montrant les effets des paramètres essentiels des divers procédés de soudage sur le bain		X	X	X	
- discussion sur les résultats afin d'aider à une future évaluation et diagnostic,		X	X	X	
- exercices devant couvrir : soudage à l'arc avec électrodes enrobées, TIG, MIG/MAG, fil fourré, sous flux en poudre, oxy-gaz		X	X	X	
- exercices pratiques montrant les effets de chaque paramètre principal sur la surface de coupe		X	X	X	
- exercices devant couvrir : le coupage oxy-acétylénique, le gougeage arc air, le coupage à l'arc plasma		X	X	X	
Résultats attendus pour IWE					
1. Prévoir le profil du bain de soudure et sa morphologie (interne et externe), selon les paramètres de soudage utilisés.					
2. Expliquer en détail les facteurs qui peuvent changer le bain de soudage et pourquoi.					
3. Prévoir la morphologie des surfaces coupées, selon les paramètres de soudage utilisés.					
4. Expliquer en détail les facteurs qui peuvent changer la surface de coupe et pourquoi.					
5. Etre capable d'évaluer et diagnostiquer les bains de soudure et les surfaces de coupe.					
Résultats attendus pour IWT					
1. Prévoir le profil du bain de soudure et sa morphologie (interne et externe), selon les paramètres de soudage utilisés.					
2. Expliquer en détail les facteurs qui peuvent changer le bain de soudage et pourquoi.					
3. Prévoir la morphologie des surfaces coupées, selon les paramètres de soudage utilisés.					
4. Expliquer en détail les facteurs qui peuvent changer la surface de coupe et pourquoi.					
5. Etre capable d'évaluer et diagnostiquer les bains de soudure et les surfaces de coupe.					
Résultats attendus pour IWS					
1. Etre maître et appliquer les techniques communes de préparation de joints, en faisant référence aux procédures d'opération.					
2. Evaluer la bonne préparation de joint et de chanfrein, en considérant les caractéristiques prévues du joint.					
3. Discuter morphologie des surfaces coupées, en fonction des paramètres de soudage utilisés.					
4. Acquérir la connaissance des paramètres de soudage impliqués, leur mise en œuvre, leur effet et comment on les contrôle pendant le soudage selon les procédures applicables					
5. Prévoir les défauts de soudage et les erreurs, considérant les procédés de soudage choisis et les paramètres applicables					
Résultats attendus pour IWP :					
Non applicable					

1. Procédés et matériels de soudage

Module 1	IWE		IWT		IWS		IWP	
	MT	P1*	MT	P1*	MT	P1*	MT	P1*
Heures de cours	93	35	76	35	45	14	22	14

* P1 = Partie 1, heures données sous P1 pour la route standard (voir 4.1)



MODULE 2. LES MATERIAUX ET LEUR COMPORTEMENT LORS DU SOUDAGE

2.1. Elaboration et désignation des aciers					
Objectif pour IWE, IWT, IWS et IWP : Comprendre/décrire les principes de la métallurgie du fer, de la réalisation de l'acier et la désignation des aciers.					
<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	IWE	IWT	IWS	IWP
	<u>Heures Recommandées</u>	2	2	1	1
		P1=2	P1=2	P1=1	P1=1
- introduction à la métallurgie d'élaboration des aciers, - procédés d'élaboration, - traitements spéciaux, - désoxydation, - désignation des aciers - défauts dans les aciers,		X X X X X X	X X X X X X	X Xx X X X X	X X X X X X
Résultats attendus IWE : 1. Expliquer les différents procédés de fabrication de l'acier. 2. Détailler les raisons des traitements thermiques spéciaux dans la fabrication des aciers et leurs principes. 3. Expliquer les différentes méthodes de désoxydation 4. Expliquer les défauts potentiels, leurs causes et leur élimination. 5. Expliquer la désignation des aciers.					
Résultats attendus IWT : 1. Expliquer les différents procédés de fabrication de l'acier. 2. détaillerr les raisons des traitements thermiques spéciaux dans la fabrication des aciers et leurs principes. 3. Expliquer les différentes méthodes de désoxydation 4. Expliquer les défauts potentiels, leurs causes et leur élimination. 5. Expliquer la désignation des aciers.					
Résultats attendus IWS : 1. Expliquer les différents procédés de fabrication de l'acier. 2. Expliquer les traitements thermiques spéciaux dans la fabrication des aciers. 3. Expliquer les différentes méthodes de désoxydation 4. Expliquer les défauts potentiels, leurs causes et leur élimination. 5. Expliquer la désignation des aciers.					
Résultats attendus IWP : 1. Interpréter les différents procédés de fabrication de l'acier. 2. Citer et donner la raison des traitements thermiques spéciaux dans la fabrication des aciers. 3. Décrire les différentes méthodes de désoxydation 4. Décrire les défauts potentiels, leurs causes et leur élimination. 5. Décrire la désignation des aciers.					



2.2. Essais des matériaux de base et des joints soudés

Objectif pour IWE, IWT, IWS et IWP :

Comprendre/Citer les aspects fondamentaux des essais de matériaux avec une référence particulière aux pièces d'essais d'assemblages soudés.

<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	IWE	IWT	IWS	IWP
	<u>Heures Recommandées</u>	8	8	6	3
		P1=4	P1=4	P1=2	P1=2
- vue d'ensemble des essais destructifs		X	X	X	X
- essais des joints soudés (échantillons technologiques)		X	X	X	X
- essais destructifs,		X	X	X	X
- essais de traction et de pliage		X	X	X	X
- essais de choc sur éprouvette entaillée (rupture ductile et fragile, température de transition)		X	X	X	X
- essais de dureté		X	X	X	X
- essais spéciaux (CTOD, etc..),		X	X	X	
- essais de fatigue		X	X	X	
- essais de fluage		X	X		
- essais de corrosion,		X	X		
- vue d'ensemble des normes qui ont un rapport		X	X	X	
Exercices de laboratoire pour IWE/IWT : 4 heures sur les 8					
Exercices de laboratoire pour IWS : 3 heures sur les 6					
Exercices de laboratoire pour IWP : 1 heure sur les 3					
Résultats attendus IWE :					
1. Discuter les raisons d'effectuer les essais destructifs et les limites des données générées.					
2. Décrire en détail chacune des méthodes d'essais principales et les mesures à réaliser.					
3. Prévoir quand et comment des essais spéciaux doivent être prescrits.					
4. Montrer la compétence de réalisation des essais selon un système donné.					
Résultats attendus IWT :					
1. Discuter les objectifs des essais destructifs et les limites des données générées.					
2. Décrire en détail chacune des méthodes d'essais principales et les mesures à réaliser.					
3. Prévoir quand et comment des essais spéciaux doivent être prescrits.					
4. Montrer la compétence de réalisation des essais selon un système donné.					
Résultats attendus IWS :					
1. Discuter les objectifs des essais destructifs et les limites des données générées.					
2. Décrire chacune des méthodes d'essais principales et les mesures à réaliser.					
3. Prévoir quand et comment des essais spéciaux doivent être prescrits.					
4. Montrer la compétence de réalisation des essais selon un système donné.					
Résultats attendus IWP :					
1. Discuter les raisons d'effectuer les essais destructifs.					
2. Décrire les méthodes d'essais principales et les mesures à réaliser.					
3. Clarifier la compétence dans la réalisation des essais selon un système donné.					



2.3. Structure et propriétés de métaux purs

Objectif pour IWE, IWT et IWS :

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

<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	<u>IWE</u>	<u>IWT</u>	<u>IWS</u>	<u>IWP</u>
	<u>Heures Recommandées</u>	4	4	2	0
		P1=4	P1=4	P1=2	P1=1
- réseau cristallin		X	X	X	
- principales structures cristallines et imperfections		X	X	X	
- microstructure des métaux,		X	X	X	
- transformations à l'état solide,		X	X		
- déformation élastique ou plastique		X	X	X	
- recristallisation,		X	X	X	
- déformation à chaud et à froid,		X	X	X	
- écrouissage,		X	X	X	
- propriétés mécaniques (effet de la température, etc)		X	X	X	

Résultats attendus IWE :

1. Expliquer les bases des structures cristallines
2. Expliquer en détail les déformations élasto-plastiques et leur rôle dans la déformation à froid ou à chaud.
3. Expliquer la recristallisation en donnant des exemples.
4. Démontrer le compréhension de la relation entre les propriétés mécaniques et la température, la taille de grain et la structure.

Résultats attendus IWT :

1. Expliquer les bases des structures cristallines
2. Expliquer en détail les déformations élasto-plastiques et leur rôle dans la déformation à froid ou à chaud.
3. Expliquer la recristallisation en donnant des exemples.
4. Démontrer le compréhension de la relation entre les propriétés mécaniques et la température, la taille de grain et la structure.

Résultats attendus IWS :

1. Décrire les bases des structures cristallines
2. Expliquer en détail les déformations élasto-plastiques et leur rôle dans la déformation à froid ou à chaud.
3. Décrire la recristallisation en donnant des exemples.
4. Démontrer le compréhension de la relation entre les propriétés mécaniques et la température, la taille de grain et la structure.

Résultats attendus IWP :

Non applicable.



2.5. Alliages fer-carbone

Objectif pour IWE, IWT, IWS et IWP :

Comprendre/Citer les principes de l’alliage du fer avec du carbone, les structures cristallines en conditions d’équilibre ou non équilibre et leur représentation en diagrammes de phases et transformation.

<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	IWE	IWT	IWS	IWP
	<u>Heures Recommandées</u>	4	4	2	1
		P1=4	P1=4	P1=2	P1=1
- transformations en état d’équilibre et hors équilibre - courbes temps – température - transformation (TTT), - différents types de courbes TTT (isothermes, en refroidissement continu TRC, courbes pour le soudage TTT), - influence des éléments d’alliage, - éléments carburigènes, - maîtrise de la ténacité - la notion de refroidissement t8/5		X X X X X X X	X X X X X X X	X X X X X X X	X X X X X
Résultats attendus IWE :					
<ol style="list-style-type: none"> 1. Interpréter les raisons des différentes structures sous conditions d’équilibre ou de non équilibre. 2. Expliquer l’utilisation des diagrammes TTT (isotherme, refroidissement continu, diagrammes TTT pour le soudage) pour montrer le développement des microstructures d’acier particulières. 3. Prévoir les changements de structure causés par alliage par référence aux diagrammes TTT. 4. Détailler les mécanismes de durcissement en faisant référence aux microstructures développées. 5. Interpréter la relation entre la microstructure et la ténacité. 					
Résultats attendus IWT :					
<ol style="list-style-type: none"> 1. Interpréter les raisons des différentes structures sous conditions d’équilibre ou de non équilibre. 2. Expliquer l’utilisation des diagrammes TTT (isotherme, refroidissement continu, diagrammes TTT pour le soudage) pour montrer le développement des microstructures d’acier particulières. 3. Prévoir les changements de structure causés par alliage par référence aux diagrammes TTT. 4. Détailler les mécanismes de durcissement en faisant référence aux microstructures développées. 5. Interpréter la relation entre la microstructure et la ténacité. 					
Résultats attendus IWS :					
<ol style="list-style-type: none"> 1. Interpréter les raisons des différentes structures sous conditions d’équilibre ou de non équilibre. 2. Expliquer l’utilisation des diagrammes TTT (isotherme, refroidissement continu, diagrammes TTT pour le soudage) pour montrer le développement des microstructures d’acier particulières. 3. Identifier les changements de structure causés par alliage par référence aux diagrammes TTT. 4. Décrire les mécanismes de durcissement en faisant référence aux microstructures développées. 5. Interpréter la relation entre la microstructure et la ténacité. 					
Résultats attendus IWS :					
<ol style="list-style-type: none"> 1. Identifier les diagrammes TTT (isotherme, refroidissement continu, diagrammes TTT pour le soudage). 2. Comparer les changements de durcissement de structure causés par les additions d’alliages avec les références du diagramme TTT. 3. Décrire les mécanismes de durcissement en faisant référence aux microstructures développées. 4. Tirer la relation entre la microstructure et la ténacité. 					



2.6. Traitements thermiques des métaux de base et des joints soudés					
Objectif pour IWE, IWT, IWS et IWP : Comprendre en détail/Citer les principes des propriétés des matériaux quand ils sont traités thermiquement.					
Domaine	Qualification	IWE	IWT	IWS	IWP
	Heures Recommandées	4	4	3	1
		P1=4	P1=4	P1=2	P1=1
- normalisation		X	X	X	X
- trempe,		X	X	X	X
- trempe et revenu,		X	X	X	X
- hypertrempe,		X	X	X	X
- homogénéisation,		X	X	X	X
- relaxation des contraintes,		X	X	X	X
- recuit de cristallisation,		X	X	X	X
- durcissement par précipitation,		X	X	X	X
- la pratique des traitements thermiques		X	X	X	X
- les équipements de traitement thermique		X	X	X	X
- réglementations (codes et rapports techniques)		X	X	X	X
- mesure et enregistrement des températures.		X	X	X	X
Résultats attendus IWE : 1. Expliquer chacun des principaux traitements thermiques et leurs objectifs. 2. Expliquer les mécanismes de changement de structure qui interviennent quand un matériau est traité thermiquement. 3. Interpréter les effets de la température et du temps sur les transformations y compris les effets de changement de domaine de température. 4. Expliquer les exigences d'un code pour les traitements thermiques et pourquoi elles sont stipulées. 5. Prévoir la nécessité de traiter thermiquement après soudage selon du type et de l'épaisseur de l'acier, de l'application et du code. 6. Déduire l'équipement de traitement thermique approprié pour une application donnée. 7. Détailler la mesure appropriée de température et son enregistrement pour des applications typiques.					
Résultats attendus IWT : 1. Expliquer chacun des principaux traitements thermiques et leurs objectifs. 2. Expliquer les mécanismes de changement de structure qui interviennent quand un matériau est traité thermiquement. 3. Interpréter les effets de la température et du temps sur les transformations y compris les effets de changement de domaine de température. 4. Expliquer les exigences d'un code pour les traitements thermiques et pourquoi elles sont stipulées. 5. Prévoir la nécessité de traiter thermiquement après soudage selon du type et de l'épaisseur de l'acier, de l'application et du code. 6. Déduire l'équipement de traitement thermique approprié pour une application donnée. 7. Détailler la mesure appropriée de température et son enregistrement pour des applications typiques.					
Résultats attendus IWS : 1. Expliquer chacun des principaux traitements thermiques et leurs objectifs. 2. Expliquer les mécanismes de changement de structure qui interviennent quand un matériau est traité thermiquement. 3. Décrire les effets de la température et du temps sur les transformations y compris les effets de changement de domaine de température. 4. Décrire les exigences d'un code pour les traitements thermiques et pourquoi elles sont stipulées. 5. Prévoir la nécessité de traiter thermiquement après soudage selon du type et de l'épaisseur de l'acier, de l'application et du code. 6. Citer les équipements de traitement thermique pour une application donnée. 7. Décrire la mesure de température et son enregistrement pour des applications typiques.					
Résultats attendus IWP : 1. Décrire les principaux traitements thermiques et leurs objectifs. 2. Associer les effets de la température et du temps sur les transformations y compris les effets de changement de domaine de température. 3. Décrire les exigences d'un code pour les traitements thermiques et pourquoi elles sont stipulées. 4. Discuter de la nécessité de traiter thermiquement après soudage selon du type et de l'épaisseur de l'acier, de l'application et du code. 5. Citer les équipements de traitement thermique pour une application donnée. 6. Décrire la mesure de température et son enregistrement pour des applications typiques.					



2.7. Structure du joint soudé					
Objectif pour IWE, IWT, IWS et IWP : Comprendre en détail/acquérir une connaissance complète/expliciter la formation des différentes structures métallurgiques dans un assemblage soudé.					
Domaine	Qualification	IWE	IWT	IWS	IWP
	Heures Recommandées	4	4	2	2
		P1=4	P1=4	P1=2	P1=2
- champs thermiques,		X	X	X	X
- équations pour la répartition thermique,		X	X	X	X
- apport de chaleur,		X	X	X	X
- températures maximales,		X	X	X	X
- vitesses de refroidissement et cycle thermique,		X	X	X	X
- dilution,		X	X	X	X
- métal fondu		X	X	X	X
- solidification du bain de fusion,		X	X	X	X
- structure de la soudure,		X	X	X	X
- zone de liaison,		X	X	X	X
- zone affectée thermiquement (ZAT),		X	X	X	X
- microstructure de la ZAT		X	X	X	X
- grossissement, diminution du grain		X	X		
- relations entre grosseur du grain et ténacité (équation de régression),		X	X		
- température de transition,		X	X		
- soudabilité (définitions),		X	X	X	X
- soudage mono passe ou multi passes.		X	X	X	X
Résultats attendus IWE : 1. Expliquer la distribution de température dans les soudures et la microstructure formée comme résultat. 2. Interpréter les effets de l'apport de chaleur, de la vitesse de refroidissement et soudage multi passes sur la solidification du métal fondu et la microstructure formée. 3. Expliquer les effets de la protection de la soudure, du type de consommables sur la microstructure du métal fondu et ses propriétés. 4. Détailler les zones de la ZAT, les raisons pour les changements de la taille de grain et la microstructure et leurs effets sur les propriétés. 5. Discuter des divers aspects de la soudabilité. 6. Déduire les modifications de microstructure et de soudabilité induites par la dilution.					
Résultats attendus IWT : 1. Expliquer la distribution de température dans les soudures et la microstructure formée comme résultat. 2. Interpréter les effets de l'apport de chaleur, de la vitesse de refroidissement et soudage multi passes sur la solidification du métal fondu et la microstructure formée. 3. Expliquer les effets de la protection de la soudure, du type de consommables sur la microstructure du métal fondu et ses propriétés. 4. Détailler les zones de la ZAT, les raisons pour les changements de la taille de grain et la microstructure et leurs effets sur les propriétés. 5. Discuter des divers aspects de la soudabilité. 6. Déduire les modifications de microstructure et de soudabilité induites par la dilution.					
Résultats attendus IWS : 1. Expliquer la distribution de température dans les soudures et la microstructure formée comme résultat. 2. Interpréter les effets de l'apport de chaleur, de la vitesse de refroidissement et soudage multi passes sur la solidification du métal fondu et la microstructure formée. 3. Expliquer les effets de la protection de la soudure, du type de consommables sur la microstructure du métal fondu et ses propriétés. 4. Dessiner les zones de la ZAT, les raisons pour les changements de la taille de grain et la microstructure et leurs effets sur les propriétés. 5. Discuter les divers aspects de la soudabilité.					
Résultats attendus IWP : 1. Associer la distribution de température dans les soudures et la microstructure formée comme résultat. 2. décrire les effets de l'apport de chaleur, de la vitesse de refroidissement et soudage multi passes sur la solidification du métal fondu et la microstructure formée. 3. Dessiner les zones de la ZAT, les raisons pour les changements de la taille de grain et la microstructure et leurs effets sur les propriétés. 4. Discuter les divers aspects de la soudabilité.					



2.8. Aciers au carbone et C-Mn					
Objectif pour IWE, IWT, IWS et IWP : Comprendre en détail/acquérir une connaissance complète/expliquer les effets métallurgiques induits par le soudage des acier au C et au C Mn.					
Domaine	Qualification	IWE	IWT	IWS	IWP
	Heures Recommandées	6	5	2	2
		P1=4	P1=4	P1=2	P1=2
- applications des courbes TTT,		X	X	X	X
- effets durcissants,		X	X	X	X
- carbone équivalent,		X	X	X	X
- soudabilité,		X	X	X	X
- effets du soudage multi passes,		X	X	X	X
- structure de la soudure et de la ZAT,		X	X	X	X
- facteurs influant sur la fissuration,		X	X	X	X
- relations entre dureté et C%-max.,		X	X	X	X
- relations entre carbone équivalent et trempabilité		X	X	X	X
- détermination de la température de préchauffage (diagrammes),		X	X	X	X
- simulation du soudage (simulation des cycles thermiques de soudage),		X	X	X	
- détermination de l'apport de chaleur optimum		X	X	X	X
- influence du bridage,		X	X	X	
- normes.		X	X	X	X
Résultats attendus IWE : 1. Expliquer le concept du carbone équivalent et son usage. 2. Expliquer le principe et l'utilisation des courbes TTT (isotherme, refroidissement continu, courbes TTT pour le soudage). 3. Prévoir la structure des soudures et de la ZAT pour des cycles thermiques donnés et des compositions. 4. Expliquer en détail les effets du soudage multi –passes sur la structure, les propriétés mécaniques. 5. Discuter des facteurs affectant la fissuration à froid. 6. Prévoir l'apport de chaleur optimal et le préchauffage approprié pour des matériaux donnés, les conditions et les applications en utilisant les Codes et les Normes comme requis.					
Résultats attendus IWT : 1. Expliquer le concept du carbone équivalent et son usage. 2. Expliquer le principe et l'utilisation des courbes TTT (isotherme, refroidissement continu, courbes TTT pour le soudage). 3. Prévoir la structure des soudures et de la ZAT pour des cycles thermiques donnés et des compositions. 4. Expliquer en détail les effets du soudage multi –passes sur la structure, les propriétés mécaniques. 5. Discuter des facteurs affectant la fissuration à froid. 6. Prévoir l'apport de chaleur optimal et le préchauffage approprié pour des matériaux donnés, les conditions et les applications en utilisant les Codes et les Normes comme requis.					
Résultats attendus IWS : 1. Expliquer le concept du carbone équivalent et son usage. 2. Décrire le principe et l'utilisation des courbes TTT (isotherme, refroidissement continu, courbes TTT pour le soudage). 3. Expliquer les effets du soudage multi –passes sur la structure, les propriétés mécaniques. 5. Discuter des facteurs affectant la fissuration à froid. 6. Prévoir l'apport de chaleur optimal et le préchauffage approprié pour des matériaux donnés, les conditions et les applications en utilisant les Codes et les Normes comme requis.					
Résultats attendus IWP : 1. Décrire le concept du carbone équivalent et son usage. 2. Lister les structures des soudures et des ZAT pour des cycles thermiques donnés. 3. Citer les effets du soudage multi –passes sur la structure, les propriétés mécaniques. 4. Lister les facteurs affectant la fissuration à froid. 5. Prévoir l'apport de chaleur optimal et le préchauffage approprié pour des matériaux donnés, les conditions et les applications.					



2.9. Aciers à grain fin					
Objectif pour I WE, IWT, IWS et IWP: Comprendre en détail/acquérir une connaissance complète/ expliquer les effets des éléments de micro-alliage sur la structure, les propriétés mécaniques et la soudabilité en se référant aux aciers à grains fins.					
Domaine	Qualification	IWE	IWT	IWS	IWP
	Heures Recommandées	4	2	2	1
		P1=2	P1=2	P1=0	P1=0
- la notion d'affinement du grain (éléments de micro-alliage, formation et dilution de précipités),		X	X	X	X
- effets sur les caractéristiques mécaniques,		X	X	X	X
- nuances d'aciers normalisées,		X	X	X	X
- aciers trempés et revenus, aciers à haute limite d'élasticité		X	X	X	X
- notion de refroidissement t8/5 et soudabilité,		X	X	X	X
- normes.		X	X	X	X
Résultats attendus IWE : 1. Expliquer les différentes méthodes pour obtenir des aciers à grains fins, les effets des micro – alliages. 2. Expliquer minutieusement la relation entre l'affinement du grain et les propriétés mécaniques. 3. Détailler les applications appropriées. 4. Interpréter la relation entre la nuance et la soudabilité. 5. Détailler les procédés de soudage applicables et leurs problèmes potentiels. 6. Expliquer les effets du traitement thermique après soudage et en déduire les conditions d'un tel traitement (en particulier sa température).					
Résultats attendus IWT : 1. Expliquer les différentes méthodes pour obtenir des aciers à grains fins, les effets des micro – alliages. 2. Expliquer minutieusement la relation entre l'affinement du grain et les propriétés mécaniques. 3. Détailler les applications appropriées. 4. Interpréter la relation entre la nuance et la soudabilité. 5. Détailler les procédés de soudage applicables et leurs problèmes potentiels. 6. Expliquer les effets du traitement thermique après soudage et en déduire les conditions d'un tel traitement (en particulier sa température).					
Résultats attendus IWS : 1. Expliquer les différentes méthodes pour obtenir des aciers à grains fins, les effets des micro – alliages. 2. Expliquer minutieusement la relation entre l'affinement du grain et les propriétés mécaniques. 3. Donner les grandes lignes les applications appropriées. 4. Interpréter la relation entre la nuance et la soudabilité. 5. Identifier les procédés de soudage applicables et leurs problèmes potentiels. 6. Citer les effets du traitement thermique après soudage et en déduire les conditions (en particulier la température) d'un tel traitement.					
Résultats attendus IWP : 1. Lister les différentes méthodes pour obtenir des aciers à grains fins, les effets des micro – alliages. 2. Expliquer minutieusement la relation entre l'affinement du grain et les propriétés mécaniques. 3. Interpréter la relation entre la nuance et la soudabilité. 4. Identifier les procédés de soudage applicables et leurs problèmes potentiels. 5. Citer les effets du traitement thermique après soudage et en déduire les conditions d'un tel traitement.					



2.10. Aciers à traitement thermomécanique (aciers TMCP)

Objectif pour I WE, IWT, IWS et IWP:

Comprendre en détail/acquérir une connaissance complète/expliquer les principes des traitements thermomécaniques et leur influence sur les propriétés mécaniques et la soudabilité.

<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	<u>IWE</u>	<u>IWT</u>	<u>IWS</u>	<u>IWP</u>
	<u>Heures Recommandées</u>	4	4	2	1
		P1=4	P1=4	P1=2	P1=1
- principes du traitement (laminage contrôlé, refroidissement accéléré)		X	X	X	X
- composition chimique		X	X	X	
- caractéristiques mécaniques,		X	X	X	X
- aciers à haute limite d'élasticité		X	X	X	
- applications		X	X	X	X
- conséquences sur la soudabilité,		X	X	X	X
- normes.		X	X	X	X

Résultats attendus IWE :

1. Expliquer les effets des gammes de temps et de température de traitement.
2. Expliquer les modifications de structure du matériau et les méthodes de contrôle.
3. Interpréter la relation entre la nuance et la soudabilité.
4. Détailler les procédés de soudage applicables et les problèmes potentiels.
5. Expliquer les effets du traitement thermique après soudage et déduire les conditions d'un tel traitement.

Résultats attendus IWT :

1. Expliquer les effets des gammes de temps et de température de traitement.
2. Expliquer les modifications de structure du matériau et les méthodes de contrôle.
3. Interpréter la relation entre la nuance et la soudabilité.
4. Détailler les procédés de soudage applicables et les problèmes potentiels.
5. Expliquer les effets du traitement thermique après soudage et déduire les conditions d'un tel traitement.

Résultats attendus IWS :

1. Répéter les effets des gammes de temps et de température de traitement.
2. Citer les modifications de structure du matériau et les méthodes de contrôle.
3. Interpréter la relation entre la nuance et la soudabilité.
4. Identifier les procédés de soudage applicables et les problèmes potentiels.
5. Citer les effets du traitement thermique après soudage et déduire les conditions d'un tel traitement.

Résultats attendus IWP :

1. Répéter les effets des gammes de temps et de température de traitement.
2. Citer les modifications de structure du matériau et les méthodes de contrôle.
3. Interpréter la relation entre la nuance et la soudabilité.
4. Identifier les procédés de soudage applicables et les problèmes potentiels.
5. Citer les effets du traitement thermique après soudage et déduire les conditions d'un tel traitement.



2.11. Phénomènes de fissuration des aciers					
Objectif pour I WE, IWT, IWS et IWP: Comprendre les bases des mécanismes de fissuration dans les joints soudés et la manière dont les variables ont une incidence sur la fissuration.					
Domaine	Qualification	IWE	IWT	IWS	IWP
	Heures Recommandées	6	4	4	2
		P1=2	P1=2	P1=0	P1=0
Approprié selon les cas pour les aciers au C-Mn, les faiblement alliés et les aciers inoxydables.					
Fissuration à froid :					
- mécanismes de fissuration dans le métal fondu et la ZAT causes et remèdes,		X	X	X	X
- effet de l'hydrogène, microstructure et contraintes		X	X	X	X
- sources et diffusion d'hydrogène		X	X	X	X
- contrôle de l'hydrogène,		X	X	X	X
- microstructure sensible et son contrôle		X	X	X	X
- influence de la composition chimique sur la susceptibilité à la fissuration		X	X	X	X
- essais de susceptibilité,		X	X	X	X
- effet du préchauffage,		X	X	X	X
- effet du métal fondu austénitique.		X	X	X	X
Fissuration à chaud :					
- mécanisme de la fissuration en particulier dans le métal fondu (fissure de solidification, fissure de liquation, etc),		X	X	X	X
- effet de la composition chimique, de l'énergie de soudage, du profil du bain de soudage		X	X	X	X
- maîtrise de la fissuration à chaud,		X	X	X	X
- essai de sensibilité à la fissuration		X	X	X	X
Fissuration au réchauffage :					
- mécanismes de fissuration dans le métal fondu et la ZAT, causes et remèdes,		X	X	X	X
- types d'aciers sensibles à la fissuration au réchauffage,		X	X	X	X
- effet des éléments d'alliage, des cycles thermiques, des contraintes		X	X	X	X
- fissuration au réchauffage pendant le traitement thermique et le soudage multi passes,		X	X	X	X
- maîtrise de la fissuration au réchauffage,		X	X	X	X
- essai de sensibilité à la fissuration au réchauffage.		X	X	X	X
Arrachement lamellaire :					
- mécanismes de fissuration, causes et remèdes,		X	X	X	X
- effet des inclusions, de la configuration du joint, des contraintes, de la fatigue,		X	X	X	X
- maîtrise de l'arrachement lamellaire par le contrôle des matériaux et de la configuration de joint,		X	X	X	X
- essai de sensibilité, propriétés travers court		X	X	X	X
- aciers avec résistance accrue à l'arrachement lamellaire.		X	X	X	X
Résultats attendus IWE :					
1. Comparer les mécanismes métallurgiques pour chacun des types principaux de fissuration.					
2. Décrire les effets des variables chimiques et physiques pour chacun des types principaux de fissuration.					
3. Apprécier la sensibilité à la fissuration par rapport aux paramètres clés et suggérer les précautions appropriées pour éviter la fissuration.					
4. Apprécier le type de fissuration et la raison de son apparition à partir de l'étude du matériau fissuré et de son histoire.					
5. Choisir les essais appropriés qui vont aider à la solution des problèmes de fissuration.					
6. Proposer des alternatives qui réduiront ou élimineront l'apparition de l'arrachement lamellaire dans les constructions/fabrications soudées.					
7. Apprécier les effets des inclusions, de la configuration de joint, des contraintes et de la fatigue dans le contrôle de la fissuration des soudures.					

**Résultats attendus IWT :**

1. Comparer les mécanismes métallurgiques pour chacun des types principaux de fissuration.
2. Décrire les effets des variables chimiques et physiques pour chacun des types principaux de fissuration.
3. Apprécier la sensibilité à la fissuration par rapport aux paramètres clés et suggérer les précautions appropriées pour éviter la fissuration.
4. Apprécier le type de fissuration et la raison de son apparition à partir de l'étude du matériau fissuré et de son histoire.
5. Choisir les essais appropriés qui vont aider à la solution des problèmes de fissuration.
6. Proposer des alternatives qui réduiront ou élimineront l'apparition de l'arrachement lamellaire dans les constructions/fabrications soudées.
7. Apprécier les effets des inclusions, de la configuration de joint, des contraintes et de la fatigue dans le contrôle de la fissuration des soudures.

Résultats attendus IWS :

1. Comparer les mécanismes métallurgiques pour chacun des types principaux de fissuration.
2. Décrire les effets des variables chimiques et physiques pour chacun des types principaux de fissuration.
3. Apprécier la sensibilité à la fissuration par rapport aux paramètres clés et suggérer les précautions appropriées pour éviter la fissuration.
4. Citer les types de fissuration et la raison de leur apparition à partir de l'étude du matériau fissuré et de son histoire.
5. Choisir les essais appropriés qui vont aider à la solution des problèmes de fissuration.
6. Proposer des alternatives qui réduiront ou élimineront l'apparition de l'arrachement lamellaire dans les constructions/fabrications soudées..

Résultats attendus IWP :

1. Comparer les mécanismes métallurgiques pour chacun des types principaux de fissuration.
2. Apprécier la sensibilité à la fissuration par rapport aux paramètres clés et suggérer les précautions appropriées pour éviter la fissuration.
3. Citer les types de fissuration et la raison de leur apparition.
5. Choisir des alternatives qui réduiront ou élimineront l'apparition de l'arrachement lamellaire dans les constructions/fabrications soudées



2.12. Applications des aciers de construction et aciers à haute résistance

Objectif pour I WE, IWT, IWS et IWP:

Comprendre les problèmes de soudage ayant un rapport avec les aspects fondamentaux de la mise en œuvre des aciers de construction et à résistance élevée en fonction des caractéristiques physiques, chimiques et mécaniques.

<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	IWE	IWT	IWS	IWP
	<u>Heures Recommandées</u>	2	2	1	1
		P1=0	P1=0	P1=0	P1=0
- ponts,		X	X	X	X
- grues,		X	X	X	X
- constructions d'immeubles		X	X	X	X
- constructions navales		X	X	X	X
- pipelines		X	X	X	X
- récipients à pression,		X	X	X	X
- industrie automobile,		X	X	X	X
- applications à basses températures.		X	X	X	X
- normes		X	X	X	X

Résultats attendus IWE :

1. Expliquer en détail l'importance du choix du matériau par rapport à l'application.
2. Apprécier l'utilisation d'aciers de construction et à résistance élevée et leurs domaines d'application.
3. Décrire des exemples d'application pratique et de conception de ponts, grues, appareils à pression, d'équipements automobiles.

Résultats attendus IWT :

1. Expliquer en détail l'importance du choix du matériau par rapport à l'application.
2. Apprécier l'utilisation d'aciers de construction et à résistance élevée et leurs domaines d'application.
3. Décrire des exemples d'application pratique et de conception de ponts, grues, appareils à pression, d'équipements automobiles.

Résultats attendus IWS :

1. Lister l'importance du choix du matériau par rapport à l'application.
2. Identifier l'utilisation d'aciers de construction et à résistance élevée et leurs domaines d'application.
3. Citer des exemples d'application pratique et de conception de ponts, grues, appareils à pression, d'équipements automobiles, constructions architecturales, constructions navales et pipelines.

Résultats attendus IWP :

1. Lister l'importance du choix du matériau par rapport à l'application.
2. Identifier l'utilisation d'aciers de construction et à résistance élevée et leurs domaines d'application.
3. Citer des exemples d'application pratique et de conception de ponts, grues, appareils à pression, d'équipements automobiles constructions navales et pipelines.



2.13. Aciers faiblement alliés pour applications cryogéniques

Objectif pour I WE, IWT, IWS et IWP:

Décrire/citer des solutions à des applications de soudage qui demandent l'application de la relation entre résilience et température, structure métallurgique et la soudabilité pour les aciers cryogéniques.

<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	<u>IWE</u>	<u>IWT</u>	<u>IWS</u>	<u>IWP</u>
	<u>Heures Recommandées</u>	<u>4</u>	<u>2</u>	<u>1</u>	<u>0,5</u>
		<u>P1=0</u>	<u>P1=0</u>	<u>P1=0</u>	<u>P1=0</u>
- passage en revue/lister des aciers pour applications cryogéniques (y compris l'acier à 9% Ni)		X	X	X	X
- effets du Ni sur les propriétés à basse température des aciers faiblement alliés,		X	X	X	X
- procédés de soudage utilisables,		X	X	X	X
- produits d'apport,		X	X	X	X
- problèmes de soudage et précautions,		X	X	X	X
- propriétés et application de divers types d'aciers cryogéniques,		X	X	X	X
- maîtrise de la qualité du joint soudé,		X	X	X	X
- normes relatives aux aciers et produits d'apport pour applications à basses températures.		X	X	X	X

Résultats attendus IWE :

1. Revue des essais de ténacité et des paramètres affectant la ténacité.
2. Apprécier la relation entre la microstructure et la résilience.
3. Identifier l'effet du nickel sur la structure cristallographique.
4. Décrire l'effet du pourcentage de nickel sur la soudabilité.
5. Apprécier le domaine des applications pour les divers types d'aciers cryogénique.

Résultats attendus IWT :

1. Etat des essais de ténacité et des paramètres affectant la ténacité.
2. Identifier l'effet du nickel sur la structure cristallographique.
3. Décrire l'effet du pourcentage de nickel sur la soudabilité.
4. Apprécier le domaine des applications pour les divers types d'aciers cryogénique.

Résultats attendus IWS :

1. Identifier l'effet du nickel sur la structure cristallographique.
2. Décrire l'effet du pourcentage de nickel sur la soudabilité.
4. Citer le domaine des applications pour les divers types d'aciers cryogénique.

Résultats attendus IWS :

1. Identifier l'effet du nickel sur la structure cristallographique.
2. Décrire l'effet du pourcentage de nickel sur la soudabilité.
4. Citer le domaine des applications pour les divers types d'aciers cryogénique.



2.14. Aciers faiblement alliés résistant au fluage

Objectif pour I WE, IWT, IWS et IWP:

Apprécier/donner les grandes lignes/répéter les aspects fondamentaux du phénomène de fluage. Comprendre en détail les types d'aciers résistants au fluage, leur structure et les éléments d'alliage

<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	<u>IWE</u>	<u>IWT</u>	<u>IWS</u>	<u>IWP</u>
	<u>Heures Recommandées</u>	4	2	1	0,5
		P1=0	P1=0	P1=0	P1=0
- mécanisme de la résistance au fluage,		X	X	X	X
- essais de fluage,		X	X	X	
- essais de sensibilité au fluage,		X	X	X	
- trempe de fragilisation, par exemple essai de step cooling		X	X	X	
- prévision de vie résiduelle		X	X	X	X
- résistance à l'oxydation,		X	X	X	X
- passage en revue des types d'aciers résistant au fluage et réfractaires		X	X	X	X
- procédés de soudage utilisables		X	X	X	X
- métaux d'apport – exigences spéciales sur la composition chimique pour la résistance au fluage,		X	X	X	X
- problèmes de soudage et précautions particulières		X	X	X	X
- maîtrise de la qualité du joint soudé,		X	X	X	X
- normes.		X	X	X	X

Résultats attendus IWE :

1. Identifier les aspects fondamentaux du phénomène et les phases du fluage.
2. Apprécier les effets des éléments d'alliage et la structure des aciers Cr-Mo.
3. Apprécier la soudabilité des aciers Cr-Mo en considérant les procédés de soudage appropriés et les types de consommables.
4. Identifier la vie résiduelle en utilisant les méthodes les plus courantes.

Résultats attendus IWT :

1. Identifier les aspects fondamentaux du phénomène et les phases du fluage.
2. Donner les grandes lignes des effets des éléments d'alliage et la structure des aciers Cr-Mo.
3. Donner les grandes lignes de la soudabilité des aciers Cr-Mo en considérant les procédés de soudage appropriés et les types de consommables.
4. Identifier la vie résiduelle en utilisant les méthodes les plus courantes.

Résultats attendus IWS :

1. Identifier les aspects fondamentaux du phénomène et les phases du fluage.
2. Donner les grandes lignes des effets des éléments d'alliage.
3. Donner les grandes lignes de la soudabilité des aciers Cr-Mo en considérant les procédés de soudage appropriés et les types de consommables.

Résultats attendus IWP :

1. Décrire les phases du fluage.
2. Donner les grandes lignes des effets des éléments d'alliage.
3. Donner les grandes lignes de la soudabilité des aciers Cr-Mo en considérant les procédés de soudage appropriés et les types de consommables.



2.15. Introduction à la corrosion					
Objectif pour I WE, IWT, IWS et IWP: Identifier/donner les grandes lignes les principes fondamentaux des principaux types de corrosion					
<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	IWE	IWT	IWS	IWP
	<u>Heures Recommandées</u>	6	2	1	0
		P1=0	P1=0	P1=0	P1=0
- principes d'électrochimie		X	X	X	
- potentiel red-ox,		X	X	X	
- passivation,		X	X	X	
- corrosion généralisée,		X	X	X	
- aération différentielle,		X	X	X	
- protection cathodique, anodique,		X	X	X	
- types de corrosion (intergranulaire, transgranulaire, en lame de couteau, par piqûres, cavernueuse, corrosion sous tension),		X	X	X	
- décapage et passivation,		X	X	X	
- essais de corrosion		X	X	X	
- démonstration IWE : 2 heures sur les 6 heures.					
- démonstration IWT : 1 heure sur les 2 heures).					
- démonstration IWS et IWP : 0 heure					
Résultats attendus IWE: 1. Apprécier les phénomènes chimiques et électrochimiques impliqués dans la corrosion. 2. Etat des règles sur les mécanismes des différents types de corrosion. 3. Apprécier les différentes méthodes de protection.					
Résultats attendus IWT et IWS : 1. Donner les grandes lignes des phénomènes chimiques et électrochimiques impliqués dans la corrosion. 2. reconnaître et décrire les différents types de corrosion. 3. Donner des exemples des méthodes de protection courantes.					
Résultats attendus IWP : Non applicable					



2.17. Introduction aux phénomènes d'usure					
Objectif pour I WE, IWT, IWS et IWP: Identifier les principes fondamentaux de l'usure et leur maîtrise					
Domaine	Qualification	IWE	IWT	IWS	IWP
	Heures Recommandées	2	1	0	0
		P1=0	P1=0	P1=0	P1=0
- différents types d'usure (frottement hydrodynamique, usure de la couche de réaction, usure adhésive, usure abrasive, usure de fatigue, frottement, érosion, cavitation, choc, thermique, dynamique), - beurrage, - essais d'usure.		X	X		
		X	X		
		X	X		
Résultats attendus IWE : 1. Décrire les situations d'usure qui impliquent les mécanismes de différents types d'usure. 2. Distinguer les bases et les résultats des essais destinés à définir la résistance à l'usure. 3. Apprécier les précautions et les procédures destinées à éviter une usure excessive.					
Résultats attendus IWT : 1. Décrire les situations d'usure qui impliquent les mécanismes de différents types d'usure. 2. Distinguer les bases et les résultats des essais destinés à définir la résistance à l'usure. 3. Apprécier les précautions et les procédures destinées à éviter une usure excessive.					
Résultats attendus IWS et IWP : Non applicable					

2.18. Couches de protection					
Objectif pour I WE, IWT, IWS et IWP: Identifier les principes fondamentaux/donner les grandes lignes des couches de protection et les méthodes et matériaux utilisés.					
Domaine	Qualification	IWE	IWT	IWS	IWP
	Heures Recommandées	4	2	1	0
		P1=0	P1=0	P1=01	P1=0
Placage : - justifications du placage, - procédés de placage (dilution), - assemblage des aciers plaqués - conception des joints et modes opératoires de soudage compte tenu de l'accessibilité du joint, - applications - normes.		X	X	X	
		X	X	X	
		X	X	X	
		X	X	X	
		X	X	X	
		X	X	X	
Chemisages : - soudage des chemisages - conception des joints et modes opératoires de soudage.		X	X	X	
		X	X	X	
Rechargement : - dépôts résistant à la corrosion - dépôts résistant à l'usure		X	X	X	
		X	X	X	
Revêtements : - aciers revêtus, - aciers galvanisés (teneur en Si), - peinture, - problèmes d'assemblage.		X	X	X	
		X	X	X	
		X	X	X	
		X	X	X	
Résultats attendus IWE : 1. Décrire les diverses techniques d'application des couches de protection. 2. Concevoir des assemblages utilisant des couches de protection en faisant l'état de matériaux utilisés et les raisons de leur choix. 3. Apprécier les problèmes associés aux différents types de couches de protection et les méthodes pour les solutionner.					
Résultats attendus IWT et IWS : 1. Décrire en général les diverses techniques d'application des couches de protection et les raisons de leur choix. 2. Donner les grandes lignes des problèmes associés aux différents types de couches de protection et les méthodes pour les solutionner.					
Résultats attendus IWP : Non applicable					



2.19. Aciers résistant au fluage et aciers réfractaires					
Objectif pour I WE, IWT, IWS et IWP: Identifier la relation entre la microstructure et la résistance au fluage y compris la connaissance détaillée des différents types d'aciers résistant au fluage et réfractaires.					
<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	IWE	IWT	IWS	IWP
	<u>Heures Recommandées</u>	2	1	0	0
		P1=0	P1=3	P1=1	P1=1
- résistance au fluage des aciers fortement alliés, - mécanisme de la résistance à chaud - types d'aciers résistant au fluage, - types d'aciers réfractaires (austénitiques, ferritiques) - soudabilité et sélection des consommables - applications et problèmes spéciaux - normes.		X	X		
		X	X		
		X	X		
		X	X		
		X	X		
		X	X		
		X	X		
Résultats attendus IWE : 1. Distinguer les effets des éléments d'alliage sur le fluage et la résistance à chaud. 2. Apprécier en détail le phénomène de microstructure se produisant à haute température dans les matériaux. 3. Identifier les types d'aciers réfractaires et ceux résistants au fluage. 4. Apprécier la soudabilité des aciers réfractaires et ceux résistants au fluage.					
Résultats attendus IWE : 1. Distinguer les effets des éléments d'alliage sur le fluage et la résistance à chaud. 2. Décrire le phénomène de microstructure se produisant à haute température dans les matériaux. 3. Lister les types d'aciers réfractaires et ceux résistants au fluage. 4. Décrire la soudabilité des aciers réfractaires et ceux résistants au fluage.					
Résultats attendus IWS et IWP : Non applicable					

2.20. Fontes et aciers moulés					
Objectif pour I WE, IWT, IWS et IWP: Interpréter la métallurgie/donner les grandes lignes des différents types de fontes et d'aciers moulés, leurs domaines d'application et leur soudabilité.					
<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	IWE	IWT	IWS	IWP
	<u>Heures Recommandées</u>	2	2	1	0
		P1=0	P1=0	P1=0	P1=0
- passage en revue des aciers moulés, - passage en revue des fontes, - procédés et modes opératoires de soudage utilisables, - soudabilité, - produits d'apport, - applications et problèmes de soudage spécifiques, - normes.		X	X	X	
		X	X	X	
		X	X	X	
		X	X	X	
		X	X	X	
		X	X	X	
		X	X	X	
Résultats attendus IWE : 1. Expliquer le diagramme de phase Fe - C avec une attention particulière au pourcentage de carbone supérieur à 2%. 2. Identifier les différents types de fontes et d'aciers moulés, leurs compositions chimiques et leurs structures. 3. Apprécier les problèmes de soudabilité et les procédés de soudage applicables ainsi que les types de consommables pour le soudage des fontes.					
Résultats attendus IWT : 1. Expliquer le diagramme de phase Fe - C avec une attention particulière au pourcentage de carbone supérieur à 2%. 2. Identifier les différents types de fontes et d'aciers moulés, leurs compositions chimiques et leurs structures. 3. Apprécier les problèmes de soudabilité et les procédés de soudage applicables ainsi que les types de consommables pour le soudage des fontes.					
Résultats attendus IWS : 1. Reconnaître les différents types de fontes et d'aciers moulés. 2. Décrire les problèmes de soudabilité et les procédés de soudage applicables ainsi que les types de consommables pour le soudage des fontes.					
Résultats attendus IWP : Non applicable.					



2.21. Cuivre et alliages de cuivre					
Objectif pour I WE, IWT, IWS et IWP: Comprendre en détail la métallurgie, et/donner les grandes lignes des domaines d'application et la soudabilité du cuivre et de ses alliages.					
<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	IWE	IWT	IWS	IWP
	<u>Heures Recommandées</u>	4	1	1	0
		P1=0	P1=0	P1=0	P1=01
- passage en revue des types de cuivre et alliages cuivreux, - désoxydation et soudabilité, - caractéristiques physiques et mécaniques, - procédés d'assemblage utilisables (soudage, brasage fort ou tendre, diffusion), - produits d'apport, - gaz de protection à l'endroit et à l'envers, - applications et problèmes spécifiques, - normes.		X X X X X X X X	X X X X X X X X	X X X X X X X X	
Résultats attendus IWE :					
1. Expliquer la métallurgie du cuivre et de ses alliages. 2. Interpréter la soudabilité du cuivre et de ses alliages y compris les joints entre matériau différents. 3. Expliquer les procédés de soudage applicables et le type de consommables pour le cuivre et ses alliages. 4. Expliquer les domaines d'application du cuivre et de ses alliages.					
Résultats attendus IWT et IWS :					
1. Expliquer la soudabilité du cuivre et de ses alliages. 2. Lister les procédés de soudage applicables et le type de consommables pour le cuivre et ses alliages. 3. Donner des exemples d'application du cuivre et de ses alliages.					
Résultats attendus IWP :					
Non applicable.					

2.22. Nickel et alliages de nickel					
Objectif pour I WE, IWT, IWS et IWP: Comprendre en détail la métallurgie et donner les grandes lignes des domaines d'application et la soudabilité du Nickel et de ses alliages.					
<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	IWE	IWT	IWS	IWP
	<u>Heures Recommandées</u>	4	1	1	0
		P1=0	P1=0	P1=0	P1=0
- passage en revue des types de nickel et alliages de nickel - procédés de soudage utilisables et métaux d'apport, - gaz de protection à l'endroit et à l'envers, - problèmes de soudage (fissuration à chaud) et mesures préventives - contrôle qualité du joint soudé,		X X X X X	X X X X X	X X X X X	
Résultats attendus IWE :					
1. Expliquer la métallurgie du nickel et des alliages de nickel. 2. Interpréter la soudabilité du nickel et des alliages de nickel. 3. Expliquer les procédés de soudage applicables et le type de consommables pour le nickel et les alliages de nickel. 4. Donner des exemples des domaines d'application du nickel et des alliages de nickel.					
Résultats attendus IWT et IWS :					
1. Expliquer la soudabilité du nickel et des alliages de nickel. 2. Lister les procédés de soudage applicables et le type de consommables pour le nickel et les alliages de nickel. 4. Faire l'état des exemples des domaines d'application du nickel et des alliages de nickel.					
Résultats attendus IWP :					
Non applicable.					



2.23. Aluminium et alliages d'aluminium					
Objectif pour IWE, IWT, IWS et IWP : Comprendre en détail la métallurgie et/ébaucher les domaines d'application et la soudabilité de l'aluminium et de ses alliages.					
<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	IWE	IWT	IWS	IWP
	<u>Heures Recommandées</u>	6	4	2	2
		P1=0	P1=0	P1=0	P1=0
- passage en revue des types d'aluminium et d'alliages d'aluminium (pur, sans durcissement structural, à durcissement structural),		X	X	X	X
- soudabilité,		X	X	X	X
- préparation des joints,		X	X	X	X
- procédés de soudage utilisables,		X	X	X	X
- nettoyage de la couche d'oxyde (nettoyage cathodique, trainard et protection du trainard)		X	X	X	X
- produits d'apport (choix, stockage, manipulation),		X	X	X	X
- gaz de protection à l'endroit et à l'envers,		X	X	X	X
- problèmes de soudage (porosité et fissuration à chaud, courbes de fissuration et mesures préventives),		X	X	X	X
- détails constructifs,		X	X	X	X
- applications et problèmes spécifiques (structures légères, applications cryogéniques).		X	X	X	X
Résultats attendus pour IWE :					
1. Expliquer la métallurgie de l'aluminium et des alliages d'aluminium.					
2. Interpréter la soudabilité de l'aluminium et des alliages d'aluminium y compris les joints entre matériaux différents.					
3. Expliquer les procédés de soudage applicables et les types de consommable pour l'aluminium et des alliages d'aluminium.					
4. Expliquer les domaines d'application de l'aluminium et des alliages d'aluminium.					
Résultats attendus pour IWT :					
1. Décrire la soudabilité de l'aluminium et des alliages d'aluminium y compris les joints dissimilaires.					
2. Expliquer les procédés de soudage applicables et les types de consommable pour l'aluminium et des alliages d'aluminium.					
3. Expliquer les domaines d'application de l'aluminium et des alliages d'aluminium.					
Résultats attendus pour IWS et IWP :					
1. Décrire la soudabilité de l'aluminium et des alliages d'aluminium.					
2. Lister les procédés de soudage applicables et les types de consommable pour l'aluminium et des alliages d'aluminium.					
4. Donner des exemples d'application de l'aluminium et des alliages d'aluminium.					

2.24. Autres métaux et alliages					
Objectif pour IWE, IWT et IWS : Acquérir les connaissances de base de la métallurgie, des domaines d'application et de la soudabilité des matériaux spécifiés.					
<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	IWE	IWT	IWS	IWP
	<u>Heures Recommandées</u>	2	1	1	0
		P1=0	P1=0	P1=0	P1=0
- titane,		X	X	X	
- magnésium,		X	X	X	
- tantale,		X			
- zirconium,		X			
- procédés de soudage applicables et produits d'apport		X	X	X	
- problèmes spécifiques.		X	X	X	
Résultats attendus pour IWE :					
1. Expliquer la métallurgie du soudage des métaux spécifiés.					
2. Interpréter la soudabilité de ces métaux.					
3. Expliquer les procédés de soudage appropriés et les applications.					
Résultats attendus pour IWT et IWS :					
1. Décrire brièvement la métallurgie du soudage des métaux spécifiés.					
2. Décrire brièvement la soudabilité des métaux spécifiés.					
3. Expliquer les procédés de soudage appropriés et quelques applications.					
Résultats attendus pour IWP :					
Non applicable.					



2.25. Assemblage des métaux dissemblables					
Objectif pour IWE, IWT et IWS : Comprendre les principes de l'assemblage de matériaux différents et les problèmes qui en résultent.					
Domaine	Qualification	IWE	IWT	IWS	IWP
	Heures Recommandées	4	3	2	0
		P1=0	P1=0	P1=0	P1=0
- principes fondamentaux		X	X	X	
- utilisation du diagramme de Schaeffler / De Long pour le soudage des matériaux différents		X	X	X	
- choix des procédés		X	X	X	
- effets de la dilution		X	X	X	
- produits consommables,		X	X	X	
- problèmes de soudage et mesures (formation d'un mélange inter métallique, migration du carbone),		X	X		
- ruines en service (fatigue thermique, décolage)		X	X		
Applications spécifiques,					
- assemblage acier fortement allié et acier au carbone,		X	X	X	
- assemblage acier inoxydable et acier au carbone,		X	X	X	
- assemblage des alliages Cu-Ni avec les aciers au carbone et les aciers inox,		X	X	X	
- assemblage des alliages au Ni avec les aciers au carbone,		X	X	X	
- assemblage des aciers inox avec les alliages de Cu,		X	X	X	
- assemblage des aciers avec l'Al et les alliages d'Al,		X	X	X	
- assemblage du cuivre avec l'Al et les alliages d'Al,		X	X	X	
- assemblage du Ni et du Cu.		X	X		
Résultats attendus pour IWE et IWT:					
1. Expliquer en détail la métallurgie et les aspects de soudabilité impliqués dans un assemblage de matériaux différents.					
2. Interpréter et utiliser le diagramme de Schaeffler / De Long.					
3. Déduire les méthodes de soudage qui peuvent résoudre les problèmes métallurgiques.					
4. Interpréter le choix correct du matériau d'apport.					
Résultats attendus pour IWS:					
1. Décrire brièvement les aspects de soudabilité impliqués dans un assemblage de matériaux différents.					
2. Utiliser le diagramme de Schaeffler / De Long. Et choisir les consommables appropriés					
3. Lister pour des applications typique les méthodes de soudage enseignées.					
Résultats attendus pour IWP:					
Non applicable					



2.26. Examens métallographiques

Objectif pour IWE et IWT

Comprendre en détail les structures cristallographiques et les applications de l'examen métallographique.

Objectif pour IWS

Réaliser des examens métallographiques pour comprendre plus facilement les différentes structures de matériaux typiques

<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>		<u>IWE</u>	<u>IWT</u>	<u>IWS</u>	<u>IWP</u>
	<u>Heures Recommandées</u>		<u>6</u>	<u>6</u>	<u>2</u>	<u>0</u>
	<u>P1=0</u>	<u>P1=0</u>	<u>P1=0</u>	<u>P1=0</u>	<u>P1=0</u>	<u>P1=0</u>
- préparation des échantillons	X	X	X	X	X	
- examens de macro et micro structures,	X	X	X	X	X	
- micro analyse chimique dans les structures cristallines	X	X	X	X	X	
- normes de référence EN 1321, CR 12363	X	X	X	X	X	
Résultats attendus pour IWE et IWT						
1. Expliquer en détail et être capable d'utiliser les méthode de préparation des échantillons.						
2. Expliquer les aspects des examens macro et micro.						
3. Interpréter une structure micro, des défauts métallurgiques.						
Résultats attendus pour IWS						
1. Expliquer en détail et être capable d'utiliser les méthode de préparation des échantillons.						
2. Décrire les aspects des examens macro et micro.						
3. Interpréter une structure micro, des défauts métallurgiques.						
Résultats attendus pour IWS						
Non applicable						

Module 2 : Les matériaux et leur comportement lors du soudage

Module 2	IWE		IWT		IWS		IWP	
	MT	P1*	MT	P1*	MT	P1*	MT	P1*
Heures de cours	111	39	82	39	47	18	22	12

* P1 = Partie 1, heures données sous P1 pour la route standard (voir 4.1)



MODULE 3. CONCEPTION ET CALCUL

3.1. Théorie de base des systèmes de structure					
Objectif pour IWE, IWT et IWS : Comprendre l'effet entre les charges externes sur les structures, les types des systèmes des structures et la relation entre forces externes et internes					
<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	IWE	IWT	IWS	IWP
	<u>Heures Recommandées</u>	4	4	2	0
		P1=4	P1=4	P1=0	P1=0
éléments des structures (câbles, barres, poutres, tôles, blocs, viroles)		X	X	X	
théorie des forces		X	X	X	
combinaison et action des forces		X	X	X	
équilibre des forces et torsion		X	X	X	
maintiens, contraintes et types basiques de connexion		X	X	X	
équilibre des systèmes de structures		X	X		
systèmes statiques déterminants et non déterminants		X	X	X	
Contraintes dans les systèmes de structure résultant d'actions externes		X	X	X	
relation entre forces externes et internes		X	X		
calcul et détermination des forces internes et moments des systèmes sous charges statiques simples		X	X		
Résultats attendus IWE et IWT : 1. Expliquer la composition des forces. 2. Expliquer les actions des forces. 3. Définir les conditions d'équilibre. 4. Expliquer les conditions d'équilibre des systèmes de structures. 5. Expliquer les maintiens, contraintes et les types de connexion de base. 6. Expliquer la différence entre un système statique déterminant et un non déterminant. 7. Déterminer les forces internes et moments des systèmes sous charges statiques simples. 8. Expliquer et dessiner le diagramme d'équilibre des systèmes sous charges statiques simples.					
Résultats attendus IWS : 1. Comprendre en général la composition des forces. 2. Comprendre en général les actions des forces. 3. Citer les conditions d'équilibre. 4. Comprendre en général les conditions d'équilibre des systèmes de structures. 5. Citer les maintiens, contraintes et les types de connexion de base.					
Résultats attendus IWP : Non applicable					



3.2. Notions fondamentales de résistance des matériaux					
Objectif pour IWE, IWT et IWS : Comprendre les principes qui régissent les propriétés des structures métalliques chargées.					
<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	IWE	IWT	IWS	IWP
	<u>Heures Recommandées</u>	4	4	2	0
		P1=4	P1=4	P1=2	P1=0
- types de contraintes (contraintes normales et de cisaillement)		X	X	X	
- types de déformations (tension axiale, tension travers)		X	X	X	
- relation entre effort et contrainte, théories de l'élasticité		X	X	X	
- déformation élastique et plastique		X	X	X	
- module de Young, module de cisaillement, coefficient de contraction travers		X	X	X	
- caractéristiques des propriétés des matériaux		X	X	X	
- différentes tensions résultant des forces internes et moments,		X	X		
Propriétés de différents types de sections		X	X	X	
- calcul des propriétés des sections		X	X	X	
- calcul des tensions		X	X	x	
Résultats attendus IWE et IWT :					
1. Expliquer les différents types de tensions (tension normale et tension travers).					
2. Expliquer les différents types de déformations (force axiale, force de cisaillement, etc).					
3. Expliquer les relations tension contrainte.					
4. Déduire le module de Young ; le module de cisaillement et le coefficient de contraction transversal des relations tension contrainte..					
5. Expliquer la détermination des caractéristiques des propriétés du matériau.					
6. Expliquer les tensions provenant des forces internes et moments.					
7. Calculer les propriétés de différents types de sections.					
8. Calculer les tensions nominales dans les sections.					
Résultats attendus IWS :					
1. Comprendre en général les différents types de tensions (tension normale et tension travers).					
2. Comprendre en général les différents types de déformations (force axiale, force de cisaillement, etc)..					
3. Comprendre en général les relations tension contrainte.					
4. Comprendre en général les tensions provenant des forces internes et moments.					
Résultats attendus IWP :					
Non applicable.					

3.3. Conception des joints soudés					
Objectif pour IWE, IWT, IWS et IWP : Concevoir et dessiner les détails de soudure en fonction d'un matériau donné, de l'épaisseur de la paroi, de l'accessibilité, du chargement, des procédés de soudage, de la position de soudage, des END, de l'équipement de soudage disponible et des tolérances.					
<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	IWE	IWT	IWS	IWP
	<u>Heures Recommandées</u>	4	4	4	4
		P1=4	P1=4	P1=0	P1=0
- Introduction (importance de la conception du joint soudé et des profils de chanfreins, influence sur les contraintes de soudage et les déformations)		X	X	X	X
- types de joints soudés (série ISO 9692 , brasage EN 14324)		X	X	X	X
- importance de la conception du joint soudé et des profils de chanfrein, des types de joints soudés, de la conception des joints soudés,		X	X	X	X
- classification des profils des chanfreins (par type de matériau, épaisseur, procédé de soudage, accessibilité,		X	X	X	X
- exigences relatives aux tolérances (ISO 13920)		X	X	X	X
- symboles de soudage utilisés sur les dessins, symboles pour les formes de chanfreins		X	X	X	X
- représentation symbolique des joints soudés, brasés selon l'ISO 2553		X	X	X	X
- normes nationales		X	X	X	X
Résultats attendus IWE, IWT et IWS :					
1. Classifier différents types de joints soudés.					
2. Concevoir une soudure conformément à des conditions données.					
3. Détailler et utiliser les symboles de soudure appropriés.					
4. Expliquer la représentation symbolique des joints soudés, brasés tendre et dure sur les plans.					
Résultats attendus IWP :					
1. Décrire différents types de joints soudés.					
2. savoir comment appliquer chaque type de joint en fonction du matériau, de l'épaisseur et du procédé de soudage.					
3. Expliquer la représentation symbolique des joints soudés, brasés tendre et dure sur les plans.					



3.4. Principes de conception en soudage

Objectif pour IWE, IWT, IWS et IWP :

Comprendre la relation entre les charges externes sur les structures, les forces internes et les contraintes induites en considérant spécialement les soudures

<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	<u>IWE</u>	<u>IWT</u>	<u>IWS</u>	<u>IWP</u>
	<u>Heures Recommandées</u>	8	6	3	0
		P1=2	P1=2	P1=2	P1=1
- types de contraintes dans les joints soudés (tension nominale, tension en point chaud, tension à fond d'entaille),		X	X	X	
- contraintes dans les soudures bout à bout, les soudures d'angle		X	X	X	
- calcul des propriétés des sections des joints soudés		X	X	X	
- détermination des contraintes nominales dans les joints soudés d'un seul coté		X	X	X	
- détermination des valeurs de référence des contraintes dues à des tensions multi axiales		X	X		
- détermination de la résistance lors de la conception des soudures soudées à l'arc ou par résistance		X	X		
- travail sur des exemples de calcul de contraintes nominales dans des joints soudés		X	X		

Résultats attendus IWE et IWT :

1. Expliquer l'usage de différents types de contraintes dans les joints soudés (nominale, point chaud, à fond d'entaille).
2. Calculer en détail des joints soudés simples (forces internes).
3. Calculer les valeurs des sections transversales des joints soudés.
4. Calculer les contraintes nominales des soudures.
5. Calculer les contraintes combinées dans les soudures (superposition).

Résultats attendus IWS :

1. Comprendre en général l'usage de différents types de contraintes dans les joints soudés (nominale, point chaud, à fond d'entaille).
2. Comprendre les joints soudés simples (forces internes).
3. Comprendre les valeurs des sections transversales des joints soudés.

Résultats attendus IWP :

Non applicable.

3.5. Comportement des structures soudées soumises à différents types de chargement

Objectif pour IWE, IWT et IWS :

Comprendre en détail les différents types de chargement et l'influence des conditions ambiantes sur les constructions.

<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	<u>IWE</u>	<u>IWT</u>	<u>IWS</u>	<u>IWP</u>
	<u>Heures Recommandées</u>	4	2	1	0
		P1=0	P1=0	P1=0	P1=0
- efforts statiques		X	X	X	
- résistance à température élevée		X	X	X	
- résistance à basse température		X	X		
- résistance au fluage		X	X		
- tenue au choc,		X	X		
- influence des entailles		X	X	X	
- types de ruines (fissure ductile, fissure de fatigue, fissure fragile, arrachement lamellaire)		X	X	X	
- sélection des groupes de nuances d'acier		X	X		
- données typiques pour aciers courants		X	X		
- utilisation des normes et spécifications		X	X		

Résultats attendus IWE :

1. Expliquer les exigences conformément aux différents types de chargement et des températures.
2. Déterminer les matériaux qui répondent aux exigences de contraintes / températures.
3. Sélectionner les matériaux appropriés selon l'application.
4. Expliquer les différents type de ruine (fissure ductile, fissure de fatigue, fissure fragile, arrachement lamellaire).

Résultats attendus IWT :

1. Expliquer les exigences conformément aux différents types de chargement et des températures.
2. Sélectionner les matériaux appropriés selon l'application.
3. Expliquer les différents type de ruine (fissure ductile, fissure de fatigue, fissure fragile, arrachement lamellaire).

Résultats attendus IWS :

1. Comprendre les exigences conformément aux différents types de chargement et des températures.
2. Identifier globalement les groupes de matériaux qui remplissent des exigences résistance/température.
3. Identifier les différents type de ruine.

Résultats attendus IWP :

Non applicable



3.6. Conception des structures soudées soumises à des charges essentiellement statiques

Objectif pour IWE, IWT, IWS et IWP :

Etre capable de concevoir et calculer les joints et tous les détails qui en découlent sur les structures métalliques soudées.

<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	IWE	IWT	IWS	IWP
	<u>Heures Recommandées</u>	8	5	3	2
		P1=0	P1=0	P1=0	P1=0
- construction en acier et constructions légères		X	X	X	
- détails structuraux (par exemple renforts, nœuds, colonnes, tôles de pieds et de tête, renforts, supports, charpentes d'angle, nœuds de joints, croisements de soudures, bras et entretoises, structures maillées, etc),		X	X	X	
- utilisation de différents types de soudures en fonction des types de joint		X	X	X	X
- emplois des normes et spécifications		X	X	X	X
- exemples de travaux		X	X		
<p>Résultats attendus IWE :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Concevoir d'une manière compétente les différentes zones de connexion. 2. Calculer la géométrie de joint appropriée. 3. Calculer les contraintes qui en découlent. 4. mettre en évidence les contraintes dans les châssis. 5. désigner les contraintes dans les soudures des châssis. 6. connaissance détaillée des avantages et désavantages des différents types de soudures 					
<p>Résultats attendus IWT :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Concevoir différentes zones de connexion. 2. Donner les grandes lignes des contraintes qui en découlent. 3. Citer les contraintes dans les soudures des châssis. 4. expliquer les avantages et désavantages des différents types de soudures 					
<p>Résultats attendus IWS :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Identifier différentes zones de connexion. 2. Lire et comprendre la géométrie appropriée de la soudure. 3. Donner les grandes lignes des contraintes dans les détails de structures. 4. Connaissance globale des avantages et désavantages des différents types de soudures. 					
<p>Résultats attendus IWP :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Décrire les zones de connexion appropriées. 2. Démontrer les différences entre des profils similaires. 3. Identifier les avantages et désavantages des différents types de soudures. 					



3.8. Conception des structures soudées soumises à des charges dynamiques					
Objectif pour IWE, IWT et IWS: Comprendre les différents détails de conception et les classes d'entailles dans les domaines d'application.					
<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	IWE	IWT	IWS	IWP
	<u>Heures Recommandées</u>	8	4	2	0
		P1=0	P1=0	P1=0	P1=0
- domaines d'application : ponts, grues, machines, navires et constructions offshore, cheminées, tours et mâts, véhicules (cars, camions, véhicules des chemins de fer) etc..., - critères d'acceptation - utilisation des normes et spécifications - Exemples d'ouvrages		X	X	X	
		X	X	X	
		X	X		
		X	X		
Résultats attendus IWE : 1. Conception des joints soudés en conformité avec les détails donnés. 2. Interpréter l'influence des effets d'entaille sur la classification des joints soudés. 3. Interpréter les normes appropriées. 4. Comparer les détails dans les différentes normes et les classer.					
Résultats attendus IWT : 1. Conception des joints soudés en conformité avec les détails donnés. 2. Expliquer l'influence des effets d'entaille sur la classification des joints soudés. 3. Comparer les détails dans les différentes normes et les classer.					
Résultats attendus IWS : 1. Reconnaître des joints soudés en conformité avec les détails donnés. 2. Connaître l'influence des effets d'entaille sur la classification des joints soudés.					
Résultats attendus IWP : Non applicable					

3.9. Conception des équipement sous pression soudés					
Objectif pour IWE, IWT IWS et IWP : Comprendre les exigences spéciales de la conception des éléments de structure dans ce domaine d'application en ce qui concerne le calcul des soudures					
<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	IWE	IWT	IWS	IWP
	<u>Heures Recommandées</u>	6	4	2	1
		P1=0	P1=0	P1=0	P1=0
- construction de chaudières, récipients à pression, pipelines, etc..., - calcul des soudures (formules), - applications aux hautes et basses températures - détails constructifs (brides, tubulures, viroles, compensateurs de dilatation, etc...), - utilisation des lois, des normes et des spécifications - étude de cas concrets de conception de calcul		X	X	X	X
		X	X		
		X	X	X	X
		X	X	X	X
		X	X	X	
		X	X	X	
Résultats attendus IWE : 1. Expliquer les avantages des différents détails des soudures. 2. Expliquer la conception des détails des joints de structure donnés. 3. Interpréter les normes appropriées. 4. Calculer les soudures circulaires et longitudinales. 5. Concevoir les détails d'une structure donnée. 6. Expliquer les avantages des différents détails.					
Résultats attendus IWT : 1. Interpréter les normes appropriées. 2. Calculer les soudures circulaires et longitudinales. 3. Concevoir les détails d'une structure donnée. 4. Expliquer les avantages des différents détails.					
Résultats attendus IWS : 1. reconnaître les avantages des différents détails de soudure. 2. donner les grandes lignes du calcul des soudures circulaires et longitudinales. 3. Donner les grandes lignes de conception de détails de soudures de structure données.					
Résultats attendus IWP : 1. décrire les avantages des différents détails. . 2. Citer les normes appropriées .					



3.10. Conception de structures en aluminium et alliages d'aluminium					
Objectif pour IWE, IWT et IWS: Comprendre complètement les propriétés des structures soudées en aluminium vis-à-vis des efforts, contraintes et de la conception.					
<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	IWE	IWT	IWS	IWP
	<u>Heures Recommandées</u>	4	2	1	0
		P1=0	P1=0	P1=0	P1=0
- comparaison de la conception entre structures en acier et en aluminium		X	X	X	
- constructions légères		X	X		
- alliages normalisés pour utilisation pratique et les contraintes et tensions liées		X	X		
- effets de la zone affectée thermiquement (ZAT) (adoucissement)		X	X	X	
- conception spécifique en fonction des profils		X	X		
- nocivité des défauts		X	X	X	
- domaines d'application (véhicules, matériel roulant, navires, avions, appareils à pression),		X	X	X	
- utilisation de normes et spécifications		X	X	X	
- exemples de travaux		X	X		
Résultats attendus IWE :					
1. Interpréter l'adoucissement de la zone thermiquement affectée (ZAT).					
2. Conception des profils en aluminium pour un usage donné.					
3. Dire comment résoudre les imperfections les plus courantes sur les alliages d'aluminium.					
4. Expliquer les causes et le développement des tensions et contraintes dans les assemblages en aluminium.					
5. Expliquer les résistances dans les différents alliages.					
6. Sélectionner les alliages pour des applications données.					
Résultats attendus IWT :					
1. Expliquer comment réduire l'adoucissement de la zone thermiquement affectée (ZAT).					
2. Donner des exemples de joints en aluminium courants.					
3. Dire comment résoudre les imperfections les plus courantes sur les alliages d'aluminium.					
Résultats attendus IWS :					
1. Reconnaître les joints typiques en aluminium et leur préparation.					
2. Reconnaître les imperfections les plus courantes sur les alliages d'aluminium..					
3. Citer quelques applications typiques et les avantages par rapport aux aciers de construction.					
Résultats attendus IWP :					
Non applicable.					

3.11. Joints soudés pour armatures à béton					
Objectif pour IWE, IWT et IWS : Comprendre les principes du choix des joints et leur conception complète					
<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	IWE	IWT	IWS	IWP
	<u>Heures Recommandées</u>	2	1	1	0
		P1=0	P1=0	P1=0	P1=0
- types d'aciers pour armatures, propriétés		X	X	X	
- sollicitations directes et indirectes		X	X	X	
- types de joints utilisés (à recouvrement, cruciformes),		X	X	X	
- calcul		X	X	X	
- soudabilité liée à la résistance du joint soudé		X	X	X	
- préchauffage en fonction du diamètre de la barre		X	X	X	
- application des procédés de soudage		X	X	X	
- normes et spécifications (série des ISO 17660 et normes nationales)		X	X	X	
Résultats attendus IWE et IWT :					
1. Expliquer les bases des différents joints au complet.					
2. Différences entre les joints soumis à sollicitations ou non.					
3. Détail des procédés applicables.					
4. Déterminer la longueur de la soudure en fonction du diamètre.					
5. Déduire la température de préchauffage nécessaire.					
Résultats attendus IWE et IWT :					
1. Donner les grandes lignes des bases des différents joints au complet.					
2. Reconnaître les joints soumis à sollicitations ou non.					
3. Classer des procédés applicables.					
4. Donner les grandes lignes de la longueur de la soudure en fonction du diamètre.					
5. Comprendre l'application du préchauffage.					
Résultats attendus IWP :					
Non applicable.					



3.12. Introduction à la mécanique de la rupture

Objectif pour IWE et IWT :

Comprendre l'utilisation de la mécanique de la rupture pour les structures soudées.

Domaine	Qualification			
	IWE	IWT	IWS	IWP
	6	2	0	0
	P1=0	P1=0	P1=0	P1=0
- point de vue de la mécanique de la fracture, - application de la mécanique de la fracture, - mécanique linéaire élastique de la rupture, - notions fondamentales de la mécanique de la rupture élastoplastique, - taille critique des défauts, valeur K_{Ic} , - essais de mécanique de la rupture (CTOD, etc...), - croissance de défaut subcritique, - essais de fatigue, - normes.	X X X X X X X X	X X X X X X X X		
Résultats attendus IWE: 1. Expliquer les principes de la mécanique de la fracture linéaire élastique et élastoplastiques. 2. Décrire l'influence des facteurs pour la mécanique de la fracture linéaire élastique et élastoplastique. 3. Décrire l'utilisation de la mécanique de la fracture pour les structures chargées dynamiquement. 4. Décrire les méthodes d'essais en mécanique de la rupture.				
Résultats attendus IWE: 1. Citer les principes de la mécanique de la fracture linéaire élastique et élastoplastiques. 2. Citer l'influence des facteurs pour la mécanique de la fracture linéaire élastique et élastoplastique. 3. Décrire l'utilisation de la mécanique de la fracture pour les structures chargées dynamiquement.				
Résultats attendus IWS et IWP : Non applicable.				

Module 3 : Conception et calcul

Module 3	IWE		IWT		IWS		IWP	
	MT	P1*	MT	P1*	MT	P1*	MT	P1*
Heures de cours	64	14	40	14	22	4	8	0

* P1 = Partie 1, heures données sous P1 pour la route standard (voir 4.1)



MODULE 4. FABRICATION, APPLICATIONS D'INGENIERIE

4.1. Introduction à l'assurance de la qualité des constructions soudées

Objectif pour IWE, IWT, IWS et IWP :

Comprendre en détail/acquérir une connaissance complète/expliciter les principes de l'assurance qualité et du contrôle qualité et reconnaître les normes qui s'y rapportent et leur application aux fabrications soudées en tant que procédé spécial.

<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	IWE	IWT	IWS	IWP
	<u>Heures Recommandées</u>	6	6	2	1
		P1=0	P1=0	P1=0	P1=0
- concept d'assurance de la qualité et de contrôle de la qualité		X	X	X	X
- soudabilité,		X	X		
- manuel qualité		X	X	X	X
- plan qualité		X	X	X	X
- audit de l'entreprise		X	X	X	
- personnel et matériels		X	X	X	X
- maintenance		X	X	X	X
- inspection,		X	X	X	X
- activités de l'ingénieur soudeur dans les différentes fonctions industrielles		X	X	X	X
- normes (Guide de Gestion de la Qualité, série ISO 9000 et ISO 3834, normes nationales et internationales).		X	X	X	X
<p>Résultats attendus IWE et IWT :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Expliquer les principes de l'assurance qualité, du contrôle qualité et des systèmes d'inspection et leur usage pour les fabrications soudées. 2. Etre capable d'écrire des procédures de contrôle qualité et des plans qualité pour des fabrications soudées. 3. Expliquer en détails les objectifs d'un audit d'usine. 4. Etre capable d'exécuter des audits d'usine relatifs au soudage, du personnel, des équipements et des produits. 5. Interpréter les normes appropriées (par exemple ISO 9000, et ISO 3834). 6. Expliquer en détail les principaux facteurs relatifs au personnel et aux équipements qui ont une influence sur la qualité dans une fabrication soudée. 7. Expliquer le rôle de l'ingénieur soudeur/technologue soudeur dans une fabrication industrielle. 					
<p>Résultats attendus IWS :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Expliquer les différences entre l'assurance qualité, le contrôle qualité et les systèmes d'inspection et leur usage pour les fabrications soudées. 2. Etre capable d'écrire des procédures de contrôle qualité. 3. Interpréter les normes appropriées (par exemple ISO 9000, et ISO 3834). 6. Connaître les facteurs fondamentaux relatifs au personnel et aux équipements qui ont une influence sur la qualité dans une fabrication soudée. 7. Expliquer le rôle du spécialiste soudeur dans une fabrication industrielle. 					
<p>Résultats attendus IWP :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Donner les grandes lignes de l'assurance qualité et du contrôle qualité. 2. Reconnaître quelques facteurs fondamentaux relatifs au personnel et aux équipements qui ont une influence sur la qualité dans une fabrication soudée. 					



4.2. Contrôle de la qualité en fabrication					
Objectif pour IWE, IWT, IWS et IWP: Comprendre en détail les exigences et la fonction du contrôle qualité en fabrication					
<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	IWE	IWT	IWS	IWP
	<u>Heures Recommandées</u>	14	12	10	6
		P1=0	P1=0	P1=0	P1=0
- documentation conforme aux normes nationales et internationales, par ex. DMOS		X	X	X	X
- avantages de la qualité en fabrications soudées		X	X	X	X
- séquences de soudage		X	X	X	
- personnel de coordination en soudage et d'inspection ; tâches de qualification et responsabilités (ISO 14731, ISO 9712 et normes nationales)		X	X	X	X
- descriptifs des modes opératoires (DMOS) - comment les créer et les développer,		X	X	X	X
- qualification des modes opératoires (comme décrit dans l'ISO 15607) et normes nationales,		X	X	X	X
- qualification des soudeurs (ISO 9606, EN 287, normes nationales)		X	X	X	X
- qualification des opérateurs de soudage (EN 1418, ISO et normes nationales),		X	X	X	X
- traçabilité (identification des matériaux, modes opératoires, certificats),		X	X	X	X
- méthodes possibles de surveillance et d'archivage des données relatives à la fabrication,		X	X	X	X
- étalonnage et validation des appareils de mesure		X	X	X	
Travaux pratiques sur la qualification des modes opératoires de soudage		X	X		
- IWE : 2 h sur les 14 heures					
- IWT : 2h sur les 12 heures					
- IWS : 2h sur les 10 heures					
- IWP : 1h sur les 6 heures					
Travaux pratiques sur les essais de qualification des soudeurs et opérateurs					
- IWE : 2 h sur les 14 heures					
- IWT : 2h sur les 12 heures					
- IWS : 2h sur les 10 heures					
- IWP : 1h sur les 6 heures					
Résultats attendus IWE :					
1. Expliquer en détail l'objectif principal d'une DMOS et les principaux avantages de la qualité en fabrication soudée.					
2. Compiler et faire une revue détaillée des DMOS pour les composants soudés conformément aux normes nationales ou internationales.					
3. Interpréter la norme de qualification des DMOS, déterminer les variables principales d'un DMOS particulier et son domaine de qualification.					
4. Expliquer en détail l'objectif principal d'une qualification de soudeur et les principaux avantages sur la qualité en fabrication soudée.					
5. Interpréter une norme de qualification de soudeur, déterminer les variables principales pour une qualification de soudeur particulière et son domaine de qualification.					
6. Expliquer l'objectif principal d'une qualification d'un opérateur soudeur et les principaux avantages sur la qualité de la fabrication soudée.					
7. Interpréter la norme pour une qualification d'un opérateur soudeur, déterminer les variables essentielles pour la qualification d'un opérateur soudeur et son domaine de qualification.					
8. Détailler les exigences de traçabilité pour les procédures de matériaux et les certificats.					
9. Détailler les méthodes disponibles pour faire le suivi et l'enregistrement des paramètres de fabrication.					
10. Détailler les exigences de calibration des équipements de mesure en expliquant pourquoi c'est nécessaire.					
11. Expliquer en détail les tâches et responsabilités du personnel de coordination en soudage					
12. Expliquer en détail les tâches et responsabilités des différents personnels d'inspection.					

**Résultats attendus IWT :**

1. Expliquer en détail l'objectif principal d'un DMOS/QMOS/pDMOS et les principaux avantages de la qualité en fabrication soudée.
2. Compiler et faire une revue détaillée des DMOS pour les composants soudés conformément aux normes nationales ou internationales.
3. Interpréter la norme de qualification des DMOS, déterminer les variables principales d'un DMOS particulier et son domaine de qualification.
4. Expliquer en détail l'objectif principal d'une qualification de soudeur et les principaux avantages sur la qualité en fabrication soudée.
5. Interpréter une norme de qualification de soudeur, déterminer les variables principales pour une qualification de soudeur particulière et son domaine de qualification.
6. Expliquer l'objectif principal d'une qualification d'un opérateur soudeur et les principaux avantages sur la qualité de la fabrication soudée.
7. Interpréter la norme pour une qualification d'un opérateur soudeur, déterminer les variables essentielles pour la qualification d'un opérateur soudeur et son domaine de qualification.
8. Définir les exigences de traçabilité pour les procédures de matériaux et les certificats.
9. Donner des exemples des méthodes disponibles pour faire le suivi et l'enregistrement des paramètres de fabrication.
10. Reconnaître les exigences de calibration des équipements de mesure en expliquant pourquoi c'est nécessaire.
11. Expliquer en détail les tâches et responsabilités du personnel de coordination en soudage
- 12.** Expliquer en détail les tâches et responsabilités des différents personnels d'inspection.

Résultats attendus IWS :

1. Expliquer l'objectif principal d'un DMOS/QMOS/pDMOS et les principaux avantages de la qualité en fabrication soudée.
2. Compiler et faire une revue détaillée des DMOS pour les composants soudés conformément aux normes nationales ou internationales.
3. Interpréter la norme de qualification des DMOS, déterminer les variables principales d'un DMOS particulier et son domaine de qualification.
4. Expliquer en détail l'objectif principal d'une qualification de soudeur et les principaux avantages sur la qualité en fabrication soudée.
5. Interpréter une norme de qualification de soudeur, déterminer les variables principales pour une qualification de soudeur particulière et son domaine de qualification.
6. Expliquer l'objectif principal d'une qualification d'un opérateur soudeur et les principaux avantages sur la qualité de la fabrication soudée.
7. Interpréter la norme pour une qualification d'un opérateur soudeur, déterminer les variables essentielles pour la qualification d'un opérateur soudeur et son domaine de qualification.
8. Définir les exigences de traçabilité pour les procédures de matériaux et les certificats.
9. Donner des exemples des méthodes disponibles pour faire le suivi et l'enregistrement des paramètres de fabrication.
- 10.** Connaître les exigences de calibration des équipements de mesure.

Résultats attendus IWP :

1. Donner les grandes lignes de l'objectif d'un DMOS et les avantages de la qualité en fabrication soudée.
2. Reconnaître les variables principales d'une QMOS donnée et son domaine de validité.
3. Donner les grandes lignes de l'objectif d'une qualification de soudeur et les avantages sur la qualité en fabrication soudée.
4. Reconnaître une norme EN ou ISO de qualification de soudeur, et donner les grandes lignes des variables principales pour une qualification de soudeur particulière et son domaine de qualification.
5. Donner les grandes lignes de la signification de la traçabilité liée aux constructions soudées.
6. Identifier les équipements et les instruments nécessitant une calibration.



4.3. Contraintes et déformations en soudage

Objectif pour IWE, IWT, IWS et IWP :

Comprendre en détail/acquérir une connaissance complète/expliciter les facteurs affectant les contraintes et les déformation dans les fabrications soudées et comment leurs effets peuvent être mesurés et minimisés.

<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	<u>IWE</u>	<u>IWT</u>	<u>IWS</u>	<u>IWP</u>
	<u>Heures Recommandées</u>	<u>6</u>	<u>4</u>	<u>2</u>	<u>2</u>
		<u>P1=0</u>	<u>P1=0</u>	<u>P1=0</u>	<u>P1=0</u>
- facteurs exerçant une influence		X	X	X	X
- données thermiques concernant les matériaux		X	X	X	X
- origine des contraintes résiduelles et des déformations		X	X	X	X
- étendue des contraintes de retrait longitudinal et transversal et déformations		X	X	X	X
- relations entre apport d'énergie, retrait et déformations		X	X	X	X
- méthodes de mesure des contraintes résiduelles		X	X		
- technique des séquences de soudage		X	X	X	X
- effets des contraintes résiduelles sur le comportement en service des structures soudées		X	X	X	X
- moyens de réduire les contraintes résiduelles et les déformations		X	X	X	X
- correction et enlèvement des déformations de soudage (presse, laminage, chauffage local, etc)		X	X	X	X
- exemple de moyens utilisés pour maîtriser les déformations		X	X	X	X
<p>Résultats attendus IWE :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Expliquer l'origine, les facteurs influençant et l'amplitude des contraintes résiduelles et des déformations dans les fabrications soudées. 2. Prédire qualitativement les retraits et déformations dans les joints et les structures. 3. Produire des procédures détaillées pour diminuer les déformations et les contraintes. 4. Expliquer comment les contraintes résiduelles peuvent affecter le comportement d'une structure en service. 					
<p>Résultats attendus IWT :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Expliquer l'origine, les facteurs influençant et l'amplitude des contraintes résiduelles et des déformations dans les fabrications soudées. 2. Prédire qualitativement les retraits et déformations dans les joints et les structures. 3. Développer des procédures détaillées pour diminuer les déformations et les contraintes. 4. Expliquer comment les contraintes résiduelles peuvent affecter le comportement d'une structure en service. 					
<p>Résultats attendus IWS :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Expliquer l'origine, les facteurs influençant et l'amplitude des contraintes résiduelles et des déformations dans les fabrications soudées. 2. Prédire qualitativement les retraits et déformations dans les joints et les structures. 3. Développer des procédures détaillées pour diminuer les déformations et les contraintes. 4. Décrire comment les contraintes résiduelles peuvent affecter le comportement d'une structure en service. 					
<p>Résultats attendus IWP :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Donner les grandes lignes de l'origine, les facteurs influençant et l'amplitude des contraintes résiduelles et des déformations dans les fabrications soudées. 2. Prédire qualitativement les retraits et déformations dans les joints et les structures. 3. Citer des procédures détaillées pour diminuer les déformations et les contraintes. 4. Interpréter comment les contraintes résiduelles peuvent affecter le comportement d'une structure en service. 					



4.4. Moyens de production, gabarits et montages

Objectif pour IWE, IWT et IWS

Comprendre la nécessité d'utiliser les équipements auxiliaires et leur fonction, montages et installations d'un point de vue qualité, économie et environnement.

Objectif pour IWP :

Acquérir les connaissances sur les principaux moyens de production utilisés pendant une construction soudée ainsi que des équipements auxiliaires, être capable de reconnaître les solutions techniques pour une construction soudée spécifique.

<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	<u>IWE</u>	<u>IWT</u>	<u>IWS</u>	<u>IWP</u>
	<u>Heures Recommandées</u>	4	4	4	2
		P1=0	P1=0	P1=0	P1=0
- implantation de la chaîne de production		X	X	X	X
- gabarits, installations fixes et positionneurs (types, applications, avantages, précautions spéciales),		X	X	X	X
- vireurs, manipulateurs		X	X	X	X
- câbles, raccordements électriques		X	X	X	X
- environnement du travail		X	X	X	X
- matériels accessoires (pour le montage, les manipulations, les moyens de faire des protections gazeuses envers, débitmètres, etc),		X	X	X	X
- aspiration des fumées (type d'équipement, débit),		X	X	X	X
- ajustage des joints		X	X	X	X
- pointage des bords, enlèvement des points		X	X	X	X
- stockage, distribution et manipulation des consommables (gaz et métaux d'apport),		X	X	X	X
- équipements pour préchauffage, post chauffage et autres traitements thermiques, et aussi pour le contrôle de la température		X	X	X	X
- maintenance		X	X	X	X

Résultats attendus IWE :

- Détailler les principes d'aménagement d'un atelier pour améliorer la productivité, la sécurité et le confort.
- Expliquer en détail les avantages d'utiliser des installations fixes, des montages et des positionneurs.
- Prévoir le type d'installation, de montage ou de positionneur à utiliser pour une fabrication soudée donnée.
- Déduire le type d'équipement auxiliaire à utiliser dans une fabrication soudée donnée, y compris l'extraction des fumées, les câbles, les équipements de traitement thermique de contrôle de température.
- Détailler les exigences et les installations de manipulation et de stockage des consommables.
- Expliquer en détail les exigences relatives à l'ajustage et au pointage du joint.

Résultats attendus IWT :

- Détailler les principes d'aménagement d'un atelier pour améliorer la productivité, la sécurité et le confort.
- Expliquer les avantages d'utiliser des installations fixes, des montages et des positionneurs.
- Sélectionner le type d'installation, de montage ou de positionneur à utiliser pour une fabrication soudée donnée.
- Sélectionner le type d'équipement auxiliaire à utiliser dans une fabrication soudée donnée, y compris l'extraction des fumées, les câbles, les équipements de traitement thermique de contrôle de température.
- Identifier les exigences et les installations de manipulation et de stockage des consommables.
- Déduire les exigences relatives à l'ajustage et au pointage du joint

Résultats attendus IWS :

- Décrire les principes d'aménagement d'un atelier pour améliorer la productivité, la sécurité et le confort.
- Décrire les avantages d'utiliser des installations fixes, des montages et des positionneurs.
- Sélectionner le type d'installation, de montage ou de positionneur à utiliser pour une fabrication soudée donnée.
- Sélectionner le type d'équipement auxiliaire à utiliser dans une fabrication soudée donnée, y compris l'extraction des fumées, les câbles, les équipements de traitement thermique de contrôle de température.
- Identifier les exigences et les installations de manipulation et de stockage des consommables.
- Déduire les exigences relatives à l'ajustage et au pointage du joint

Résultats attendus IWP :

- Donner les grandes lignes des principes d'aménagement d'un atelier pour améliorer la productivité, la sécurité et le confort.
- Reconnaître les avantages d'utiliser des installations fixes, des montages et des positionneurs.
- Sélectionner le type d'installation, de montage ou de positionneur à utiliser pour une fabrication soudée donnée.
- Reconnaître le type d'équipement auxiliaire à utiliser dans une fabrication soudée donnée, y compris l'extraction des fumées, les câbles, les équipements de traitement thermique de contrôle de température.
- Donner les grandes lignes des précautions générales liées aux installations de manipulation et de stockage des consommables.
- Donner les grandes lignes des précautions générales liées à l'ajustage et au pointage du joint



4.5. Hygiène et sécurité

Objectif pour IWE, IWT, IWS et IWP :

Comprendre en détail/acquérir une connaissance complète/expliciter les dangers pour la santé et la sécurité associés au soudage et aux techniques connexes ainsi que les techniques pour les réduire.

Domaine	Qualification	IWE	IWT	IWS	IWP
	Heures Recommandées	4	4	3	2
		P1=0	P1=0	P1=0	P1=0
- introduction aux exigences de santé et de sécurité		X	X	X	X
- passage en revue des différents aspects de l'environnement, évaluation du risque		X	X	X	X
- risques liés au courant électrique		X	X	X	X
- champs électromagnétiques		X	X	X	X
- branchement des appareils		X	X	X	X
- problèmes liés aux gaz de protection		X	X	X	X
- les radiations et la protection oculaire		X	X	X	X
- émissions de fumées de soudage		X	X	X	X
- limites d'exposition, valeurs TLV		X	X		
- ventilation et aspiration des fumées		X	X	X	X
- ergonomie		X	X	X	X
- détermination des taux d'émissions acceptables		X	X		
- essais pour mesurer les émissions		X	X		
- niveaux sonores et protection contre le bruit		X	X	X	X
- risques spécifiques aux procédés automatiques		X	X	X	
- normes et règlements		X	X	X	X
Résultats attendus IWE :					
1. Expliquer les risques associés au soudage en ce qui concerne l'électricité, les gaz, les fumées, le feu, la lumière et le bruit.					
2. Interpréter les règlements de Santé et sécurité en ce qui concerne les risques ci-dessus.					
3. Déduire des mesures faites le risque associé avec les opérations de soudage.					
4. Produire des procédures de travail pour être sûr que les exigences sont remplies.					
5. Réaliser des mesures des risques dus au soudage.					
Résultats attendus IWT :					
1. Expliquer les risques associés au soudage en ce qui concerne l'électricité, les gaz, les fumées, le feu, la lumière et le bruit.					
2. Interpréter les règlements de Santé et sécurité en ce qui concerne les risques ci-dessus.					
3. Sélectionner les méthodes appropriées pour réduire chaque type de facteurs de risques liés au soudage.					
4. Produire des procédures de travail pour être sûr que les exigences sont remplies.					
5. Réaliser des mesures des risques dus au soudage.					
Résultats attendus IWS :					
1. Expliquer les risques associés au soudage en ce qui concerne l'électricité, les gaz, les fumées, le feu, la lumière et le bruit.					
2. Interpréter les règlements de Santé et sécurité en ce qui concerne les risques ci-dessus.					
3. Sélectionner les méthodes appropriées pour réduire chaque type de facteurs de risques liés au soudage.					
4. Décrire des procédures de travail pour être sûr que les exigences sont remplies.					
5. Savoir comment réaliser des mesures des risques dus au soudage.					
Résultats attendus IWP :					
1. Expliquer les risques associés au soudage en ce qui concerne l'électricité, les gaz, les fumées, le feu, la lumière et le bruit.					
2. Interpréter les règlements de Santé et sécurité en ce qui concerne les risques ci-dessus.					
3. Citer les risques liés au soudage.					
4. Décrire des procédures de travail pour être sûr que les exigences sont remplies.					



4.6. Mesures, régulation et enregistrements en soudage					
Objectif pour IWE, IWT, IWS et IWP : Comprendre/savoir/citer les exigences de mesure, contrôle et enregistrement durant le soudage et les techniques connexes.					
Domaine	Qualification	IWE	IWT	IWS	IWP
	Heures Recommandées	4	4	4	2
		P1=0	P1=0	P1=0	P1=0
- méthodes de mesure (paramètres électriques, débit de gaz, température, vitesse)		X	X	X	X
- instruments (types, applications de mesure),		X	X	X	X
- températures (ISO 13916), humidité, vent		X	X	X	X
- temps de refroidissement, par exemple $t_{8/5}$		X	X	X	X
- paramètres de soudage (tension, intensité, vitesse, débits de gaz, etc...),		X	X	X	X
- maîtrise du traitement thermique (vitesses de chauffage et de refroidissement),		X	X	X	X
- étalonnage et validation des appareils (ISO 17662)		X	X		
Travaux de laboratoire : IWE, IWT et IWS : 1h sur les 4 heures IWP : 1h sur les 2 heures					
Résultats attendus IWE et IWT : 1. Expliquer les méthodes de mesure utilisées dans la surveillance du soudage et des techniques connexes. 2. Détailler les procédures de travail pour la mesure des paramètres de soudage. 3. Détailler les procédures de travail pour la mesure et le contrôle des opérations de traitement thermique. 4. Détailler les procédures de travail pour l'étalonnage, la validation et le suivi des opérations de soudage.					
Résultats attendus IWS : 1. Décrire les méthodes de mesure utilisées dans la surveillance du soudage et des techniques connexes. 2. Expliquer les procédures de travail pour la mesure des paramètres de soudage. 3. Expliquer les procédures de travail pour la mesure et le contrôle des opérations de traitement thermique. 4. Expliquer les procédures de travail pour l'étalonnage, la validation et le suivi des opérations de soudage.					
Résultats attendus IWP : 1. Répéter les méthodes de mesure utilisées dans la surveillance du soudage. 2. Citer les procédures de travail pour la mesure des paramètres de soudage.					



4.7. Essais non destructifs					
Objectif pour IWE, IWT, IWS et IWP : Comprendre dans le détail/comprendre/expliciter/décrire l'utilisation des essais non destructifs appliqués aux fabrications soudées					
Domaine	Qualification	IWE	IWT	IWS	IWP
	Heures Recommandées	20	10	10	10
		P1=0	P1=0	P1=0	0
- types de défauts de soudures (désignations classification IIS – normes ISO)		X	X	X	X
- critères d'acceptation (par exemple ISO 5817, ISO 10042 et ISO 12062),		X	X	X	X
- principes de base des méthodes de contrôle non destructif (visuel, par ressuage, par magnétoscopie, par courants de Foucault, par émission acoustique, radiographique, par ultrasons, etc...),		X	X	X	X
- domaines d'application et limites,		X	X	X	X
- conception tenant compte des END		X	X	X	X
- étalonnage,		X	X	X	X
- interprétation (radiographies de références de l'IIS)		X	X	X	X
- enregistrement des résultats		X	X	X	X
- sélection correcte des méthodes END en fonction de l'application (par exemple CEN/TR 15135)			X	X	X
- qualification et certification du personnel END		X	X	X	X
- procédures END		X	X		
- utilisation des normes et spécifications		X	X		
- aspects d'hygiène et sécurité liés aux END		X	X	X	X
travaux pratiques de laboratoire (environ 50% du temps). IWE = 10 h. sur les 20 heures IWT, IWS et IWP : 5 h. sur les 10 heures					
Résultats attendus IWE					
1. Expliquer les modes d'action et les principes des méthodes END, leurs avantages et désavantages quand ils sont appliqués aux fabrications soudées.					
2. Expliquer les défauts de soudure, leurs causes et les méthodes de détection.					
3. Interpréter les normes d'acceptation pour les défauts de soudure.					
4. Compréhension des principes de l'interprétation des END.					
5. Détailler les configurations des soudures et la conception pour permettre une application adéquate des méthodes END.					
6. Interpréter la qualification du personnel END.					
7. Reconnaître les aspects sécurité.					
Résultats attendus IWT :					
1. Expliquer les modes d'action et les principes des méthodes END, leurs avantages et désavantages quand ils sont appliqués aux fabrications soudées.					
2. Identifier les défauts de soudure, leurs causes et les méthodes de détection.					
3. Interpréter les normes d'acceptation pour les défauts de soudure.					
4. Identifier des principes de l'interprétation des END.					
5. Choisir les configurations des soudures et la conception pour permettre une application adéquate des méthodes END.					
6. Interpréter la qualification du personnel END.					
7. Reconnaître les aspects sécurité.					
Résultats attendus IWS :					
1. Expliquer les modes d'action et les principes des méthodes END, leurs avantages et désavantages quand ils sont appliqués aux fabrications soudées.					
2. Identifier les défauts de soudure, leurs causes et les méthodes de détection.					
3. Interpréter les normes d'acceptation pour les défauts de soudure.					
4. Identifier des principes de l'interprétation des END.					
5. Choisir les configurations des soudures et la conception pour permettre une application adéquate des méthodes END.					
6. Interpréter la qualification du personnel END.					
7. Reconnaître les aspects sécurité.					
Résultats attendus IWP :					
1. Interpréter les modes d'action et les principes des méthodes END, leurs avantages et désavantages quand ils sont appliqués aux fabrications soudées.					
2. Citer les défauts de soudure, leurs causes et les méthodes de détection.					
3. Interpréter les normes d'acceptation pour les défauts de soudure.					
4. Signaler les configurations des soudures et la conception pour permettre une application adéquate des méthodes END.					
5. Reconnaître les aspects sécurité.					



4.8. Aspects économiques					
Objectif pour IWE, IWT, IWS et IWP : Comprendre en détail/comprendre/savoir/interpréter les aspects économiques des opérations de soudage appliquées aux fabrications soudées.					
<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	IWE	IWT	IWS	IWP
	<u>Heures Recommandées</u>	8	5	2	1
		P1=0	P1=0	P1=0	P1=0
- analyse des coûts du soudage		X	X	X	X
- taux de dépôt		X	X	X	X
- coût de la main-d'œuvre,		X	X	X	
- coût des produits consommables		X	X	X	
- coût du matériel		X	X	X	
- retour sur investissement		X	X	X	
- coût de l'énergie		X	X		
- temps de travail des soudeurs,		X	X	X	X
- calcul des coûts de soudage		X	X	X	
- sensibilisation aux coûts (du travail, consommables, équipement, gaz, énergie, etc)		X	X	X	X
- utilisation de l'informatique, programmes de calcul,		X	X		
- mesures pour réduire les coûts du soudage		X	X	X	X
- mécanisation		X	X	X	X
- automatisation		X	X	X	X
- robotisation		X	X	X	X
Résultats attendus IWE :					
1. Expliquer en détail l'évaluation des coûts associés au soudage.					
2. Calculer le coût des opérations de soudage.					
3. Elaborer des procédures de soudage et de manutention comprenant de la mécanisation et de 4. 4. 4. l'automatisation pour réduire les coûts de production.					
5. Utiliser les logiciels conçus pour le calcul des coûts de soudage.					
Résultats attendus IWT :					
1. Expliquer l'évaluation des coûts associés au soudage.					
2. Calculer le coût des opérations de soudage.					
3. Choisir des procédures de soudage et de manutention comprenant de la mécanisation et de 4. 4. 4. l'automatisation pour réduire les coûts de production.					
4. Utiliser les logiciels conçus pour le calcul des coûts de soudage.					
Résultats attendus IWS :					
1. Décrire les éléments des coûts associés au soudage.					
2. Avoir des connaissances sur le coût des opérations de soudage.					
3. Choisir des procédures de soudage et de manutention comprenant de la mécanisation et de 4. 4. 4. l'automatisation pour réduire les coûts de production.					
Résultats attendus IWP :					
1. Décrire les éléments des coûts associés au soudage.					
2. Décrire des procédures de soudage et de manutention comprenant de la mécanisation et de 4. 4. 4. l'automatisation pour réduire les coûts de production.					
3. Interpréter le temps de travail des soudeurs.					



4.9. Réparations par soudage					
Objectif pour IWE, IWT, IWS et IWP :					
Comprendre en détail/comprendre/citer les problèmes de réparation par soudage à la fois en fabrication et en service.					
<u>Domaine</u>	<u>Qualification</u>	IWE	IWT	IWS	IWP
	<u>Heures Recommandées</u>	2	2	2	2
		P1=0	P1=0	P1=0	P1=0
- spécification du mode opératoire de réparation par soudage		X	X	X	X
- plan de réparation par soudage,		X	X	X	X
- qualification du mode opératoire de réparation par soudage		X	X	X	X
- END des réparations,		X	X	X	X
- précautions spéciales		X	X	X	X
Résultats attendus IWE :					
1. Expliquer en détail les problèmes et les implications liés aux réparations par soudure.					
2. Prédire les risques possibles pouvant se produire en réalisant les soudures de réparation en particulier en service.					
3. Détailler les procédures complètes à appliquer aux réparations par soudure.					
4. Spécifier les qualifications de procédures et de personnel à appliquer aux soudures de réparation.					
Résultats attendus IWT :					
1. Expliquer les problèmes et les implications liés aux réparations par soudure.					
2. Prédire les risques possibles pouvant se produire en réalisant les soudures de réparation en particulier en service.					
3. Détailler les procédures à appliquer aux réparations par soudure.					
4. Spécifier les qualifications de procédures et de personnel à appliquer aux soudures de réparation.					
Résultats attendus IWS :					
1. Expliquer les problèmes et les implications liés aux réparations par soudure.					
2. Prédire les risques possibles pouvant se produire en réalisant les soudures de réparation en particulier en service.					
3. Comprendre les procédures à appliquer aux réparations par soudure.					
4. Spécifier les qualifications de procédures et de personnel à appliquer aux soudures de réparation.					
Résultats attendus IWP :					
1. Expliquer les problèmes des réparations par soudure.					
2. Prédire les risques possibles pouvant se produire en réalisant les soudures de réparation en particulier en service.					
3. Définir des procédures complètes à appliquer aux réparations par soudure.					
4. Citer les qualifications de procédures et de personnel à appliquer aux soudures de réparation.					



4.10. Aptitude à l'emploi					
Objectif pour IWE et IWT : Acquérir une compréhension de la nécessité d'avoir et d'utiliser des techniques d'évaluation critique en ingénierie.					
	Qualification	IWE	IWT	IWS	IWP
	Heures Recommandées	2	1	0	0
Domaine		P1=0	P1=0	P1=0	P1=0
- introduction au document IIW/IIS-SST 1093-8, et à l'ISO/TR 15235		X	X		
- nocivité des défauts,		X	X		
- évaluation critique d'ingénierie.		X	X		
Résultat attendu IWE :					
1 Expliquer les principes de l'aptitude à l'emploi.					
2. Décrire en détail l'effet de la dimension d'un défaut, de sa morphologie et de sa position sur l'intégrité de la structure.					
3. Expliquer les méthodes typiques pour la conduite d'une évaluation critique d'ingénierie d'une structure soudée.					
Résultat attendu IWT :					
1 Expliquer les principes de l'aptitude à l'emploi.					
2. Décrire en détail l'effet de la dimension d'un défaut, de sa morphologie et de sa position sur l'intégrité de la structure.					
3. Expliquer les méthodes typiques pour la conduite d'une évaluation critique d'ingénierie d'une structure soudée.					
Résultat attendu IWS et IWP :					
Non applicable					

4.11. Etude de cas concrets					
Objectifs pour IWE, IWT et IWS : Comprendre et être capable de réaliser les tâches associées au soudage en ce qui concerne la fabrication de produits soudés 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.					
	Qualification	IWE	IWT	IWS	IWP
	Heures Recommandées	40	28	14	0
Domaine		P1=0	P1=0	P1=0	P1=0
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.		X	X	X	
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					
Résultats attendus :					
Non applicable					

Module 4. Fabrication, fonctionnement et exploitation des constructions soudées

Module 4	IWE		IWT		IWS		IWP	
	MT	P1*	MT	P1*	MT	P1*	MT	P1*
Heures de cours	110	0	80	0	53	0	28	0

* P1 = Partie 1, heures données sous P1 pour la route standard (voir 4.1)



1.2 Formation Théorique IWS 0

Le Module IWS 0 a pour but de faire acquérir les connaissances techniques de base qui manquent en général aux candidats entrants par la Route 3 comparé aux participants entrants par la Route 1 et 2 . Il permet à des travailleurs professionnels et à des Praticiens Internationaux en Soudage d'obtenir la Qualification de Spécialiste International en Soudage.

Le Module IWS 0 contient les sujets suivants :

	Heures de cours
0.1 Introduction	1
0.2 Unités de mesure	2
0.3 Calcul Industriel	12
0.4 Dessin Industriel	12
0.5 Bases d'Electro- Technique	6
0.6 Bases de Chimie	2
0.7 Bases de Métallurgie	8
0.8 Produits métalliques	2
0.9 Usinage des matériaux	2
0.10 Mécanique	10
0.11 Calcul des contraintes	10
0.12 Techniques d'assemblage	2
0.13 <u>Contrôle des procédés de Soudage</u>	<u>2</u>
	71

Formation Théorique IWS 0

	Heures de cours
0.1 <u>Introduction</u>	<u>1</u>

Objectifs :

Etre informé sur le système d'éducation de l'IIW et sur le travail d'un IWS qualifié.

Etendue :

Rappel des connaissances de base

Information sur le système d'éducation et de formation de l'IWS

Système d'éducation et de formation de l'IIW

Rôle et responsabilité de l'IWS conformément au profil Standard

Etude du contenu de ce module

Résultats attendus :

1. Expliquer le raisonnement pour le contenu du module IWS 0
2. Rappel des connaissances de base
3. Fournir l'information sur le système de formation et d'éducation d'un IWS
4. Expliquer le rôle d'un IWS certifié en rapport avec les normes (par exemple ISO 3834).



0.2 Unités de mesures

2

Objectifs :

Acquérir une connaissance pratique du système métrique de mesure, c.a.d. le Système d'Unités de Mesure International (SI) relatif au soudage.

Etendue :

Unités de longueur et de surface, unités d'angle, unités de base du Système International
Temps et unités dépendantes du temps, unités dérivées du Système International.

Résultats attendus :

1. Lister toutes les unités de base du système SI et leur symbole pour la longueur, la masse, le temps, le courant électrique, la tension, la température, les angles plans et toutes unités couramment utilisées relatives au soudage
2. Lister toutes les unités dérivées et leur symbole pour les surfaces, la densité, l'énergie, les forces, la fréquence, la puissance, la pression, le volume, la vitesse linéaire, et toutes unités couramment utilisées relatives au soudage
3. Lister les facteurs multiplicatifs, les indices et leurs symboles les plus communs.

0.3 Techniques de calcul

12

Objectifs :

Démontrer comment réaliser des calculs relatifs au soudage mettant en œuvre différentes combinaisons d'opérations mathématiques, puissance, racine, logarithmes, fonctions trigonométriques de base, équations, variables incluant les mesures linéaires, angulaires et de temps.

Etendue :

Opérations simple de mathématique telles qu'addition, soustraction, multiplication, division, puissance, racine, calcul de pourcentage, règle de trois.

Utilisation de calculatrice.

Equation, résolution d'équation.

Calcul de longueur, surface et volume.

Fonctions trigonométriques

Calculs impliquant les technologies du soudage.

Résultats attendus :

1. Montrer des exemples d'opérations mathématiques d'addition, soustraction, multiplication et division de tout nombre de signe différents, décimal et fractions de paramètres de soudage.
2. Montrer des exemples de mises à la puissance 0, 1, 2, ... d'un nombre incluant 10
3. Montrer des exemples de racine carré de nombre supérieur à 1 et moins de 1
4. Montrer des exemples d'équation linéaires du premier degré et comment cette équation peut être réarrangée, manipulée et résolue.
5. Expliquer les représentations des fonctions trigonométriques de base : Sinus, cosinus et tangente en terme de ratios d'un côté d'un triangle rectangle
6. Montrer des calculs relatifs au soudage, mettant en œuvre différentes combinaisons d'opérations mathématiques, puissance, racine, trigonométrie de base, et équations.
7. Montrer l'usage d'une calculatrice pour les calculs ci-dessus et les fonctions.

**0.4 Dessin Industriel****12****Objectifs :**

Lire, comprendre et réaliser des dessins industriels de base relatifs à la technologie du soudage.

Etendue :

Formats, lignes, caractères, échelles, normographes

Croquis de pièces plates

Dessins

Projections, coupes

Développement plan de formes

Pièces avec lignes cachées, hachures

Symboles, taille des lignes

Dessins de diagrammes

Résultats attendus :

1. Lister toutes les aides au dessin et leur usage
2. Indiquer les formes de base des lettres et des caractères numériques et leur usage
3. Illustrer les différents types de lignes et leur usage
4. Expliquer l'usage et les indications d'échelle dans les dessins d'ingénierie
5. Illustrer les formats des feuilles de dessins
6. Lister les symboles de dimensionnement et illustrer les moyens de dimensionnement commun
7. Expliquer les symboles et les méthodes de coupe et illustrer différentes vues en coupe
8. Lister les symboles de base du soudage à l'arc et sous atmosphère gazeuse et leur utilisation
9. Illustrer les symboles standard en soudage et leur utilisation sur des soudures réelles.
10. Expliquer les accostages et les tolérances relatives aux structures soudées.

0.5 Electrotechnique de base**6****Objectifs :**

Acquérir les connaissances de base en électricité et en électromagnétisme en relation aux exigences de la technologie du soudage

Etendue :

Base de l'électricité et du magnétisme

Loi d'Ohm

Circuits série et parallèle

Polarité, Courant continu (DC), courant alternatif, (AC), demie onde et onde pleine

Composant de circuit et leurs symboles

Circuits simples

Champs magnétiques dus au passage du courant dans les conducteurs

Forces magnétiques sur des charges en mouvement

Magnétisme en soudage

Bobines et transformateurs

Circuits et diagrammes de connexions

Résultats attendus :

1. Décrire brièvement la structure atomique, l'électron, proton, la charge électrique, le courant en tant que charge en mouvement, la différence de potentiel, les polarités positives et négatives, la résistance en opposition au courant, la direction du courant, le courant continu, le courant alternatif, les sources d'électricité et les types usuels de résistance.



2. Définir le Volt en tant qu'unité de différence de potentiel, l'Ampère comme unité de courant, Ohm comme unité de résistance, et le Coulomb comme unité de charge
3. Expliquer la loi d'Ohm, les variations de courant avec tension et résistance et l'application de la loi d'Ohm tant sur des circuits en DC qu'en AC
4. Expliquer la puissance électrique, les formules de puissance, la dissipation de puissance dans les résistances, le Watt en tant qu'unité de puissance électrique et le kilowattheure en tant qu'unité pratique de puissance
5. Lister les principaux composants d'un circuit et leurs symboles
6. Expliquer l'effet d'un circuit ouvert et d'un court-circuit
7. Montrer comment déterminer la résistance totale et la puissance totale de circuits de résistances en série et en parallèle
8. Décrire le courant alternatif et la forme d'onde sinusoïdale d'un circuit 50 Hz AC et d'un ligne triphasée AC
9. Définir les valeurs de crête et les valeurs efficaces (RMS) pour chaque courant ou tension
10. Monter des exemples de circuits résistifs série, parallèle, et série parallèle simples en courant alternatifs
11. Expliquer le circuit de base du soudage à l'arc
12. Expliquer le fonctionnement de voltmètres, ohmmètres et multimètres y compris les multimètres digitaux et leurs applications relatives au soudage
13. Expliquer la présence d'un champs magnétique autour d'un courant électrique
14. Expliquer la déviation d'un arc de soudage en terme de force magnétique sur des charges électriques en mouvement
15. Expliquer l'action de la self d'inductance et du transformateur

0.6 Bases de chimie

2

Objectifs :

Acquérir les connaissances de base en chimie et comprendre les réactions chimiques dans les procédés de soudage, les procédés de fusion et l'analyse chimiques des soudures.

Etendue :

Eléments chimiques

Simple réactions

Résultats attendus :

1. Lister tous les éléments chimiques et leurs symboles en ingénierie des aciers, de l'aluminium, du nickel et du cuivre, et leurs alliages
2. Expliquer les réactions chimiques et leurs représentations par les équations chimiques avec des exemples de réactions chimiques dans la fabrication des aciers et les procédés de soudage
3. Expliquer brièvement l'analyse chimique du métal fondu et du métal d'apport
4. Lister les différents types d'acier au carbone, faiblement et fortement alliés, et leur composition chimique

**0.7 Métallurgie de base****8****Objectifs :**

Acquérir la connaissance de la propriété des métaux en particulier ferreux et non ferreux. Etre informé sur les processus de production des aciers et des métaux non ferreux. Connaître les effets des principales impuretés de l'acier.

Etendue :

Structure des métaux

Propriétés physiques

Différence entre matériaux métalliques et non métalliques et leur combinaison

Métaux ferreux et non ferreux

Différences dans les principales propriétés physiques et leur influence sur le soudage

Effets du Cr, Ni, Si, S, P, N, H, dans les aciers

Production de l'acier

Production de l'aluminium et du cuivre

Effets du carbone dans la produits en acier

Résultats attendus :

1. Lister les unités des principales propriétés
2. Expliquer le terme cristal et amorphe
3. Connaître les effets de S, P, N, et H
4. Expliquer la différence entre les aciers austénitiques et ferritiques
5. Connaître quels types de matériaux ont une limite d'élasticité définie
6. Savoir comment les propriétés mécaniques sont déterminées
7. Acquérir la connaissance des principaux procédés de fabrication des aciers
8. Pouvoir connaître la différence entre les principales propriétés de l'acier et de l'aluminium

0.8 Produits métalliques**2****Objectifs :**

Etre capable d'expliquer les méthodes de fabrication des tôles, profilés, barres, moulés, forges et extrusions. Comprendre les effets des différentes méthodes de production concernant le soudage.

Etendue :

Les différentes méthodes de production des tôles , profilés, barres, fontes, forges et extrusion

Les effets des méthodes de production sur les procédés de soudage

Résultats attendus :

1. Lister les principaux types de produits métalliques
2. Reconnaître les différents produits et connaître les termes corrects
3. Expliquer les effets des méthodes de production sur le soudage
4. Expliquer pourquoi les différentes propriétés dépendent de la méthode de production
5. Connaître les effets spéciaux des moulés pour le soudage
6. Etre capable d'identifier la description des matériaux.

0.9 Usinage des matériaux**2****Objectifs :**

Etre informé sur les différentes méthodes d'usinage des métaux, alliages ferreux et non ferreux.

Etendue :

Sciage, coupage, estampage, perçage, formage, usinage et coupage thermique

Résultats attendus :

1. Connaître les plus importantes méthodes d'usinage des métaux



2. Etre capable de décrire les différences entre les méthodes de coupage et non coupage
3. Lister les méthodes non coupantes pour l'usinage des métaux
4. Lister les principales méthodes de coupage
5. Lister les méthodes thermiques pour les alliages ferreux et non ferreux

0.10 Technique de la mécanique 10**Objectifs :**

Etre capable de calculer les forces, les contraintes et les moments dans les sections.
Reconnaître la différence entre un système statique défini et indéfini.

Etendue :

Unités de force
Base de statique
Systèmes statiques
Description des forces
Dimension des forces
Décomposition et rassemblement des forces
Echelle de force
Moment et équilibre
Supports
Axes principaux
Systèmes de coordonnées

Résultats attendus :

1. Détermination de moments de torsion simples
2. Calcul des forces support
3. Détermination des forces de torsion
4. Graphique de décomposition des forces
5. Signe de la force résultante à partir de plusieurs forces concourantes en un point
6. Reconnaître si le système est défini ou indéfini

0.11 Calcul des forces 10**Objectifs :**

Comprendre la différence entre efforts statiques et résistance des matériaux. Savoir ce qui est déterminé par un essai de traction. Connaître les différentes sortes de profilés

Etendue :

Allongement, flexion
Surface des sections de coupe
Moment d'inertie, module de section
Calcul des contraintes
Stabilité des pièces
Différentes sections de coupe
Flexion des profilés et des châssis

Résultats attendus :

1. Etre capable de tracer un diagramme d'essai de traction
2. Etre capable de décrire un diagramme d'essai de traction
3. Calculer/vérifier une tension
4. Calculer un module de section
5. Calculer un moment d'inertie
6. Calculer une section de coupe

**0.12 Assemblage des éléments****2****Objectifs :**

Connaître la différence entre le transfert des forces par assemblage élastique, adhérence des matériaux, force d'adhérence et formes d'adhérence et les autres possibilités d'assemblage des matériaux.

Etendue :

Assemblage démontable et non démontable

Assemblage vissé

Transfert des forces par adhérence de forme, contraintes d'assemblage des matériaux élastiques

Assemblage mécanique (par exemple. rivetage, clavetage, ressorts, ...)

Brasage, soudo-brasage

Soudage

Résultats attendus :

1. Lister les différentes possibilités d'assemblage des éléments
2. Connaître les principaux procédés de soudage
3. Etre capable d'expliquer les trois procédés de fusion.

0.13 Revue des procédés de soudage**2****Objectifs :**

Avoir une approche des procédés de soudage

Etendue :

Soudage

Classement des procédés de soudage

Soudage par fusion

Soudage par résistance

Soudage par énergie (friction)

Soudage du plastique

Résultats attendus :

1. Lister les principaux procédés de soudage par fusion
2. Lister les procédés de soudage par résistance
3. Lister les énergies des procédés de soudage
4. Etre capable d'expliquer la différence entre soudage et brasage
5. Etre capable d'expliquer les termes adhésion et cohésion

TOTAL :**71 heures**



1.3 Formation pratique Partie 2

I.3.1 Pour IWE, IWT et IWS

Cette partie n'a pas pour objectif de donner à l'ingénieur/technologue/spécialiste soudeur tout le savoir faire pratique du soudage, mais plutôt de lui faire acquérir les connaissances indispensables à la maîtrise des différents procédés de soudage. Les étudiants doivent se familiariser le plus possible avec les difficultés et les défauts typiques inhérents à une mise en œuvre incorrecte des différents procédés de soudage. Durant leurs travaux pratiques, les étudiants sont guidés par des moniteurs soudeurs expérimentés.

<u>Formation pratique</u>	Heures
- soudage et découpage oxyacétylénique	6*
- soudage manuel avec électrode enrobée,	10*
- soudage TIG,	10*
- soudage MIG/MAG + soudage arc avec fil fourré.	14*
<u>Démonstrations des procédés</u>	20
- gougeage,	
- brasage,	
- soudage au plasma,	
- coupage au plasma,	
- soudage sous flux,	
- soudage par résistance,	
- soudage par friction,	
- soudage par faisceau d'électrons,	
- soudage au laser,	
- autres procédés.	
Total des heures :	60

*Les candidats peuvent être dispensés par l'ATB de l'instruction pratique d'un ou de plusieurs procédés de soudage quand ils peuvent démontrer qu'ils ont une expérience pratique et/ou qu'ils ont reçu une formation dans ce ou ces procédés.

Les travaux de laboratoire prévus dans les modules 1 à 4 de la partie théorique viennent en supplément ; ils ont généralement lieu à un stade ultérieur de la formation théorique.



I.3.2 Pour IWP

La formation pratique doit être faite sur une base individuelle.

Les principaux procédés sont : arc manuel avec électrodes enrobées, MIG/MAG, fil fourré, TIG et soudage oxyacétyléniques. 40 heures doivent être réservées pour accroître les connaissances du stagiaire et son habileté manuelle dans les autres matériaux appropriés à son procédé de soudage principal. Cette formation doit se terminer avec un examen pratique portant sur deux groupes de matériaux (selon ISO 9606 ou des normes nationales). Pour le soudage MIG seul le groupe 22 est approprié, pour le soudage chalumeau les seuls groupes 1.1 et 1.2.

Si un stagiaire peut démontrer une habileté opératoire et une compréhension du soudage de différents matériaux, il est admis qu'il passe l'examen pratique sur ces matériaux sans formation préalable.

Les pièces types et les positions de soudage sont données dans le tableau 1. Les pièces d'essai doivent être soudées d'un seul côté sans support envers, excepté pour l'aluminium où un support est autorisé. Chaque ANB travaillera sur un tableau similaire basé sur les normes nationales comparables.

Des certificats de qualifications nationaux valides sont acceptés en lieu et place des examens pratiques du tableau 1.

Tableau 1 : pièces d'essai et positions de soudage recommandées pour les examens pratiques

Les dimensions données dans le tableau sont recommandées / proposées, mais pas obligatoires, d'autres dimensions sont acceptées.

Procédés de soudage		Essais		
ISO/EN 9606/287	ISO/EN 9606/287	Groupe de matériau (ISO TR 15608)	position de soudage	dimension des pièces
MMA	111	1,	PF/BW	6,0-13,0
		3	PF/BW	6,0-13,0
		4, 5, 6	H-L045 BW	Ø60,3 à Ø 114,3 3,9 à 7,11
		7	PB/FW	6,0-13,0
		8	PB/FW	6,0-13,0
TIG TIG	141	1	H-L045 BW	Ø60,3 à 114,3 3,9 à 7,11
		3	PF/BW	2,0 à 6,0
	141	4, 5, 6	H-L045 BW	Ø60,3 à 114,3 3,9 à 7,11
		7	PB/FW	2,0 à 6,0
		8	H-L045 BW	Ø60,3 à 114,3 3,9 à 7,11
		22	PF/BW	2,0-6,0
MIG	131	22	PF/BW	6,0-13,0
MAG (et/ou avec fil fourré)	135 (136)	1	PF/BW	6,0-13,0
		8	PB/BW	6,0-13,0
FCAW (fil fourré seulement)	136	1	PF/BW	6,0-13,0
		8	PB/BW	6,0-13,0
		3	PA/FW	6,0-13,0
GAZ	311	1	H-L045 BW	Ø60,3 à 114,3 3,9 à 7,11



20 heures doivent être réservées pour donner au stagiaire les bases pour la compréhension des possibilités et des limites des autres procédés de soudage mentionnés au tableau 1. L'objet de cette formation est seulement destiné à démontrer les possibilités et les limites de ces procédés, et aucun examen pratique n'est requis. Si le stagiaire peut démontrer à l'établissement de formation son habileté et sa compréhension des autres procédés, il peut être exempté de cette formation.

Critères d'acceptation pour l'examen pratique :

La qualité du soudage est remplie si les exigences d'inspection visuelle sont conformes à l'ISO 9606 ou à des niveaux comparables définis dans les normes nationales de qualification des soudeurs utilisées dans les pays des membres du groupe A de l'IAB de l'IIW. Un certificat de qualification de soudeur peut être attribué.



SECTION II : EXAMEN ET QUALIFICATION

Note : Autres règles et procédures sont couvertes par le document IAB-001-2000/EWF-416

1. Introduction

Ce guide cherche à poursuivre l'harmonisation et à avoir un standard commun pour l'examen et la qualification internationale des ingénieurs soudeurs professionnels. Les organisations nationales en soudage, membres de l'IIW, reconnaissent mutuellement les Diplômes délivrés dans un des Pays Membres aux Ingénieurs/Technologues/Specialistes/Praticiens Internationaux en Soudage, à la suite d'un examen conduit conformément à ce guide.

L'éducation doit avoir été faite conformément au guide "Ingénieur International en Soudage", et l'examen dirigé par l'Organisme National Autorisé par l'IIW dans ce but.

L'"Organisme National Autorisé" est normalement l'organisation nationale en soudage, mais peut être un autre organisme en accord avec le membre IIW.

2. Agrément du cours de formation (pour IWE, IWT, IWS et IWP)

Tout cours conduisant à un examen IIW doit être agréé par l'Organisme National Autorisé. Le nombre d'enseignants requis pour dispenser les cours doit être suffisant pour garantir que la connaissance essentielle spécialisée et l'expérience industrielle pour couvrir tous les sujets du cours est représentée d'une manière adéquate dans l'équipe d'enseignants ou de conférenciers.

3. Jury d'examen

a) Un jury d'examen, agissant pour compte de l'ANb supervise les examens. De cette manière, l'indépendance, l'intégrité et l'honnêteté du système d'examen sont maintenus

4. Admission à l'examen

L'admission à l'examen conduisant à la délivrance du Diplôme d'Ingénieur/Technologue/Specialiste/Praticien International en Soudage doit être réservé à ceux :

- a) qui remplissent les exigences minimales spécifiées dans le répertoire des conditions d'accès
et
- b) route standard : qui ont suivi, au moins à 90%, un cours agréé par l'ANB selon le présent guide. Les dérogations sont laissées à l'initiative de l'ANB.
- c) qui ont suivi un cours par enseignement à distance approuvé par l'ANB et remplissant les exigences du guide IAB 195-2004.
- c) route alternative : qui ont satisfait à l'évaluation détaillée de l'ANB.

5. Procédures d'examen

Ce guide définit des exigences minimales pour les examens. Les ANb sont libres d'en faire plus si elle le désirent.

Les procédures d'examen décrites ci-dessous ont pour but de tester les connaissances du candidat et sa bonne compréhension des différentes situations en technologie du soudage. Il doit y avoir un examen écrit et un examen oral pour chacun des modules suivants :

- a) procédés et équipements de soudage
- b) matériaux et leur comportement pendant le soudage



- c) conception et calcul
- d) fabrication et applications d'ingénierie

5.1. Examen écrit

Au choix du Jury d'Examen, l'examen doit comprendre :

- a) une série de questions rédactionnelles couvrant l'ensemble du module
ou
- b) une série de questions à choix multiple couvrant l'ensemble du module
ou
- c) une combinaison de a) et de b)

Le temps imparti à l'examen écrit doit être au minimum de :

- niveau IWE : 2 heures par module, c'est à dire 8 heures en tout.
- niveau IWT : 1,5 heure par module, c'est à dire 6 heures en tout.
- niveau IWS : 1,0 heure par module, c'est à dire 4 heures en tout.
- niveau IWT : 2 heures au total pour les 4 modules.

5.2. Examen oral

L'examen oral n'est obligatoire que pour le niveau IWE. Pour les autres niveaux de formation, l'examen oral est à la discrétion du jury d'examen, excepté dans le cas de notes limites, où il devient obligatoire.

L'examen oral est destiné pour tester la compréhension et l'habileté de raisonnement dans le domaine du soudage.

Pour le niveau IWE, le temps total imparti à l'examen oral, couvrant les quatre modules, doit être au minimum de 1 heure par candidat.

Les candidats IWE obtenant plus de 75% de la note maximale à l'examen écrit dans l'un des modules peuvent être dispensés de l'examen oral dans ce module.

5.3. Examen pratique

L'examen pratique ne s'applique qu'au niveau de qualification IWP. Il doit être réalisé tel que décrit en I.3.2.

6. Résultats à obtenir

Les examens écrits et oraux doivent normalement avoir la même importance (50%), mais la part de l'examen oral peut, à la discrétion du Jury d'Examen, représenter entre 40 et 60 % de l'examen. Ceci doit être annoncé avant le début de l'examen.

Pour être reçus à l'examen, les candidats doivent obtenir au moins 60% de la note maximale dans chaque module.

L'examen dans les quatre modules doit être complet dans une période de 3 ans à partir de la date de l'examen dans le premier module.



Si un candidat rate un examen, les parties individuelles de l'examen dans les cours IWE/IWT/IWS/IWP réussies restent valables pendant une période de 3 ans. Cette période peut être étendue par décision du Chef Auditeur s'il n'a pas été possible à l'ANB d'organiser les examens de rattrapage nécessaire dans la période de 3 ans.

7. Nouvel examen et procédure d'appel

Un échec dans un des modules de l'examen exige un nouvel examen uniquement dans le module raté. Les nouveaux examens doivent être passés dans un délai de 2 semaines à 15 mois à compter de l'examen initial et, dans le cas d'un second échec, un nouvel examen est permis dans un délai de 1 à 15 mois à compter de la date du second examen. Un échec dans ce troisième examen implique que le candidat doit suivre à nouveau le cours du ou des modules ratés et les examens des quatre modules, indépendamment du fait qu'il/elle a réussi les examens des autres modules. Les candidats pensant avoir subi une injustice pendant l'examen ont le droit de faire appel auprès de l'ANB.

8. Diplômes Internationaux en Soudage

Après la réussite à l'examen, un Diplôme est délivré au candidat par l'ANB.

9. Période transitoire

Tous les arrangements transitoires nationaux sont publiés dans le répertoire IAB des arrangements transitoires, doc. IAB-021-2000

Les arrangements spécifiques à chaque pays pour la période transitoire sont approuvées par le Groupe B et peuvent être obtenus auprès de chacune des ANB.

Une ANB peut proposer des arrangements transitoires pendant 3,5 ans à compter de la date d'approbation par l'IAB groupe B. Si un ANB désire changer la période des arrangements transitoires, il doit obtenir l'approbation du groupe B.

Les ingénieurs/technologues/spécialistes/praticiens soudeurs en activité sont éligibles pour la délivrance du Diplôme d'IWE/IWT/IWS/IWP s'ils peuvent démontrer à l'ANB que l'ensemble de leur formation théorique et pratique et de leur expérience dans le domaine du soudage leur a permis d'acquérir un niveau de connaissance équivalent aux exigences de l'IIW et s'ils remplissent les exigences de l'ANB définies dans le répertoire des arrangements transitoires.

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

1. Les candidats doivent posséder la qualification de base et l'expérience défini dans le guide approprié et dans le répertoire des conditions d'accès, Doc. IAB-020-2000.
2. Les diplômes peuvent être attribués dans des conditions transitoires dans les cas suivants :
 - a) par l'ANB dans le pays dans lequel le candidat a reçu sa formation qualifiante en soudage
 - ou
 - b) par l'ANB dans le pays dans lequel le candidat pratique couramment, après avoir pris contact avec l'ANB du pays dans lequel la qualification initiale a été émise.



ANNEXE I

Exigences concernant l'équipement et les échantillons nécessaires pour les cours IWE/IWT, IWS et IWP conduisant à l'attribution d'un diplôme IIW

1. Equipements

Les équipements suivants doivent être en bon état de fonctionnement et fiable :

1.1 Equipements de soudage

L'équipement pour des exercices pratiques en soudage doit être disponible pour les procédés suivants :

- Arc manuel avec électrodes enrobées
- Soudage MIG
- Soudage MAG
- Soudage TIG
- Soudage au chalumeau
- Coupage au chalumeau

Les autres procédés de soudage couverts par le programme peuvent être montrés par des démonstrations ou des présentations vidéos.

1.2 Autres équipements

Les équipements pour les essais mécaniques, les examens métallographiques et les contrôles non destructifs doivent être disponibles à la fois pour des démonstrations et des travaux de laboratoire.

2. Echantillons

Une collection de référence d'échantillons bien documentés, préparés et polis doivent refléter les procédés couverts par le guide et il doit y avoir au moins un échantillon par procédé.

Il est préférable que ces échantillons couvrent plusieurs matériaux et plusieurs épaisseurs.



ANNEXE II

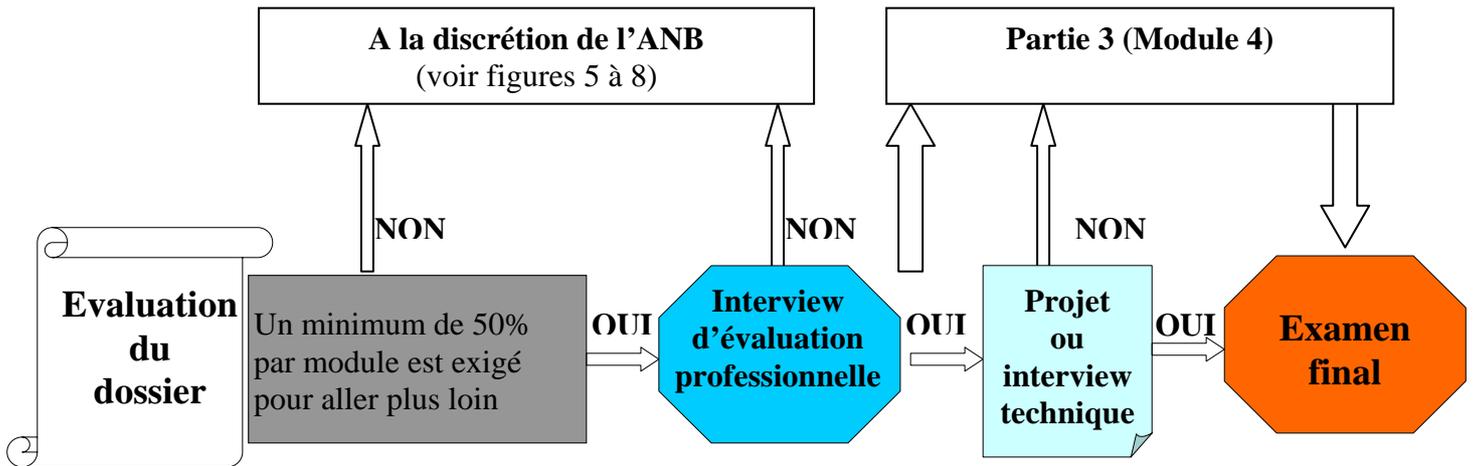
Abréviations pour les procédés

Les abréviations suivantes utilisées dans le document montrent la relation entre la désignation ISO et les abréviations utilisées en Europe ou aux USA.

ISO 4063	Abréviations en Europe (EA) Et en Amérique (AA)		Nom complet
	EA	AA	
111	EA	MMA	Soudage à l'arc manuel avec électrodes
	AA	SMAW	Soudage à l'arc avec électrodes enrobées
114	EA	FCAW	Soudage à l'arc avec fil fourré sans protection gazeuse
	AA	FCAW	Soudage à l'arc avec fil fourré
12	EA	SAW	Soudage à l'arc submergé
	AA	SAW	Soudage à l'arc submergé
13	EA	GMAW	Soudage à l'arc sous protection gazeuse
	AA	GMAW	Soudage à l'arc sous gaz
131	EA	MIG	Soudage sous gaz inerte avec fil électrode en métal
	AA	GMAW	Soudage sous gaz avec fil électrode en métal
135	EA	MAG	Soudage sous gaz actif avec fil électrode en métal
	AA	GMAW	Soudage sous gaz avec fil électrode en métal
136	EA	MAG	Soudage à l'arc avec fil fourré avec protection de gaz actif
	AA	FCAW	Soudage à l'arc avec fil fourré
137	EA	FCAW	Soudage à l'arc avec fil fourré avec protection de gaz inerte
	AA	FCAW-S	Soudage à l'arc avec fil fourré
141	EA	TIG	Soudage sous gaz inerte avec électrode de tungstène
	AA	GTAW	Soudage sous gaz avec électrode de tungstène
21	EA		Soudage par point
	AA	RSW	Soudage par résistance par point
25	EA		Soudage bout à bout par résistance
	AA	RSEW	
3	EA		Soudage au gaz
	AA	OFW	Soudage oxy gaz
311	EA		Soudage oxyacétylénique
	AA	OAW	Soudage oxyacétylénique
81	EA		Coupage à la flamme
	AA	OFC	coupage Oxy gaz
86	EA		Gougeage à la flamme
	AA		Gougeage thermique

ANNEXE III
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 (Figure 9).


Figure 9 Evaluation détaillée de l'ANB
L'évaluation détaillée de l'ANB commence par

- une évaluation détaillée des pièces du dossier (check list avec points)
- une interview d'évaluation professionnelle conçue pour tester la compréhension et l'habilité de raisonner en technologie du soudage selon les programmes des guides appropriés de l'IIW
- un projet ou une interview technique pour tester l'application logique des connaissances selon les programmes du module 4 des guides appropriés de l'IIW

La séquence de cette évaluation doit être déterminée par l'ANB. Il est de la discrétion de l'ANB de terminer l'évaluation et renvoyer le candidat sur la route standard.

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

Modules	Cadre des exigences (nombre max. de points) pour :	
	IWE et IWT	IWS et IWP
Module 1 : procédés de soudage et équipements	22	22
Module 2 : les matériaux et leur comportement pendant le soudage	21	15
Module 3 : construction et conception	19	11
Module 4 : Fabrication, applications d'ingénierie	22	20
Total :	84	68



Le détail des points est attribué comme suit pour les modules 1, 2, 3 et 4:

Module 1 : Procédés et équipements de soudage	Nombre maximal de points		
	IWE et IWT	IWS	IWP
111 - MMA	3	3	4
141 - TIG et 15 - Plasma	2	2	2
131 - MIG	2	2	2
135 - MAG	2	2	2
114, 136 et 137 - procédés à fil fourré	3	3	3
91, 93 et 97 - procédés de brasage	2	2	0
81, 82 et 83 - Coupage thermique	2	2	3
12 - SAW	3	3	3
Autres procédés	3	3	3
Total :	22	22	22

Module 2 : Matériaux (selon CR ISO/R 15608) et leur comportement pendant le soudage	Nombre maximal de points		
	IWE et IWT	IWS	IWP
Aciers - groupes 1 - 3 et 11	4	4	6
Aciers au Cr-Mo- et au vanadium groupes 4 - 6	2	1	1
Aciers ferritiques et martensitiques groupe 7	3	2	2
Aciers austénitiques et aust./fer. groupes 8 et 10	4	2	3
Aciers alliés au Ni max 10% Ni groupe 9	1	1	1
Aluminium et alliages groupes 21 - 26	3	2	2
Cuivre et alliages groupes 31 - 38	1	1	0
Nickel et alliages groupes 41 - 48	1	1	0
Ti, Zr et alliages groupes 51-54 et 61-62	1	0	0
Fontes groupes 71 - 76	1	1	0
Total :	21	15	15

Module 3: Construction et conception	Nombre maximal de points		
	IWE et IWT	IWS	IWP
Efforts et contraintes	5	2	0
Conception des structures soudées – chargement statique	3	3	4
Conception des structures soudées – chargement dynamique	3	1	2
Conception du joint & principes de conception des structures soudées	4	4	5
Conception des structures en aluminium et ses alliages	4	1	0
Total :	19	11	11

Module 4: Fabrication, applications en ingénierie	Nombre maximal de points	
	IWE et IWT	IWS et IWP
Assurance qualité en fabrication soudée	4	3
Contrôle qualité pendant la fabrication	3	3
Contraintes et déformation en soudage	4	4
Installations d'atelier, gabarits et installations de soudage	2	2
NDT	3	3
Economie	2	1
Santé et sécurité	2	2
Réparations par soudage	2	2
Total :	22	20

Au minimum le candidat doit obtenir **50% des points** dans chaque module pour être admis à l'évaluation orale.



Note : si un candidat possède une certification à un niveau approprié, couvrant le module, il est à la discrétion de l'ANB d'accepter que cela donne 50%.

Certificat de qualification de soudeur (pour IWP seulement)

Un minimum de deux certificats de qualification de soudeur en cours de validité correspondant à la section I paragraphe 6 de la route standard doit servir de preuve dans l'évaluation documentaire.

b) Interview d'évaluation professionnelle

L'interview d'évaluation professionnelle est destinée à tester la compréhension et l'habilité à raisonner dans le domaine du soudage en rapport avec le programme du guide IIW approprié.

Durée minimale de l'interview professionnelle			
Niveau IWE	Niveau IWT	Niveau IWS	Niveau IWP
1 heure	45 minutes	30 minutes	30 minutes

Un/une candidat(e) atteignant un nombre de points supérieurs à 75% du maximum possible de points lors de l'évaluation documentaire, peut être dispensé de l'interview professionnelle dans ce module .

Toutefois le temps total minimal ne doit pas être inférieur à la moitié du temps stipulé dans le tableau ci-dessus pour le guide approprié.

Si l'ANB décide que le candidat peut quitter l'évaluation détaillée après l'interview d'évaluation professionnelle mais avant le projet ou l'interview technique, le candidat doit au minimum suivre un module 4 (fabrication et applications d'ingénierie) de la route standard. Après que le/la candidat(e) ait suivi le module 4, il/elle est autorisé à passer l'examen final.

c) Projet ou interview technique

L'ANB propose au candidat de développer un projet et de discuter un rapport final de projet incluant une partie pratique **ou** être évalué via une interview technique. Chacune de ces voies d'évaluation est expliquée ci-dessous.

c.1) Projet

Le projet consiste en un travail en forme d'étude de cas conçue pour être réalisée dans un nombre d'heures spécifiques dépendant du niveau de qualification du candidat (temps alloué). Le projet doit être terminé dans un délai autorisé (temps maximal permis) qui correspond aussi au niveau de qualification du candidat. Selon la possibilité du candidat l'étude peut également être terminée dans un temps plus court.

L'étude de cas peut également être réalisée par une équipe d'étude avec un maximum de 7 participants. Toutefois le rapport final et sa présentation doivent être réalisés par les candidats examinés individuellement.

Conditions de temps	Niveau de qualification			
	IWE	IWT	IWS	IWP
Temps alloué	80 heures	60 heures	40 heures	8 heures
Temps maximal permis	4 semaines	3 semaines	3 semaines	1 semaine

Dans ce projet avec un vaste domaine d'application, le candidat doit être testé sur l'application logique de ses connaissances. Le projet doit être mené par le candidat individuellement.

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 :



Type de construction	Niveau de qualification			
	IWE	IWT	IWS	IWP
Appareil à pression	X	X	X	X
Construction – chargement statique	X	X	X	X
Construction – chargement dynamique	X	X	X	
Autre construction	X	X	X	X

Il est de la discrétion de l'ANB d'accepter un projet basé sur le travail réel du candidat.

Le projet est évalué comme suit :

Le travail du projet est détaillé comme suit :

c1-1 Projet - Pré étude	IWE	IWT	IWS	IWP
Pré étude incluant un exemple de métier				X
Compréhension des conséquences du code de fabrication désiré	X	X	X	
Evaluation des plans et spécifications techniques	X	X		
Lire et comprendre les plans et spécifications techniques			X	X
Evaluation et commentaires sur le choix des matériaux de base. Discussion sur la soudabilité des matériaux. Toutes les nécessités de pré ou post chauffage.	X	X		
Connaissances sur le choix des matériaux de base. Discussion sur la soudabilité des matériaux. Toutes les nécessités de pré ou post chauffage			X	X
Evaluation de la construction basée sur le choix de :	X	X	X	
Discussion sur la construction basée sur le choix de :				X
➤ Méthodes d'assemblage des matériaux de base.	X	X	X	X
➤ Méthodes de coupage pour la préparation des matériaux de base	X	X	X	X
➤ Préparation des joints et calcul des soudures	X	X	X	
➤ Préparation des joints				X
➤ Consommables de soudage	X	X	X	X
➤ Nécessité d'un traitement de surface avant l'assemblage.	X	X	X	X
➤ Traitement de surface de la construction terminée - méthode(s) à utiliser	X	X		
Préparation des DMOS nécessaires et méthodes d'essais.	X	X	X	
Interprétation des DMOS nécessaires et méthodes d'essais				X
Evaluation des qualifications nécessaires pour le(s) soudeur(s).	X	X	X	
Interprétation des qualifications nécessaires pour le(s) soudeur(s).				X
Présentation des méthodes NDT à utiliser pendant et après le soudage.	X	X	X	
Discussion des possibles méthodes NDT à utiliser pendant et après le soudage y compris les essais spéciaux pour contrôler la qualité totale de la construction.				X
Préparation :				
➤ Plans de production				X
➤ Plan de soudage – incluant les séquences de soudage et le pointage	X	X	X	X
➤ Liste des normes nécessaires pour le projet.	X	X	X	X
➤ Plan qualité pour la production basé sur la partie pertinente de l'ISO 3834 ou équivalent. Le type d'atelier pour cette sorte de production doit être discuté.	X	X		



c1-2 Partie pratique de la construction des pièces d'essai - simulant la même construction - fournies par l'ANB	IWE	IWT	IWS	IWP
Contrôle :				
➤ Marquages et certificats des matériaux de base.	X	X	X	X
➤ Certificats d'essais de qualification des soudeurs	X	X	X	X
➤ Qualification du personnel pour les essais destructifs, les END et l'inspection	X	X	X	
Evaluation des résultats des essais et comparaison avec les chiffres de la pré-étude	X	X	X	
Plan d'inspection avant et pendant soudage	X	X	X	
Inspection après soudage basée sur les plans de la pré-étude. - (inspection visuelle et autres méthodes NDT, éventuellement l'essai de pression ou autres méthodes d'essai).	X	X	X	
Discussion sur les rapports d'inspection				X
Evaluation du soudage et des résultats des essais basée sur les rapports d'inspection et les rapports END.	X	X	X	
Si l'évaluation montre une nécessité de réparation, plan(s) pour la réparation par soudage et éventuellement les DMOS à faire pour la réparation par soudage.	X	X	X	

c1-3 Projet - rapport final et présentation	IWE	IWT	IWS	IWP
Le candidat doit préparer un rapport final écrit avec les résultats de son projet basé sur la pré-étude et la partie pratique	X	X	X	
Le rapport doit comprendre les points de vue concernant la partie économie de la production et en même temps assurer la qualité du produit.	X	X	X	
Le candidat doit faire une présentation orale du projet devant le jury	X	X	X	
Le candidat doit donner un rapport oral des résultats de son projet basé sur les cas de la pré-étude et de la partie pratique				X

c.3) Interview technique

Le temps minimal de cet interview est donné dans le tableau ci-dessous :

Durée minimale de l'interview technique			
Niveau IWE	Niveau IWT	Niveau IWS	Niveau IWP
6 heures	4 heures	3 heures	2 heures

L'interview technique est divisé en deux parties qui sont :

- i) discussion du candidat concernant la partie 1 – évaluation des connaissances (voir tableau ci-dessous)
- ii) discussion du candidat concernant la partie 2 – évaluation des connaissances pratiques (voir tableau ci-dessous)



Avant l'interview technique, a au moins une heure pour reconnaître la documentation qui sera utilisée pendant l'interview.

L'ANb fournira au candidat un jeu de documents (plans de construction – partie de construction, liste de matériaux, certificats matières, rapports END, rapports de contrôle destructif, DMOS, QMOS, qualifications de soudeurs).

Ou

Le candidat présente un jeu de documents (plans de construction – partie de construction, liste de matériaux, certificats matières, rapports END, rapports de contrôle destructif, DMOS, QMOS, qualifications de soudeurs), ces documents devraient provenir de la société où le candidat est couramment employé. Ces documents doivent être, avant toute chose, évalués par l'ANb avant d'être acceptés comme documentation pouvant être utilisée par le candidat pour l'interview professionnelle.

L'interview professionnelle doit concerner au moins les sujets mentionnés dans les tableaux ci-dessous :

i) Partie 1 – Evaluation des connaissances

C2-1 Discussion sur la construction	IWE	IWT	IWS	IWP
Evaluation des plans et spécifications techniques	X	X		
Lire et comprendre les plans et spécifications techniques			X	X
Evaluation et commentaires sur le choix des matériaux de base. Discussion sur la soudabilité des matériaux. Toutes les nécessités de pré ou post chauffage.	X	X		
Connaissances sur le choix des matériaux de base. Discussion sur la soudabilité des matériaux. Toutes les nécessités de pré ou post chauffage			X	X
Evaluation de la construction basée sur le choix de :	X	X	X	
Discussion sur la construction basée sur le choix de :				X
➤ Méthodes d'assemblage des matériaux de base.	X	X	X	X
➤ Méthodes de coupage pour la préparation des matériaux de base	X	X	X	X
➤ Préparation des joints et calcul des soudures	X	X	X	
➤ Préparation des joints				X
➤ Consommables de soudage	X	X	X	X
➤ Nécessité d'un traitement de surface avant l'assemblage.	X	X	X	X
➤ Traitement de surface de la construction terminée - méthode(s) à utiliser	X	X		
Préparation des DMOS nécessaires et méthodes d'essais.	X	X	X	
Interprétation des DMOS nécessaires et méthodes d'essais				X
Evaluation des qualifications nécessaires pour le(s) soudeur(s).	X	X	X	
Interprétation des qualifications nécessaires pour le(s) soudeur(s).				X
Présentation des méthodes NDT à utiliser pendant et après le soudage.	X	X	X	
Discussion des possibles méthodes NDT à utiliser pendant et après le soudage y compris les essais spéciaux pour contrôler la qualité totale de la construction.				X
Discussion sur la fabrication en termes de :				
➤ Plan de soudage – incluant les séquences de soudage et le pointage	X	X	X	
➤ Liste des normes nécessaires pour le projet.	X	X		



➤ Plan qualité pour la production basé sur la partie pertinente de l'ISO 3834 ou équivalent. Le type d'atelier pour cette sorte de production doit être discuté.	X	X	X	
➤ Moyens de manipulation, montages et équipements de soudage	X	X	X	X

ii) Partie 2 – Discussion pratique

C2-2 Partie pratique	IWE	IWT	IWS	IWP
Contrôle :				
➤ Marquages et certificats des matériaux de base.	X	X	X	X
➤ Certificats d'essais de qualification des soudeurs	X	X	X	X
➤ Qualification du personnel pour les essais destructifs, les END et l'inspection	X	X	X	
➤ Qualification du mode opératoire de soudage QMOS	X	X	X	
➤ Descriptif du mode opératoire de soudage DMOS	X	X	X	X
Evaluation des résultats des essais et discussion sur les rapports	X	X	X	
Proposition d'un plan d'inspection avant et pendant soudage et discussion	X	X	X	
Discussion sur les rapports d'inspection				X
Evaluation du soudage et des résultats des essais basée sur les rapports d'inspection et les rapports END.	X	X	X	
Soudures nécessitant une réparation, plan(s) pour la réparation par soudage et éventuellement les DMOS à faire pour la réparation par soudage.	X	X	X	
Brève discussion sur les coûts de fabrication	X			

Note générale (pour IWE, IWT, IWS et IWP)

Après avoir satisfait aux exigences définies en a) et b) ainsi que c.1 ou c.2 de l'Evaluation détaillée de l'ANB et après avoir été approuvé, le candidat sera admis à l'examen final défini dans le guide approprié.

**ANNEXE IV****Liste des normes de référence**

Norme (-série)	Titre
ASME IX	Société Américaine des Ingénieurs en Mécanique : Code pour chaudières et appareils à pression, section IX : qualifications en soudage et brasage
EN 287-1	Essais de qualifications des soudeurs – soudage par fusion – Partie 1 : aciers
IIW SST 1093-8 (projet)	Recommandation IIW sur l'application d'une évaluation critique en ingénierie de la conception, fabrication et inspection afin d'évaluer l'aptitude à l'emploi des structures soudées.
EN 1418	Personnel en soudage – essais d'approbation des opérateurs soudeurs pour le soudage par fusion et les régleurs en soudage par résistance pour le soudage complètement mécanisé et automatisé des matériaux métalliques.
ISO 2553	Joints soudés, brasés et soudobrasés – représentation symbolique sur les plans.
ISO 3834	Exigences de qualité pour le soudage par fusion des matériaux métalliques (série)
ISO 4063	Soudage et techniques connexes – Nomenclature des procédés et nombres de référence.
ISO 5817	Soudage – Joints soudés par fusion sur acier, nickel, titane et leurs alliages (soudage par faisceau d'électrons exclu) – Niveau de qualité pour les imperfections.
ISO 9000	Système de management de la qualité (série)
ISO 9606	Essais de qualification des soudeurs – Soudage par fusion (série)
ISO 9692	Soudage et techniques connexes – Recommandations pour la préparation des joints.
ISO 9712	Essais non destructifs – Qualification et certification du personnel.
ISO 10042	Soudage – Joints soudés à l'arc sur l'aluminium et ses alliages - Niveau de qualité pour les imperfections.
EN 12062	Contrôle non destructif des soudures – Règles générales pour les matériaux métalliques.
ISO 13916	Soudage – Lignes directrices pour le mesurage de la température de préchauffage, la température entre passes le maintien de la température de préchauffage.
ISO 13920	Aluminium et alliages d'aluminium – Débris (série)
EN 14324	Brasage – Lignes directrices sur l'application du brasage.
ISO 14731	Coordination en soudage – Tâches et responsabilités
CEN/TR 15135	Soudage – Conception et contrôle non destructif des soudures.



Norme (-série)	Titre
ISO/TR 15235	Soudage – méthodes d'évaluation des imperfections dans les structures métalliques.
CR ISO/TR 15608	Soudage – Lignes directrices pour un système de groupage des matériaux métalliques.
ISO 15609	Spécification et qualification des procédures de soudage pour les matériaux métalliques – Descriptif de procédure de soudage (série)
ISO 15610	Spécification et qualification des procédures de soudage pour les matériaux métalliques – Qualification basée sur des consommables de soudage testés
ISO 15611	Spécification et qualification des procédures de soudage pour les matériaux métalliques – Qualification basée sur l'expérience préalable en soudage
ISO 15612	Spécification et qualification des procédures de soudage pour les matériaux métalliques – Qualification par adoption d'une procédure de soudage standard
ISO 15613	Spécification et qualification des procédures de soudage pour les matériaux métalliques – Qualification basée sur un essai de soudage sur une production préalable
ISO 15614	Spécification et qualification des procédures de soudage pour les matériaux métalliques – Qualification sur pièce d'essai (série)
ISO 17660	Soudage – Soudage des aciers à béton
ISO 17662	Soudage – Etalonnage, vérification et validation des équipements utilisés en soudage, y compris les activités connexes
CR ISO 17663	Soudage – Lignes directrices pour les exigences de qualité pour le traitement thermique en relation avec le soudage et les techniques connexes